

# PRODUCCIÓN DE BURROS

1

Primeras Jornadas Argentinas de Producción de Burros



SANTA MARÍA - CATAMARCA - ARGENTINA  
18 y 19 Noviembre 2022

Luis Losinno

# PRODUCCIÓN DE BURROS

-1-

## *Primeras Jornadas Argentinas de Producción de Burros*

Santa María, Catamarca

18 y 19 de noviembre de 2022

-Luis Losinno-

*Editor*

Losinno, Luis

Producción de burros 1: Primeras Jornadas Argentinas de Producción de Burros /  
Editado por Luis Losinno - 1a ed. - Río Cuarto : Ediciones del Puente, 2022.  
122 p. ; 18 x 24 cm.

ISBN 978-987-48610-9-2

1. Reproducción Animal. 2. Animales. 3. Producción Pecuaria. I. Losinno, Luis,  
editor. II. Título.  
CDD 636.18

**Producción de burros -1-**

***Primeras Jornadas Argentinas de Producción de Burros***

Luis Losinno

*Editor*

Diseño de portada:

© *Juan Pablo Rogoff*

Diagramación: *Ediciones del Puente*

Libro PDF digital

**La presente edición fue realizada gracias al aporte de la Maestría  
en Producción Equina de la Universidad Nacional de Río Cuarto  
y de las empresas CARD-EQUUSLAC (Río Cuarto) y de Finca Láctea  
EL PICHANAL (Catamarca).**

1ª edición - 2022

Impreso en Gráfica del Sur / Córdoba / Argentina

En el mes de noviembre de 2022

Tirada 200 ejemplares

# Índice

PREFACIO.....	6
El burro como animal doméstico de producción de leche para consumo humano. Particularidades, sistemas y proyecciones.....	8
<i>Luis Losinno</i>	
Alergia a las proteínas de la leche de vaca (APLV). Características, diagnóstico e impacto en pediatría. ....	19
<i>José Zalazar</i>	
Experiencias y observaciones de manejo en el primer sistema comercial de producción primaria de leche de burra en la provincia de Córdoba, Argentina....	24
<i>Melina Pietrani, Luis Losinno</i>	
Manejo y congelación de semen de burro para programas de producción de leche en Argentina .....	38
<i>Luisina Chaperó, Liliana Rossetto, María Guillermina Bilbao, Luis Losinno</i>	
Producción <i>in vivo</i> e <i>in vitro</i> de embriones y transferencia embrionaria como instrumentos para programas de mejoramiento genético en burras lecheras .....	45
<i>Ana Flores Bragulat, Luis Losinno</i>	
Aspectos conceptuales y prácticos para el manejo de burras nativas en programas de producción de leche.....	51
<i>Martín P. Hardoy</i>	
Experiencias de producción e industrialización de leche de burra para usos biomédicos y cosméticos en humanos.....	56
<i>Rogelio J. Allignani</i>	

Características nutricionales y terapéuticas de la leche de burra .....	64
<i>Alejandro R. Lespinard, Emiliano E. Badin, María M. Mercatante, Tomás R. Gill</i>	
Procesos de conservación de leche de burra y sus efectos sobre las propiedades nutracéuticas.....	75
<i>Emiliano E. Badin, María M. Mercatante, Tomás R. Gill, Alejandro R. Lespinard</i>	
Experiencias en el desarrollo de ecosistemas de producción de leche de burras.	80
<i>Jorge Muract</i>	
Estimación de la condición corporal y del peso en burros .....	91
<i>Luis Losinno</i>	
Aspectos básicos de la nutrición y alimentación de burros.....	102
<i>Luis Losinno</i>	

## PREFACIO

*“El libro es como la cuchara, el martillo, la rueda, las tijeras. Una vez que se han inventado, no se puede hacer algo mejor. El libro ha superado la prueba del tiempo...Quizás evolucionen sus componentes, quizás sus páginas dejen de ser de papel, pero seguirá siendo lo que es”.*

Umberto Eco; Jean-Claude Carriere. Nadie acabara con los libros. Ed Lumen, 2010

Editar un libro hoy, como complemento de las Primeras Jornadas Argentinas de Producción de Burros y en formato físico parece un hecho anacrónico y cada vez más infrecuente. Las organizaciones de este tipo de eventos de divulgación científico-técnica lo ven, en general como un gasto extra no justificable y mucho tiempo de trabajo para un género “menor”, las “memorias” de un congreso. Las editoriales universitarias que consultamos tampoco “hacen más eso...”. Siempre la excusa de la caja que debe cerrar, los formatos digitales, publíquelo en alguna revista, etc. A pesar de todo, prescindimos de todo lo anterior y decidimos generar una evidencia física (además de digital) de este encuentro que consideramos -perdón por la exageración- de alguna manera fundacional en este área del conocimiento en Argentina. Y no son “memorias”, es un libro con artículos originales completos. Particularmente no me gustan los *abstracts* o resúmenes de 500 palabras escritos en un idioma críptico para no pasarse del límite impuesto por los editores para que ocupe poco espacio sin importar que el destinatario, o sea el lector, deba imaginarse la mitad de las cosas, en el mejor de los casos. Aquí presentamos un abanico de experiencias, resultados de experimentos y proyectos, citas de publicaciones y recomendaciones en un formato de resúmenes extendidos, sin límites de palabras ni de páginas. Cada autor fue libre de escribir a su voluntad y los resultados están formalizados para que ustedes-lectores- los juzguen, evalúen y -ojala- incorporen conocimiento que contribuya a una mejor praxis y entendimiento de los programas que se plantean.

Pensamos e imaginamos esto junto a Rogelio Allignani una tarde de charlas sobre burros y muchas otras cosas en El Pichanal. Fuimos armando un programa heterogéneo que cubra, en esta primera instancia, algunas de las muchas aristas que tiene la incipiente e innovadora producción de burros en Argentina. Esperamos que estos eventos formen parte de una serie de educación continua itinerante, además de una oportunidad para socializar y discutir de manera presencial tantos temas y problemas que irán surgiendo en el tiempo.

Muchas personas trabajan detrás de un emprendimiento como este y ya sé que -parafraseando a Borges- en un listado siempre se notan las omisiones por lo que

vaya mi sincero agradecimiento a todas ellas. Quiero agradecer particularmente a todos los autores por su generosidad en aceptar el desafío de transmitir y compartir sus conocimientos en un doble formato, escrito y oral, y fundamentalmente por su tiempo y aportes. También a tres de las empresas que hicieron posible tanto el encuentro como la publicación de este libro: Finca Láctea El Pichanal, CARD Solutions y EQUSSLAC -Leche de burras-; los patrocinantes, auspiciantes, asistentes, las municipalidades de Santa María y San José (Catamarca) y la provincia de Catamarca por su apoyo y soporte a este evento.

Como siempre, también agradecer la inestimable colaboración y profesionalismo de Melina Pietrani y Maxi Brito en la edición, correcciones y armado de este libro. Llevamos muchos años y mas de 10 libros editados juntos (y no hemos terminado...)

*“Parecen dibujos, pero dentro de las letras  
están las voces  
Cada página es una caja infinita de voces”.*

Mía Couto. Trilogía de Mozambique. Ed. Alfaguara, 2018

**Luis Losinno**

Río Cuarto, noviembre de 2022

# El burro como animal doméstico de producción de leche para consumo humano. Particularidades, sistemas y proyecciones.

*Luis Losinno*

Profesor Titular, Cátedras de Producción Equina I y II, Dpto. de Producción Animal. Director, Laboratorio de Producción Equina y Biotecnología Animal, INCIVET-CONICET, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto; CARD Solutions, Río Cuarto.

## Introducción

Los actuales équidos domésticos (mamíferos no rumiantes) derivan del *Eohippus* un pequeño ancestro común de hace 50 millones de años, y más recientemente, el tronco evolutivo que origina las actuales especies del género *Equus* (los caballos, los asnos y las cebras), hace unos 4 millones de años. Todos ellos evolucionaron como animales silvestres, es decir que su vida fue regida exclusivamente por la selección natural y sexual, hasta el comienzo de su domesticación, alrededor de 8000 años A.P. (antes del presente). A partir de allí, y hasta la actualidad, el género *Equus*, con una gran variación del número de cromosomas, incluye tres especies domésticas, cuya vida se rige por la selección artificial manejada por el humano (el caballo, el burro y sus híbridos: las mulas y burdéganos) y siete especies silvestres, es decir no domesticadas: las cebras (3 especies); los asnos silvestres de Asia y África (3 especies) y los “caballos” Przewalski de Mongolia. También existe una tercera categoría post-domesticación: los asilvestrados, cimarrones o feralizados (del latín *fera*, bestia salvaje), que en realidad son animales domésticos en condiciones de libertad, fuera del control y de los sistemas humanos, sobre los cuales empieza a operar fuertemente la selección natural (caballos *baguales* –también llamados *mustangs* en Estados Unidos o incorrectamente caballos salvajes-*wild horses*-, en casi todo el mundo; perros Dingos introducidos a Australia hace 5000 años y también burros; cabras, gatos, conejos, camellos y cerdos), en general grupos poblacionales cerrados y con tendencia a un alto nivel de consanguinidad.

Actualmente, la población mundial de burros (unos 45 millones de animales) se encuentra en continua y progresiva disminución (FAO, 2020). Particularmente, la mayoría de las 189 razas de burros desarrolladas por selección humana durante miles de años en casi todos los continentes, se categorizan como amenazadas, protegidas (en el mejor de los casos, como en Europa) o directamente extintas en la naturaleza. De todos modos, esta diversidad de razas, al igual que en otros mamífe-



ros domésticos, ha generado una enorme variabilidad fenotípica, por ejemplo en el peso corporal promedio de adultos que varía entre 80 y 480 kg y una alzada (valores extremos) entre 64 cm en las razas de burros miniatura y 170 cm en la raza Mamut.

	Población de burros
Asia	15.000.000
África	10.000.000
Medio Oriente	10.000.000
Sudamérica y Caribe	9.000.000
Europa	1.500.000
Norteamérica	50.000
Australia	5.000.000
TOTAL	45.550.000

**Tabla 1.** Población estimada de burros (adaptada de Polidori, 2019)

La relación documentada del burro con el ser humano se remonta a unos 8000 años atrás, al principio cazado como proveedor de carne y luego domesticado básicamente como animal de carga y transporte. Hasta donde hay reportados registros fósiles, la domesticación del *Equus africanus africanus* (Asno silvestre de Nubia) y del *Equus africanus somaliensis* (Asno silvestre de Somalia) en el noreste de África (ambos en estado crítico de extinción en la actualidad) fueron las especies que generaron lo que derivaría luego en una subespecie (*Equus africanus asinus*) que hoy conocemos como Asno o Burro doméstico en todo el mundo. Todas las razas de burros domésticos pertenecen a esta misma especie y tienen, por supuesto, el mismo número de cromosomas.

Debido a algunas de sus características temperamentales y fisiológicas más evidentes como su mansedumbre, empatía, resistencia a la fatiga, adaptabilidad y capacidad de aprendizaje (pese al infundado estereotipo humano de estupidez), históricamente ha sido utilizado (y aún lo es) desde el antiguo imperio egipcio como animal de carga y transporte por los pueblos más pobres del planeta. Desafortunadamente su marcada resistencia y capacidad de no manifestar clínicamente el dolor también ha sido utilizado en su contra por los humanos siendo objeto de maltratos, violencia y abusos por miles de años, algo que desafortunadamente puede verificarse actualmente.

La gran mayoría de los burros “nativos” de Argentina (todos generados a partir de la introducción hecha por los españoles en el siglo XVI, de varios biotipos de origen europeo y africano), se encuentran en estado feralizado y viven en un estado de “libertad” en lugares de difícil acceso o no controladas de manera intensiva por los humanos como montes nativos cerrados, o lo que lamentablemente queda de ellos (el impenetrable en Chaco; el monte santiagueño, pampeano y puntano);

la pre-cordillera del NOA; la sierra de la Ventana; los llanos de La Rioja, la puna. En muchos de estos lugares, pero especialmente en los semiáridos, se considera que los burros ferales compiten por el escaso recurso forrajero natural degradado por años de sobrepastoreo de animales, también domésticos pero tradicionalmente “productivos” como bovinos, ovinos y caprinos. Por este motivo durante años se los ha capturado (literalmente) para ser llevados a mataderos y frigoríficos de equinos donde su precio para faena en general ni siquiera justifica el traslado. Hay registros y reportes de que estas prácticas han sido fomentadas y subsidiadas por gobiernos provinciales como parte de políticas de “apoyo productivo” a pequeños productores de áreas marginales debido, presumiblemente, al desconocimiento de la potencialidad productiva de estos animales. Sin embargo, en las mismas áreas mencionadas, si bien es una especie exótica, el burro también forma parte, como ancestralmente ha sido, del ecosistema con más de 500 años y de otras actividades relacionadas a la vida cotidiana de las familias rurales de bajos recursos como el transporte humano, cargas de leña y otros productos, para extraer agua de pozos, para obtención de leche para niños enfermos y también como fuente de alimento (carne). Todas estas, actividades culturalmente muy arraigadas (y documentadas) en los pueblos más pobres y marginados del planeta.

Argentina declara oficialmente una población de alrededor de 60 mil burros, pero es posible especular que sean no menos del doble o mucho más en realidad debido a que las condiciones de vida mencionadas dejan a estos animales fuera de los censos y métodos de estimación standard. De hecho, actualmente en Argentina resulta dificultoso ingresar estos animales feralizados (“sin dueño” ni registrados), a los circuitos formales de producción algo que debería ser contemplado por las autoridades sanitarias y otras áreas de competencia.

## **Particularidades de los burros**

Algunos aspectos propios de la especie merecen ser destacados, para alejar rápidamente cualquier tipo de comparación o asociación libre con los caballos, y mucho menos con una vaca lechera.

Los burros evolucionaron en escenarios áridos y montañosos, con escasas fuentes de agua y una oferta forrajera de baja calidad nutricional, por lo que en general, las poblaciones de burros “nativos” es decir no pertenecientes a una raza registrada en particular suelen ser de un biotipo mediano (entre 110 y 130 cm de alzada) y un peso entre 100 y 200 kg. Al igual que con la mayoría de los demás animales domésticos (como los caballos, los perros, los bovinos), los fenotipos “extremos” y las rarezas tanto en biotipo como en pelajes son un producto humano generado por la domesticación y el control de los apareamientos dirigidos hacia fenotipos “funcionales” (mayor tamaño, por ejemplo) o puramente estéticos (color del pelaje, enanos) denominados genéricamente “razas”.

Las cuatro categorías clásicas en los burros, en relación a la talla son: 1) Grandes (más de 130 cm y a veces hasta más de 160 cm), la raza Mamut es una de las más grandes del mundo y para que un macho pueda inscribirse debe medir al menos 147 cm y una hembra 142 cm; 2) Medianos (110 a 130 cm); 3) Pequeños (90 a 110 cm); 4) Enanos o Miniatura (menos de 90 cm).

Las hembras son animales gregarios y migratorios, es decir viven en grupos sociales relativamente estables con sus crías y les gusta mantenerse en proximidad, algo muy parecido a lo que ocurre con las cebras. Por el contrario, el aislamiento y la soledad les producen intranquilidad y stress severo que incluso puede llevar a que dejen de comer y beber y enfermen, por lo que hay que evitar estas situaciones. Hay un viejo refrán que dice: *“si va a comprar un burro, mejor compre dos”*, aludiendo a evitar el aislamiento (antinatural) y proporcionar una mejor calidad de vida en condiciones de cautiverio. Incluso puede revertirse esta situación colocando al burro con otro animal como una oveja, cabra o incluso un caballo. Hemos experimentado con éxito en nuestro laboratorio colocar dos machos reproductores, un padrillo (equino) con un burro (asno) juntos en un corral durante años y no solo no se generan problemas sino que mejoran mucho su comportamiento y libido disminuyendo la agresividad típica del animal aislado. A diferencia de las hembras, los machos son, en general (pero no exclusivamente), territoriales, es decir viven en relativa soledad en territorios que marcan como “propios” a través de las heces y la orina. Las sexualmente activas son las hembras que se acercan a los territorios de los machos en la estación reproductiva (en caso de tenerla, dado que pueden ser de ciclos anuales continuos), guiadas por el rebuzno típico de los asnos que pueden escuchar hasta por lo menos 3 km de distancia debido a una modificación anatómica en la laringe. Además, durante el periodo de celo o receptividad copulatoria, las burras adoptan una posición típica frente al macho descendiendo la cabeza y abriendo mucho la boca como si estuvieran masticando.

La gestación es más larga que en las yeguas (360-370 días) y una característica muy importante, sobre todo en los programas de producción de leche es que la burra solo produce leche en presencia de su cría, es decir si por cualquier circunstancia deja de tener contacto con la misma, de inmediato deja de producir. Es por esto que en los programas ordenados de producción de leche se realizan apartes programados de las crías durante 4 a 6 hs (máximo) para que las madres puedan ser ordeñadas, en caso de realizar un ordeño diario.

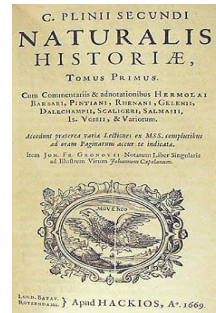
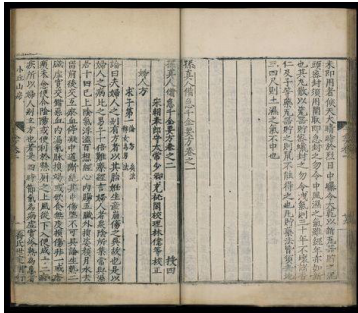
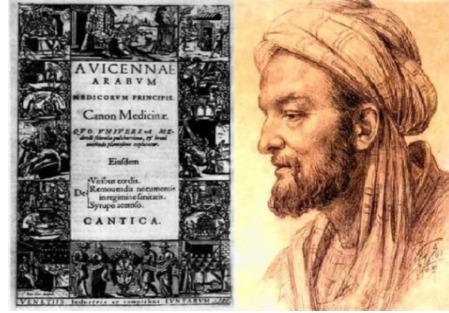
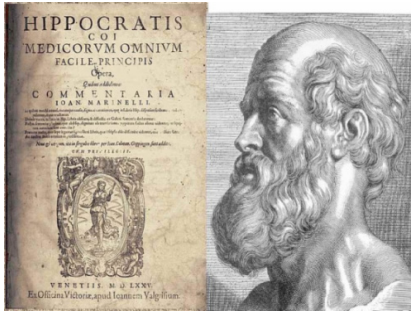
La alimentación de los burros merece comentarios aparte, en especial cuando se plantean sistemas de producción, en los cuales por desconocimiento, improvisación y analogía infundada se trasladan prácticas aplicadas a otras especies domésticas como caballos o vacas de leche. Es una especie con una gran eficiencia de aprovechamiento de la fibra dietaria para la producción de energía, mejor que en la mayoría de otros herbívoros y con una baja tolerancia al exceso de almidón y otros hidratos de carbono (HdC), por lo que una dieta baja en fibra y/o alta en HdC está

contraindicada dado que pone en peligro no solo la productividad sino la vida de los animales a través de cuadros clínicos como cólico, laminitis, hiperlipemia, síndrome metabólico, disbiosis, etc.

Nosotros proponemos como base para los sistemas de producción de leche, de cualquier escala, los sistemas pastoriles o como máximo semipastoriles (es decir donde los animales puedan pastorear todo el día o con ciertas restricciones horarias) y no promovemos los sistemas de confinamiento extremo que están en contraposición con las normas más elementales de bienestar animal. No ignoro que estos últimos (confinamiento extremo o *feedlot*), en aras de producir más dinero (y "eficiencia") pueden disfrazar (como en el caso de los bovinos de leche en la actualidad) los sistemas para que parezcan "amigables", "sustentables" y compatibles con el bienestar de los animales, pero está claro, al menos para mí (y no solo para mí), que no lo son y no es lo que proponemos. Son herbívoros gregarios migratorios, es decir, no es muy difícil poder inferir que necesitan para su homeostasis y *fitness*: elegir y comer pasto, en lo posible de mediana a baja calidad y lignificado; caminar mucho e interactuar con individuos de su especie. Creo que como científicos, técnicos, docentes de producción animal debemos tratar de promover la mejor vida posible para los animales que nos sirven y de los que sacamos provecho económico (y afectivo en muchos casos) desde hace miles de años y no considerarlos meros objetos productores de dinero. Creo, quizás ingenuamente, pero porque además lo he visto y experimentado, que es posible, como en el caso que estoy tratando de la producción de leche de burra, crear sistemas artificiales sustentables, amigables con el medio ambiente, con los animales y las personas que trabajan en los mismos. Quizás, pero no estoy seguro que sea así, resignando algunos micropuntos de rentabilidad para crear sistemas responsables y menos inhumanos como modelo para futuras generaciones.

## Leche de burra y salud humana

Existen evidencias fósiles y registros escritos del uso cosmético y biomédico de la leche de burra desde hace por lo menos 3000 años y más recientemente documentadas en tratados antiguos de medicina como el *Corpus Hippocraticum* de Hipócrates (2480 AP); *Naturalis Historia* de Cayo Plinio II (2000 AP); *Valuable Prescriptions for Emergencies* de Sun Simiao (dinastía Tang 1800 AP); *Compendium of Materia Medica* de Li Shizhen (dinastía Ming, 1000 AP) para tratamiento de la artritis, tos, heridas quirúrgicas, úlceras y disenterías y otro de los más renombrados y de mayor impacto en la comunidad médica por cientos de años, el célebre *Al Qanum*, conocido como "El Canon de Avicena", la monumental obra médica en 14 volúmenes escrita alrededor de 1100 AP por el médico persa Ibn Sina (Avicena) donde aconsejaba su uso para el tratamiento de la tos, hemoptisis, úlceras, heridas, ascitis, fiebre, fatiga y asma.



Existen, además, registros gráficos de una práctica muy extendida en Francia en el siglo XIX que consistía en tener áreas de cría de burras adyacentes a los hospitales, en especial los que contaban con áreas para huérfanos. Las enfermeras hacían mamar a los bebés directamente de las burras, lo que permite, *a priori*, suponer al menos dos cosas: a) elegían burras porque presumían (o sabían) que su leche era la más parecida a la humana (algo actualmente demostrado) y que además ejercía efectos benéficos clínicamente comprobables; y b) los animales eran lo suficientemente dóciles y empáticos como para permitir ser ordeñadas o que un bebé directamente mamara del animal sin generar respuestas hostiles o dañinas (algo que también puede ser comprobado fácilmente en cualquier programa de producción de leche de burras).



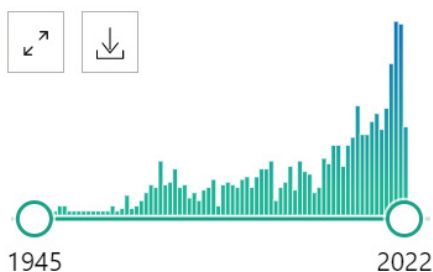


Figura 1. Burras lactantes en pabellones de orfanatos hospitalarios, Paris, 1881.

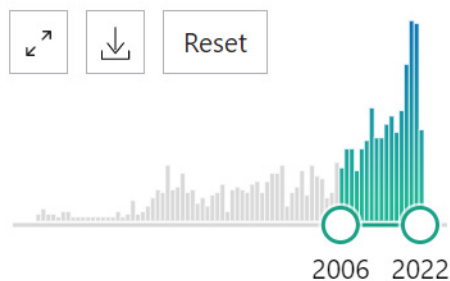
Estas prácticas de ordeño manual de animales ambulatorios cuya leche se vende en la calle, a demanda, en especial para niños con problemas respiratorios o ancianos, es posible observarlas actualmente en muchos países, en especial de la cuenca del Mediterráneo y en el NOA de Argentina como una práctica cultural ancestral basada en fuertes evidencias empíricas de sus efectos benéficos.

Los registros de producción científica relacionando la leche de burra y salud humana comienzan, en su mayoría, a mediados del siglo XX, tal como puede ser verificado accediendo a una de las mayores bases de datos biomédicas (PubMed/NIH) de los Institutos Nacionales de la Salud de Estados Unidos (Figura 2). Tal como es lógico suponer, los estudios y publicaciones iniciales, motivados por las evidencias empíricas de medicina “natural”, al igual que la miel, por ejemplo, fueron dirigidas a establecer las características específicas y diferenciales de la leche y la producción de acuerdo a las herramientas tecnológicas disponibles. Luego surgieron estudios composicionales y microbiológicos comparativos con leches de otros mamíferos domésticos hasta que a principios de este siglo fueron aprobados y ejecutados en Europa los primeros ensayos clínicos aleatorizados en niños con diagnóstico de alergia a las proteínas de leche de vaca (APLV) utilizando como control las fórmulas de leche bovina hidrolizada que es la recomendación estándar en la mayoría de los países que no promueven o desconocen los efectos demostrados de la leche de burra. Recientemente (2021) se han publicado los resultados de ensayos clínicos utilizando leche de burra fortificada en bebés prematuros (menos de 1250 gr de peso al nacimiento) con remarcables efectos positivos. En los últimos 5 años los estudios están más focalizados en metabolómica, proteómica, análisis composicionales moleculares (perfiles proteicos y ácidos grasos), tipos de exosomas y ensayos de efectos *in vitro* sobre cultivos celulares humanos evaluando patrones de expresión genica.

## RESULTS BY YEAR

Publicaciones 1945-2022: **973**

## RESULTS BY YEAR

Publicaciones 2006-2022: **529**

**Figura 2.** Gráficos de producción científica para las palabras clave DONKEY MILK (leche de burra) en el sitio PubMed del NIH (Instituto Nacional de la Salud de Estados Unidos/National Library of Medicine), julio 2022.

La utilización biomédica de la leche de burra se debe en parte a su gran similitud composicional con la leche humana (y sus marcadas diferencias con la leche de rumiantes). Entre las más importantes deben destacarse la baja concentración de proteínas, en especial las caseínas, mayores responsables de los problemas de alergias alimentarias en lactantes humanos (APLV), la alta concentración de lactosa, lo que la hace muy palatable para los bebés y el bajo contenido de grasa.

Composición	BURRA	VACA	OVEJA	CABRA
Grasa (g/%)	0.2-1.8	3.3-5.4	5.0-9.0	3.0-7.2
Proteínas (g/L)	17	34.5	57.5	41
Lactosa (g/L)	66	50	50	40
Energía Bruta (kcal/kg)	437	674	-----	677

**Tabla 2.** Composición comparativa de leche de burra y de rumiantes. Adaptado de Polidori, 2015

Leche	Materia seca	Grasa	Proteínas Totales	Proteínas Suero (g/L)	Caseínas (g/L)	Lactosa	Energía (KJ/Kg)
Humana	12.4	3.3	1.6	7.0-8.3	3.2-4.2	6.7	2855
Burra	9.61	1.2	1.7	5.0-8.0	6.4	6.3	1939
Vaca	12.3	3.4	3.4	4.5	27.2	4.7	2983

**Tabla 3.** Composición química (g/100g) de leches de burra, vaca y humana. Adaptado de Polidori (2015); Salimei (2004) y Vincenzetti (2017).

La concentración de macroelementos (que pueden ser definidos como aquellos elementos inorgánicos requeridos por el organismo en cantidades importantes para su funcionamiento) en la leche de burra es similar a la leche humana con excepción del Calcio y Fósforo que presentan una relación de 1.4 (en la humana es de 0.2), pero con una marcada diferencia con los rumiantes.

	Burra	Humana	Vaca	Oveja	Cabra
Calcio	17.0	7.8	29.4	56.8	23.1
Sodio	9.7	5.0	24.2	20.5	20.5
Potasio	13.0	16.5	34.7	31.7	46.6
Magnesio	1.6	1.1	5.1	9.0	5.0
Fosforo	16.0	2.5	20.9	39.7	15.6

Tabla 4. Concentración media de macroelementos (mM) en leche humana y comparativa con otras especies domésticas. Adaptado de Holt & Jeness (1984) y Salimei (2004)

## Producción de leche de burra

Los burros no solo han sido relegados por la ciencia hasta hace muy pocos años (actualmente hay un importante flujo de información científica, en especial en la última década), tampoco ha sido considerado un animal “productivo” en términos clásicos, entendiendo este concepto como el que genera algún tipo de “producto”, muchos de ellos *post mortem* como la carne, cuero, etc., pero también leche y huevos. El burro ha sido más un animal de servicios que de productos para los humanos. Es por eso, quizás, que al mencionar la leche de burra y sobre todo la sistematización de la producción, en general las primeras respuestas son de asombro o incredulidad. De todos modos, por muchos años ha sido una práctica productiva común en sistemas de minifundios o granjas de tipo familiar en países del Mediterráneo, los Balcanes, norte de África y fundamentalmente China. En la actualidad existen programas comerciales específicos de baja, mediana y gran escala para la producción de leche con destino a consumo humano directo, subproductos lácteos o industria cosmética.

Las escalas productivas pueden ser categorizadas de acuerdo a la inversión y rentabilidad potencial en términos de la cantidad de burras en ordeño. Baja escala o familiar (10-30), mediana escala (40-100) y alta escala (más de 100). En relación a la inversión, debe considerarse el objetivo productivo para la categorización, desde la producción primaria de leche fluida refrigerada para entregar a la industria hasta el ciclo completo de producción e industrialización *in situ*. De todos modos se considera que la mayoría se encuentra en la escala de medianos productores, entre 30 y 60 animales en ordeño, bajo sistemas semi-pastoriles, con un ordeño



diario y una producción promedio que varía entre 0,5 y 1,2 L/día con lactancias promedio de 6 meses.

La producción de leche de burra en países de la Unión Europea se ha estimado en 300 toneladas anuales (Eurolactis, 2016; Valle et al., 2017) y 270 mil toneladas anuales en China, primer productor mundial, relacionado a una larga tradición y su elevada población de burros (2.7 millones) (Seyiti, 2021). No hay reportes oficiales en América Latina pero hay evidencias de programas de producción incipientes y en diferentes escalas en México, Brasil, Argentina y Chile, este último liderando la producción regional en la actualidad de acuerdo a nuestros datos.

Los estándares de calidad y procedimientos se determinan en cada país, pero como regla general se considera que el ordeño debe ser realizado de manera mecánica controlada, en ambientes aprobados bajo normas higiénico-sanitarias y de bioseguridad, con estrictos protocolos de limpieza y en condiciones estandarizadas de bienestar animal. Todo el proceso productivo debe tener normas y pautas claras y controlables de trazabilidad dado que se trata de la producción de un alimento con propiedades nutracéuticas, dirigido a uno de los estratos más vulnerables y sensibles de la sociedad que son los niños lactantes.

Toda leche destinada a consumo humano debe ser pasteurizada dado que a pesar que la leche de burra por sus altísimas concentraciones de lisozima y péptidos antibacterianos tiene bajísimas concentraciones de UFC (unidades formadoras de colonias) y recuento celular somático, es una reglamentación en la mayoría de los países productores incluyendo Argentina. El producto puede ser comercializado como refrigerada o congelada y también como liofilizada (en polvo) que permite mejores condiciones de almacenamiento, menores costos de transporte y fundamentalmente su calidad no se ve afectada por el tratamiento.

La producción de leche de burra es un fenómeno productivo emergente e innovador y no solo en Argentina, con fuerte impacto en la salud pública, en la generación de industrias y puestos de trabajo propios y específicos, que enfrenta el desafío de transformar un animal excluido de los sistemas, en productivo (y ojala rápidamente).

Existen todas las evidencias científicas necesarias para sustentar la indicación de leche de burra a los niños con APLV y otras patologías como las respiratorias, inmunodeficiencias, metabólicas, etc. y que no sean solo creencias o anécdotas culturales milenarias. Este desafío (y también esta oportunidad) no es solo para los productores e inversores sino también para los profesionales (médicos, veterinarios, agrónomos, zootecnistas, ingenieros en alimentos, etc.), las universidades (que ni siquiera menciona a los burros en sus programas pero no es algo que deba sorprendernos), los gobiernos, las mutuales médicas, las familias de los pacientes y la sociedad en general.

## **Lecturas sugeridas**

Polidori P; Vincenzetti S. The therapeutic, nutritional and cosmetic properties of donkey milk. Cambridge Scholars Publishing, 2019

Svendsen D. The professional handbook of the donkey. The Donkey Sanctuary, 2008

Losinno, Luis; Flores Bragulat, Ana. Leche de burra en casos de alergia a la leche de vaca en humanos. Un desafío para Argentina. Ab Intus, [S.l.], n. 3, p. 81-99, july 2019. ISSN 2618-2734. Descarga libre en: [http://200.7.128.3/ojs/index.php/Ab\\_Intus/article/view/91](http://200.7.128.3/ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/91)

Zeng S., Losinno L. (Editors). Proceedings of the International Symposium on Donkey Science. Shandong, China. China Agricultural University Press, 2017

# **Alergia a las proteínas de la leche de vaca (APLV). Características, diagnóstico e impacto en pediatría.**

*Dr. José Zalazar*

Jefe del servicio de Pediatría y Neonatología del Hospital Italiano de Córdoba;  
Profesor a cargo de la Cátedra de Pediatría de la Facultad de Medicina,  
Universidad Nacional de Villa María, Córdoba.

Las enfermedades alérgicas afectan a mil millones de personas en el mundo; muestran un crecimiento sostenido en los últimos 60 años y se estima que, en 2050, afectarán a 4 mil millones de personas. La prevalencia de alergia alimentaria (AA) sufrió un crecimiento exponencial en los últimos años en países occidentales, por lo que algunos autores la consideran “la segunda oleada” de la epidemia alérgica y la posicionan como un problema de salud pública. La alergia alimentaria surge de una respuesta inmune específica inducida por la exposición a un alimento.

En la infancia es de suma importancia ya que constituye la primera causa de anafilaxia a esta edad. Las proteínas más frecuentemente involucradas en niños son las de la leche de vaca y el huevo, y, en adultos, los mariscos. El maní tiene igual frecuencia en ambos grupos.

La forma de presentación clínica y la metodología de estudio se hallan en directa relación con la causa y evolución de la enfermedad. El diagnóstico certero se consigue solamente con una historia clínica detallada, pruebas cutáneas de alergia, test de parche y provocación oral son fundamentales, logrando así evitar restricciones alimentarias innecesarias o exposiciones que conllevan riesgo de vida (5).

Su tratamiento se basa en la evitación correcta del alimento responsable, incluidos los alérgenos ocultos y, en la educación del paciente, la familia (3). El 20% de la población padece, en algún momento, una Reacción Adversa a los Alimentos (RAA) que no necesariamente indican una alergia permanente a un alimento, mientras que la AA propiamente dicha afecta a un porcentaje menor. A nivel mundial, la prevalencia de AA en niños es 4-8% y, en adultos, 1-4%. Cobran mucha importancia los antecedentes médicos de dermatitis atópica (DA) aumentando la prevalencia hasta un 30-40%.

Representa la primera causa de anafilaxia en pediatría (8-9) y la muerte se produce, con mayor frecuencia en niños que padecen asma como comorbilidad (7). Existen 8 alimentos responsables del 90% de la AA: leche, huevo, soja, trigo, maní, nueces, pescados y mariscos. Siendo en los niños, las alergias a las proteínas de la leche de

vaca (APLV) y a las proteínas del huevo (APH) las más frecuentes en lo especial en los lactantes; a mayor edad cobra importancia la alergia a los mariscos, y el maní tiene igual frecuencia en ambos grupos. Las AA a PLV, PH, soja y trigo tienden a ser transitorias; a maní, nueces, pescados y mariscos, son más persistentes.

Basado en lo establecido por diversos estudios podemos afirmar que:

- El 25% de los padres comunican sospecha de AA en sus hijos, y se confirma solo en el 6-8%.
- Se desarrolla durante los 2 primeros años de vida, con mayor prevalencia al año (6-8%), disminuye progresivamente y permanece estable alrededor de los 3 años (1-2%) (2).
- Varias sensibilizaciones alimentarias se pierden a lo largo de la vida.
- Niños con AA, especialmente IgE-mediada, tienen alto riesgo de desarrollar otras AA y/o a alérgenos inhalantes.
- La región geográfica y los hábitos dietéticos tienen un rol importante en las diferentes frecuencias observadas.
- Las AA a PLV, PH, soja y trigo tienden a ser transitorias; a maní, nueces, pescados y mariscos, son más persistentes.

En relación a la fisiopatología y clasificación la evidencia científica afirma que la AA es una RAA de tipo inmune que resulta de la interacción entre factores genéticos y ambientales. Son factores de riesgo para desarrollar AA la historia familiar de atopía y la presencia de asma o DA. Los factores ambientales (dieta, tipo de parto, exposición al humo de tabaco y microorganismos) intervienen en el desarrollo intrauterino y en las primeras etapas de la vida y provocan cambios epigenéticos y aumentan o disminuyen el riesgo alérgico. Cuando alérgenos alimentarios atraviesan la mucosa intestinal enfrentan el tejido linfóide asociado al intestino (*gut-associated lymphoid tissue*; GALT, por sus siglas en inglés), donde son procesados por células presentadoras de antígenos que estimulan células T reguladoras y macrófagos, y producen tolerancia inmunológica, situación natural que sucede “por defecto”, originan IgE-específica contra ellos. Esta se fija a mastocitos de órganos diana y, en un segundo contacto, produce liberación de mediadores químicos responsables de las manifestaciones clínicas. Existen familias de proteínas, de origen vegetal y animal, estructuralmente relacionadas, responsables de reacciones cruzadas IgE mediadas (panalérgenos). Deben ser sospechados en pacientes con rinitis o AA múltiple (3).

Siguiendo con lo dicho anteriormente, la alergia a la proteína de la leche de vaca (APLV) es la alergia alimentaria más frecuente en pediatría, con una prevalencia entre el 1,8% y el 7,5% en el primer año de vida (1-2). Se define como una reacción adversa de naturaleza inmunológica, reproducible e inducida por la proteína de la leche de vaca.

Puede ser clasificada en tres categorías: a) mediada por inmunoglobulina E (IgE) con inmediata aparición de síntomas tras la ingesta, b) no mediada por IgE con síntomas de inicio retardado, o c) con síntomas mixtos (10,11,12).

La proteína de la leche de vaca (PLV) es el alérgeno alimentario más frecuente en la infancia. Las reacciones clínicas comienzan en etapas tempranas de la vida, después de que las proteínas de leche de vaca son introducidas en la dieta, lo cual ocurre después de terminar la lactancia materna, o bien cuando ésta no se otorgó. La APLV puede ser mediada o no por IgE. Los síntomas más frecuentes pueden ser cutáneos o respiratorios, seguidos de los gastrointestinales. Los síntomas respiratorios pueden ser eventualmente sistémicos, incluyendo la posibilidad de presentar anafilaxia severa. También es posible que se manifiesten reacciones agudas o reacciones retardadas. Los principales alérgenos causales son las caseínas y proteínas del suero de la leche. La leche de vaca contiene más de 40 proteínas. Éstas potencialmente pueden actuar como antígenos. También contiene caseínas (alfaS1, alfaS2, beta y kappa caseínas), seroproteínas (alfa lactoalbúmina [ALA], lactoferrina bovina, seroalbúmina bovina [BSA], la beta lactoglobulina [BLG]), e inmunoglobulinas bovinas. La BLG no existe en la especie humana, pero es posible encontrarla en la leche humana en cantidades de microgramos debido a los lácteos ingeridos por la madre. La BLG en mínimas cantidades es la proteína para la cual se reporta el mayor número de sensibilizaciones tempranas. La proporción de caseínas/seroproteínas es aproximadamente de 80/20 en la leche de vaca, cociente que se modifica de manera artificial para conseguir las fórmulas adaptadas para la alimentación del lactante.

Es de suma importancia considerar la existencia de un sobrediagnóstico debido a la impresión subjetiva de los familiares que puede llegar a superar en 10 veces el valor real. Esta situación puede generar conductas alimentarias evitativas, dietas no balanceadas e impacto en la calidad de vida de los pacientes y sus familias. La prevalencia de alergia alimentaria puede variar en diferentes contextos según las características culturales, el modo de preparación y los factores locales que afectan la exposición al alimento. Pocos estudios han evaluado la prevalencia de alergia alimentaria en Argentina. Esta información es relevante para mejorar la educación, las estrategias de prevención y el diseño de políticas alimentarias.

El diagnóstico y manejo de la alergia a la proteína de leche de vaca es un verdadero desafío en la práctica pediátrica. Como se trata de una patología que pareciera estar aumentando en nuestro medio, de un modo similar a lo comunicado en otras latitudes, hemos considerado conveniente proponer una normalización de la nomenclatura y de la metodología diagnóstica. Un grupo de pediatras especialistas se ha reunido para realizar una "Propuesta de Guía para el manejo de los niños con alergia a la proteína de la leche de vaca". El objetivo ha sido difundir el conocimiento actual de la fisiopatología, factores ambientales y sus manifestaciones clínicas, para colaborar con el pediatra mediante algoritmos que faciliten su manejo integral (1).

El calor modifica la alergenicidad de las seroproteínas, especialmente de la BLG. Lo anterior puede explicar la mejor tolerancia a la leche sometida al calor (por ejemplo, leche en productos horneados). El yogur también es tolerado mejor por los individuos sensibilizados sólo a seroproteínas debido al fermentado y acidificado de la leche que disminuye la cantidad de seroproteína intacta.

La mayoría de los lactantes afectados adquieren tolerancia natural a la proteína de leche de vaca antes de los tres años de edad. Así, conforme avanza la edad disminuye su frecuencia; se ha estimado que las tasas de remisión son de 45 a 50% al año, de 60 a 75% a los dos años, y de 85 a 90% a los tres años. Los casos persistentes de APLV son pacientes con historia de atopia en la familia porque hubo un periodo más largo entre el consumo de proteínas de la leche y el inicio de síntomas por una alta frecuencia de consumo del alimento, así como por la coexistencia de asma y rinitis alérgica. La APLV con síntomas gastrointestinales tempranos tiene un mejor pronóstico que la alergia asociada a inmunoglobulina E. Incluso algunos niños considerados libres de APLV pueden mantener algunos síntomas residuales.

Las alteraciones nutricionales asociadas con la APLV varían considerablemente tanto en su expresión como en su intensidad. Depende de la extensión de la inflamación de la mucosa induciendo malabsorción y/o enteropatía con pérdidas proteicas, así como producir potencialmente pérdidas de proteínas en la piel como se aprecia en casos de dermatitis atópica.

El diagnóstico de la APLV se basa en antecedentes familiares de atopia, signos y síntomas sugestivos, pruebas cutáneas, determinación de IgE específica frente a proteínas de leche de vaca (aunque no tiene valor en el diagnóstico de las reacciones tardías que no están mediadas por IgE) y pruebas de provocación. Las dietas de eliminación se utilizan como prueba diagnóstica en los casos no mediados por IgE. Por otro lado, la eliminación de la leche como medida terapéutica ha mostrado que puede producir desnutrición, por lo que deben sustituirse los requerimientos energéticos, de proteínas, calcio, zinc y vitamina D. Cuando no se realiza, puede generar tasas de crecimiento bajas en cuanto a talla y peso, en particular en el primer año de vida.

El tratamiento puede ser con fórmulas extensamente hidrolizadas por medio de calor o tratamiento enzimático o ultrafiltración, que son fórmulas hipoalérgicas. También se han usado bebidas a base de arroz y de soya. En un pequeño porcentaje de niños es necesario el uso de fórmulas a base de aminoácidos (1,3,6). El riesgo nutricional es mayor en casos de múltiples alergias alimentarias. Los padres de los niños con alergia a las proteínas de la leche requieren de asesoría nutricional que considere no sólo las necesidades totales de energía, sino también las peculiaridades derivadas del uso de dietas de eliminación. Sin esta asesoría existe el riesgo de deterioro nutricional de los niños (4).

## Referencias bibliográficas

Orsia M., Fernándezb A., Follettc F. , Marchisone S., Saiege G., Busonia V., Tabaccof O. y Tocag C. Alergia a la proteína de la leche de vaca. Propuesta de Guía para el manejo de los niños con alergia a la proteína de la leche de vaca. Arch Argent Pediatr 2009;107(5): 459-473

Mehaudy R., Parisi C., Petriz N., Eymann A. Jauregui M., Orsi M. Prevalencia de alergia a la proteína de la leche de vaca en niños en un hospital universitario de comunidad. Arch Argent Pediatr 2018;116(3):216-223

Mariño A. et al. Comité Nacional de Alergia alimentaria en pediatría: recomendaciones para su diagnóstico y tratamiento, Arch Argent Pediatr 2018;116 Supl 1:S1-S19

Wakida-Kuzunoki G., et al. Consumo de leche de vaca en la edad pediátrica. Revisión de la evidencia científica, Revista Mexicana de PEDIATRÍA, Vol. 86, Supl. 1 Enero-Febrero 2019 pp S3-S16 Usefulness of analytic tests for the diagnosis of cow's milk protein allergy

M. Cristina Díaz et al. Usefulness of analytic tests for the diagnosis of cow's milk protein allergy, Arch Argent Pediatr 2022;120(1):21-29

D'Auria E, Salvatore S, Acunzo M, Peroni D, Pendezza E, Di Profio E, Fiore G, Zuccotti GV, Verduci E. Hydrolysed Formulas in the Management of Cow's Milk Allergy: New Insights, Pitfalls and Tips. Nutrients. 2021 Aug 12;13(8):2762. doi: 10.3390/nu13082762. PMID: 34444922; PMCID: PMC8401609.Velazco-Benítez C. Epidemiología de la alergia alimentaria en la edad pediátrica. Rev Gastrohnp 2012;14(2):62-5.

Velazco-Benítez C. Epidemiología de la alergia alimentaria en la edad pediátrica. Rev Gastrohnp 2012;14(2):62-5.

Cubero Santos L., Rodríguez Romero L, Rodríguez Martínez B, et al. Intolerancia y alergia alimentaria. Vox Pediatr 2008;16(1):54-9.

Miraglia del Giudice M, Leonardi S, Maiello N, et al. Food Allergy and Probiotics in Childhood. J Clin Gastroenterol 2010;44(Suppl 1):S22-5.

Kemp AS, Hill DJ, Allen KJ, et al. Guidelines for the use of infant formulas to treat cows milk protein allergy: an Australian consensus panel opinion. MJA 2008;188:109-112.

Bischoff S, Crowe S. Gastrointestinal food allergy: new insights into pathophysiology and clinical perspectives. Gastroenterology 2005;128:1089-1113.

Scott H. Sicherer. Clinical aspects of gastrointestinal food allergy in childhood. Pediatrics 2003;111:1609-1616.

# Experiencias y observaciones de manejo en el primer sistema comercial de producción primaria de leche de burra en la provincia de Córdoba, Argentina

<sup>1,2</sup>Melina Pietrani, MV, MSc; <sup>3,4</sup>Luis Losinno, MV, PhD

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María, Córdoba, Argentina; <sup>2</sup>Becaria doctoral CONICET; <sup>3</sup>Laboratorio de Producción Equina y Biotecnología Animal, INCIVET-CONICET, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina; <sup>4</sup>CARD Solutions, Río Cuarto, Argentina.

## Introducción

La producción comercial de leche de burra en el mundo está limitada, por el momento, a unos pocos países, la mayoría de ellos en Europa y Mediterráneo (Italia, Portugal, Francia, Serbia, Croacia), Asia (China) y muy pocos en América (Chile, México, Brasil, Argentina). Las escalas de producción son muy variadas, desde la familiar o doméstica (8-10 burras en ordeño) hasta la gran escala de ciclo completo con más de 300-400 animales en ordeño.

El primer tambo asino de la provincia de Córdoba, Argentina (EQUSLAC), propiedad de la empresa CARD Solutions, está ubicado dentro de la Estancia Yucat, en la localidad de Tío Pujio, cercano a la ciudad de Villa María y conectada con ella a través del convenio de trabajo para la industrialización de la leche con el Laboratorio de Tecnología de los Alimentos (CONICET) de la Universidad Nacional de Villa María.

Es un sistema exclusivo, intensivo, especialmente diseñado, que cuenta hasta el momento con más de 200 burras nativas seleccionadas, provenientes de diferentes provincias de Argentina pero principalmente del Noroeste. Todo el sistema está diseñado y estructurado para una producción primaria de leche de burra de alta calidad, con estrictos controles de producción basados en principios de bioseguridad y bienestar animal. El ordeño es mecánico, el control lechero es individual y automático, y los datos son utilizados para el programa propio de mejoramiento genético del sistema. El programa es de ciclo completo y exclusivo para producción de leche y en el futuro también de reproductores (machos y hembras) seleccionados en base al programa genético propio y generados a través de biotecnologías reproductivas de alta complejidad.

El sistema genera sus propias hembras de reposición a través de programas controlados de cría. Los machos no pre-seleccionados como futuros padres serán



destinados a programas educativos en Universidades o colegios agrotécnicos que los demanden, escuelas de asinoterapia, programas de cría de toros, de cría de caballos (como protectores) y de trabajo en huertas orgánicas.

Los aspectos médico-sanitarios y de manejo productivo diario son cubiertos por dos Médicos Veterinarios con visitas semanales todo el año y consultores en los programas de nutrición y alimentación, contable/administrativo y controles de calidad de procesos.

## **Consideraciones generales sobre comportamiento en el sistema de producción**

Los équidos en general, pero los burros y mulas en particular, son animales gregarios de hábitos y rutinas. Los cambios bruscos, por ejemplo transporte, separación de sus grupos, aislamiento, cambios de dieta, cambios de las personas con quienes tratan diariamente (como quienes las ordeñan) generan casi siempre reacciones negativas, las veamos (detectemos) o no y muchas veces son subclínicas. Cuando las detectamos, como cambios en el comportamiento habitual o normal, suele ser ya tarde.

De todos modos, son animales sociales con quienes resulta fácil relacionarse y empatizar, siempre que no se muestre hostilidad y/o movimientos bruscos, dado que prefieren el grupo a la soledad, sea con individuos de su misma especie o no (caballos, vacas, cabras, ovejas). Es frecuente, en muchos países, observar que quienes manejan (mejor) a los burros son mujeres y niños, más que hombres.

Generalmente se considera al burro como un animal “rústico” y estoico, sin embargo, esto no significa que no experimenten dolor, o que no sean propensos a desarrollar enfermedades o estrés. Los signos comunes de dolor que podemos observar en un caballo con cólico (revolcarse, mirarse el flanco, manotear el piso, etc.), heridas, enfermedades infecciosas o sistémicas, pueden no ser tan evidentes en un burro con la misma patología, lo que puede llevarnos a un error diagnóstico si no estamos familiarizados con el comportamiento de esta especie. Junto a su enorme capacidad de adaptación, los équidos, y en particular los menos manipulados genéticamente por el ser humano, como es el caso de los burros, desarrollaron la habilidad de suprimir o enmascarar el dolor (analgesia inducida por el stress), como una forma de auto preservación (Contino, 2015).

Conocer el comportamiento de los burros, y no intentar extrapolar de manera lineal o directa lo que conocemos de los caballos, es fundamental para asegurar el bienestar, la salud y la productividad de los mismos. Identificar cambios sutiles en el comportamiento, en la actitud (burros apáticos o inusualmente tranquilos, orejas caídas-especialmente en borricos-) será de suma importancia para el diagnóstico y tratamiento temprano de enfermedades.

Ante una situación amenazante o que genere temor, los burros tienden a huir como primera acción de supervivencia, pero si no tienen la posibilidad de hacerlo, pueden tener reacciones riesgosas para el operador u otros animales, como patear, morder, pisotear, etc. Los burros son animales muy inteligentes y “memoriosos”, por lo que se recomienda en ellos un manejo sutil y progresivo, con la finalidad de generar un acostumbramiento paulatino a las diversas situaciones, tales como el ingreso a la manga ginecológica para los controles reproductivos y/o sanitarios o a la sala de ordeño. El acostumbramiento de los burros para el ingreso a las instalaciones del tambo y/o sanitarias puede acompañarse de estímulo con alimento, del ingreso de otros animales al mismo tiempo (imitación), iluminar correctamente los espacios y darles tiempo para observar el lugar antes de su ingreso, entre otras. En el caso de animales muy temerosos o que se muestran reacios a las medidas de manejo, se puede optar por la sedación o cubrir temporariamente los ojos con una careta o un trapo.

Las instalaciones que se utilizan para el manejo de los burros deben cumplir con las condiciones de bioseguridad para ellos y para los operadores. Las mangas individuales de exploración clínica y ginecológica acolchadas en su interior pueden prevenir lesiones en los miembros si los burros patean durante el manejo. Los corrales deben ser de una medida acorde al número de animales que se alojen en él. La utilización de boyero eléctrico puede ser de utilidad, sobre todo para prevenir que se escapen los borricos o que se arrimen a mamar durante el periodo de separación previo al ordeño.

Para una mayor profundización en los aspectos específicos de comportamiento se recomienda la lectura de las revisiones de Mohelman (1998); McDonnell (1998); Zakari y col. (2015); McLean y col (2019); Davis (2019) detallados en la bibliografía.

## **Manejo Sanitario**

El burro es susceptible a la mayoría de las enfermedades infecciosas y parasitarias que afectan a los caballos, aunque generalmente no son vacunados ni desparasitados. Esto implica que se disponga de escasa información sobre la efectividad de las vacunas y tratamientos en esta especie. A pesar de esto, se recomienda implementar planes sanitarios completos específicos en los sistemas productivos siguiendo las claras y provechosas normas de la medicina preventiva productiva, una de las bases de un sistema controlado: “todo lo que pueda prevenirse, debe prevenirse”.

La vacunación, especialmente contra el Tétano, es una medida de manejo sanitaria muy importante, ya que los burros son particularmente susceptibles a esta enfermedad generalmente mortal. La misma es causada por una bacteria llamada *Clostridium tetani*, que se encuentra en el suelo y puede ingresar al organismo a través de heridas o incluso del ombligo de las crías de burro (borricos o pollinos) en los primeros días de vida, en el periodo de mayor susceptibilidad. Deben vacunarse

contra Tétano anualmente todos los animales mayores a 4 meses de edad. Además de esto, debe considerarse la implementación de un programa completo de vacunación contra enfermedades tales como Influenza, Herpes Virus Equino 1 y 4, adenitis, rabia, etc., dependiendo principalmente de la zona o región de residencia de los animales, tipo de sistema de producción (abierto o cerrado), número de animales, etc.. Es una pésima posición esperar a que ocurran los hechos negativos, sobre todo los que sabemos que pueden ocurrir, con la política del “acá nunca ocurrió...”. Estas posiciones son las que crean los “puntos críticos de vulnerabilidad” de un sistema productivo y que pueden llevar (y frecuentemente lo hacen) a situaciones catastróficas.

Los endo y ectoparásitos representan un problema potencial para la sanidad y bienestar de los animales. En referencia a los endoparásitos, los burros pueden verse afectados por helmintos intestinales (*Parascaris equorum*, *Strongylus spp.*, *Oxyurus equi*, etc.), fasciola y vermes pulmonares (*Dictyocaulus arnfieldi*). Este último es de especial importancia en el burro, ya que éstos son su huésped más común, tolerando grandes infestaciones sin síntomas aparentes. Se debe controlar la presencia de éste parásito, especialmente en aquellos burros que comparten pastura con caballos. Los endoparásitos en general pueden provocar pérdida de peso, anemia, cólicos e incluso la muerte en todas las categorías, pero especialmente en animales jóvenes. El control parasitario debe realizarse en todas las categorías, utilizando para el diagnóstico métodos de muestreo seriados de materia fecal para determinar la carga parasitaria individual (medida en huevos por gramo –hpg-) y realizar la desparasitación estratégica de esos individuos si corresponde. Esto permite reducir al mínimo la utilización de antiparasitarios, ya que el uso indiscriminado de estos, en animales que lo necesitan y en los que no, puede generar resistencia, además del impacto ambiental sobre el suelo y su ecosistema que generan los residuos eliminados a través de la materia fecal. Pueden utilizarse también medidas de manejo para la reducción de la carga parasitaria en lotes y corrales donde se alojan los burros, cuidar la higiene de los lotes, realizar pastoreo rotativo, gestión de las pasturas y pasar la rastra en las mismas en la medida de lo posible.

Todos los burros que ingresen a un predio productivo deberán ser libres de Anemia Infecciosa Equina (poseer un certificado de libre de AIE de menos de 60 días de antigüedad) y en nuestro caso, aunque no es obligatorio aun, además realizamos las pruebas para Brucelosis y Tuberculosis. Se recomienda realizar un período de 2-3 semanas de aislamiento sanitario controlado o cuarentena previo a la introducción nuevos burros en el sistema. Para esto es útil destinar un área específica de las instalaciones para que funcione como lazareto, el cuál puede ser un corral (que puede ser hecho con alambrado eléctrico removible y ajustable) con capacidad para un número grande de animales (por ejemplo 40 o 50), o corrales más pequeños, para números más reducidos, que permitan un manejo más eficiente de los burros. El mismo debe estar retirado del área de circulación de los demás animales del tambo (100 m como mínimo), idealmente rodeado de vegetación, y además es importante

asegurar que los burros tengan por lo menos una interacción social indirecta (por ejemplo, visual y/o auditiva) con otros équidos. Se debe garantizar el control diario de los animales en cuarentena, reportando al veterinario cambios en el comportamiento o signos de enfermedad. Los operarios que ingresen en la zona de cuarentena deben realizar un correcto manejo de las posibles fuentes de transmisión de enfermedades hacia los animales sanos (bozales, bebederos, baldes, botas, ropa, etc.). Todo aquello que se utilice en la zona de cuarentena debe ser desinfectado antes de ser utilizado con los animales sanos.

Debe evaluarse periódicamente el peso y la condición corporal (CC), considerándose ideal una CC de 3 en la escala de 1 a 5 (Donkey Sanctuary Score), que puede consultarse en detalle en el capítulo pertinente en este libro. Idealmente, debe utilizarse para esto una balanza, ya que las cintas de peso utilizadas para caballos no son adecuadas para los burros. De todos modos existe una escala específicamente diseñada para burros que puede también consultarse en este libro.

Los cambios en el peso corporal son un indicador muy sensible (pero inespecífico) de muchos problemas generales de manejo (dietas, estrés, cambios) y también procesos individuales (incubación de enfermedades infecciosas/parasitarias; alteraciones metabólicas; problemas de dientes, etc.), por esto es que se recomienda enfáticamente que sea incorporado como una herramienta imprescindible del programa de control del sistema.

Una afección frecuente (y grave) en burros es la **hiperlipemia**, esta condición es potencialmente mortal y debe considerarse siempre que se examine un animal enfermo. Se desencadena como respuesta a un balance energético negativo, que produce movilización de la grasa del tejido adiposo. La tasa de lipólisis o movilización y ruptura de las moléculas grasas del organismo en respuesta a una situación de estrés alimenticio, por ejemplo, excede a la de absorción de esas grasas (triglicéridos) para su utilización como fuente de energía. Esto da como resultado infiltración de grasa en órganos vitales (hígado, páncreas, riñones), lo que puede conducir a una falla multiorgánica aguda y severa que termine en la muerte. Un manejo adecuado del sistema (nutrición, bienestar, sanidad, etc.) puede reducir al mínimo el riesgo de presentación. Existen algunas circunstancias que aumentan el riesgo de hiperlipemia, tales como gestación, lactancia, enfermedades o afecciones que generen dolor y pérdida del apetito, estrés (transporte, cambios en el manejo, pérdida de un compañero, aislamiento), obesidad, entre otras. El diagnóstico y tratamiento tempranos son fundamentales para preservar la vida del animal. Se debe reestablecer el balance energético positivo además de identificar y tratar la causa de la hiperlipemia. Es muy importante remarcar que la obesidad es también un factor desencadenante de esta enfermedad. El uso de alimentos concentrados altamente energéticos o granos de cereales como maíz y avena, con el consiguiente aporte masivo de almidón, pueden generar rápidamente este grave y frecuente problema.

## Bases y aplicaciones del manejo reproductivo

Las instalaciones adecuadas (corrales de encierre, manga ginecológica, etc.), son fundamentales para una correcta evaluación reproductiva de las burras. La exploración por tacto rectal y ecografía debe realizarse en una manga segura para el operario y para los animales, asegurando que el ingreso y permanencia de las mismas durante el examen sea tranquilo y sin generar estrés (Fig. 1). Si todo se ejecuta correctamente y se establece una rutina de trabajo, no es necesario maniatarlas ni atarlas. Suele ayudar el hecho de ofrecerles comida en esas circunstancias para lo cual es importante tener previsto donde colocarla para que coman durante las maniobras (Fig. 1).



**Figura 1.** Imagen de una burra en la manga ginecológica comiendo de un comedero

Las burras comparten características reproductivas con las yeguas, aunque presentan algunas diferencias. Llegan a la pubertad (primeros ciclos ovulatorios fértiles) entre los 10 y 22 meses de edad, pero no es recomendable que se preñen antes de los 2 años, ya que son de crecimiento y desarrollo más lento que los caballos y esto puede afectarlo.

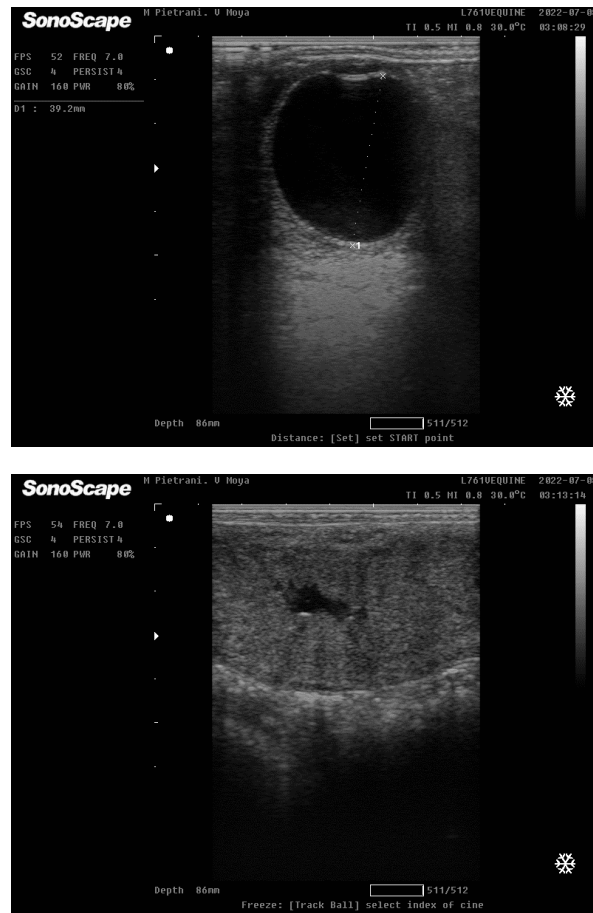
Respecto a la estacionalidad reproductiva, aparenta ser menos marcada que en las yeguas, lo que implica que la mayoría de las burras en el sistema (al menos en regiones templadas) serán poliéstricas anuales, colaborando esto con la distribución homogénea de los partos y lactancias durante todo el año. De todos modos, la estacionalidad depende de múltiples factores, no solo de la cantidad de horas luz, por lo que el estado nutricional, estrés, enfermedades, condiciones ambientales (temperatura, humedad), raza, entre otros, puede modificar el ciclo de las burras (Fig. 2).



**Figura 2.** Imágenes ecográficas de ovarios de una burra en estado anovulatorio durante el mes de julio. Pueden observarse múltiples folículos menores a 10 mm y ausencia de cuerpo lúteo en ambos ovarios.

La duración del ciclo estral en las burras puede ser algo mayor al de las yeguas, 20 a 40 días con un promedio de  $24 \pm 1$  días vs.  $21 \pm 1$  días en la yegua. El estro o celo (fase de receptividad sexual) puede durar de 6 a 9 días y el diestro de 16 a 20 días. Los folículos pre ovulatorios pueden alcanzar un diámetro de 30 a 44 mm, variando según la raza (Fig. 3).

El patrón ecográfico de edema uterino es diferente al de la yegua, pudiendo observarse en algunos casos presencia de edema endometrial aproximadamente 6 días luego de la desaparición del CL, progresando hasta el momento de la ovulación. A pesar de esto, el grado de edema endometrial no es un indicador confiable del momento de la ovulación en la burra, tal como ocurre en la yegua (Fig. 4).



**Figura 3.** Imágenes ecográficas de: a) Ovario con un folículo pre ovulatorio; b) Cuerno uterino con presencia de contenido anecoico en el lumen en una burra pos servicio.



**Figura 4.** Imagen ecográfica de ovario y útero de una burra en estro. Se observa la presencia de un folículo de 27 mm de diámetro (arriba) y edema endometrial grado 3 (abajo).

La manifestación de receptividad sexual positiva (“celo”) o rechazo (negativa) por parte de la burra ocurre luego del contacto visual y especialmente el táctil con el macho. Usualmente las hembras vocalizan luego del macho, formando esto parte de la comunicación pre-copulatoria durante el estro. Las burras en estro pueden realizar el “guiño vulvar” como en el caso de las yeguas, aunque menos manifiesto, levantar la cola y orinar frecuentemente. Pero el rasgo más distintivo de las burras en estro consiste en el acercamiento al macho (las hembras en esta especie son las sexualmente activas) y la realización de movimientos repetitivos de apertura y cierre de la boca conocidos como “bostezos” (Fig. 5).





**Figura 5.** Burra exhibiendo comportamiento de estro (receptividad sexual positiva); a) “Bostezos”, b) Guiño vulvar.

Los parámetros de crecimiento embrionario para el seguimiento ecográfico de la gestación son muy similares a los del equino, pudiendo utilizarse estos últimos como referencia general. Los cuidados durante la gestación también son semejantes a los que se deben realizar en la yegua, incluyendo control ecográfico de la gestación (viabilidad fetal, parámetros placentarios), vacunación, desparasitación, estado de salud general.

La duración de la gestación en la burra (333 a 395 días) es más larga y con más variabilidad que la de la yegua. El diagnóstico de la gestación se realiza de la misma forma que en equinos, pudiendo comenzar con ecografía trans rectal tan pronto como 10 días pos ovulación (PO) (Fig. 6), aunque se recomienda realizar el primer control a los 14 días PO.



**Figura 6.** Imágenes ecográficas de preñeces. a) 10 días PO, b) 18 días PO, c) 21 días PO.

Las fases del parto son similares a las de la yegua. La primera etapa, que consiste en la dilatación del cérvix y entrada del feto al canal de parto, tiene una duración promedio de 60 minutos, pueden presentar signos de incomodidad o dolor, alejarse de los demás animales, etc. La segunda etapa tiene una duración de 20 minutos,

consiste en la ruptura del alantocorion (“ruptura de bolsa”) y la expulsión del feto. Es la etapa más crítica, ya que en este punto pueden presentarse dificultades en el parto (distocia) que pueden comprometer la vida del borrico y de la madre si no son solucionadas a tiempo. Por último, la tercera etapa consiste en la eliminación de las membranas fetales (placenta), y tiene una duración de alrededor de 60 minutos. Es muy importante recordar que en los équidos la retención de placenta, es decir que no sea eliminada completamente en un periodo no mayor a 2-3 horas post parto, es considerado una emergencia ginecológica dado que puede comprometer la fertilidad futura de la burra e incluso su vida si no es tratada adecuadamente y rápido.

Los parámetros temporales de comportamiento del neonato difieren entre las dos especies, siendo más largos para los borricos que para los potrillos (tiempo en pararse 61 vs 34 min, tiempo en mamar 101 vs 51 min, tiempo en eliminar el meconio 86 vs 63 min respectivamente). El primer ciclo ovulatorio post parto (“celo del potro”), ocurre entre 5 y 13 días pos parto, observándose mayores tasas de preñez en burras que ovulan luego de los 12 días pos parto, semejante a lo que ocurre con las yeguas.

Existen diferentes estrategias de reproducción en sistemas productivos controlados, dependiendo de la escala, recursos y objetivos:

1) Servicio por **monta natural en “manada”**, donde un burro se mantiene libre conviviendo con un número determinado de burras (en general al menos dos grupos, las burras que están en lactancia/ordeñe con cría al pie y las vacías que no están en lactancia). En este caso debe considerarse la cantidad de burras vacías que se le adjudican al macho para que sea capaz de dar servicio a todas las que estén en celo. Idealmente, no debe ponerse más de un macho por grupo dado que compiten y pelean, lo que frecuentemente genera problemas (heridas, traumatismos). Las burras pueden ecografiarse cada 15-20 días para diagnóstico y control precoz de preñez. Es un método de manejo que requiere menor intervención del veterinario y menor manejo de los animales, pero puede implicar tasas de preñez inferiores a la de los otros métodos si no se realizan los controles de fertilidad periódicos. De todos modos, si los animales están en buen estado y reproductivamente aptos, es esperable altas tasas de fertilidad excepto que ocurra un alto índice de endogamia en la población (inbreeding).

2) Servicio por **monta natural individual controlado o dirigido**, en el cual el macho y la hembra son manejados por personas entrenadas y el control de la monta es individual. En este caso el control reproductivo es más intensivo, ya que se requiere el tacto y ecografía periódico de las burras para diagnosticar aquellas que se encuentren en estro, indicar el servicio y luego controlar la ovulación. Este sistema en general aplica a programas que tienen machos seleccionados y/o de alto valor y que deben utilizarse en diferentes categorías de burras, no compatible con un servicio en manada. Requiere de veterinarios residentes o de visitas frecuentes y mayor disponibilidad económica.

3) **Inseminación artificial (IA) con semen fresco, refrigerado o congelado.** La decisión de aplicar biotecnologías reproductivas de manejo del semen, de variada complejidad, requiere de mayor intervención veterinaria, de un entrenamiento especial del mismo, un mayor manejo de las burras, ecografías periódicas para diagnóstico de la etapa del ciclo y para determinar el momento ideal para la IA. Es de mucha utilidad cuando se desea obtener crías de burros que se encuentran en otras localidades, provincias e incluso en otros países y asociado a programas de mejoramiento genético. También cuando se está implementando un manejo reproductivo más individualizado como parte de un programa de mejoramiento genético.

4) La **Transferencia embrionaria** puede ser realizada con embriones producidos *in vivo* y transferidos en el momento, refrigerados o vitrificados (congelados). Esta biotecnología, no instalada aun en la mayoría de los sistemas productivos del mundo, ya ha sido puesta a prueba en programas experimentales en Universidades y ha demostrado que los resultados, en términos de tasas de preñez post transferencia, son lo suficientemente buenos como para ser aplicadas en programas comerciales. Es recomendable su implementación en burras de alta y repetible productividad de leche y que actúen como donantes de embriones que sean transferidos a otras burras del programa de menor productividad (receptoras). Requiere de mayor capacitación de los veterinarios, mejores instalaciones y más específicas, sistemas controlados y disponibilidad financiera.

5) La **producción in vitro de embriones**, utilizando la técnica de aspiración transvaginal de ovocitos y fertilización asistida (ICSI o FIV), se encuentra actualmente en pleno desarrollo experimental en la especie (ver el capítulo específico en este libro) y podría permitir en un futuro cercano la producción de embriones sexados, que podría eliminar uno de los problemas importantes de los sistemas de producción de leche de burra que es el destino de las poblaciones de machos que cada año se generan en al menos la mitad de las burras en ordeño. También en este caso las candidatas a donantes de ovocitos (óvulos) son las burras de alta producción y mérito genético dado que la aplicación de este paquete de biotecnologías (son muchas y en simultáneo) de alta complejidad requiere de equipamiento y recursos humanos y económicos muy superiores a las demás técnicas, para tener una expectativa real de éxito.

## Conclusiones

La cría de burros para producción de leche es algo nuevo en Argentina, por lo que representa un desafío constante. Debemos trabajar, como en cualquier sistema de producción, sobre los pilares básicos (Nutrición, Reproducción, Mejoramiento Genético, Sanidad, Manejo, Bienestar, Bioseguridad e Instalaciones) pero enfocándonos en esta especie en particular, sin tratar de extrapolar conocimientos de otras especies u otras producciones y respetando la vida y el bienestar de los animales.

## Lecturas sugeridas

1. Friday Ocheja Zakari, Joseph Olusegun Ayo, Mohammed Umar Kawu, Peter Ibrahim Rekwot. The effect of season and meteorological stress factors on behavioural responses and activities of donkeys (*Equus asinus*) – a review. *Ann. Anim. Sci.*, Vol. 15, No. 2 (2015) 307–321 DOI: 10.1515/aoas-2015-0013
2. Patricia D. Moehlman. Behavioral patterns and communication in feral asses *Equus africanus*. *Applied Animal Behaviour Science* (1998). 60, 125–169.
3. Sue M. McDonnell. Reproductive behavior of donkeys *Equus asinus*. *Applied Animal Behaviour Science* (1998) 60, 277–282.
4. Davis E. Donkey and mule welfare. *Vet Clin Equine* (2019) 35, 481–491
5. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2019.08.005>.
6. McLean AK; Navas González FJ; Canisso IF. Donkey and Mule Behavior. *Vet Clin Equine* (2019) 35; 575–588. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2019.08.010>
7. Elisabeth D. Svendsen. *Manual profesional del burro* (1997), 3<sup>ra</sup> Ed. Whittet Books.
8. *Guía de buenas prácticas de bienestar animal para el mantenimiento, cuidado, entrenamiento y uso de burros y sus híbridos* (2020). Asociación de Veterinarios Especialistas en Équidos de España (AVEE)
9. Miragaya M, Neild D, Alonso A. A review of reproductive biology and biotechnologies in donkeys, *Journal of Equine Veterinary Science*, (2018) doi: 10.1016/j.jevs.2017.12.005.
10. Contino EK, Mama K. Recognition of pain. *Robinson's Current Therapy in Equine Medicine*, 2015 – Elsevier
11. Van den Branden E. *Reproduction in equidae: a comparative study of donkeys and horses*. MSc Thesis, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, 2021

# Manejo y congelación de semen de burro para programas de producción de leche en Argentina

<sup>1,2</sup>Luisina Chaperó, <sup>1</sup>Liliana Rossetto, <sup>1,2</sup>Maria Guillermina Bilbao,  
<sup>3</sup>Luis Losinno

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Pampa; <sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); <sup>3</sup>Laboratorio de Producción Equina y Biotecnología Animal, INCIVET-CONICET, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto

## Introducción

En los últimos años, la producción de burros (*Equus africanus asinus*), relegada tradicionalmente a poblaciones rurales marginales y trabajos domésticos, ha generado interés científico y tecnológico como animales productores de leche para consumo humano, cuya demanda se ha incrementado fuertemente debido a que representa una alternativa natural validada para niños con diagnóstico de alergia a las proteínas de leche de vaca (APLV).

Antiguamente, los burros tenían más utilidades que las actuales. Eran utilizados en actividades de servicios como labores agrícolas, transporte y milicia, así como productores de mulas, leche, cuero y carne. Durante años, los burros han sido una de las especies domésticas más relegadas por la ciencia, desde el punto de vista de la producción animal y para las inversiones en proyectos científico-tecnológicos. Debido a esto, la era de las biotecnologías reproductivas, que crecieron exponencialmente desde la segunda mitad del siglo pasado en animales domésticos, los encuentra sin el suficiente sustento científico-tecnológico para aplicar programas de mejoramiento genético.

## Aprendiendo a trabajar con burros

Debido a que la experiencia dentro de nuestro grupo estaba limitada solamente al trabajo con equinos antes de participar en este proyecto, comenzamos un aprendizaje desde lo básico en las pautas de comportamiento y fisiológicas de esta especie, tan cercana pero a la vez tan diferente al caballo. Tanto los burros machos como las hembras que llegaron al campo escuela de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa en General Pico, no estaban habituados al trabajo con personas, por lo que hubo que amansarlos y habituarlos a un trabajo

de contacto intensivo con los humanos. Encontramos animales con alta capacidad de aprendizaje, empáticos, adiestrables a los procedimientos de rutina, tanto que al cabo de pocas semanas aprendieron a responder al manejo con bozal, entrar a la manga y realizar las rutinas de trabajo, logrando animales de una gran mansedumbre. A los machos reproductores se les enseñó a montar burras en celo y coleccionarles semen mediante vagina artificial.

La esencia de un programa de estas características y de cualquier otro que involucre burros (y otros animales) es la paciencia, el buen trato y enseñar una cosa a la vez de acuerdo a un plan previsto (y no improvisado) hasta que el animal asocie que no es algo hostil. La ansiedad, la falta de un plan ordenado, la violencia, los gritos, empujones, todo lo que desgraciadamente es frecuente ver en el manejo que los humanos hacen con los burros, es el opuesto de lo que proponemos y que por supuesto está reñido con las normas más elementales de bienestar animal que deben regirnos.

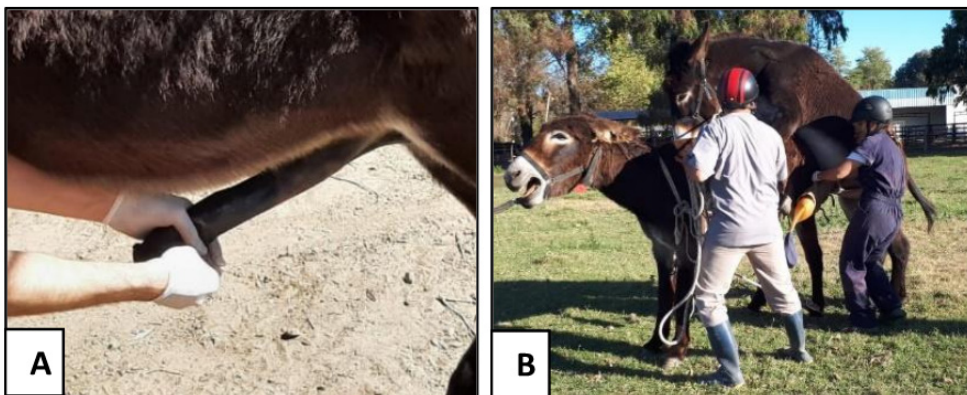
### **Características reproductivas de los machos**

Los burros comparten muchas similitudes reproductivas con los caballos, sin embargo existen algunas diferencias que es importante considerar. Las características ecográficas del tracto reproductivo son similares, pero los órganos sexuales del burro son en general de mayor tamaño comparado con caballos del mismo biotipo. Los machos son, en general, territoriales facultativos, es decir no forman manadas con las hembras, pero sí pueden estar agrupados temporalmente con otros machos.

El comportamiento del macho frente a las hembras incluye vocalización (llamado rebuzo en esta especie y que debido a características propias de la laringe, es de gran potencia y puede llegar a ser audible hasta 3 km) y un acercamiento individual más exhaustivo a las burras en estro. Para iniciar el cortejo, el macho realiza un breve contacto naso-nasal, olfatea la región perineal de la hembra y realiza una o más montas sin erección al igual que los caballos, lo cual debe considerarse una conducta absolutamente normal y esperable. Durante el cortejo, mordisquean la cabeza, cuello, flanco y olfatean otras partes del cuerpo. También muestran el reflejo de Flehmen (elevación del labio superior, relacionado a la presencia de feromonas) después de olfatear el área perineal, orina y/o heces en el suelo. Un comportamiento llamativo que se ha observado es el retiro repentino del macho para pastar o pararse a una distancia relativamente corta de la hembra. Durante este período, se observó con frecuencia la protrusión parcial o total del pene. Este período concluye con el macho acercándose a la hembra nuevamente para montarla con el pene erecto y eyacular (inclusive si la hembra está en movimiento, algo que ocurre con frecuencia).

## Colecta y evaluación básica del semen

Para obtener el semen que posteriormente se maneja en el laboratorio, los burros pueden ser entrenados para montar burras o yeguas en estro o un maniquí. La colecta de semen puede tomar entre 30 y 60 minutos, siendo los burros jóvenes más lentos que los más viejos. Nuestra experiencia, es de un tiempo de 15 a 25 minutos en las primeras colectas de burros vírgenes (entre 2 y 3 años de edad), y de 8 a 15 minutos cuando los mismos ya han sido entrenados. De todos modos hay que considerar que en general es una actividad que puede llevar más tiempo que el esperado aunque los burros están habituados dado que se trata de una situación antinatural donde ninguno de los dos animales involucrados puede manejar sus movimientos con libertad. La colecta puede ser realizada con diferentes tipos de vagina artificial para equinos, de preferencia con los modelos más largos (50-60 cm). La misma debe estar lubricada con un gel no espermicida y cargada con agua entre 52°C y 56°C (dependiendo de las condiciones ambientales y el tipo de vagina artificial) para simular la temperatura vaginal de una burra en estro. El pene del burro debe lavarse previo a la colecta solamente con agua tibia (el agua debe ser de una fuente verificada como no contaminada) y secarse con toallas de papel descartables (Figura 2).



**Figura 1.** A) Lavado de pene. B) Colecta de semen con vagina artificial Missouri (burra evidenciando típicos signos de estro-receptividad sexual-).

Luego de la colecta, el semen para la evaluación básica se procesa de manera similar al del caballo. Se filtra para eliminar la porción de gel y se procede a evaluar los parámetros macroscópicos (volumen y color). La concentración de espermatozoides por mililitro se realiza con un hemocitómetro (cámara de Neubauer), espectrofotómetro o software de análisis de semen. Los parámetros de motilidad espermática (total y progresiva) pueden estimarse de manera subjetiva con microscopio óptico o de manera objetiva con sistemas computarizados automáticos como CASA



o ISperm™. Los parámetros básicos del semen de burros jóvenes y fértiles son una concentración de 300 a 400 millones de espermatozoides por mililitro, 80% a 90% de motilidad total y progresiva, 30 a 90 ml de volumen libre de gel y  $\leq 15\%$  de espermatozoides anormales.

## **Inseminación Artificial**

Mejorar el manejo de la cría en burros, que incluye el uso de biotecnologías reproductivas como la inseminación artificial (IA) y la criopreservación del semen, es crucial para programas de selección y conservación genética. Muchas de las biotecnologías que se aplican en burros están adaptadas de las utilizadas en equinos y su investigación específica es reciente e incipiente. Algunos de los resultados insatisfactorios probablemente se deban a las diferencias anatómicas y fisiológicas entre estas especies a pesar de pertenecer al mismo género.

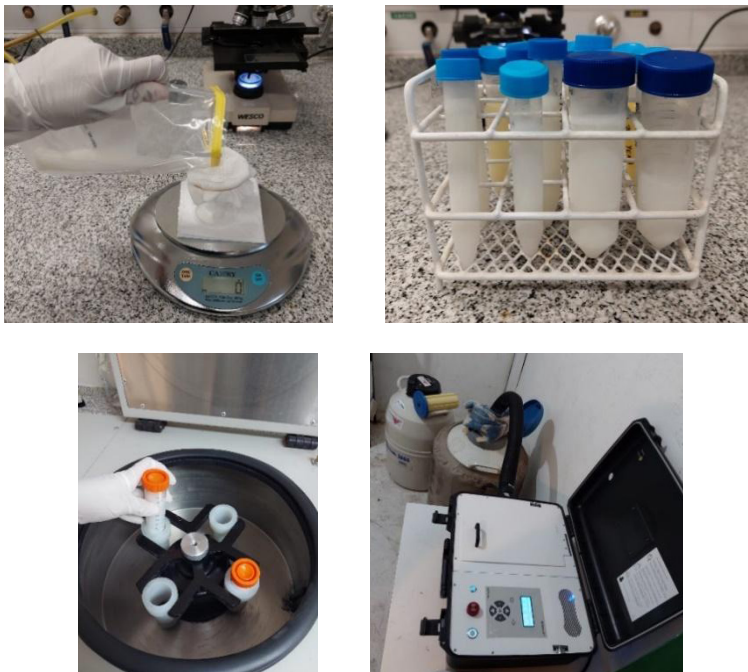
La Inseminación Artificial (IA) utilizada correctamente es considerada una de las técnicas de reproducción asistida más importantes para incrementar el número de individuos, mejorar la distribución genética y reducir la consanguinidad.

La IA es una práctica habitual en burros bajo sistemas ordenados de producción (que por otro lado son infrecuentes), con la que se han logrado tasas de preñez por ciclo de 86% con semen fresco y de 78% con semen refrigerado. Los parámetros de viabilidad y motilidad del semen post descongelado son en general aceptables pero muy dependientes del animal y del sistema utilizado para su congelación y se han logrado tasas de preñez del 50% por ciclo cuando se utiliza en yeguas (para producir mulas), pero entre 0% y 28% cuando el mismo se utiliza para inseminar burras. Las mayores tasas de preñez utilizando semen criopreservado reportadas hasta el momento fueron de 61,5% (Rota, 2012) y 60% (Fanelli, 2022), ambas del grupo de trabajo de la Universidad de Pisa (Italia). En ambos casos se resuspendió el semen post descongelado en plasma seminal homólogo.

Las características anatómicas del cérvix de la burra es otro factor muy importante a tener en cuenta en los programas de IA en esta especie ya que el lumen es muy estrecho y tortuoso que representa un desafío para realizar procedimientos intrauterinos de rutina, sobre todo en burras vírgenes y de tamaño pequeño. Una alternativa es utilizar un espéculo vaginal y una pinza de cérvix, que permita traccionarlo facilitando de esta manera la introducción de la pipeta de inseminación dentro del útero, tal como ha sido descrito recientemente por Flores y col (2022), del grupo de trabajo de la Universidad Nacional de Río Cuarto y presentado en el *X International Symposium on Equine Embryo Transfer* (Pisa, Italia, 2022)

## Criopreservación del semen

La congelación y descongelación de espermatozoides es un campo de estudio en curso en la reproducción de burros. Los procedimientos para congelar semen de équidos implican muchos pasos consecutivos y de diferente complejidad: el examen andrológico, colecta de semen, evaluación seminal, dilución, centrifugación, eliminación del sobrenadante (plasma seminal y diluyente), resuspensión del pellet con el diluyente de congelación, empaquetado en pajuelas, refrigeración, congelación y evaluación seminal post descongelado. Ésta es una técnica que permite almacenar espermatozoides por tiempo indefinido a muy bajas temperaturas (-256°C) al disminuir su actividad metabólica, sin que pierdan su viabilidad. Los espermatozoides de los asnos han demostrado, en general, ser resistentes a los procesos de refrigeración y criopreservación, al mantener características adecuadas de calidad seminal por lo que permitirían diseñar programas de IA en sistemas productivos como el de leche de burra utilizando machos seleccionados al igual que en los bovinos. Sin embargo, hasta el momento no existe un procedimiento estandarizado para la criopreservación de semen de burros que garantice altas tasas y repetibles de fertilidad en condiciones de campo.



**Figura2.** A) Filtrado del semen y evaluación macroscópica. B) Semen diluido con medios de centrifugación. C) Centrifugación del semen. D) Semen diluido con medios de congelación. E) Empaquetado de pajuelas. F) Congelación con congeladora de semen automática Cryogen® y almacenamiento en termos de nitrógeno líquido.

Como en la mayoría de las especies de mamíferos, el semen es el principal responsable de una fuerte respuesta inflamatoria uterina (endometritis post coital) poco después de la inseminación. Ésta es una respuesta inflamatoria fisiológica del endometrio para eliminar del útero el exceso de espermatozoides y detritus (células inflamatorias, bacterias, plasma seminal). La inflamación se caracteriza por una reacción aguda que comienza aproximadamente 30 minutos después del servicio/inseminación. La respuesta máxima ocurre después de 12 horas y disminuye dentro de otras 12 a 24 horas siendo esperable que sea casi indetectable a las 48 hs. La endometritis post servicio es una respuesta que ocurre consistentemente después de la inseminación también en cerdas y yeguas. A pesar de la filogenia cercana, esta respuesta inflamatoria aguda es más pronunciada en las burras que en las yeguas y podría ser responsable de las bajas tasas de preñez cuando se utiliza semen congelado de burro.

Las bajas tasas de preñez logradas en los estudios que utilizan semen de burro congelado en burras, indican la necesidad de realizar más investigaciones para mejorar las técnicas de crioconservación de semen y los protocolos de inseminación artificial. Aún no hay suficientes estudios para determinar la influencia de la endometritis post servicio en la fertilidad posterior como sí ocurre en los equinos.

Aparentemente el uso de dosis inseminantes más altas, la realización de una IA profunda cerca de la ovulación y la realización de procedimientos para reducir la endometritis inducida post servicio/inseminación pueden ayudar a incrementar las tasas de preñez cuando se utiliza semen de burro congelado y descongelado.

## **Conclusiones**

El desarrollo de la producción de burros en nuestro país es incipiente pero presenta un potencial productivo con impacto social en lo referido a salud pública y generación de trabajos en toda la cadena productiva, para lo que es necesario contar con programas de mejoramiento para seleccionar los progenitores con mayor mérito genético. Sin embargo, no habrá multiplicación eficiente y dirigida que produzca cambios evidenciables si no podemos utilizar biotecnologías reproductivas con eficacia.

El primer problema a resolver es la identificación y luego la incorporación de individuos genéticamente superiores como reproductores. El congelamiento de semen puede ser empleado para maximizar el uso de machos genéticamente superiores para la inseminación artificial de burras y también para la conservación de material genético. Las técnicas actuales empleadas en el congelamiento de semen de burros se basan en metodologías extrapoladas de manipulación de semen de caballos. Las bajas tasas de preñez reportadas cuando se utiliza semen congelado de burro llevan a cuestionar los procesos de la criopreservación y la capacidad de las burras para

preñarse con semen congelado. La cantidad de publicaciones sobre semen congelado de burros es muy baja en la literatura científica; por lo tanto, son necesarias más investigaciones para el desarrollo y mejora de las metodologías de criopreservación de semen de esta especie. Nuestro grupo de trabajo en red que involucra hasta el momento investigadores de cuatro Universidades Nacionales (Río Cuarto, La Pampa, San Martín y Villa María) tiene como uno de los objetivos prioritarios en el corto plazo contribuir al desarrollo de protocolos de IA con semen congelado eficientes para ser aplicados de inmediato en programas comerciales de producción de leche de burra.

### **Lecturas sugeridas**

Canisso IF, Panzani D, Miró J, Ellerbrock RE. (2019). Key aspects of donkey and mule reproduction. *Vet Clin Equine* 35 607–642 <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2019.08.014>

Fanelli D, Tesi M, Monaco D, Diaz-Jimenez M, Camillo F, Rota A, Panzani D. (2022). Deep-horn artificial insemination with frozen thawed semen after re-extension in autologous seminal plasma may improve pregnancy rates in jennies. *Journal of Equine Veterinary Science* 112 103932.

Miragaya M, Neild D, Alonso A. (2018) A review of reproductive biology and biotechnologies in donkeys, *Journal of Equine Veterinary Science*, doi: 10.1016/j.jevs.2017.12.005.

Oliveira JV, de Luna Freire Oliveira PV, Melo e Oña CM, Guasti PN, Monteiro GA, Sancler da Silva YFR, de Mello Papa P, Alvarenga MA, Dell’Aqua Junior JA, Papa FO. (2016). Strategies to improve the fertility of fresh and frozen donkey semen. *Theriogenology* 85 1267–1273

Rota A, Panzani D, Sabatini C, Camillo F. (2012). Donkey jack (*Equus asinus*) semen cryopreservation: studies of seminal parameters, post breeding inflammatory response, and fertility in donkey jennies. *Theriogenology*, 78(8), 1846-1854.

# Producción *in vivo* e *in vitro* de embriones y transferencia embrionaria como instrumentos para programas de mejoramiento genético en burras lecheras

<sup>1,2</sup>Ana Flores Bragulat, MV; <sup>2,3</sup>Luis Losinno, MV, PhD

<sup>1</sup>Becaria doctoral CONICET-INCIVET-FAV/UNRC; <sup>2</sup>Laboratorio de Producción Equina y Biotecnología Animal, INCIVET-CONICET, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina; <sup>3</sup> CARD Solutions, Río Cuarto, Argentina.

## Biotecnologías y mejoramiento genético

Las biotecnologías reproductivas utilizadas en animales son herramientas que permiten la multiplicación más eficiente de individuos. Entre ellas, de más simples a más complejas podemos destacar: 1) la inseminación artificial, la cual permite el uso de semen proveniente de diversas partes del mundo a través de la criopreservación; y 2) la producción *in vivo* de embriones quien es responsable de que la hembra donante de la gameta femenina, y con ello todo su potencial genético, no geste su propia cría. Esto permite que la hembra donante pueda continuar generando embriones en los ciclos estrales subsiguientes y, por lo tanto, que en un año de producción se obtenga más de una cría por animal como ocurre naturalmente. En los caballos, por ejemplo, esto permite que una hembra pueda producir 10 veces más crías en su vida reproductiva promedio para la especie. Otra herramienta para la multiplicación de individuos es la producción *in vitro* de embriones. Esta trae aparejada la utilización de tecnologías como la aspiración folicular transvaginal, la manipulación de ovocitos para maduración en el laboratorio, la inyección intracitoplasmática de espermatozoides para realizar una fertilización forzada, el cultivo de embriones, la criopreservación de embriones y la transferencia embrionaria que se desarrollaran a continuación.

Como fue mencionado, la utilización de biotecnologías reproductivas no es más que un conjunto de herramientas tecnológicas que pueden ser utilizadas para la multiplicación, por lo que su uso indiscriminado y descontrolado solo trae como resultado la mayor cantidad de individuos en una población, ahora... es posible que la utilización de biotecnologías reproductivas sea un eje clave en sistemas de producción animal cuando se utiliza de forma racional, programada y sustentada en bases científicas. Esto implica seleccionar como reproductores a los individuos con alto mérito genético para el logro de los objetivos productivos.

Es habitual (pero incorrecto), debido en gran medida al marketing, que en programas productivos de animales domésticos, al iniciar un plan de mejoramiento genético solo se tenga en cuenta a los machos y se utilicen reproductores externos, en general a través de semen de otras provincias o países, no siempre con evidencias objetivas y medibles del impacto genético en las poblaciones, para los objetivos deseados.

Este abordaje es, en parte, válido pero muchas veces no considera el valor de la hembra como donante de genes. En el caso de explotaciones lecheras la hembra es quien tiene, no solo material genético, sino adaptaciones y marcas epigenéticas (es decir en el epigenoma) producidas por el ambiente en el que vive y produce, por lo que deberían ser el eje en el cual basar los programas de mejoramiento y por lo tanto de selección de los individuos con mayor mérito productivo y genético.

Poniendo como ejemplo la producción de burras para un tambo, si quisiéramos valernos de biotecnologías reproductivas para mejorar la producción lechera, deberíamos identificar objetivamente, es decir midiendo las tasas de producción, las burras que sean mejores productoras de leche en el lugar que se desarrolla la explotación lechera (o sea, control lechero). Esta aclaración que puede resultar obvia, muchas veces no lo es... y, la burra mejor productora de leche en la pampa con determinadas condiciones agroecológicas y de dietas, probablemente no produzca lo mismo que en la puna. Puesto que su potencial genético es el mismo, la diferencia yace en las condiciones ambientales, no solo climáticas sino de contexto como el cambio de grupos de individuos, cambios en la dieta, cambios en el ritmo del día en cuanto a alimentación, tipo ordeño, personal, etc. Esto puede alterar no sólo la cantidad de leche producida sino la calidad en cuanto a composición, por lo que hay que ser cuidadosos y estrictos al momento de elegir reproductoras.

Luego de seleccionar los reproductores a utilizar para el programa de mejoramiento se puede decidir, en base a las condiciones de la producción, qué herramienta es la que se adapta más al sistema, teniendo en cuenta las posibilidades. No todas las biotecnologías pueden utilizarse en todos los sistemas de producción, las más complejas son las más difíciles de adaptar, ya que requieren mayor cantidad de personal idóneo y se utilizan equipos sofisticados, y hasta el momento no están disponibles en todas las regiones del país.

Cuando comenzamos a trabajar en la reproducción de asnos, percibimos que la mayoría de las herramientas reproductivas utilizadas extrapolan información y conocimiento utilizado en caballos. Afortunadamente, en los últimos años se ha profundizado al respecto y las biotecnologías para la reproducción equina están muy desarrolladas en el mundo. Los burros, a pesar que filogenéticamente son muy cercanos, NO SON y caballos la mayoría de las herramientas que utilizamos para esa especie hay que modificarlas al menos en algún aspecto para que podamos aplicarlas eficientemente. Hasta el momento, puede verificarse que las tasas de eficiencia

para todas las biotecnologías reproductivas en burros son menores que en caballos aunque utilicemos las mismas herramientas y ambos pertenezcan al mismo género (*Equus*).

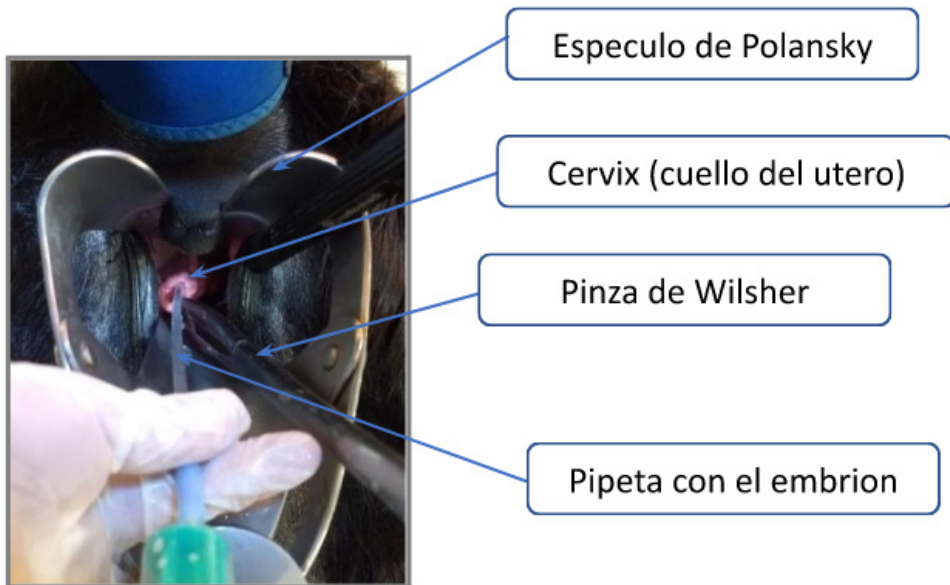
### **Producción *in vivo* de embriones**

La producción *in vivo* de embriones es un conjunto de biotecnologías que se utilizan comercialmente en varias especies domésticas desde hace más de 50 años. Se trata de recuperar del útero de una hembra donante inseminada previamente, el/ los embriones producidos en un estadio temprano del desarrollo y un tamaño muy pequeño (menor a un milímetro). Este embrión, fácilmente manipulable bajo un microscopio, puede ser criopreservado o bien ser transferido inmediatamente a una hembra receptora, quien deberá estar en condiciones sincrónicas a la hembra donante para poder llevar a término la gestación.

Es una tecnología sencilla, fácilmente aplicable en casi todas las condiciones de producción y tiene una tasa de eficiencia de alrededor de 50%. Se puede utilizar semen proveniente de burros del mismo lugar de origen, a través de monta natural o inseminación artificial, o bien semen criopreservado mediante inseminación artificial, lo cual puede disminuir la tasa de eficiencia global de la técnica.

La recuperación de los embriones se hace idealmente entre el día 7 y 9 post ovulación mediante un lavaje no quirúrgico del útero. Brevemente, se inserta una sonda estéril a través del cérvix y se infunde un pequeño volumen de líquido que luego se recupera y se filtra en dispositivos estériles específicos. Este filtrado se debe observar bajo un microscopio estereoscópico para poder visualizar el embrión que va a ser lavado en soluciones específicas antes de ser transferido al útero de la burra receptora.

La transferencia embrionaria también es un proceso sencillo y no quirúrgico, en el cual a través de un espejuelo y fuente de luz se visualiza el cérvix o cuello del útero y se introduce, con la ayuda de una pinza cervical, una pipeta dentro del útero la cual contiene el embrión y una vez posicionado se descarga el mismo con el medio que lo contiene dentro del cuerpo uterino de la receptora (Fig. 1). Todo este procedimiento de transferencia puede llevar poco más de un minuto si está ejecutado por profesionales idóneos. Luego de 7 días del procedimiento puede corroborarse mediante ecografía uterina si la transferencia embrionaria fue exitosa y la burra está gestando, dicha gestación debe ser monitoreada regularmente por ecografía por posibles complicaciones y/o pérdidas.



**Figura 1:** Técnica de transferencia embrionaria en burras. Imagen gentileza de MV. Carolina Alonso

### **Producción *in vitro* de embriones**

La producción *in vitro* de embriones es una biotecnología que se desarrolla desde hace varios años en diversas especies de animales domésticos. Es la herramienta de elección en humanos en casos de fertilidad reducida y/o infertilidad y es la mayor fuente de producción de embriones bovinos en programas comerciales en el mundo. Consta de varias etapas o pasos a seguir desde la obtención de gametas hasta el cultivo y transferencia de los embriones.

El primer paso para la producción de embriones *in vitro* es la obtención de óvulos y espermatozoides, los mismos deben ser provenientes de los animales donantes. Los ovocitos (óvulos) se obtienen mediante la punción/aspiración y lavaje de folículos de manera transvaginal guiado por ecografía (Fig. 2), mientras que la obtención de semen es mediante el eyaculado utilizando una vagina artificial, adaptada para cada especie.

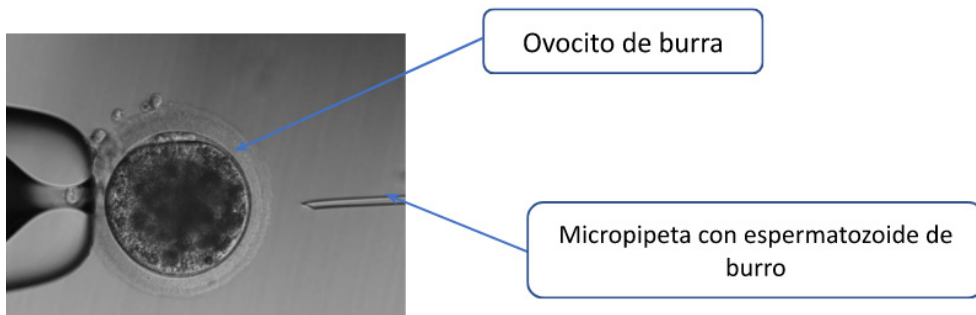
Luego de la obtención de los ovocitos, en el caso de las burras, estos son llevados a un laboratorio para completar la maduración y que lleguen al estadio apto para la fertilización. El semen por otro lado es mantenido mediante crio preservación hasta su utilización.





**Figura 2:** Aspiración folicular trans vaginal.

Luego de tener los ovocitos ‘maduros’ se prosigue a la fertilización asistida, que en el caso de los equinos la única herramienta disponible hasta el momento es la Inyección intra citoplasmática de un espermatozoide (ICSI por sus siglas en inglés). Esta técnica es de las más complejas y requiere de un laboratorio con equipamiento altamente sofisticado. El operario debe micromanipular tomando un ovocito con una pipeta de sostén, luego aspirar un espermatozoide dentro de una aguja e insertar esta aguja dentro del ovocito descargando suavemente el espermatozoide en su interior (Fig. 3). Luego este ovocito fertilizado artificialmente se coloca en medios especiales en una estufa de gases y temperatura controlada para el cultivo. Luego de aproximadamente una semana se podrá corroborar si existen embriones producidos para la posterior crío preservación y/o transferencia directa a una receptora. Actualmente la técnica de ICSI no tiene resultados comercialmente aceptables para su utilización en burros.



**Figura 3:** Técnica de ICSI utilizando gametas de burros. Imagen gentileza Dr. Andrés Gambini

## Conclusiones

Existen diversas biotecnologías disponibles y adaptables a los diferentes sistemas para la producción de crías provenientes de donantes seleccionados para un programa de mejoramiento genético en burras para producción de leche. De todos modos, lo más importante es la identificación de los individuos donantes de genes de manera objetiva mediante la medición de la producción y su adaptación al ambiente donde se establece el sistema productivo.

## Lecturas sugeridas

Miragaya, M.H.; Neild, D.M.; Alonso, A.E. A Review of Reproductive Biology and Biotechnologies in Donkeys. *J. Equine Vet. Sci.* 2018, *65*, 55–61, doi:10.1016/j.jevs.2017.12.005.

Herrera, C. Assisted Reproduction Techniques in Horses-Clinical Application by Different Programs around the World. *Pferdeheilkunde* 2018, *34*, 47–50, doi:10.21836/PEM20180108.

Van Den Branden, E. Reproduction in Equidae: A Comparative Study of Donkeys and Horses. 2021, (master's thesis) Ghent University.

Panzani, D.; Fanelli, D.; Camillo, F.; Rota, A. Embryo Technologies in Donkeys (*Equus Asinus*). *Theriogenology* 2020, *156*, 130–137, doi:10.1016/j.theriogenology.2020.06.041.

# Aspectos conceptuales y prácticos para el manejo de burras nativas en programas de producción de leche

*Martín P. Hardoy*

Junin, Pcia. de Buenos Aires, Argentina

Al pensar en mi posible aporte para estas Jornadas fueron demasiadas las opciones que llegaron a mi mente:

- Explicar el comportamiento de las burras.
- Analizar el trato de las personas.
- Plantear situaciones de estrés en función de la producción.
- Establecer parámetros de bienestar.
- Pensar en los relojes biológicos de los burros para sacar lo mejor.
- Imaginar y comparar beneficios y contras en relación a los manejos estandarizados de los tambos ovinos, bovinos y caprinos, etc.

Desde mi experiencia con burros, que no es menor pues desde muy joven (tal vez 9 a 10 años) me divertía en casa con una manada de burras enanas; debo decir que la inteligencia de estos animales es superlativa. A tal punto que, llamar burro a quien es poco inteligente no solo es peyorativo e infundado sino que no describe una realidad.

Muchas veces he tratado con burros en los cursos de doma y la aceptación del hombre con sistemas de buen trato, es el más rápido y sencillo que pude experimentar con animales.

Solo son necesarias dos condiciones del domador: 1) Paciencia y 2) ser consciente de que no se debe usar la fuerza. El ideal es que las sogas con las que se trabaja a los burros sea muy fina y hasta diría que débil... algo que nos obligará a no usar la fuerza a riesgo de cortarlas.

Hasta aquí presento una sugerencia que intenta juntar y aprobar las tres vías existentes de analizar el bienestar animal desde la CIENCIA, la ÉTICA y la LEGISLACIONES vigentes.

Entonces parece ser que el bienestar de las burras no dependerá de ellas sino y en gran medida, de decisiones y actitudes de los hombres que trabajen con ellas, acostumbrados a que las cosas sucedan con inmediatez en un mundo en el que aún existen las guerras alejadas de argumentos, poniendo la fuerza o potencia de los contrincantes en juego. Sobran los ejemplos de guerras entre países, atentados religiosos, violencia política, matanzas en escuelas, maltrato de niños o mujeres asesinadas o golpeadas.

Intento saber dónde estará el talón de Aquiles de la producción de leche de burra y rápidamente llego a la conclusión de que las máquinas liofilizadoras, las pezoneras de ordeño, el aseo de elementos o las instalaciones... no lo son. Será la educación del personal que trabajará con ellas quien defina los resultados de cada empresa. Cada uno de ellos deberá librar su propia batalla frente a su cultura, su educación y su experiencia familiar con sus progenitores y la suya propia. La costumbre de “Lo que hago porque sí” debe ser reemplazada por “Lo que hago porque corresponde.”

Fuera del análisis de la parte humana del párrafo anterior, resta entender que la ciencia, la ética y la legislación miran al animal y no al hombre, por lo que me interesa dejar frente a los productores los lugares que deberían encender luces de alarma, cuidado o tranquilidad para cada animal, su salud, su mente y su espacio.

Para saber si las burras viven con un bienestar adecuado, el análisis de su vida debe responder a las siguientes situaciones, también llamadas las reglas internacionales de las 5 libertades:

- Libertad de hambre, sed y malnutrición,
- Libertad de incomodidad,
- Libertad de dolor, lesiones y enfermedad,
- Libertad de miedo y angustia,
- Libertad para expresar un comportamiento normal.

Aquí el primer modelo de análisis de la vida de nuestras burras en donde habremos de observar y responder sobre:

- “nutrición”
- “medio ambiente o entorno”
- “salud física”
- “comportamiento”
- “estado mental”

Fácilmente advertiremos que al preguntarnos sobre estos estados de la vida de los animales estaremos analizando tres importantes partes de la vida de cualquier ser vivo que son:

- La función biológica,
- El estado mental
- La vida natural

Con los detalles de cada una de estas funciones será simple anticiparnos a las respuestas que cada uno podrá encontrar respecto de sus animales y empresa.

A continuación y debido a que a lo largo de los años de mi trabajo profesional enseñando doma sin violencia, quiero dejar indicaciones para el control básico de los animales que tendremos en producción que en muchos casos son similares a lo que se hace con caballos pues comparten la especie y muchos de sus instintos son comunes.

En todas las manadas existe un animal “alfa”, dominante o guía. Este animal se caracteriza por ser sano, fuerte y con suficiente experiencia. Su función es orientar al resto del grupo hacia los mejores pastos, por los mejores senderos; conducirlos a las fuentes de agua fresca o resguardarlos de las tormentas. El animal alfa es el líder. Sin embargo, su función no es proteger al grupo de los predadores o riesgos; esta función dentro de la manada es desempeñada por los sementales o padrillos. Es muy poco habitual encontrar animales dominantes menores de dos años. Esto puede darse en grupos donde no hay ningún adulto. En la mayoría de los grupos la experiencia de los años vividos permite a los mayores tomar el liderazgo por encima de los jóvenes casi independientemente de otros caracteres como la masa corporal, por ejemplo.

Es habitual que en cierto momento un animal que haya sido líder, deje de serlo, es decir es una situación dinámica. Esto sucede especialmente cuando envejecen o enferman. Es entonces que deben reducir el gasto de energía o actividad para mantenerse en buen estado. Los dolores corporales de los viejos, los obligan a preferir el reposo.

Una vez que está definido el líder de un grupo, podremos notar que el resto de los animales también guarda un orden dentro de la manada. Ese orden se manifiesta claramente, por ejemplo cuando el grupo se traslada, pues cada miembro conserva siempre la misma ubicación respecto de los otros. Si un grupo ya conformado que convive desde hace mucho tiempo en un lugar, es trasladado a un lugar diferente; el orden en el que se ubican para movilizarse se mantendrá inalterado. Este orden se respeta también cuando los animales entran a un corral. Sin embargo, podría cambiar al salir, por la cercanía de alguno de ellos a la tranquera en el momento de abrirla, pero en ese caso y una vez fuera, de inmediato se ordenarán nuevamente. Lo que modifica o altera a los animales dentro de un corral es que unos con otros invaden sus espacios de confort; una distancia dentro de la cual solamente aceptan a los animales con los que tienen una estrecha afinidad. Luego del líder y en segundo lugar, se ubicará un animal que se deje guiar por el primero pero que a su vez guiará al tercero. El tercero se dejará guiar por el segundo, pero cumplirá la función de guiar al cuarto y así sucesivamente.

Es interesante subrayar que, cuando la manada se traslada, cada uno sigue al miembro guía inmediato anterior y no al primero del grupo. Si uno de ellos cambiara el rumbo y tomará una dirección distinta a la que siguen los que van por delante de él, por ejemplo debido a que un perro les sale a cortar su paso, los que siguen al que ha cambiado su rumbo tomarán esa nueva dirección sin importar donde esté el líder o alfa. Esta maniobra es de gran ayuda pues divide a los grupos para desorientar y complicar la posible cacería a los predadores que intentan capturarlos.

Hacia el final del grupo encontraremos a los más ancianos, a los de menor carácter o a los que son nuevos y aún no se han incorporado a la manada. Este es el caso de los nuevos/as que se incorporan a un grupo ya organizado.

Dentro de un grupo de burras en libertad rara vez existen agresiones letales, pues la unión y lo numeroso de un grupo les otorga mayor protección frente a las amenazas naturales. En grupos en los que se superan los 16 miembros adultos habrá conflictos. Reacciones de celos, patadas, mordidas y escenas de violencia serán normales. En el campo, cuando el espacio es amplio, no existen agresiones pues cada animal ocupa su lugar sin invadir el espacio de los otros tomando distancia de las agresiones.

Es normal encontrar dentro de los grupos a animales que tienen una especial afinidad entre ellos y que por ser de esa forma se transforman cada uno de ellos en guía y cuidador del otro indistintamente sin importarles lo que haga o quiera el líder del grupo numeroso al que pertenecen.

Cuando se trata de grupos de machos de diferentes edades, aquellos que han estado en una manada previamente, acostumbran a adoptar a los más jóvenes y los protegen como si fueran las burras de su manada. Esta situación nos mostrará a un líder adulto cuidando a machos de dos años en una zona del potrero y tal vez a otro que cuida a los de un año. Finalmente en otro lugar del potrero que comparten todos se verá al resto de los machos mayores compartiendo tranquilamente un espacio lejos de los otros borricos custodiados por los machos adultos.

En el caso de las burras, la función de vigilar para proteger al grupo de situaciones o animales que puedan sorprenderlos se va alternando. Por ello veremos que siempre que la mayoría esté comiendo alguna mantendrá la cabeza en alto mirando. Del mismo modo, cuando estén durmiendo acostados en el suelo, alguno permanecerá de pie y alerta.

Las burras en lactancia tienen una necesidad mayor de tomar agua que la del resto. Cuando las más viejas dejan de preñarse, son las que les siguen en jerarquía quienes toman el mando a la hora de guiar al grupo hacia una fuente de agua.

La estructura social de los burros no es ambiciosa ni política. El único objetivo es procurar el cuidado de todo el grupo y facilitar la supervivencia de la manada. Así

se preserva mejor la especie. Las estructuras sociales de los burros se manifiestan claramente en las manadas en estado silvestre, pero estos rasgos se conservan en los grupos de animales habituados a interactuar con el ser humano. Por ello, es conveniente conocer el rol social que ocupan sus burras dentro de la manada, para así poder entender cómo tratarlo de acuerdo a su carácter y patrones de comportamiento.

En la parte práctica veremos métodos para enseñar a cabrestear con facilidad, levantar patas y manos, controlar los animales para las curaciones e inmovilizarlos para los controles ginecológicos sin necesidad del uso de tranquilizantes. Describiremos también el proceso de habituación a las pezoneras y a los ruidos

# Experiencias de producción e industrialización de leche de burra para usos biomédicos y cosméticos en humanos

*Med. Vet. Rogelio J. Allignani*

Finca Lactea el Pichanal, Famabalasto, Catamarca, Argentina; Laboratorio Iveloa, Santa Fe, Argentina.

## Leche de burra. Consideraciones históricas

La leche de burra (LB) es considerada como un producto beneficioso para la salud humana desde tiempos inmemoriales. Estuvo presente en la alimentación humana desde los inicios de los procesos de domesticación, cuando el hombre comenzó a convivir con especies animales para proveerse de alimento, y también para el trabajo y como compañía. La utilización de la leche como alimento comenzó junto a la domesticación de los burros, cabras y ovejas.

Como antecedentes históricos de referencias médicas o cosméticas de la LB podemos citar a:

1. HIPÓCRATES: (460 -370 AC) médico griego considerado el padre de la Medicina, prescribía la LB para la fiebre, las heridas y problemas hepáticos, de piel y generales.
2. PLINIO EL VIEJO: (20-79 DC) Fue un escritor y militar romano del siglo I que estudió fenómenos naturales, etnográficos y geográficos, y luego los volcó en su obra HISTORIA NATURAL, que fuera modelo de los estudios empíricos hasta la aparición del método científico y donde recomienda el uso de leche de burra.
3. OVIDIO: famoso poeta romano, nacido en el año 43 AC. Recomendaba la LB para la belleza femenina, estimulando el uso como baño y con aplicaciones en el rostro.
4. CLEOPATRA: última gobernante de la dinastía ptolemaica de Egipto, coronada en el año 51 AC Fue famosa por su belleza y por sus conocimientos políticos y culturales. Aunque es poco conocido, también escribió tratados médicos. Su belleza cautivó a emperadores romanos como Julio César y Marco Antonio. La belleza, tersura y blancura de su piel se debía a que se bañaba en leche de burra y la utilizaba también como cosmético natural.



5. POPEA: nacida en el año 30 DC., por su gran belleza llegó a ser esposa del emperador Nerón en Roma. También utilizaba los baños de leche de burra, que se proveía de una recua de 500 burras de su posesión.
6. Período Neoclásico (siglo XIX): en este periodo tomó nuevo auge el uso de la leche de burra, y fue el profesor Parrot (1829-1883) quien la empleó en el Hospital de Infantes de París, para niños con carencias nutricionales, huérfanos, nacidos de madres sifilíticas o abandonados. Los niños tenían su burra nodriza, de la cual mamaban en forma directa.
7. Período contemporáneo: son innumerables las obras y trabajos en los que se estudia el uso de la LB. Por citar sólo uno, tomemos la obra de Vallejos J.R. y González J.A.: *“La leche de burra, un recurso terapéutico polivalente en la etnomedicina española”*.  
Allí se describe el uso de la LB como tratamiento natural para diferentes tipos de enfermedades y se recopila toda la información española.

Como otra referencia, ya no médica o cosmética, pero de gran valor simbólico, es importante recordar que Jesús entró a Jerusalén montado en un burro como un símbolo de humildad, trabajo y amor; y en un plano literario, para los amantes de estos nobles animales, podemos recordar la gran obra poética de Juan Ramón Jiménez: *“Platero y yo”*, que alimentó nuestra niñez de buenos sentimientos hacia ese *“pompón de algodón”*.

Con el tiempo y la baja producción por animal, se fue dejando la costumbre del uso de LB, y fue desplazada por la leche de vaca.

## **Nuestra historia**

En América y en Argentina, los españoles introdujeron la costumbre del consumo de leche de burra como se realizaba en España. Aún hoy podemos ver en algunas zonas del NOA a las burras con su burrito, dejándose ordeñar para consumo de leche fresca, recién ordeñada en vasos que se venden en la vía pública.

Más allá de este consumo local y muy limitado, hasta nuestra llegada a Catamarca, en Argentina no existía la cría de burros con destino a la producción de leche o como recurso ganadero. Cuando llegamos en el año 2009 a Valle del Cajón, nos encontramos con la existencia de manadas importantes de burros silvestres, que se criaban libremente en las serranías y médanos.

Comenzamos por capturar algunas burras, siguiendo los usos locales de rodearlos y atraparlos con boleadoras y lazos, para luego llevarlas al valle y allí comenzar el

proceso de amanse. Este paso, se lleva a cabo sin mayores dificultades, ya que las burras socializan rápidamente, si se les da cuidado, buena atención y cariño.

Estas burras constituyeron el pie de cría del futuro rebaño. En esta etapa, comenzamos también a traer burras de zonas vecinas, como Agua Amarilla y la Hoyada, para aumentar el rebaño.

Con la idea de mejorar genéticamente un rodeo con características clínicas de endogamia, introducimos un macho de raza europea, que fue donado por el Ejército Argentino y que pertenecía al Haras General de Las Heras, donde se crían las mulas que constituyen la base del suministro de estos animales para las actividades de cordillera.

Ante esta realidad de burros pastando y sin ningún uso, nos propusimos estudiar cómo incorporar esta especie a la actividad económica, buscando incrementar la producción y el desarrollo social de la zona.

Se comenzó estudiando la leche, y de los resultados de estos trabajos surgió la factibilidad de dos proyectos:

1. Cosméticos a base de leche de burra.
2. Elaboración de leche de burra fresca para consumo humano.

El punto de partida de estos proyectos fue la creación del primer tambo de leche de burra en Argentina en las instalaciones de la Estancia El Pichanal, en Famabalasto, y con el ordeño de 10 burras. Una vez ordeñada, la leche es llevada a la finca El Pichanal en Santa María para su pasteurización y congelado.

## **Usos de la leche de burra**

Desde la antigüedad, la LB tuvo tres usos muy importantes:

### **1. MEDICINAL**

Desde Hipócrates, se indicaba para el tratamiento de la fiebre, de heridas; de problemas hepáticos; también para la anorexia y la fatiga; para problemas respiratorios, tos, alergias y asma; para problemas de piel como psoriasis, eczemas, acné, sequedad etc.

### **2. NUTRICIONAL**

Como sustituto de la leche materna, podemos ver en la pintura la escena en el hospital de huérfanos San Vicente de Paul, París, 1181, donde se alimentaba a bebés con LB mamando directamente de la burra.



### 3. COSMETOLÓGICA

Para la belleza de la piel del rostro, donde se indicaba el uso directo o con cremas elaboradas. También se usaba a través de baños para la piel del cuerpo, buscando humectación, textura y belleza.

El uso tradicional de la leche de burra se basó en los conocimientos empíricos sustentados en la observación de resultados, pero se desconocían sus principios activos y no existía el método de constatación de resultados. Con la aparición del método científico y los estudios químicos de los componentes de la LB, la ciencia pudo determinar los principios activos, sus aspectos químicos y estructurales, sus concentraciones y sus actividades.

Aunque en un primer momento se subestimó aquellos saberes empíricos tratándolos como “mágicos”, hoy sabemos científicamente que lo que escribió e indicaba Hipócrates hace miles de años, tiene su correlato en la ciencia actual.

Ya contamos con innumerables trabajos científicos que avalan la cría de burras para la producción de la LB, y lo más destacable es que avalan científicamente las prescripciones médicas de un producto que se indicaba hace miles de años, aun cuando no se sabía su forma de actuar, sus componentes, ni sus principios activos.

#### **Principios activos de la leche de burra**

Algunos de los principios activos de la LB son:

1. LISOZIMAS. Es una enzima que actúa dañando las células bacterianas y aumentando la acción fagocitaria de los neutrófilos. Se encuentra en las secreciones

salivar, lagrimal y moco. Está presente en proporciones importantes en la leche humana, en la de yegua y burra, y está casi ausente en la leche de vaca. Es considerado un antimicrobiano natural.

2. CITOQUINAS. Son proteínas pequeñas fundamentales para regular las funciones celulares y actúan en diferentes lugares. Son responsables de las comunicaciones intercelulares cumpliendo funciones de activación de receptores específicos de membrana, de estímulo a la producción de inmunoglobulinas, etc.
3. LACTOFERRINA. Estas proteínas actúan por su afinidad con el hierro en los procesos metabólicos de este oligoelemento. Es una proteína de defensa, se encuentra en la leche materna, en el calostro y otras secreciones como saliva y lágrimas.
4. INMUNOGLOBULINAS. Son proteínas que se encuentran en la leche materna, en la sangre y otros fluidos orgánicos. Tienen forma de Y y su función fundamental es reconocer sustancias extrañas y neutralizarlas. Son producidas por células específicas, como los glóbulos blancos, y son la base del sistema inmunológico.
5. ÁCIDOS GRASOS OMEGA 3. Son ácidos grasos poliinsaturados que presentan cadenas muy largas y son muy saludables para el bienestar general.
6. MINERALES. La leche de burra contiene proporciones altas de hierro, calcio, zinc y magnesio.
7. VITAMINAS. Posee elevadas concentraciones de vitamina A (retinol), vitamina E y D, así como de vitaminas B1 y B2

### **Indicaciones de uso de la leche de burra**

El consumo de leche de burra está indicado:

- como sustituto lácteo infantil, en casos de alergia a la leche de vaca o falta de leche
- materna;
- para dietas hipocalóricas, por su bajo contenido graso y proteico;
- para mejorar el metabolismo general y reconstituir la flora intestinal;
- como bioestimulante y elevador de defensas inespecíficas en enfermedades tumorales;
- en afecciones respiratorias como dolor de garganta, tos, neumonía, tuberculosis, etc.;

- En casos de anorexia, convalecencia o debilidad corporal;
- en afecciones hepáticas, como desintoxicante;
- en afecciones de la piel, como acné, vitíligo, eczema, psoriasis, sequedad;
- en tratamientos de belleza facial y corporal,
- como acción antioxidante y rejuvenecedora

### **Leche de burra pasteurizada y congelada “El Pichanal”**

En la actualidad, estamos produciendo leche de burra pasteurizada y congelada que se comercializa con marca “El Pichanal”, a través de una línea de distribución directa, en la zona del Noroeste Argentino y Santa Fe; y estamos trabajando para aumentar la producción y así poder llegar a más regiones del país.

### **Leche de burra en cosmética humana**

En cosméticos, la LB es considerada también un “oro blanco” por sus propiedades y su composición, donde se destacan las vitaminas y los oligoelementos.

Su característica más importante para este uso son sus glóbulos grasos, que son de dimensiones muy pequeñas y están constituidos por una doble capa lipofílica interna y otra externa hidrofílica. Estos glóbulos se caracterizan por atravesar la barrera de la piel y llegar a la hipodermis, comportándose como liposomas, haciendo de transporte y llevando las vitaminas y los oligoelementos a la parte más profunda de la piel.

- ***Línea de cosmética con leche de burra IVELOA***

Una línea hipoalérgica enriquecida con leche orgánica de burra para pieles con trastornos de sensibilidad extrema.

Indicaciones: Para todo tipo de pieles, debido a la elevada heterofuncionalidad de los activos. Piel reactiva, seca, descamada, deshidratada, frágil, con tendencia a mala cicatrización, fotoenvejecida, agotada, desvitalizada, ajada, extenuada, caprichosa, con rojeces, prurito, irritables, irritadas, inflamadas, congestionadas, alérgicas, con eczemas, con picor y hasta con dolor. Ideal para pacientes oncológicos, antes, durante o después del tratamiento o para combatir los efectos secundarios de la quimioterapia y radioterapia.

## 1 - Emulsión corporal de leche de burra 60%



-pH 5,5 - 200 cc con Manteca de Karité, Alantoína, Aceite de Argán y Ácido Hialurónico. Un producto de textura agradable y rápida absorción, que aporta un extra de confort y bienestar a las pieles ultrasensibles o sensibilizadas. Restaura la función barrera. Regenera. Nutre. Hidrata. Vigoriza. Calma. Controla inflamaciones e hiperpigmentaciones.

## 2- Bálsamo labial regenerador de leche de burra



-pH 5,5- 5cc FPS 60 UVA UVB a prueba de agua con Manteca de Karité, Alantoína, Aceite de Argán y Ácido Hialurónico. Labios resecos, paspados, agrietados, frágiles. Nariz sensibilizada por rinitis. En pacientes oncológicos, antes, durante y después de radio o quimioterapia. Deportistas o personas sometidas a inclemencias climáticas extremas.

## 3 - Crema de recuperación epidérmica de leche de burra



-pH 5,5- 30cc FPS 60 UVA UVB con Manteca de Karité, Alantoína, Aceite de Argán y Ácido Hialurónico. Regenera. Densifica los tejidos. Nutre. Neutraliza irritaciones. Protege de los rayos UV. Escuda el ADN. Unifica el color y textura de la piel. Fortalece el sistema inmune.

## 4 - Leche micelar de limpieza de leche de burra



-pH 5,5- 75cc con Manteca de Karité y Aceite de Argán. Un concepto nuevo en productos higienizantes para cutis con trastornos de alta sensibilidad cutánea y deshidratación extrema, que presenta una analogía biológica perfecta con la piel. Las micelas actúan de forma similar a los fosfolípidos de la piel, al tiempo que limpian profundamente.

## **Cosméticos de leche de burra en tratamientos de pieles oncológicas**

Se denomina pieles oncológicas a las que han sufrido alteraciones en las células de la dermis y se caracterizan por producir cosquilleo, picor, ardor, dolor y alteraciones como piel cetrina, ictericia, hiperpigmentación y aumento del vello.

Las cremas de leche de burra hipoalergénicas Iveloa, están indicadas en estos pacientes, por su composición y por su efecto terapéutico, caracterizándose por poseer un pH 5.5 que se corresponda con el ph de la piel. De esta forma, esa piel no tendrá que esforzarse en realizar su función Buffer.

# Características nutricionales y terapéuticas de la leche de burra

<sup>1</sup>Alejandro R. Lespinard, <sup>2</sup>Emiliano E. Badin, <sup>2</sup>María M. Mercatante,  
<sup>2</sup>Tomás R. Gill

<sup>1</sup> Profesor Adjunto, Cátedras de Fenómenos de Transporte y Tecnologías Lácteas - Instituto A.P. de Ciencias Básicas y Aplicadas. Universidad Nacional de Villa María. Investigador del CONICET, Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB), CONICET, Universidad Nacional de Villa María, Córdoba; <sup>2</sup> Becario doctoral del CONICET, Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB), CONICET, Universidad Nacional de Villa María, Córdoba

La leche de burra es bien conocida por sus legendarias propiedades cosméticas desde la época de Cleopatra, la última reina del Antiguo Egipto, quien solía darse baños con esta leche para mantener su piel joven y tersa. Estas propiedades de la leche de burra fueron también conocidas por Popea, emperatriz de Roma y esposa de Nerón, quien no sólo se daba baños de leche de burra sino que inventó una mascarilla empapada en esta leche que se aplicaba en el rostro para cuidar y mantener la tersura de la piel. En una época más reciente, se sabe que la hermana de Napoleón, Paulina, la utilizaba para cuidar su piel.

Pero en la antigüedad, además de las propiedades cosméticas de esta leche, también eran conocidas sus propiedades medicinales. El médico griego Hipócrates (460-370 a.C.), el padre de la medicina, fue el primero en escribir sobre el uso medicinal de la leche de burra y la prescribía para numerosas afecciones entre las que incluyó trastornos hepáticos, intoxicaciones, fiebre, hemorragias nasales, enfermedades infecciosas y dolores articulares. En la época romana, Plinio el Viejo (23-79 d.C.) describió en su obra enciclopédica "*Naturalis Historia*", sobre los beneficios de la leche de burra para combatir la fiebre, la fatiga, el debilitamiento de los dientes, los envenenamientos, las úlceras, el asma y ciertos problemas ginecológicos. En el siglo XIX, fue el pediatra francés Joseph Marie Jules Parrot (1829-1883) quien, en 1877, siendo responsable del hospital de niños San Vicente de Paúl en París, llevó a cabo la práctica de alimentar a bebés directamente del pezón de la burra. Por entonces miles de recién nacidos eran abandonados cada año en los hospitales parisinos, muchos con sífilis congénita. Debido a la probabilidad de contagio, estos niños



no podían ser amamantados por nodrizas, por lo que hasta saber si estaban enfermos de sífilis o no se les administraban sustitutos de la lactancia materna como agua azucarada, caldo o leche de distintos animales. Parrot investigó sobre el tipo de leche que era más beneficiosa para los infantes enfermos, comprobando que la mortalidad de los niños que habían sido alimentados con leche de burra era sensiblemente menor en comparación a los que lo fueron con leche de vaca o cabra.

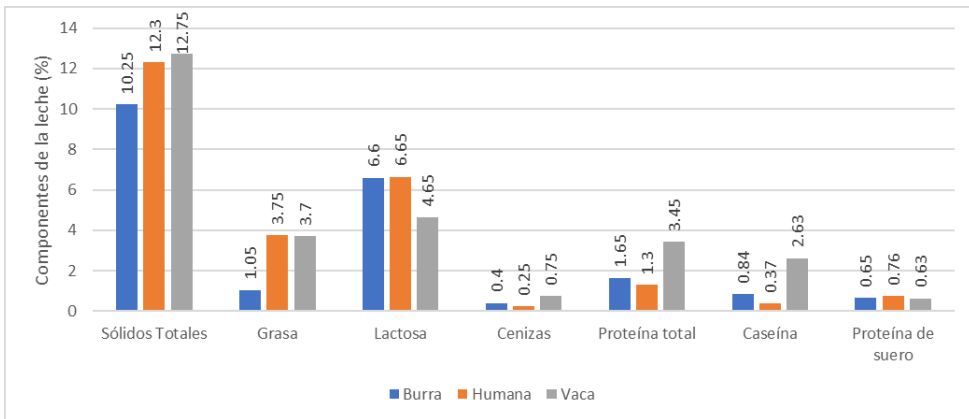
Actualmente, la leche de burra está ganando interés como producto nutricional y medicinal natural, principalmente porque su composición es similar a la de la leche humana, y además debido a que posee propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antienvjecimiento, antimicrobianas y anticancerígenas.

La leche de burra se considera una buena alternativa a la leche humana, especialmente para los lactantes con alergia a las proteínas de la leche de vaca (APLV), debido a su particular composición química (nutrientes y compuestos bioactivos), palatabilidad y tolerabilidad clínica. Esta patología es especialmente importante en edad infantil, donde la APLV es la mayor causa de reacción adversa a los alimentos, afectando a un 3% de niños en los tres primeros años de vida. Aunque aún no se sabe con certeza los mecanismos que hacen posible su tolerancia, se han publicado numerosos estudios que muestran el consumo de leche de burra como una terapia adecuada para el tratamiento de niños que presentan APLV mediada o no por anticuerpos.

Debido a sus beneficios para la salud, la leche de burra no sólo se utiliza en la nutrición de la primera infancia, sino también como suplemento en la dieta de adultos mayores e inmunocomprometidos. Si bien muchas de las propiedades terapéuticas de la leche de burra se conocen desde la antigüedad, en la actualidad las investigaciones se centran en su composición de nutrientes y en sus posibles efectos sobre la salud.

### **Composición nutricional de la leche de burra**

Los principales constituyentes de la leche de mamíferos son agua, grasa, proteínas, hidratos de carbono, minerales y vitaminas. Estos componentes en general difieren tanto cuantitativa como cualitativamente entre las diferentes especies animales. Sin embargo, la composición de la leche de burra es la que más se asemeja a la de la leche humana, en comparación con otros animales lecheros (vaca, búfala, oveja, cabra y camello) (véase Figura 1) [1].

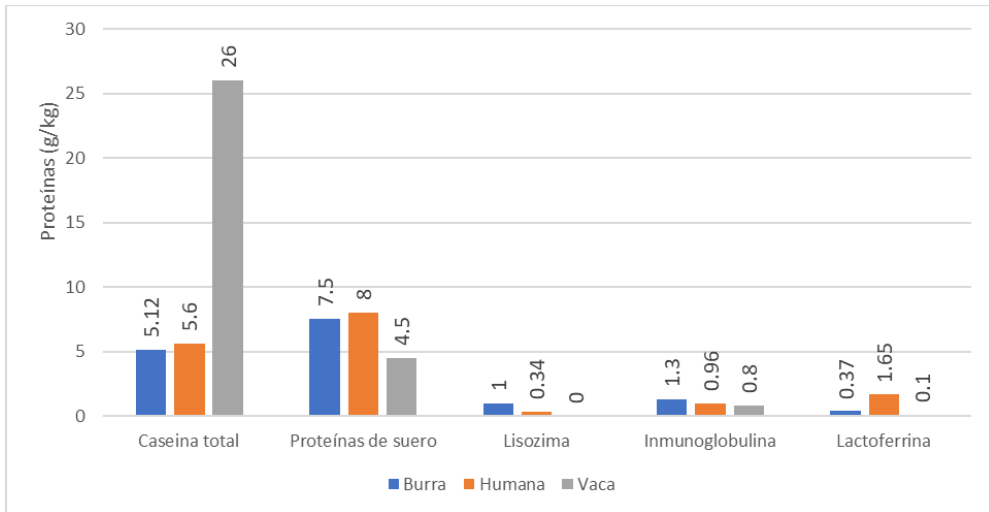


**Figura 1.** Composición nutricional de la leche de burra, humana y vaca. Adaptado de Papademas et al., 2022.

### Proteínas y aminoácidos

El contenido proteico de la leche de burra es bajo si se lo compara con el de la leche de vaca, y similar al de la leche humana. Sin embargo, la leche de burra es rica en proteínas del suero, que representan entre el 35 y el 50% de la fracción proteica, mientras que las mismas representan solo el 20% en la leche de vaca. Las tres principales proteínas del suero de la leche de burra son la  $\alpha$ -lactoalbúmina (1,80 mg/ml, 22,56%),  $\beta$ -lactoglobulina (3,75 mg/ml, 29,85%) y la lisozima (1,00 mg/ml, 21,03%). El contenido de lisozima es tres veces mayor que en la leche humana, mientras que esta proteína es prácticamente inexistente en la leche de vaca. Además, en el suero de la leche de burra, también están presentes en cantidades considerables las inmunoglobulinas y la lactoferrina [2] (véase Figura 2).

En relación al contenido de aminoácidos, la leche de burra presenta niveles notablemente más altos de serina, arginina y valina, en comparación con la leche humana y bovina. A su vez, el contenido de siete de los ocho aminoácidos esenciales (isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, tirosina, valina) es superior al que posee la leche de vaca [3].



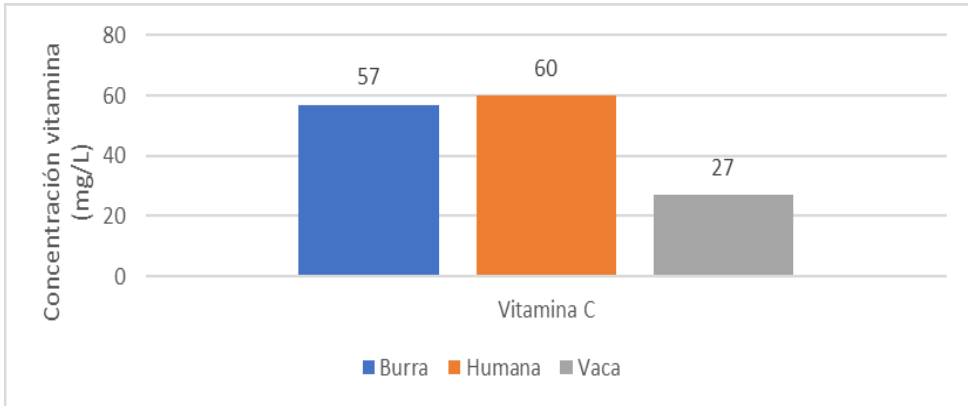
**Figura 2.** Composición proteica de leche de burra, humana y vaca. Adaptado de Papademas et al., 2022.

### Grasas y ácidos grasos

El contenido de grasa de la leche de burra oscila entre el 0,28 y el 1,82%, siendo inferior al de la leche humana (3,75%) y de vaca (3,70%). El valor energético de la leche de burra es de 1939,4 kJ/kg, mientras que la leche de vaca y la leche humana poseen valores de 2983,0 y 2855,6 kJ/Kg, respectivamente. Este bajo valor energético podría ser un factor limitante para la nutrición infantil, especialmente en dietas exclusivas; por ello, la leche de burra puede modificarse mediante la adición de triglicéridos de cadena media o aceite de girasol [4]. La fracción lipídica es comparable a la de la leche humana y se caracteriza por altos niveles de ácidos grasos esenciales y bajos niveles de ácidos grasos saturados (AGS). La leche de burra es rica en ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs), que también predominan en la leche humana (15-20%), con un alto porcentaje de ácido linoleico (esencial ya que los PUFAs no son sintetizados por el organismo), una baja relación omega-6/omega-3, y una alta relación de PUFAs/AGS [5]. Este perfil de ácidos grasos de la leche de burra le confiere a la misma propiedades inmunoestimulantes y reductoras del colesterol, previniendo la formación de coágulos sanguíneos y minimizando el riesgo de enfermedades coronarias, hipertensión y trombosis [6].

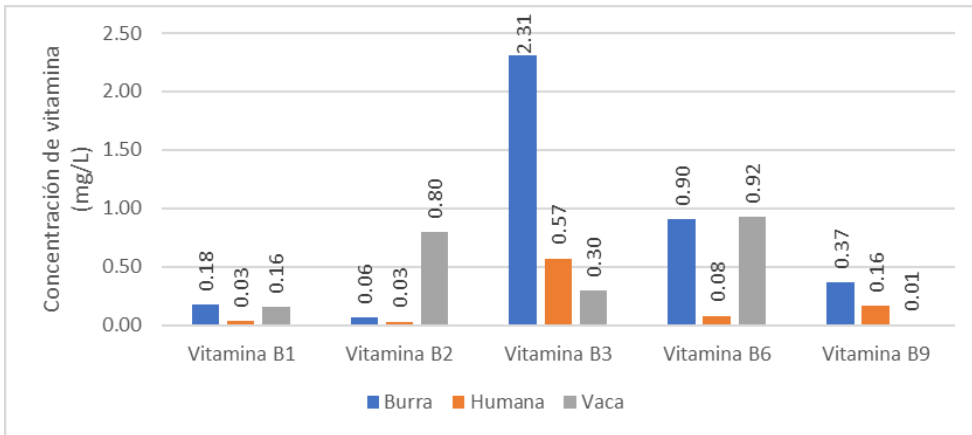
### Vitaminas

La leche de burra es particularmente rica en vitamina C, con niveles similares a la leche humana y superiores a la leche de vaca (véase Figura 3) [7].



**Figura 3.** Contenido de vitamina C en leche de burra, humana y vaca. Adaptado de Vincenzetti et al., 2021.

En relación a las vitaminas del grupo B se destaca, con respecto a la leche humana y de vaca, por sus contenidos superiores de vitaminas B1, B3 y B9 (véase Figura 4).



**Figura 4.** Contenido de vitaminas del grupo B en leche de burra, humana y vaca. Adaptado de Vincenzetti et al., 2021.

Por su parte dentro del grupo de las vitaminas liposolubles, la vitamina A se encuentra en una concentración superior a la que posee la leche de vaca y prácticamente igual a la de la leche humana; la vitamina D si bien se encuentra en baja concentración, esta es superior que en leche bovina y humana (véase Figura 5) [7].

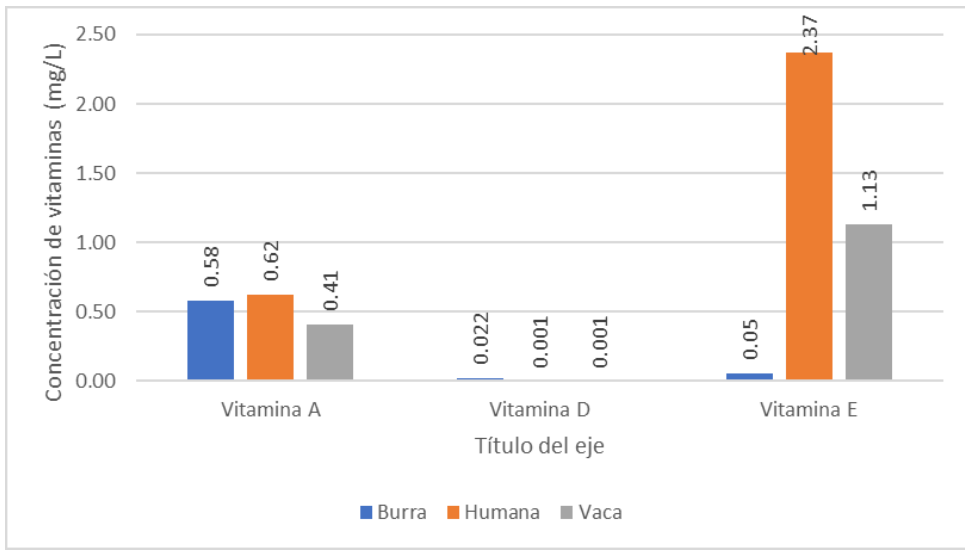


Figura 5. Contenido de vitaminas del liposolubles en leche de burra, humana y vaca. Adaptado de Vincenzetti et al., 2021.

Cabe destacar que el contenido de vitaminas en la leche de burra se ve afectada por factores genéticos y ambientales, que incluyen la raza, la etapa de lactancia, la frecuencia del ordeño, la edad, la salud y el tipo de alimentación de la burra.

### Minerales

La leche de burra presenta una composición mineral semejante a la leche humana, aunque contiene mayores niveles de calcio y fósforo. Sin embargo, comparada con la leche de vaca posee menor concentración de estos dos minerales. Además de calcio y fósforo que han sido detectados con valores medios de 676 mg/Kg y 487 mg/kg, respectivamente, la leche de burra también presenta importantes cantidades de potasio (497 mg/Kg) [8]. En cuanto a la concentración de microminerales la leche de burra contiene concentraciones similares de Zinc (2.360 mg/L), Manganeseo (20 mg/L), Cobalto (0,5 mg/L) y yodo (75 mg/L) en comparación con la leche humana [9].

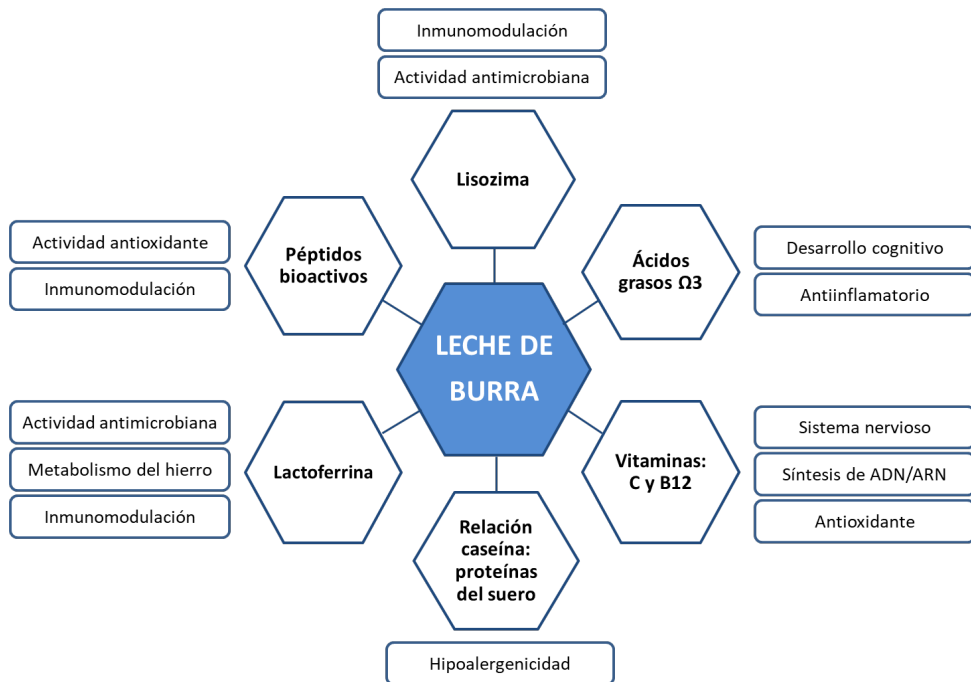
### Lactosa

El contenido de lactosa de la leche de burra oscila entre el 6 y el 7%, siendo mayor que el de leche de vaca (4,65 %) y similar al de la leche humana (6,65%). El alto contenido de lactosa favorece los procesos de osteogénesis, facilita la absorción intestinal de calcio y fósforo, e influye en la acumulación de minerales en la estructura

ósea, lo que ayuda a prevenir la osteoporosis. Además, la lactosa es responsable del suave sabor dulce que posee la leche de burra, lo que le confiere a la misma una buena palatabilidad que la hace especialmente atractiva para los niños [10].

## Propiedades terapéuticas de la leche de burra

La particular composición química de la leche de burra, caracterizada por una gran diversidad de compuestos bioactivos en altas concentraciones, como lisozima, lactoferrina, inmunoglobulinas, ácidos grasos omega-3 ( $\Omega 3$ ), péptidos bioactivos y una adecuada relación caseína:proteínas de suero, le otorgan a la misma propiedades hipoalérgicas, antimicrobianas, antioxidantes, anti-diabéticas, anti-inflamatorias e inmunomoduladoras, que la distinguen de otros tipos de leches (véase Figura 6).



**Figura 6.** Propiedades funcionales de la leche de burra. Adaptado de Aspri et al., 2016.

## Hipoalergenicidad

La baja alérgenicidad de la leche de burra se debe principalmente a su bajo contenido en caseínas ( $\alpha 1$ - and  $\beta$ -caseínas). Si bien los mecanismos implicados en la tolerancia a la leche de burra no se conocen totalmente, existen varias hipótesis que podrían explicar este hecho. Por un lado, se cree que el balance caseína:proteínas

de suero de la leche de burra juega un papel importante ya que se conoce que la leche de vaca con una relación caseína:proteínas de suero de 40:60 (similar al de la leche de burra), es menos alergénica que la leche de vaca natural. Por otro lado, la ausencia de  $\beta$ -Lactoglobulina en la leche humana y su presencia en la leche de vaca ha hecho que se considere a esta proteína también como una de las principales responsables de APLV en edad infantil. Adicionalmente, otros estudios han revelado que la  $\beta$ -Lactoglobulina equina, con una elevada homología con la  $\beta$ -Lactoglobulina de la leche de burra, es más susceptible a la hidrólisis duodenal que la  $\beta$ -Lactoglobulina bovina. Esta mayor digestibilidad podría explicar, al menos en parte, la menor alergenicidad de la leche de burra [8].

### **Actividad antimicrobiana**

La lisozima, particularmente conocida por su actividad antimicrobiana, es especialmente abundante en la leche de burra como se ha detallado anteriormente. Esta proteína junto con otras presentes en la leche como inmunoglobulinas, lactoferrina y la lactoperoxidasa, actúan en el tracto digestivo previniendo y reduciendo la incidencia de infecciones gastrointestinales [8]. Por su parte, la lisozima posee también propiedades antivirales, antiinflamatorias y antitumorales, y además estimula el sistema inmunológico en la primera infancia [2].

### ***Actividad inmunomoduladora***

Las actividades antiinflamatorias de la leche de burra han sido demostradas en modelos *in vitro* e *in vivo*. La leche de burra tiene la capacidad de estimular la liberación de varias citoquinas antiinflamatorias, regulando así el sistema inmunológico [11]. Se ha comprobado que la leche de burra tiene una actividad inmunomoduladora, que es similar a la de la leche humana y superior a la de la leche de vaca. En particular, se ha informado de que la leche de burra y la leche humana tienen actividades antiinflamatorias, modulando el equilibrio de citoquinas pro y antiinflamatorias [12].

### **Actividad antiinflamatoria**

Las propiedades antioxidantes de la leche de burra y sus componentes bioactivos pueden ser beneficiosas para reducir la inflamación, la cual es un factor importante en la patogénesis de las enfermedades cardiovasculares. Asimismo, la leche de burra es una buena fuente de ácidos grasos esenciales y vitaminas, mientras que los contenidos de grasa y colesterol de la leche de burra son menores que los de otras

especies, características que la hacen propicia para el consumo por parte de personas con problemas cardiovasculares [13]. Por otra parte, la leche de burra induce la liberación de óxido nítrico, que dilata los vasos sanguíneos mejorando así el flujo sanguíneo y reduciendo la presión arterial [14].

### **Actividad antioxidante**

La leche de burra posee fuertes propiedades antioxidantes que previenen el daño oxidativo de las células. Estas propiedades se deben principalmente a los péptidos bioactivos, a los altos niveles de vitamina C, a los ácidos grasos poliinsaturados como el omega-3 y el omega-6 y a los aminoácidos esenciales que la misma contiene [15].

### ***Actividad antiobesidad y antidiabética***

Existe evidencia científica que la leche de burra podría ser utilizada para el tratamiento de la obesidad y la diabetes. La leche de burra tiene efectos hipolipidémicos y un bajo valor energético (bajo contenido de grasa [16]); lo cual la transforma en un alimento ideal para las personas que sufren de obesidad. Por otro lado, se ha demostrado que la leche de burra puede ser utilizada para el tratamiento de la diabetes, ya que mejora el metabolismo de la glucosa y la resistencia a la insulina [17].

### **Conclusiones y perspectivas**

La leche de burra es conocida desde la antigüedad por sus propiedades cosméticas y terapéuticas. Más recientemente, y en particular desde 1990, se ha evaluado el uso de la leche de burra en casos de APLV en varios ensayos clínicos, atrayendo una gran atención científica, especialmente entre los alergistas pediátricos. El consumo de la leche de burra, como sustituto de la leche de vaca, en casos de APLV, ha sido validada principalmente por sus propiedades nutricionales e hipoalergénicas, junto con su menor costo, y su alta tolerabilidad y palatabilidad, en comparación con fórmulas comerciales basadas en hidrolizados proteicos y a base de aminoácidos. Además, debido a sus compuestos bioactivos (ácidos grasos, proteínas del suero, lisozima, inmunoglobulinas) y actividades antimicrobianas, antioxidantes, antidiabéticas, antiinflamatorias e inmunomoduladoras, la leche de burra presenta un gran potencial para ser utilizada como un alimento nutraceutico, especialmente en niños, ancianos e inmunodeprimidos. No obstante, el uso de la leche de burra como un nuevo alimento funcional debe seguir evaluándose en ensayos clínicos interdisciplinarios en los que deben participar pediatras, nutricionistas, científicos



y tecnólogos alimentarios, para profundizar en el conocimiento de los mecanismos implicados en los beneficios para la salud humana y ayudar a diseñar productos lácteos que ofrezcan beneficios validados para la salud de los consumidores.

## Referencias bibliográficas

- [1] Papademas P., Mousikos O., Aspri M. (2022). Valorization of donkey milk: Technology, functionality, and future prospects. *JDS Communications*, 3 (3): 228-233. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0175>.
- [2] Aspri M., Economou N., Papademas P. (2016). Donkey milk: An overview on functionality, technology, and future prospects. *Food Reviews International*, DOI: 10.1080/87559129.2016.1175014
- [3] Guo H., Pang K., Zhang X., Zhao L., Chen S., Dong M., Ren F. (2007). Composition, physico-chemical properties, nitrogen fraction distribution, and amino acid profile of donkey milk. *J. Dairy Sci.*, 90(4), 1635-1643.
- [4] Carroccio A., Cavataio F., Montalto G., D'amico D., Alabrese L., Iacono G. (2000). Intolerance to hydrolysed cow's milk proteins in infants: clinical characteristics and dietary treatment. *Clin. Exp. Allergy* 30:1597–1603. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2222.2000.00925.x>.
- [5] Salimei E., Fantuz F. (2013). Horse and donkey milk. Pages 594–613 in *Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health*. Y. W. Park and G. F. W. Haenlein, ed. John Wiley & Sons Ltd.
- [6] Gastaldi D., Bertino E., Monti G., Baro C., Fabris C., Lezo A., Medana C., Baiocchi C., Musap M., Galvano F. (2010). Donkey's milk detailed lipid composition. *Front Biosci. (Elite Ed)*, 2, 537–546.
- [7] Vincenzetti S., Santini G., Polzonetti V., Pucciarelli S., Klimanova Y., Polidori P. (2021). Vitamins in Human and Donkey Milk: Functional and Nutritional Role. *Nutrients*, 13, 1509. <https://doi.org/10.3390/nu13051509>.
- [8] Gómez-Ruiz J.A., Bermeosolo Bidasolo I., Ramos M. (2011). Leche de burra. Composición nutricional y bioactividad. *ALIM. NUTRI. SALUD*, 18 (1): 10-15.
- [9] Fantuz F., Salimei E., Papademas P. (2016). Macro-and micronutrients in non-cow milk and products and their impact on human health. Pages 209–261 in *Non-Bovine Milk and Milk Products*. Elsevier.
- [10] Iacono G., Carroccio A., Cavataio F., Montalto G., Soresi M., Balsamo V. (1992). Use of ass' milk in multiple food allergy. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 14:177–181. <https://doi.org/10.1097/00004575-199214020-00011>.

org/ 10.1097/00005176 -199202000 -00010.

[11] Jirillo F., Magrone T. (2014). Anti-inflammatory and anti-allergic properties of donkey's and goat's milk. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders Drug Targets*, 14(1), 27–37. <https://doi.org/10.2174/1871530314666140121143747>.

[12] Trinchese G., Cavaliere G., De Filippo C., Aceto S., Prisco M., Chun J.T., Penna E., Negri R., Muredda L., Demurtas A., Banni S., Berni-Canani R., Mattace Raso G., Calignano A., Meli R., Greco L., Crispino M., Mollica M.P. (2018). Human milk and donkey milk, compared to cow milk, reduce inflammatory mediators and modulate glucose and lipid metabolism, acting on mitochondrial function and oleylethanolamide levels in rat skeletal muscle. *Frontiers in Physiology*, 9, 32. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00032>

[13] Prasad, B. (2020). Nutritional and health benefits of donkey milk. *Journal of Food Science and Nutrition Therapy*, 10, 22–25. <https://doi.org/10.17352/jfsnt.000022>

[14] Yvon S., Olier M., Leveque M., Jard G., Tormo H., Haimoud-Lekhal D. A., Peter M., Eutamène H. (2018). Donkey milk consumption exerts anti-inflammatory properties by normalizing antimicrobial peptides levels in Paneth's cells in a model of ileitis in mice. *European Journal of Nutrition*, 57(1), 155–166. <https://doi.org/10.1007/s00394-016-1304-z>

[15] Li Y., Ma Q., Liu G., Wang C. (2021). Effects of donkey milk on oxidative stress and inflammatory response. *J Food Biochem.*, 46: e13935. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13935>.

[16] Trinchese G., Cavaliere G., Canani R.B., Matamoros S., Bergamo P., De Filippo C., Aceto S., Gaita M., Cerino P., Negri R., Greco L., Cani P.D., Mollica M.P. (2015). Human, donkey and cow milk differently affects energy efficiency and inflammatory state by modulating mitochondrial function and gut microbiota. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 26(11), 1136–1146. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2015.05.003>

[17] Trinchese G., Cavaliere G., De Filippo C., Aceto S., Prisco M., Chun J.T., Penna E., Negri R., Muredda L., Demurtas A., Banni S., Berni-Canani R., Mattace Raso G., Calignano A., Meli R., Greco L., Crispino M., Mollica M.P. (2018). Human milk and donkey milk, compared to cow milk, reduce inflammatory mediators and modulate glucose and lipid metabolism, acting on mitochondrial function and oleylethanolamide levels in rat skeletal muscle. *Frontiers in Physiology*, 9, 32. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00032>

# Procesos de conservación de leche de burra y sus efectos sobre las propiedades nutraceuticas.

*<sup>1</sup>Emiliano E. Badin, <sup>1</sup>María M. Mercatante, <sup>1</sup>Tomás R. Gill,  
<sup>2</sup>Alejandro R. Lespinard*

<sup>1</sup>Becario doctoral del CONICET, Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB), CONICET, Universidad Nacional de Villa María, Córdoba; <sup>2</sup> Profesor Adjunto, Cátedras de Fenómenos de Transporte y Tecnologías Lácteas - Instituto A.P. de Ciencias Básicas y Aplicadas. Universidad Nacional de Villa María. Investigador del CONICET, Instituto Multidisciplinario de Investigación y Transferencia Agroalimentaria y Biotecnológica (IMITAB), CONICET, Universidad Nacional de Villa María, Córdoba.

Para la preservación de alimentos, en términos generales, y particularmente en productos como la leche, una de las alternativas mayormente difundidas y empleadas por la industria se basa en el uso del calor como mecanismo de preservación. Los tratamientos térmicos de pasteurización o esterilización se emplean en la industria láctea para prolongar la vida útil de los productos y asegurar su inocuidad microbiológica. Sin embargo, estos tratamientos, dependiendo de los parámetros tiempo – temperatura, pueden afectar el contenido y funcionalidad de los nutrientes presentes en la leche, alterando sus propiedades nutraceuticas y ocasionando la pérdida de caracteres organolépticos, tales como el sabor, aroma y color [1]. Debido a esto, para un procesamiento adecuado de la leche de burra, se deben evaluar las alternativas tecnológicas y las condiciones operativas del proceso térmico, para asegurar la inocuidad y minimizar el efecto negativo sobre la calidad y las bondades que el producto posee.

Por otra parte, los procesos térmicos de pasteurización o esterilización, suelen combinarse con otros procesos que permiten extender aún más la vida útil del producto. Entre ellos, los más difundidos y utilizados en leche de burra son: refrigeración, congelación, liofilización y secado por aspersión; estos dos últimos permiten obtener un producto en polvo, por deshidratación. La liofilización se basa en una técnica de deshidratación por congelamiento (entre -30 y -50 °C) y aplicación de vacío (presión < 0,08 mbar), eliminando el agua por sublimación, logrando así un producto en polvo (Figura 1.A), sin requerir el uso del calor como mecanismo de deshidratación [2]. Mientras que el secado por aspersión se basa en rociar la leche en una corriente

de aire caliente, a una temperatura de aproximadamente 190 °C [3], obteniéndose así un producto en polvo. Estos procesos de deshidratación permiten reducir el volumen de producto lo que favorece su transporte a largas distancias, sin requerimiento de frío y extender su vida útil a tiempos mayores a 12 meses. Otro proceso de preservación aplicado en leche de burra es el congelamiento, esta técnica es posible de aplicar en este producto, debido a sus características composicionales, principalmente baja en materia grasa y caseína micelar, lo que permite un congelamiento sin pérdida de homogeneidad (sin estratificaciones en el producto), tal como muestra la Figura 1.B.



**Figura 1.** (A) Leche de burra liofilizada y (B) leche de burra congelada a -20 °C.

Sin embargo, es necesario evaluar el impacto que tienen estas técnicas en los parámetros de calidad de la leche durante su procesamiento, como así también durante su almacenamiento. En este sentido, varios trabajos han evaluado los procesos de conservación y sus efectos sobre la calidad del producto. La mayoría de los estudios realizados hasta la fecha, han analizado diferentes condiciones para la pasteurización tipo batch o discontinua (en tanques encamisados y agitados), y el efecto sobre los componentes nutricionales de interés. Se ha reportado que, tanto los tratamientos térmicos a temperaturas entre 62 – 65 °C durante 30 min, como aquellos a 72 °C y tiempos entre 0,5 - 3 min, no presentan efectos negativos sobre la actividad de la lisozima (proteína soluble), mientras que a 72 °C - 8 min, la disminución de su actividad es del 27,15 %, respecto a la leche cruda. Por otra parte, al aumentar la temperatura del proceso, se ha reportado que a 80 °C - 10 min se observan reducciones importantes de la actividad de esta proteína (60,79 %), en comparación con la leche de burra cruda [1] [4] [5]. La lactoferrina, proteína globu-

lar de gran importancia en la leche de burra, es más sensible al tratamiento térmico y comienza a perder estabilidad a 65 °C, efecto que aumenta con el incremento de la temperatura [6]. Respecto a las fracciones proteicas más importantes en la leche de burra, además de la lisozima, se encuentran la  $\alpha$ -lactoalbúmina y la  $\beta$ -lactoglobulina. Algunos estudios sugieren que, para evitar la desnaturalización de dichas proteínas, el proceso de pasteurización debe realizarse a temperaturas bajas, de entre 62 - 65 °C, 30 min y en caso de aumentar la temperatura, no superar los 72°C - 15 segundos, para asegurar una mayor retención de las mismas. En particular, el tratamiento a 72°C - 12 segundos fue evaluado y se producen sólo pérdidas en la fracción proteica más termolábil, que es la  $\beta$ -lactoglobulina, siendo esta pérdida de un 10 % con respecto a la leche de burra sin tratar, mientras que la  $\alpha$ -lactoalbúmina no presentó variaciones, mostrando ser más estable al aumento de temperatura [7] [4] [3]. En otros estudios, se evaluaron estas fracciones proteicas ( $\alpha$ -lactoalbúmina,  $\beta$ -lactoglobulina y lisozima) frente a diferentes tratamientos de conservación (lío-filización y secado por aspersión), observando que la  $\beta$ -lactoglobulina, y en menor medida, la lisozima resultaron afectadas por los tratamientos en comparación con la leche de burra cruda [3]. Por su parte, el contenido de  $\alpha$ -lactoalbúmina no resultó afectado por ninguno de los tratamientos evaluados. Este aspecto resulta positivo, debido a que la leche de burra presenta un alto contenido de  $\alpha$ -lactoalbúmina, similar a la leche humana, la cual posee un gran valor nutricional, ya que proporciona los aminoácidos esenciales y de cadena ramificada requeridos por el lactante en crecimiento [3]. El efecto sobre cada fracción proteica y para cada procesamiento se pueden observar en la Tabla 1.

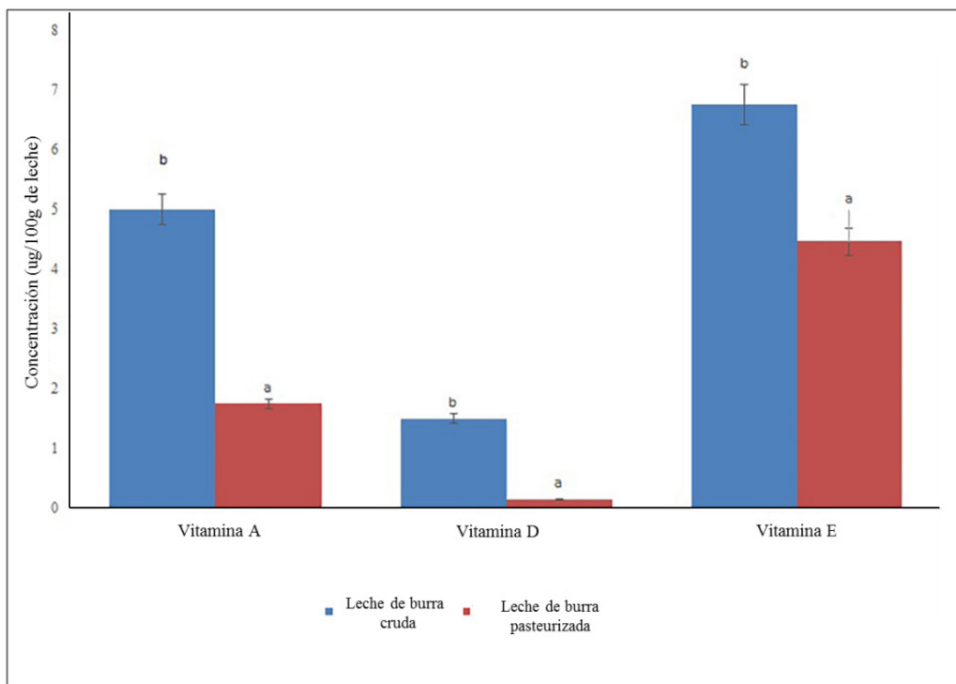
Muestra de leche de burra	Lisozima (mg/mL)	$\alpha$ -lactoalbúmina (mg/mL)	$\beta$ -lactoglobulina (mg/mL)
A	1,17±0,10	1,73±0,15	6,43±0,75
B	0,99±0,04	1,87±0,12	5,92±1,33
C	0,96±0,09	1,86±0,22	5,51±0,95

**Tabla 1.** Contenido de fracciones proteicas solubles en leche de burra, determinadas por HPLC, frente a diferentes tratamientos (A: leche cruda. B: leche liofilizada. C: leche secada por aspersión).

Adaptada de Vincenzetti et al. (2018)

Respecto a los componentes de interés presentes en la leche de burra, las vitaminas hidrosolubles del grupo B, están presentes en cantidades relevantes, entre ellas, se destacan la vitamina B2, B6 y B9. Se ha reportado que diversos procesos térmicos llevados a cabo a temperaturas de entre 75 y 95 °C y tiempos de entre 3 y 12 segundos, no provocaron efectos relevantes sobre la degradación de estas vitaminas, observando un efecto de retención en comparación con la leche de burra cruda [7].

Por su parte, la vitamina C, resultó ser la más termolábil de las vitaminas, y es por lo general empleada para determinar el índice de daño térmico. Dentro de las vitaminas liposolubles, el contenido total de vitamina D, la cual posee un rol clave en la homeostasis del calcio y el metabolismo óseo [8], no arrojó diferencias significativas durante el proceso térmico a 63°C – 30 min, respecto a la leche cruda. Sin embargo, procesos térmicos más intensos, con temperaturas de 72°C - 15 segundos, produjeron pérdidas significativas en vitaminas liposolubles, especialmente en el caso de la vitamina E con reducciones del 66,2 %, mientras que para las vitaminas A y D las pérdidas fueron del 35 y 10 %, respectivamente (Figura 2) [9].



**Figura 2.** Concentración de vitaminas liposolubles en leche cruda y pasteurizada. Letras diferentes significan diferencias significativas entre muestras ( $p < 0,05$ ). Adaptada de Albertos et al. (2022)

De acuerdo a lo reportado en bibliografía, las pérdidas de componentes bioactivos se producen mayormente a temperaturas superiores a los 70 °C, por lo que la pasteurización a 62 – 65 °C durante 30 min, resultaría ser la más adecuada a los fines conservar las características nutracéuticas y sensoriales de la leche de burra. No obstante, aún son necesarios más estudios que evalúen la influencia del calor sobre la composición de la leche de burra y sus propiedades, y determinen las condiciones óptimas de procesamiento que permitan obtener un producto de alta calidad microbiológica, nutricional y funcional.

## Referencias Bibliográficas

- [1] Papademas, P., Mousikos, P., & Aspri, M. (2022). Valorization of donkey milk: Technology, functionality, and future prospects. *JDS Communications*, 3 (3), 228-233.
- [2] Vincenzetti, S., Savini, M., Cecchini, C., Micozzi, D., Carpi, F., Vita, A., & Polidori, P. (2011). Effects of lyophilization and use of probiotics on donkey's milk nutritional characteristics. *International Journal of Food Engineering*, 7 (5).
- [3] Vincenzetti, S., Cecchi, T., Perinelli, D. R., Pucciarelli, S., Polzonetti, V., Bonacucina, G., Ariani, A., Parrocchia, L., Spera, D. M., Ferretti, E., Vallesi, P., & Polidori, P. (2018). Effects of freeze-drying and spray-drying on donkey milk volatile compounds and whey proteins stability. *LWT*, 88, 189-195.
- [4] Giribaldi, M., Antoniazzi, S., Gariglio, G. M., Coscia, A., Bertino, E., & Cavallarin, L. (2017). A preliminary assessment of HTST processing on donkey milk. *Veterinary sciences*, 4 (4).
- [5] Cosentino, C., Labella, C., Elshafie, H. S., Camele, I., Musto, M., Paolino, R., D'Adamo, C., & Freschi, P. (2016). Effects of different heat treatments on lysozyme quantity and antimicrobial activity of jenny milk. *Journal of Dairy Science*, 99(7), 5173-5179.
- [6] Ozturkoglu-Budak, S. (2018). Effect of different treatments on the stability of lysozyme, lactoferrin and  $\beta$ -lactoglobulin in donkey's milk. *International Journal of Dairy Technology*, 71(1), 36-45.
- [7] Matera, A., Altieri, G., Genovese, F., Polidori, P., Vincenzetti, S., Perna, A., Simonetti, A., Rashvand Avei, M., Calbi, A., & Di Renzo, G. C. (2022). Effect of continuous flow HTST treatments on donkey milk nutritional quality. *LWT*, 153, 112444.
- [8] Martini, M., Altomonte, I., Licitra, R., & Salari, F. (2018). Technological and seasonal variations of vitamin D and other nutritional components in donkey milk. *Journal of dairy science*, 101(10), 8721-8725.
- [9] Albertos, I., López, M., Jiménez, J. M., Cao, M. J., Corell, A., & Castro-Alija, M. J. (2022). Characterisation of Zamorano-Leonese Donkey Milk as an Alternative Sustainably Produced Protein Food. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1-12.

# Experiencias en el desarrollo de ecosistemas de producción de leche de burras.

*Jorge Muract, Ing.; MSc*

CARD Solutions, Río Cuarto, Córdoba, Argentina; EQUSSLAC, Villa María, Córdoba, Argentina.

## 1- Introducción

Las alergias alimentarias pediátricas han sido calificadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como un problema emergente y creciente de salud pública. La alergia a las proteínas de la leche de vaca (APLV) es responsable de más del 13% de las alergias fatales inducidas por los alimentos en humanos. De acuerdo a la prevalencia reportada de APLV en niños de 0-24 meses se estima que podría haber (no hay estadísticas nacionales específicas reportadas) entre 20.000 y 84.000 niños afectados por año en Argentina.

La leche de burra ofrece, en otros países y desde hace muchos años, una alternativa terapéutica permitiendo acceder a un producto natural, hipoalergénico, de probada eficacia clínica; que asegure un correcto crecimiento, desarrollo neurológico y cognitivo de los niños.

Se propone la transformación del burro nativo, un animal doméstico actualmente improductivo a un animal productivo de alto impacto social y sanitario bajo el formato de la adaptación de parte de la tecnología láctea de rumiantes a un nuevo modelo, innovador en la Argentina, de producción de leche de burra para consumo humano, que contemple la implementación de tecnologías y procesos como el uso de biosensores de origen nacional para el control lechero, ligado a un programa de mejoramiento genético diseñado y controlado con el propósito de crear una nueva raza de burras lecheras. También, la identificación y caracterización de propiedades de la leche de burra en especial para lactantes y el mejoramiento (valor agregado) de la calidad con aditivos nutricionales específicos para las diferentes edades.

La implementación de este modelo genera la creación de nuevos puestos de trabajo genuino en una amplia gama de la cadena productiva primaria, industrial, comercial y de salud, incluyendo trabajos inéditos e innovadores en especial en áreas marginales del país y economías regionales utilizando equipamiento original de producción nacional para el ordeño, industrialización y control lechero y posibilidades de comercialización y exportación tanto del producto como del modelo productivo a la región. El modelo de producción y de negocios sería aplicable a cualquier área



geográfica del país ya que es una especie de bajos requerimientos nutricionales y alta adaptabilidad a zonas marginales, por lo que no compite con las áreas agrícolas centrales que además incrementarían los costos de producción. En este proyecto de carácter federal se plantea también la posibilidad de sustitución de importaciones (hidrolizados de leche de vaca) por un producto nacional, natural, hipoalergénico, palatable y de menor costo para el consumidor.

Esta propuesta requiere el trabajo coordinado de diferentes actores sociales, tales como instituciones estatales, provinciales y municipales, Universidades y centro de investigación, Hospitales y dispensarios o centros de salud, mutuales médicas inversores, productores, etc. Por tal motivo, se implementó un Proceso de Innovación Social, el cual se describe en el siguiente trabajo.

## **2- Proceso de Innovación Social**

La solución propuesta demanda el trabajo coordinado del sector público y privado, incluyendo organizaciones tales como Universidades, Ministerios, Hospitales, Mutuales, empresas, Asociaciones Civiles, etc.; como así también individuos. La diversidad de actores y la complejidad de la solución, demandó la implementación de un proceso de Innovación Social.

La innovación social abre una forma más colaborativa e inclusiva de encontrar soluciones que satisfagan las necesidades reales de las personas. Por medio de este proceso, “satisfarán simultáneamente una necesidad social (más eficazmente que las soluciones existentes) y conducirán a capacidades y relaciones nuevas o mejoradas y un mejor uso de los activos y recursos” (TEPSIE, 2).

Un proceso de innovación social consiste en una secuencia de actividades que busca encontrar soluciones a un desafío específico. El proceso en sí trae un nuevo enfoque que tiene impacto social en sus medios (proceso) y fines (solución). Al desarrollar un proceso de innovación social, además de la mejor solución creada, se logran otros resultados que tienen un impacto social, como una mejor comprensión común y compartida del problema local por parte de un grupo más amplio de actores locales, desarrollo de capacidades de las comunidades, resiliencia ciudadana, nuevas alianzas, creación de equipos o un compromiso más amplio a nivel local.

Para el desarrollo de la solución, se plantearon 4 etapas, i) Preparación, ii) Co-definiciones, iii) Co-creación y iv) implementación. Estas etapas se describen en el siguiente gráfico.



Figura 1. Etapas del proceso de Innovación Social

## 2.1- Preparación

El proceso de innovación social se basa en la idea fundamental de que un grupo diverso de personas que participan en un proceso de búsqueda de soluciones puedan aportar sus diversos puntos de vista, experiencias y habilidades. En consecuencia, esto permite la fertilización cruzada de ideas y eventualmente genera mejores soluciones. Por ello, es crucial identificar los diferentes grupos de personas y sus roles particulares en cada desafío, fomentando y posibilitando su colaboración a lo largo del proceso dentro del marco metodológico que propone el Proceso de Innovación Social. Por tal motivo, como primera instancia en el proceso, se armaron diversos equipos de trabajo multidisciplinarios con objetivos y entregables que se describen a continuación.

### 2.1.1- Equipo Genética y Biotecnologías

**Objetivo:** Mejorar la eficiencia y calidad de producción de leche de burra.

**Tareas:**

- Selección fenotípica y genotipado.
- Identificación de genes relacionados a la alta producción de leche.
- Criopreservación de semen de burro.
- Producción in vitro de embriones sexados.

### 2.1.2- Equipo Producción primaria

**Objetivo:** Implementar un sistema de producción de leche de burra bajo un sistema controlado.

**Tareas:**

- Diseño e implementación de equipos para ordeño, que incluya herramientas de adquisición de datos para el programa de mejoramiento genético.
- Desarrollo de procedimientos y buenas prácticas de producción.
- Desarrollo de suplementos nutricionales específicos para burras en lactancia.
- Implementación de la planta de producción piloto.
- Capacitación continua de todo el personal en las diferentes áreas

- Programas de medicina preventiva productiva
- Controles de crecimiento cuantificados (pesados sistemáticos)

### *2.1.3- Equipo Industrialización*

**Objetivo:** Desarrollar e implementar un proceso de industrialización de leche de burra para consumo humano.

**Tareas:**

- Diseñar los procedimientos de pasteurización y liofilización de la leche de burra, asegurando su inocuidad y salvaguardando sus propiedades.
- Estudiar procesos alternativos de pasteurización
- Definir las características de calidad de la leche, medición de nutrientes y propiedades.
- Diseñar una leche de burra con aditivos para cumplimentar las regulaciones nutricionales en bebés de 0-1 año y neonatos.
- Subproductos

### *2.1.4- Equipo de Salud*

**Objetivo:** la validación científica del uso de la leche de burra para el tratamiento de niños con APLV.

**Tareas:**

- Desarrollo de ensayos clínicos multicéntricos aleatorizados en hospitales públicos y mutuales utilizando leche de burra de producción regional versus hidrolizados en estudios autorizados por los comités de ética correspondientes y con los avales nacionales pertinentes.
- Inscripción de la leche de burra como producto alimenticio y leche medicamentosa.
- Generar herramientas de capacitación y divulgación para médicos y usuarios finales.

### *2.1.5- Equipo Comercial*

**Objetivo:** Escalar el modelo de producción y comercialización, asegurando un modelo de negocio sustentable.

**Tareas:**

- Desarrollar un modelo de negocio sustentable.
- Identificar el volumen de mercado.
- Motivar a inversores del sector público y privado en el desarrollo de unidades de producción primaria e industrialización.
- Desarrollar herramientas de capacitación y concientización.

## 2.2- Co-definiendo

En la siguiente sección se presenta un breve resumen de las conclusiones y definiciones a las que se arribó por medio de las interacciones entre los diferentes equipos.

### 2.2.1-Entendiendo la problemática

Dada una prevalencia de APLV entre el 2 y 10% en niños mayores de 3 y menores a 18 meses, se tiene una proyección teórica mínima de 20.000 niños susceptibles en Argentina.

La leche de burra es utilizada como una alternativa terapéutica validada científicamente en otros países y desde hace muchos años permitiendo acceder a un producto natural, hipoalergénico y de probada eficacia clínica; que asegure un correcto crecimiento, desarrollo neurológico y cognitivo de los niños.

En América Latina hay aproximadamente 7 millones de asnos (no conocemos con exactitud cuántos hay en Argentina, pero se estima que no menos de 250.000 aproximadamente), lo que podría cubrir sin problema la demanda estimada para Argentina.

### 2.2.2- Solución propuesta

Se plantea un circuito completo de producción, desde el campo al consumidor, compuesto por cuatro unidades: I) Producción primaria; II) Industrialización; III) Comercialización; IV) Investigación.

1. **Producción primaria** de leche de burra en programas pastoriles o semi-pastoriles bajo sistemas controlados y controlables basados en 3 premisas: 1) Bienestar animal; 2) Bioseguridad personal y alimentaria; 3) Sustentabilidad. Selección de animales por tipo y aptitud reproductiva. Entrenamiento de los animales bajo las condiciones enunciadas. Diseño de programas de alimentación y sanidad por categorías y específicos para el ecosistema local. Diseño de instalaciones para ordeño y manejo. Capacitación y entrenamiento de todos los recursos humanos involucrados en las fases de la unidad. Herramientas de adquisición de datos para el seguimiento del proceso productivo y programa de

mejoramiento genético. Implementación de procedimientos y buenas prácticas de producción. Certificación y acreditación del proceso productivo. Proceso de mejoras continuas y auditorías para la identificación de desvíos a las mejores prácticas y puntos críticos del proceso. Seguimiento de indicadores productivos para identificación de problemas. Certificaciones y aprobaciones sanitarias.

2. **Industrialización** en instalaciones que permitan la refrigeración, pasteurización y liofilización de leche. Proceso industrial para fortificar la leche de burra para cumplimentar con los requerimientos de lactantes (0 a 12 meses). Capacitación y entrenamiento de los recursos humanos. Estudios de caracterización de la calidad de la leche. Medición de nutrientes y propiedades. Envasado de productos. Proceso de mejoras continuas y auditorías para la identificación de desvíos a las mejores prácticas. Seguimiento de indicadores productivos para identificación de problemas. Certificaciones y aprobaciones sanitarias.
3. **Comercialización** por medio de la vinculación con hospitales, médicos y entes gubernamentales. Incluir la leche de burra natural y fortificada como leche medicamentosa para ser incluido en los planes materno-infantiles.
4. **Investigación**, por medio de la vinculación con Universidades y centros de Investigación nacionales e internacionales para el desarrollo de líneas que permitan mejorar el proceso productivo y permitan desarrollar el mercado, por ejemplo,
  - un programa de control lechero para la selección fenotípica, genotipado, identificación de genes relacionados a la alta producción de leche; criopreservación de semen de burro; producción in vitro de embriones sexados.
  - Desarrollo de ensayos clínicos multicéntricos aleatorizados en hospitales públicos y sistemas de previsión de salud utilizando leche de burra de producción regional versus hidrolizados.

### *2.2.3- Resultados esperados*

Desarrollo de un ecosistema de producción de leche de burra, distribuido en cuencas a lo largo de Argentina, que logre cumplir con la demanda estimada de 20.000 burras en ordene en un periodo de 5 a 8 años.

### *2.2.4- Principales desafíos*

El principal desafío es lograr que los sistemas productivos se instalen y escalen rápidamente. Se prevé que este escalamiento se financie con el sector privado, por parte de productores rurales y grupos inversores, para lo cual es necesario un sólido plan de negocio sustentable y claro.

Además, el producto, la leche de burra pasteurizada liofilizada, debe ser reconocido por la comunidad médica pediátrica, las mutuales y la red de salud pública como la mejor y más económica opción para el manejo clínico y alimentario de la APLV en infantes. Para este fin, se debe desarrollar evidencia médica que avale esta confirmación, desarrollar procesos de capacitación y diseminación como así también el trabajo conjunto con entidades regulatorias para la inclusión de este producto como leche medicamentosa.

## **2.3- Co-creación de la solución**

Con el fin de demostrar la viabilidad económica del proyecto para el armado de un sólido plan de negocio sustentable, el proceso de co-creación contempla el desarrollo de una cuenca piloto integral, con sus dos procesos, Producción Primaria e Industrialización.

Además, a los fines de generar el reconocimiento por parte de la comunidad médica pediátrica, se trabaja en diferentes actividades que contemplan ensayos clínicos, regulatorios y procesos de diseminación.

### *2.3.1- Piloto Producción Primaria*

Para el desarrollo de un piloto a escala real, se seleccionó la región de Villa María, Córdoba, en el centro geográfico del país, por ser la principal cuenca de leche bovina de la Argentina, teniendo un gran desarrollo de servicios y conocimientos instalados en la región, lo que facilita la transferencia de conocimiento y desarrollo de herramientas productivas, como el sistema de ordeño, diseño y construcción de las instalaciones, recursos humanos calificados para la operación generados en los colegios agrotécnicos secundarios y en universidades nacionales regionales.

Actualmente se encuentra en funcionamiento el primer centro modelo de producción primaria de leche de burra bajo convenio con y en instalaciones de una estancia convenida a tal fin (donde existen además otras producciones de baja escala de leche de oveja y de cabra en sistemas cooperativos), que tiene una capacidad instalada para la producción de 100 burras en ordeño. Este centro cuenta con instalaciones diseñadas específicamente y acceso a Internet para la implementación del monitoreo y control de procesos online del proceso, adquisición de datos de la producción para su posterior uso en los estudios de mejoramiento genético. Este centro será el lugar de capacitación para productores interesados en replicar el modelo en la misma cuenca o comenzar con el desarrollo de otras cuencas en la Argentina o en la región.

Este centro de producción primaria cuenta, además, con un laboratorio propio de reproducción asistida y sanidad que permite implementar biotecnologías reproduc-

tivas como la inseminación artificial y la transferencia embrionaria como herramientas del programa de mejoramiento genético para la producción de leche y también la producción la de burdéganos (híbridos de burra y caballo) en parte de las burras del plantel, cuyas crías, especialmente los machos serán comercializadas para su uso en zonas rurales de difícil acceso y turismo de montaña. Las burras del plantel, seleccionadas por múltiples variables fenotípicas y productivas como la elite del programa serán inseminadas con semen de burro y/o ingresaran al programa de producción de embriones y su progenie, tanto machos como hembras serán parte del programa de mejoramiento genético pudiendo utilizarse para comercialización en otras cuencas del país.

En estas instalaciones, el 25 y 26 de marzo de 2022, se realizaron las Primeras Jornadas Argentinas de capacitación práctica en manejo de burras, con el cupo completo de 25 asistentes.



**Figura 1.** Sistema de ordeño de 4 bajadas instalada en la planta piloto. EQUQLAC, Villa María, Córdoba, Argentina

En base a la experiencia adquirida, se desarrolló un plan de negocio sustentable que es diseminado y gestionado por la empresa CARD Solutions.

### *2.3.2- Piloto Industrialización*

Por otro lado, el centro modelo de industrialización de leche de burra está instalado en un predio de la Universidad Nacional de Villa María, dotado de grupos de investigación científica y desarrollo tecnológico en alimentos en el marco de un Instituto del CONICET y con un ecosistema emprendedor.

Por medio de la financiación pública con el instrumento del programa “Ciencia y Tecnología contra el Hambre”, se desarrolló el proyecto **“Desarrollo de sistemas de producción y procesamiento de pequeña y mediana escala y caracterización pri-**

**maria de calidad de leche de burra para consumo humano (niños con alergia a la proteína de la leche de vaca -APLV-)"** cuyos fondos sirvieron para la compra de los equipos requeridos en la etapa de pasteurización y envasado de la leche.

El centro está diseñado con una capacidad instalada de 200 lts por día y puede recolectar la producción primaria de productores de leche en un radio de 300 km. En una primera instancia se realizará el servicio de pasteurización de la leche y controles de calidad e inocuidad post-procesamiento, la cual se comercializará en forma fluida y congelada a hospitales, mutuales y público en general.

Con el crecimiento de la producción primaria por medio de la integración de otros productores a la cuenca y la consolidación de la demanda, se realizará la instalación de un liofilizador que permita el almacenaje prolongado (hasta 2 años) y facilitará el transporte de la leche al usuario final. Se está explorando con proveedores de servicio de liofilización en las inmediaciones de la cuenca de Villa María, para analizar la factibilidad del servicio al corto plazo.

### *2.3.3- Diseminación y regulatorio*

#### *Estudios médicos*

El objetivo es entender la prevalencia de APLV en niños que requieran tratamiento con hidrolizados de leche bovina / aminoácidos bajo prescripción médica y estudiar el uso de la leche de burra como estrategia para el tratamiento de esta alergia en lactantes, tal como ha sido extensamente realizado en Europa, especialmente en Italia con ensayos clínicos aleatorizados y publicados en revistas científicas internacionales desde hace muchos años. El proyecto (actualmente en fase inicial de diseño y permisos) se circunscribirá en una primera instancia al área de incumbencia de la cuenca de leche de burra piloto en Villa María, San Francisco y posiblemente Rio Cuarto y tiene los siguientes objetivos.

- Establecer, de manera indirecta, la posible prevalencia de APLV en las ciudades participantes.
- Estimar el costo/paciente del tratamiento completo.
- Obtener datos de eficacia clínica y de satisfacción a través de una encuesta familiar y a los pediatras que trataron los casos.
- Investigar y establecer si existen diferencias significativas en los resultados antropométricos entre los niños tratados con leche de burra versus los que recibieron hidrolizados de proteínas y/o aminoácidos en base a fórmulas comerciales.
- Confeccionar una encuesta de satisfacción en las familias de los niños que recibieron leche de burra
- Confeccionar una guía de tratamiento con leche de burra en niños con APLV. en su tratamiento.



- Establecer una estructura comparativa de costos de niños con APLV tratados con leche de burra versus fórmulas comerciales hasta completar el periodo establecido de tratamiento.

### *Regulatorios*

Se está trabajando con el asesoramiento técnico del Ministerio de Salud de la Nación y con el ANLAP para que el producto, leche de burra, sea reconocida como leche medicamentosa para ser incluida en la Resolución 409/2022 Ministerio de Salud de Fórmulas alimentarias y leches medicamentosas, lo que permitiría que la adquisición y provisión de fórmulas alimentarias y leches medicamentosas para las niñas y los niños de 0 a 3 años se realizará a través de:

- El Ministerio de Salud cuando las niñas y los niños de 0 a 3 años no tengan cobertura por parte de obras sociales y empresas de medicina prepaga.
- Las obras sociales, empresas de medicina prepagas y todo agente del seguro de salud si las niñas y los niños de 0 a 3 años tienen esa cobertura.

Para lo cual, se trabaja con los equipos de Salud para cumplimentar la reglamentación del “capítulo XVII - Alimentos de régimen o Dietéticos”, principalmente el artículo 1353 bis, que define las exigencias para que la leche de burra sea utilizada como un producto sucedáneo a la leche materna en niños **lactantes** (entre 0 a 12 meses) y niños en la **Primera Infancia** (1 año a 2 años).

### *Sociedad Internacional de Leche de Burra (International Donkey Milk Science Society)*

Se está trabajando en la creación de la “Sociedad Internacional de Leche de Burra”, la cual tiene la misión principal de promover el desarrollo y la integración de disciplinas científicas y tecnológicas para la producción, tecnología y desarrollo de la leche de burra y sus derivados.

La Sociedad promoverá la ciencia de la leche de burra mediante:

1. Promoción de una investigación eficaz
2. Difundir información científica y educativa
3. Fomento de altos estándares de educación e información en productores, industriales, profesionales y consumidores
4. Promover altos estándares de ética y bienestar en los sistemas productivos
5. Mejorar el movimiento internacional de la genética animal
6. Cooperar con otras organizaciones que tengan objetivos similares

## 2.4- Implementación

Para la réplica de este modelo de producción en otras cuencas en Argentina, los equipos se encuentran vinculados con desarrollos incipientes en Chilecito (La Rioja) y Perico (Jujuy), como así también centros de producción en Santa María (Catamarca) con el fin de compartir las experiencias, colaborar en las implementaciones e incluir estas cuencas en el proyecto de innovación social propuesto.

Por otro lado, a nivel latinoamericano, se trabaja en llevar este proyecto de innovación social a Chile y Brasil. En estos países se generaron vinculaciones públicas y privadas con muy buena recepción y alto potencial de integración.

## Referencias Bibliográficas

- [1] [https://www.siceurope.eu/learning-portal/experimental-hubs/how-set-process-social-innovation#:~:text=A%20social%20innovation%20process%20consists,\)and%20ends%20\(solution\).](https://www.siceurope.eu/learning-portal/experimental-hubs/how-set-process-social-innovation#:~:text=A%20social%20innovation%20process%20consists,)and%20ends%20(solution).)
- [2]. <https://cordis.europa.eu/article/id/151196-social-innovation-for-social-change/es>
- [3]. Kaletka, C./ Eckhardt, J./ Krüger, D. (2018): Theoretical Framework and Tools for Understanding Co-Creation in Contexts. SISCODE Deliverable 1.3.

# Estimación de la condición corporal y del peso en burros

*Luis Losinno*

Profesor Titular, Cátedras de Producción Equina I y II, Dpto. de Producción Animal. Director, Laboratorio de Producción Equina y Biotecnología Animal, INCIVET-CONICET, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto; CARD Solutions, Río Cuarto.

## Condición corporal

La estimación y categorización (*scoring*) de la condición corporal en burros es muy importante, en especial en sistemas de producción, aun cuando se implementen pesajes regulares (idealmente mensuales) con balanzas digitales dado que tanto la disminución como el incremento desmedido de peso pueden ser indicadores muy sensibles y precoces de pérdida del estado de salud y por consiguiente del estado de bienestar, de vida y de productividad. Además, el peso en sí mismo no es un indicador muy específico dado que depende del estado de llenado del tracto digestivo con alimento, de la hidratación y del estado de preñez, la raza o biotipo, la edad, época del año, entre otros factores.

Si bien el *scoring* es un método subjetivo, es conceptualmente simple, rápido, barato y con práctica se puede desarrollar un buen nivel de predicción y repetibilidad en las estimaciones.

Los sistemas desarrollados para caballos (el de Henneke, por ejemplo) no deben ser utilizados en burros debido a las diferencias especie-específicas en conformación, masa muscular y depósitos de tejido adiposo. Los burros tienen un tipo conformacional angular y de abdomen pendular debido al gran desarrollo del colon y ciego (áreas fermentadoras de la fibra dietaria), grasa abdominal y musculatura abdominal relajada (mucho más evidente en animales sedentarios y viejos). También tienen la piel más gruesa y pelos más largos que los caballos en general y durante más tiempo en el año.

Los burros frecuentemente desarrollan depósitos de grasa en el borde superior del cuello (*cresty-neck*) que suele caer hacia alguno de los laterales y persistir aunque disminuya la condición corporal. También son frecuentes en la grupa, en lateral del tórax y en el abdomen (mayores de 8 cm, pero pueden llegar a 14 cm en animales obesos). Si estos depósitos persisten en el tiempo pueden llegar a calcificarse y tornarse muy duros y nunca más desaparecen. Deben ignorarse en la categorización del score corporal.

Existen al menos dos sistemas de scoring específicos para burros. Uno (posiblemente el más utilizado) es el propuesto por *The Donkey Sanctuary* (Svendsen, 1997) en 5 grados y el otro por Pearson y Ouassat (2000) en 9 grados. Se describen a continuación los dos sistemas con comentarios sobre sus ventajas y desventajas particulares.

### **Sistema de Pearson & Ouassat**

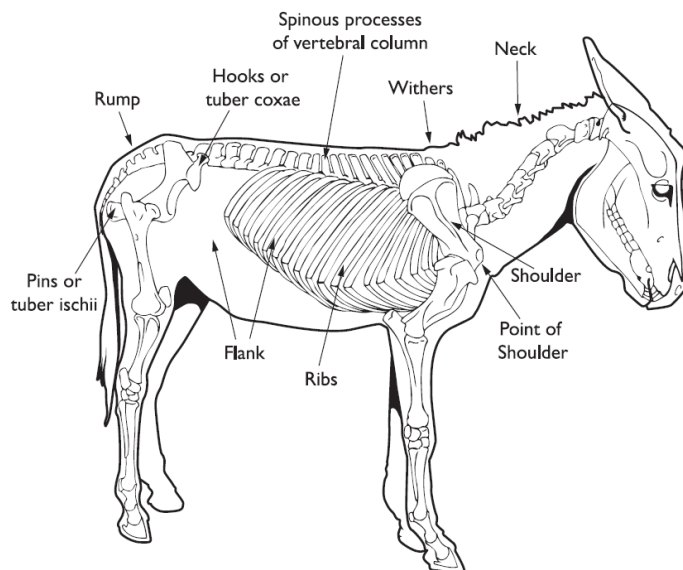
este sistema utiliza conceptualmente el método desarrollado originalmente en África para ganado bovino tipo cebú [*Bos indicus*] (Nicholson, 1985) y también para equinos (Henneke, 1984) en 9 puntos que pueden distinguirse claramente evitando utilizar medios puntos entre ellos. Fue desarrollado en un estudio con más de 500 animales adultos de más de 4 años de edad, de áreas templadas (Escocia) y tropicales (Marruecos) con diferentes razas y biotipos.

Se definen 3 categorías principales (FLACO [1 a 3]; GORDO [7 a 9]; MEDIO [4 a 6]), cada una con 3 subdivisiones. Las unidades de 3 funcionan bien cuando se trata de escalas subjetivas y que además deben ser explicadas a otras personas sin instrucción técnica, bajo el concepto de: “una unidad a cada extremo y una en el medio de ambas” lo que facilita las decisiones y categorización.

Es importante poder observar al animal en estación (parado), solo y quieto, que permita una visión clara de todo el cuerpo desde adelante, atrás y los costados.

La primera pregunta es si alguna de las categorías extremas (flaco-gordo) es OBVIA al observar la estructura, el cuerpo, la figura (*frame*) bien delineada (flaco) o para nada delineada (gordo), o si por el contrario, parece balanceado (medio).

Luego de establecer en cuál de las áreas principales se encuentra, hay que examinar al animal más exhaustivamente en las subregiones específicas: el cuello, espalda, lomo, costillar, flancos y grupa (figura 1). No todos los burros depositan grasa en las mismas áreas por lo que cada una debe analizarse por separado y promediar el score.



**Figura 1.** Puntos y subregiones para observar y analizar en la determinación del score de Pearson y Oussat.

#### Descripción de las categorías en la escala de Pearson y Oussat

**MUY FLACO (Emaciado)** Animal marcadamente emaciado; se ve la estructura ósea en todo el cuerpo; muy poca masa muscular; débil, letárgico.

**FLACO** Se ven los procesos espinosos individualmente, las costillas, la tuberosidad coxal, la tuberosidad isquiática, la espina de la escápula prominente y definida; algún (poco) desarrollo muscular; cuello flaco; cruz prominente; espalda angular.

**LEVEMENTE FLACO** Columna vertebral prominente y se pueden sentir los procesos espinosos individuales; poca grasa; músculo supraespinoso aparente por sobre la espina de la escápula; costillas, tuberosidad isquiática y coxal prominentes; lomo y grupa cóncavos; poco músculo o grasa cubriendo la cruz y la espalda.

**MODERADO (-)** Columna vertebral visible: la tuberosidad isquiática puede sentirse pero no es visible; la tuberosidad coxal es redondeada pero no visible; la grupa es más plana que cón-

cava; las costillas pueden sentirse pero no son obvias; cruz, espalda y hombros con músculos visibles y algo de grasa superficial; articulaciones del hombro poco definidas.

**MODERADO**

Músculo supraespinoso desarrollado y claramente aparente; puede sentirse la columna vertebral; tuberosidad coxal redondeada; grupa redondeada y convexa; tuberosidad isquiática no visible; algo de grasa puede sentirse en el hombro y en la base del cuello; pueden sentirse las costillas pero no son visibles.

**MODERADO (+)**

No pueden sentirse fácilmente los procesos espinosos; dorso plano y bien cubierto; grupa convexa y bien musculada; algo de grasa puede sentirse en el cuello, en la base y en la espalda; buena inserción del cuello en la espalda; tuberosidad coxal solo visible.

**GORDO (-)**

No se pueden sentir los procesos espinosos; tuberosidad coxal solo visible; grasa en el cuello y espalda comenzando a expandirse hacia las costillas; flancos rellenos; cuello relleno y firme.

**GORDO (+)**

Animal cubierto y redondeado por grasa, con huesos no discernibles; dorso amplio.

**OBESO**

Huesos cubiertos de grasa; dorso amplio y con cresta grasa; grandes acúmulos de grasa en el cuello, hombros y costillar.

**NOTAS**

En scores 1-3 la estructura corporal (*frame*) es obvia

En scores 4-6 hay un balance entre estructura y cobertura corporal

En scores 7-9 la estructura no es tan obvia como la cobertura

La deposición de grasa en el cuerpo varía mucho individualmente por lo que el análisis de las subregiones como el cuello, espalda, costillas, grupa y flancos deben ser evaluadas de manera sistemática y hacer un promedio de los valores estimados.

## Referencias bibliográficas

Pearson RA; Ouassat M. 1996. Estimation of the live weight and body condition of working donkeys in Morocco, *The Veterinary Record* 138, 229-233.

Pearson RA; Ouassat M. 2000. *A Guide to Body Condition Scoring and Live Weight Estimation of Donkeys*. Centre for Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh, ISBN 0-907146-11-2. Published by The University of Edinburgh, Centre for Tropical Veterinary Medicine, Easter Bush, Roslin, Midlothian, EH25 9RG, Scotland).

Nicholson, M.J. and Butterworth, M.H. 1985. *A guide to condition scoring of zebu cattle*.

International Livestock Centre for Africa, P.O. Box 5689, Addis Abeba, Ethiopia.

Henneke, DR; Potter, GD; Kreider, JL; Yeates, BF. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Veterinary Journal*. 15 (4): 371-2

Svendsen, E.D. 1997. *The Professional Handbook of the Donkey*. 3rd Edition, Whittet Books,Ltd, London.

## **Sistema The Donkey Sanctuary**

Este sistema utiliza una escala de 5 puntos o score corporal:

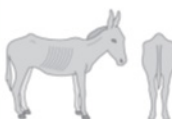
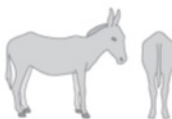
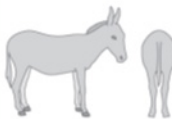
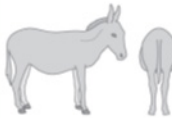
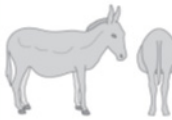
1. Pobre
2. Moderado
3. Ideal
4. Gordo
5. Obeso

y 5 puntos fijos y definidos para la estimación visual y manual

1. Cuello y espalda
2. Cruz
3. Costillar
4. Dorso y lomo
5. Grupa y cuarto trasero



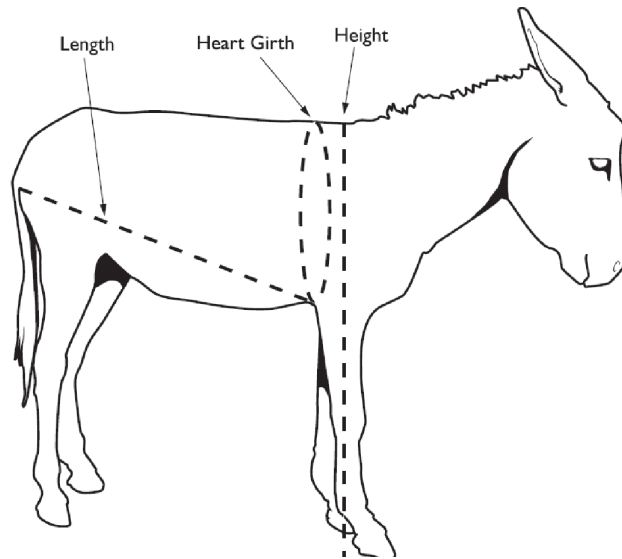
**Figura 2.** Escala de 5 puntos para la estimación del score corporal en burros según The Donkey Sanctuary.

C/S		Neck and shoulders	Withers	Ribs and belly	Back and loins	Hindquarters
1. Poor		Neck thin, all bones easily felt. Neck meets shoulder abruptly, shoulder bones felt easily, angular.	Dorsal spine of withers prominent and easily felt.	Ribs can be seen from a distance and felt with ease. Belly tucked up.	Backbone prominent, can feel dorsal and transverse processes easily.	Hip bones visible and felt easily (hock and pin bones). Little muscle cover. May be cavity under tail.
2. Moderate		Some muscle development overlying bones. Slight step where neck meets shoulders.	Some cover over dorsal withers, spinous processes felt but not prominent.	Ribs not visible but can be felt with ease.	Dorsal and transverse processes felt with light pressure. Poor muscle development either side midline.	Poor muscle cover on hindquarters, hip bones felt with ease.
3. Ideal		Good muscle development, bones felt under light cover of muscle/fat. Neck flows smoothly into shoulder, which is rounded.	Good cover of muscle/fat over dorsal spinous processes, withers flow smoothly into back.	Ribs just covered by light layer of fat/muscle, ribs can be felt with light pressure. Belly firm with good muscle tone and flattish outline.	Cannot feel individual spinous or transverse processes. Muscle development either side of midline is good.	Good muscle cover in hindquarters, hip bones rounded in appearance, can be felt with light pressure.
4. Fat (show condition ?)		Neck thick, crest hard, shoulder covered in even fat layer.	Withers broad, bones felt with firm pressure.	Ribs dorsally only felt with firm pressure, ventral ribs may be felt more easily. Belly overdeveloped.	Can only feel dorsal and transverse processes with firm pressure. Slight crease along midline.	Hindquarters rounded, bones felt only with firm pressure. Fat deposits evenly placed.
5. Obese		Neck thick, crest bulging with fat and may fall to one side. Shoulder rounded and bulging with fat.	Withers broad, unable to feel bones.	Large, often uneven fat deposits covering dorsal and possibly ventral aspect of ribs. Ribs not palpable. Belly pendulous in depth and width.	Back broad, unable to feel spinous or transverse processes. Deep crease along midline bulging fat either side.	Cannot feel hip bones, fat may overhang either side of tail head, fat often uneven and bulging.

## ESTIMACIÓN DEL PESO DE BURROS

### Pearson y Ouassat

Pearson & Ouassat (2000) desarrollaron una fórmula para calcular el peso vivo basados en mediciones morfométricas de burros adultos, con score corporal entre 2 y 6 y alzadas entre 90 y 120 cm, es decir aplica solo para estas categorías y rangos. Para animales de mayor alzada y/o score corporal >7 se recomienda utilizar la fórmula del *Donkey International Protection Trust* (Svedsen, 1997)



**Figura 3.** Medidas morfométricas para la estimación del peso corporal en burros (expresadas en cm). Length: largo; Heart girth: circunferencia torácica; Height: alzada o altura). (Según Pearson y Ouassat, 2000).

**a. Utilizando DOS medidas morfométricas**

- **Circunferencia torácica (*Girth- Heart girth*)**

Medida alrededor del tórax inmediatamente detrás del codo (en cm)

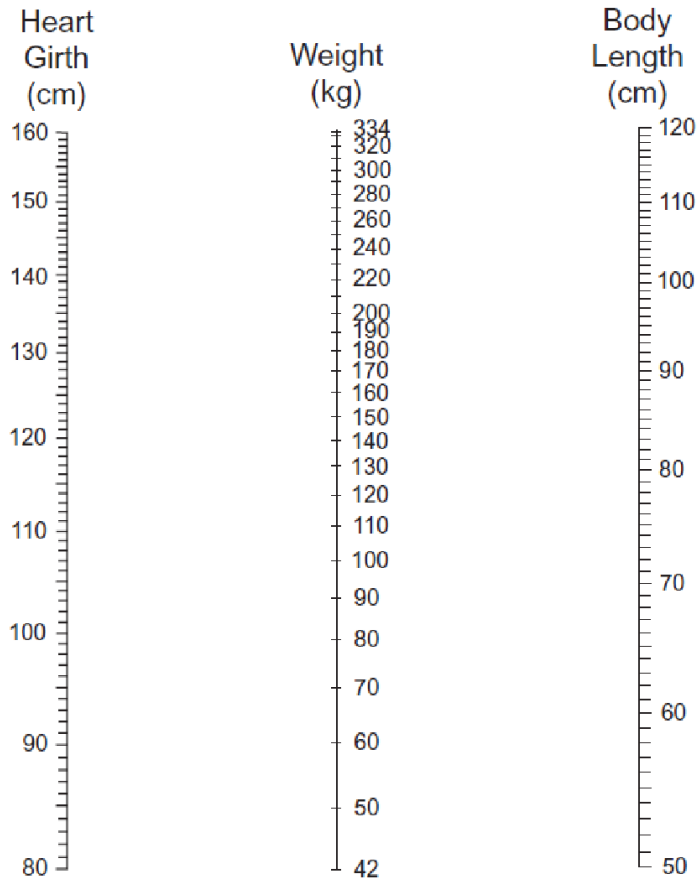
- **Largo (*Length*)**

Medida desde la tuberidad isquiática hasta el codo. Es más fácil de medir y más repetible que la que se toma hasta el encuentro (hombro)

Luego de obtenidas las medidas en cm, se utiliza el nomograma adjunto para calcular el peso. Utilizando una regla, se unen los puntos de las medidas de la circunferencia torácica y del largo y se registra el valor que se cruza en la columna del PESO

Para el cálculo a través de la fórmula, se utiliza la siguiente:

$$\text{Peso vivo (kg)} = [\text{circunferencia torácica}^{12.12} \times \text{largo}^{10.688}] / 3801$$



**Figura 4.** Nomograma de Pearson y Ouassat (2000) para cálculo de peso vivo en burros. Se deben unir los valores obtenidos en el animal de Heart Girth (circunferencia torácica) con los de Body Length (largo del cuerpo) y donde esta línea cruce la columna de valores de Weight (peso), corresponde al peso estimado del animal medido.

#### **b. Utilizando UNA medida morfométrica**

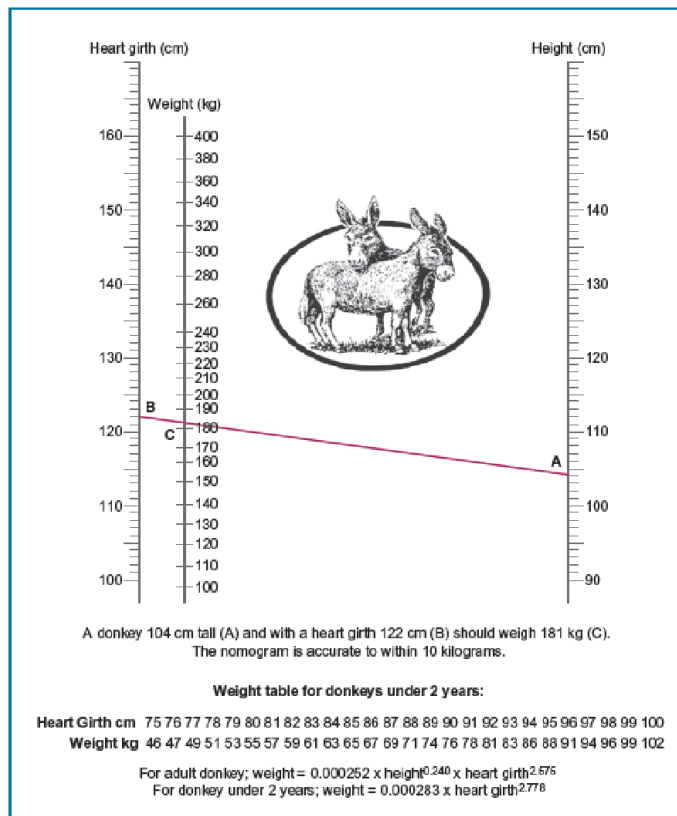
El peso vivo puede ser estimado utilizando solo una medida en casos en que los animales sean indóciles o no se puedan mantener quietos para las dos medidas, pero la agudeza de la estimación es menor que con el nomograma.

Para este método se utiliza solo la circunferencia torácica y la siguiente fórmula:

$$\text{Peso vivo (kg)} = \text{Circunferencia torácica}^{2.65} / 2188$$

## 2. The Donkey Sanctuary

El nomograma desarrollado por Svendsen (1997) para burros adultos, mayores de 2 años tiene una agudeza estimada en un rango de 10 kg. Por ejemplo, en la tabla adjunta para un burro de 104 cm de alzada y alzada de 122 cm, su peso estimado es de 181 kg.



**Figura 5.** Nomograma para la estimación de peso de burros adultos según The Donkey Sanctuary

Para burros menores de 2 años se utiliza la siguiente tabla

<b>Heart Girth cm</b>	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
<b>Weight kg</b>	46	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	74	76	78	81	83	86	88	91	94	96	99	102

La fórmula para burros adultos es

$$\text{Peso vivo} = 0.000252 \times \text{alzada}^{0.240} \times \text{circunferencia torácica}^{2.676}$$

y para burros menores de 2 años es

$$\text{Peso vivo} = 0.000283 \times \text{circunferencia torácica}^{2.778}$$

Para burros con score corporal >7 (gordos-obesos) la fórmula de cálculo según Svendsen (1997) es la siguiente:

$$\text{Peso vivo (kg)} = \text{circunferencia torácica}^{2.575} \times \text{alzada}^{0.240} / 3968$$

## Notas

- Cuando se tomen medidas morfométricas debe asegurarse que los animales que queden quietos, bien parados, con los 4 miembros en estación y no en descanso, sobre un terreno plano y en lo posible nivelado, con espacio alrededor para poder manejarse y evaluar bien las subregiones corporales y los puntos de medidas.
- Asegurarse de tener una cinta métrica correcta. Si es semirrígida (metálica) a veces es conveniente tomar los registros con una cinta y luego medirlos con la cinta ya fuera del animal.
- Tomar siempre las medidas con la misma cinta, en el mismo lugar y si es posible por el mismo operario. Idealmente, para disminuir el error operacional conviene tomar 2-3 veces la misma medida y promediar el valor final.

# Aspectos básicos de la nutrición y alimentación de burros

*Luis Losinno*

Profesor Titular, Cátedras de Producción Equina I y II, Dpto. de Producción Animal. Director, Laboratorio de Producción Equina y Biotecnología Animal, INCI-VET-CONICET, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto; CARD Solutions, Río Cuarto.

## Comportamiento alimentario y fisiología digestiva

- El tiempo para alcanzar la madurez en burros es de 2-3 años.
- En condiciones FERALES (asilvestrados) los burros utilizan casi todas las horas de luz (y parte de la noche), 14-16 hs/día, forrajeando y caminando (20-30 km/día).
- Son altamente selectivos y cuando pueden hacerlo dedican mucho tiempo a elegir gramíneas y plantas lignificadas, pero también pueden consumir ramas y cortezas de árboles o arbustos, por lo que, en general, tardan más tiempo en masticar que los caballos (lo que genera una mayor cantidad de saliva y mejor lubricación y digestibilidad).
- Los burros consumen plantas con mayor cantidad de taninos (más amargas) que otras especies domésticas, incluidos caballos y los rumiantes (que no las comen)
- Los burros son más eficientes para digerir forrajes fibrosos que los caballos por lo que requieren menos cantidad diaria (en kg de materia seca) que ponys del mismo peso, lo que representa un desafío para alimentarlos en base a sus pautas naturales (forrajeando la mayor parte del día) evitando la obesidad y las consecuentes patologías relacionadas con la sobrealimentación.
- Los burros tienen una mayor tasa de retención del alimento en el tracto digestivo que los caballos (40 vs 30 hs respectivamente).
- Cuando se alimentan burros en condiciones artificiales (domésticas) debe considerarse que son animales muy gregarios con una fuerte relación entre el grupo y muchos de ellos no toleran la separación y se niegan a comer en esas condiciones.
- Otra conducta típica e importante (especialmente en el caso anterior) es la de la “falsa comida” (*sham eating*), es decir mastican y parece que comen pero NO lo hacen y esto suele ser un signo inequívoco de algún problema o enfermedad (por ejemplo hiperlipemia) o deshidratación severa (más de 20%).

- Comen bien en grupo y pueden tolerar la presencia de otros animales domésticos como caballos. Los dominantes pueden agredir (*bully*) a los más sumisos, especialmente si el espacio físico es reducido.
- Hay que tener mucho cuidado cuando se alimentan en un espacio común debido a que los burros en general son agredidos (*bulling*) por otros animales como caballos, mulas por competencia con el forraje, por lo que hay que tratar de evitarlo o al menos poner aparte forraje de baja calidad, que atrae al burro pero no a los otros animales y no compiten.
- Los burros adultos en mantenimiento requieren una dieta de heno de gramíneas o pasturas de moderada calidad y acceso *ad libitum* a paja de cebada, centeno o triticale como para cubrir las necesidades de vitaminas y minerales, además de libre acceso a agua de calidad.
- No hay que complicarse con los ajustes extremos para equilibrar dietas aparentemente desbalanceadas. La mayoría de los complementos dietarios o henos de leguminosas son muy ricos en energía y aún pequeñas cantidades pueden exceder los requerimientos de mantenimiento. La mayoría de los estudios indican que las pasturas de climas templados pueden generar problemas de sobrealimentación más que de subalimentación. Se recomienda pesar y categorizar por score corporal regularmente a los animales.
- Los burros son muy susceptibles a padecer laminitis, úlceras gástricas, enfermedad de hígado graso e hiperlipemia, es decir todas patologías relacionadas con la malnutrición
- Los cereales y/o suplementos basados en melaza deberían estar estrictamente prohibidos para los burros en mantenimiento debido al incremento de los factores de riesgo de úlceras gástricas, cólico, laminitis e hiperlipemia.
- Los burros incrementan su eficiencia digestiva de la materia seca, energía, fibra y proteínas en comparación con los caballos debido a su mayor retención de los residuos fibrosos de la dieta en el tracto intestinal; la mayor producción de ácidos grasos volátiles por kg de MS en el intestino grueso y el reciclado de la urea.
- También pueden utilizar al máximo la capacidad de llenado y retención del intestino grueso y ciego lo que da la imagen de “panza llena” por lo que para el score corporal hay que utilizar las escalas específicas para burros y evitar sobreestimaciones.
- Cada kg de materia seca de heno debería ser masticado unas 2000 veces (variando entre 2500 si es paja a 1500 si es concentrado) para una óptima digestión. Para esto es IMPRESCINDIBLE una sanidad dental verificada (aumenta la eficiencia digestiva y prolonga la vida media de los animales) por lo que se recomienda hacerla una vez al año de RUTINA (se ha reportado una incidencia de problemas dentales de hasta 62% en burros adultos)

## Requerimientos nutricionales de los burros

- NUNCA deben calcularse sus requerimientos nutricionales adaptando los valores de caballos o ponys del mismo peso vivo.
- Uno de los mayores peligros en la alimentación de burros es la SOBREALIMENTACIÓN que puede llevar rápidamente a la obesidad, hiperlipemia y síndrome metabólico, todas patologías que pueden comprometer seriamente la productividad y la vida de los animales.
- El CONSUMO voluntario promedio en burros adultos debe calcularse (para heños y pastos fibrosos *ad libitum*) como el 1.5% de su peso vivo/día

## AGUA

- Los burros toleran una pérdida de agua de hasta el 30% de su peso vivo y pueden rehidratarse rápidamente (25-30 lts en 3-5 minutos) como los camellos sin que esto les genere problemas (como si a los caballos, por ejemplo).
- Burros adultos en mantenimiento beben 5-10% de su peso vivo (entre 10 y 20 litros de agua por día mínimo) aumentando significativamente en meses de verano y en lactación o trabajo intenso (hasta 35 lts/día)
- Idealmente los niveles de sales solubles en el agua de bebida no deberían superar los 3000 ppm y se considera inadecuada sobre 7000 ppm

Guía para provisión de agua a burros (Martin-Rosset, 2018)

Dieta (solo forraje)	Litros/100 kpv
MANTENIMIENTO	
Gramíneas <i>ad libitum</i>	4.5-5.5
Gramíneas restringida (70%)	3.5-4.5
Paja <i>ad libitum</i>	3.0-4.5
Paja restringida	2.5-5.5
Mixta (paja + concentrado) restringida	7.5-11.5
TRABAJO	
Leve	10.0-11.0
Moderado	11.5-13.0
Intenso	12.5-13.5



## ENERGÍA

- Las dietas deberían contener como máximo un nivel de carbohidratos no estructurales de 10% de materia seca.
- Los requerimientos de Energía Digestible (ED) son el 55 y 75% (para verano e invierno, respectivamente) que los de ponys del mismo peso
- Cálculo de requerimientos de ED en Mcal/día (Pearson, NRC 1989)
  - $ED \text{ (Mcal/día)} = (0.975 + 0.021 \times \text{Peso vivo en kg})$
  - $ED \text{ (Mcal/día)} = (0.975 + 0.021 \times 200) = 5.17$
- Cálculo genérico de ED
  - Entre 5 y 6 MCal ED/día. (Aproximadamente 75% de los requerimientos de un caballo ajustado al peso)
- Los requerimientos de ENERGÍA para MANTENIMIENTO varían entre 0.019 Mcal/kpv (verano) y 0.021 Mcal/kpv (invierno) que para un burro promedio de 200 kg de peso son entre 3.8 y 4.0 Mcal por día (para un CABALLO del mismo peso serían 7.4 Mcal/día).
- Para la mayor parte del año, para burros adultos en MANTENIMIENTO es suficiente con una ración que contenga 70-75% de paja de centeno (o cebada/trigo/triticale) y 25-30% de heno de gramíneas de moderada calidad.
- Para el invierno puede incrementarse de 50-75% la proporción de heno o pastura verde y disminuir a 25-50 el heno de centeno.
- Los burros seleccionan el heno antes que la paja. Debe seleccionarse henos/paja con poco grano para limitar la ingesta de almidón
- Los burros necesitan menos energía por metro caminado que ponys debido a la mayor proporción de fibras energéticas tipo “*endurance*” (resistencia) en sus músculos, que utilizan más eficientemente la energía metabólica y tienen más resistencia a la fatiga que las fibras musculares tipo “*sprint*” (veloces).
- La microbiota intestinal de los burros está compuesta en su mayoría por microorganismos que digieren (fermentan) fibra para producir ácidos grasos volátiles (su principal fuente de energía metabólica) y son MUY sensibles a los cambios de pH del ciego producido al fermentar almidón proveniente de un exceso dietario, básicamente de granos o concentrados.
- Basados en información proveniente de caballos y ponys y a fines prácticos es posible recomendar para burras **preñadas** un incremento de ED de 11% sobre mantenimiento en el mes 9; 13% en el mes 10 y 20% en el último mes de gestación.
- Como en todos los équidos, todo cambio de dieta debe ser GRADUAL y lleva entre 4 y 5 semanas equilibrar la nueva microbiota y mecanismos enzimáticos a la digestión.
- Es esperable en las burras **LACTANTES** un disminución de 0.5/1 punto en su

score corporal de escala 1-5 en los primeros dos meses de lactancia aun con suplementación extra, por lo que hay que contemplar esta situación en el último tercio de preñez para que el SC nunca sea inferior a 3 y hasta podría ser recomendable que esté en 3.5 durante este periodo.

- En caso de ser necesaria una suplementación por mayores requerimientos de energía (por ejemplo lactación) se pueden utilizar con precaución fuentes como henos de alfalfa, concentrados, aceite, cereales en bajas cantidades (no más de 10-15% de la dieta; 0,5-1kg por día máximo) y al menos en 3 tomas diarias.

Tabla de requerimientos energéticos y consumo de mantenimiento en burros adultos (NRC, 2007)

Peso	ED (Mcal/día)	Consumo MS (kg/día)
150	2.8-3.3	2.3
175	3.3-4.0	2.6
200	3.8-4.5	3
225	4.2-5.2	3.4
250	4.7-5.7	3.8

## PROTEÍNAS

- Debido a las particulares características del reciclado de la urea en burros y su extrema adaptabilidad evolutiva a vivir en zonas de baja calidad forrajera, como regla general práctica se estima que si los requerimientos de ENERGÍA se hallan cubiertos, también lo serán los de proteínas.
- Los burros reabsorben el 80 y 50 % de la urea filtrada por los riñones cuando comen paja o heno de alfalfa respectivamente.
- Los requerimientos de PB varían entre 4 y 7.5%
- Se ha estimado que en general las demandas proteicas se encuentran en el orden de 40g de PB cada 100 kpv/día. En la práctica esto puede ser provisto por una dieta de heno y paja *ad libitum*.
- Durante el último trimestre de preñez, los requerimientos proteicos serán 32% superiores a mantenimiento

## MINERALES

- Debe cuidarse el exceso dietario de Fósforo debido a su interferencia en la absorción de calcio y el consecuente desarrollo de hiperparatiroidismo nutricional secundario (descrito en burros y caballos) como consecuencia por ejemplo del exceso de salvado de cereales y de pastoreo de gramíneas megatérmicas de las especies *Panicum*, *Digitaria*, *Setaria*, *Pennisetum* y *Cenchrus* con altas concentraciones de oxalatos que interfieren también la absorción de calcio.
- Durante el último trimestre de preñez los requerimientos de C y P se duplicarán sobre mantenimiento.

Mineral (gr/100kpv)	Mantenimiento	Preñez (último tercio)	Lactación (primer mes)	Crecimiento
Calcio	4	7	12	8
Fósforo	3	5	8	4
Magnesio	1.5	1.5	2.3	1
Potasio	5	5.2	9.6	2.9
Sodio	2	2.2	2.6	1.1

- Debido a que los burros sudan significativamente menos que los caballos y por lo tanto eliminan menos agua y electrolitos debe cuidarse de proveerles sal dietaria como suele hacerse empírica y anecdóticamente en animales.
- Niveles de 0.5-1.0% de la dieta son suficientes para cubrir los requerimientos inclusive en animales en trabajo y bajo altas temperaturas.

## Resumen conceptual

- Menores requerimientos que un pony del mismo peso
- Menores requerimientos de agua que los caballos-Mayor resistencia a la deshidratación
- Mayor capacidad de reciclar la urea y disminuir los requerimientos dietarios de proteínas
- Mayor capacidad de digestibilidad de dietas altas en fibras lignificadas (plantas maduras) que ponys y caballos
- Mayor capacidad celulítica de la microbiota intestinal (15% más que en ponys)
- Mayor producción de ácidos grasos volátiles a partir de la fibra dietaria
- Menor consumo (en KgMS/día) que un pony del mismo peso (1.75 y 2.25 % PV)
- Metabolismo basal 20% menor que un caballo del mismo peso

- Puede consumir una dieta de paja de trigo (3% PB) por largos periodos de tiempo manteniendo el peso. Su capacidad de reciclar la urea es muy similar a la de los rumiantes.
- Altísima capacidad de adaptación al calor y a la deshidratación (más de 40 h sin beber agua) y altísima capacidad de rehidratación rápida (minutos)
- El menor requerimiento de agua por unidad de peso de los animales domésticos, excluyendo el camello
- Debe vigilarse expresamente el apetito de las burras preñadas y en lactancia dado que presentan un riesgo alto de desarrollar hiperlipemia y la anorexia es un signo clínico asociado.

### Ejemplos de dietas prácticas para burros (NRC, 2007)

Estado	Peso (kg)	Consumo (kg MS)	Forraje pobre* (kgMS)	Forraje bueno** (kgMS)	Concentrado (kg)
Mantenimiento	200	5	4.5		0.5
Mantenimiento	200	5		5.0	
Lactación	200	4	1.2		2.8
Lactación	200	4		1.6	2.4

\*Forraje pobre (baja calidad): heno de *Bromus maduro*: 1.7Mcal/kgMS; 6%PB

\*\*Forraje bueno (alta calidad) : heno de *Thimoty*: 2.1 Mcal/kgMS; 11%PB

Calidad forraje	Peso (kg)	Consumo (kg MS)*	ED **(Mcal/día)	Proteínas*** (gr)	Calcio (gr)	Fosforo (gr)
Bueno	200	5	10.3	540	25	14
Pobre	200	5	9.4	336	15	12

\*Bueno: 100% forraje; Pobre: 90% forraje + 10% concentrado

\*\*Sobreestimadas, en promedio 5 Mcal/día para mantenimiento

\*\*\*Sobreestimadas, en promedio 250gr /día para mantenimiento

Ejemplo de ración de mantenimiento para burros adultos de 200 kpv con un consumo de 1.3 % PV en MS que proveen 19 MJ de ED basados en una dieta de 75% de paja de centeno y 25% de forraje de baja calidad (Smith & Burden, 2015)

Ración diaria	Kg	Consumo MS (kg/día)	Proteína Bruta (gr)	Energía Digestible (Mcal/día)	Ca	P
Forraje	3	2.6	167	4.56	11	4
Total ración por día	3	2.6	167	4.56	11	4
Total ración (Kg MS/día)			65	1.76	4	2

### Guía práctica para alimentación de burros (Martin-Rosset, 2018)

Consumo (burros consumiendo forrajes para mantenimiento ad libitum, en kgMS/100kpv)

Heno de gramíneas	1.8-2.5
Heno de alfalfa	2.1-2.7
Heno mezcla	2.0-2.3
Paja de cereales	0.6-2.0 (cebada<trigo<avena)
Rastrojo de mijo	2.1

Consumo	Forraje (%)	Concentrado (%)	Total (kg MS/100kpv)
Mantenimiento			
Forraje pobre	90-95	5-10	2.0-2.5
Forraje bueno	100	Suppl Vit-Min	2.0-2.5
Trabajo			
Forraje pobre	65-75	25-35	2.0-2.5
Forraje bueno	80-85	15-20	2.0-2.5

## Referencias bibliográficas

Smith DG; Burden FA. Practical donkey and mule nutrition. En Geor R; Coenen M; Harris P (Eds) Equine applied and clinical nutrition. Philadelphia, Saunders; Ch 16 (304-316), 2013

McLean AK; Navas Gonzalez FJ; Canisso I. Donkey and mule behavior. Veterinary Clinics of North America-Equine- 35 (575-588), 2019

Burden FA; Bell N. Donkey nutrition and Malnutrition. Veterinary Clinics of North America-Equine- 35 (1-11), 2019

National Research Council of the National Academies (NRC)-Animal Nutrition Series- Nutrient requirements of horses. Sixth Revised Edition, 2007

The Donkey Sanctuary. Donkey care handbook. Fourth edition, 2015

Pearson RA. Nutrition and feeding of donkeys. En: Matthews N. and Taylor T. Veterinary Care of Donkeys, 2005

Burden FA; Thiemann A. Donkeys are different. J Equine Vet Sci 35 (376-82), 2015

Martin-Rosset W. Donkey nutrition and feeding: nutrient requirements and recommended allowances-a review and prospect. J Equine Vet Sci 65 (75-85), 2018

# PRODUCCIÓN DE BURROS 1

Primeras Jornadas Argentinas de Producción de Burros

Con el apoyo de:



Facultad de Agronomía y Veterinaria  
Universidad Nacional de Río Cuarto

