



Relevamiento de sistemas estabulados de producción de leche del centro y sudeste de la provincia de Córdoba

Ejercicio productivo 2018

Instituciones participantes:

Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas de la Universidad Nacional de Villa María (UNVM) e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) EEA Manfredi, AERs Villa María y Ucache.

Equipo de trabajo y colaboradores:

- Frossasco, Georgina Paola – UNVM e INTA EEA Manfredi
- Echeverría, Analía – INTA EEA Manfredi
- Monge, Juan Leandro – UNVM
- Moretto, Mónica Laura – INTA AER Villa María
- Dequino, Sergio Osvaldo - INTA AER Villa María
- Barrenechea, Ángel Antonio – UNVM
- Rampone, Alberto Oscar José – UNVM
- Fiorito, Pablo Alejandro - UNVM
- Martínez Ferrer, Jorge - INTA EEA Manfredi
- Sosa, Nicolás – INTA EEA Manfredi
- Mathier, Diego Fernando - INTA EEA Manfredi
- Bragachini, Marcos Ariel - INTA EEA Manfredi
- Barrenechea, María Victoria - UNVM
- Alberto Eduardo Guendulain – INTA AER Ucache

Alumnos y egresados de la UNVM

- Ocampo, Serena Ayelén
- Marchini, Marcos
- Sánchez, Nadia
- Del Pilar Martínez, Sofía
- Velo, Virginia Sol

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los avances tecnológicos y otros factores de origen climático y/o económico han determinado cambios en las estrategias productivas de los sistemas lecheros de nuestro país (Gastaldi *et al.*, 2015). Los cuales tienden cada vez más a la intensificación con encierres temporales o permanentes de diferentes categorías del rodeo (Centeno, 2013; Comerón *et al.*, 2016). Esta reestructuración muchas veces resulta improvisada mientras que en otros casos se siguen recomendaciones para modelos productivos del extranjero, debido a la escasa información disponible a nivel nacional y regional sobre el adecuado manejo de estos tipos de sistemas.

En la provincia de Córdoba, se ha incrementado el número de tambos semiconfinados y confinados, representando el 26,8 y 18,2% respectivamente (OCLA, 2019). Esta tendencia se observa también en la Cuenca Lechera Central de la Provincia de Córdoba (Cuadro 1; MAGyA Córdoba, 2018).

Del total de los tambos de la provincia, a finales del año 2019, 36 establecimientos se encontraban en proceso de construcción o tenían estabuladas sus vacas en ordeño en sistemas Free Stall o Compost Bedded Pack (TodoAgro, 2019). En estos tipos de sistemas, la adecuada planificación y diseño de las instalaciones de alojamiento resulta clave, ya que impactan de manera directa sobre el bienestar de las vacas y consecuentemente, en la producción y sanidad de los rodeos (Temple *et al.*, 2013).

Ante este contexto, surge la necesidad de relevar y caracterizar los sistemas de producción estabulados de la provincia de Córdoba, generando información regional que facilite la toma de decisiones de los diferentes actores de la cadena.

Cuadro1. Sistemas de producción de leche de la Cuenca Lechera de la Provincia de Córdoba (MAGyA Córdoba, 2018)

Departamentos	Sistemas Confinado	Sistemas Semiconfinado	Sistemas Pastoril
General San Martín	58 tambos (14,8%)	103 tambos (26,3%)	230 tambos (58,6%)
Tercero Arriba	30 tambos (28,5%)	21 tambos (20%)	59 tambos (51%)
Río Segundo	10 tambos (14,5%)	22 tambos (36,7%)	28 tambos (46,6%)
Unión	30 tambos (14,5%)	51 tambos (24,6%)	126 tambos (60,8%)
TOTAL	128 tambos (16,7%)	197 tambos (25,6%)	443 tambos (57,7%)

OBJETIVOS

- Caracterizar y analizar las prácticas de manejo de los tambos estabulados (TE) del centro y sudeste de la provincia de Córdoba.
- Comparar los principales indicadores de los TE con valores de referencia de bibliografía.
- Evaluar la evolución de los sistemas confinados en los últimos 10 años, comparando los resultados del presente relevamiento con el realizado en el año 2008-2009 (Proyecto de investigación del I.A.P. de Ciencias Básicas y Aplicada “Caracterización de sistemas de producción de leche bovina en confinamiento de la Provincia de Córdoba”).

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el año 2019, se relevaron al azar, en el centro y sudeste de la provincia de Córdoba, 3 establecimientos “free stall” (**FS**) y 5 con cama de compost “compost bedded pack” (**CBP**) (Imagen 1). En la provincia estos representaron, al momento del estudio (finales del 2018), el 33% y el 50% de los sistemas confinados de su tipo con una antigüedad mayor a un año.

Se entrevistó al productor, encargado y/o profesionales asesores del establecimiento, y se visitó la unidad productiva con el fin de relevar los siguientes datos:

- 1) *Información general del establecimiento*
- 2) *Alimentación de las vacas en ordeño*
- 3) *Mano de obra*
- 4) *Manejo del rodeo*
- 5) *Producción y calidad de leche*
- 6) *Rutina de ordeño*
- 7) *Reproducción*
- 8) *Sanidad*
- 9) *Descripción y manejo del sistema de confinamiento adoptado*
- 10) *Instalaciones del tambo y consumo de energía y combustible*
- 11) *Manejo de efluentes y residuos pecuarios*
- 12) *Bienestar animal de las vacas en ordeño durante el día de la visita.*

Los datos fueron procesados y analizados mediante estadística descriptiva. Además, se compararon con los valores de referencia de la bibliografía y con los resultados obtenidos en el relevamiento de tambos confinados realizado en el año 2008-2009 (Proyecto de investigación del I.A.P.C.B.A. “Caracterización de sistemas de producción de leche bovina en confinamiento de la Provincia de Córdoba”).



Imagen 1: Sistema Compost bedded pack (A) y Free Stall (B)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información producto del relevamiento permitió obtener los siguientes resultados:

1. Información general de los establecimientos relevados:

Se relevaron 8 establecimientos lecheros estabulados, ubicados en la zona rural de Villa Nueva, Arroyo Algodón, Ana Zumarán, Carrilobo, Las Perdices, Oliva, Ticino y Colonia San Bartolomé (Figura 1)



Figura 1. Ubicación de los sistemas estabulados de producción de leche relevados del centro y sudeste de la provincia de Córdoba.

1.1. Superficie de los establecimientos

La superficie media de los establecimientos estabulados visitados es de 914 ± 624 ha, de las cuales el 51,6% (472 ± 316 ha), en promedio, son destinadas al sistema lechero. El mismo contempla: la superficie destinada a la producción de los alimentos para las diferentes categorías del tambo, las instalaciones para el ordeño y alojamiento de las vacas, el patio de comidas y de maquinarias.

Si se analiza la escala de los establecimientos de producción de leche relevados, particionados por sistema, se observa similar superficie media entre free stall y compost barn (Tabla 1).

Tabla 1. Superficie sistema lechero según sistema de estabulación

Superficie sistema lechero (ha)	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Compost barn	451	371	185	1100
Free stall	508	268	300	811
General	472	316	185	1100

En cuanto a la participación porcentual de la tenencia de tierra, el 29% de la superficie destinada a la producción de leche de los establecimientos con sistemas de alojamiento compost barn es alquilada mientras que los free stall visitados desarrollan toda su producción e sobre superficie propia (Gráfico 1).

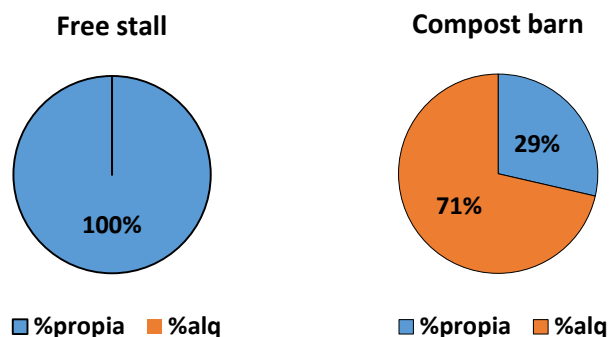


Gráfico 1. Porcentaje de tierras alquiladas y propias según sistema de estabulación

Si se analiza el destino de la superficie de los distintos sistemas de confinamiento, los mismos comparten la siguiente distribución.

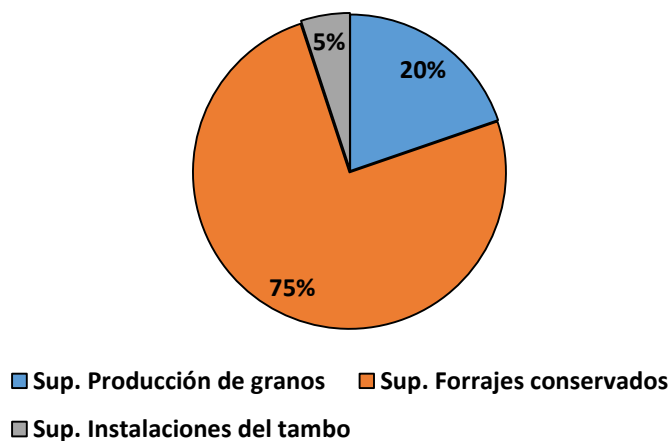


Gráfico 2. Destino de la superficie (expresada en porcentaje)

1.2. Distancias y estado de los caminos

La distancia media desde los establecimientos lecheros relevados al camino pavimentado es de $5,9 \pm 4,7$ km, siendo la distancia máxima de apenas 15 km. Mientras que la distancia media a la usina láctea más cercana es de $30,6 \pm 26,4$ km y a la usina donde comercializan la producción es de $48,8 \pm 56$ km (Tabla 2). Sin embargo, el estado de los caminos de tierra para entregar la producción resulta frecuentemente intransitable en el 38% de los casos, ocasionalmente intransitable en el 25% y el 38% restante no presenta problemas.

Tabla 2. Distancias desde el establecimiento

Distancia (km)	Media	D.E.	Mín.	Máx.
A camino pavimentado	5,9	4,7	1,0	15,0
A la usina láctea más cercana	30,6	26,4	2,0	90,0
A la usina láctea donde comercializa la producción	48,8	56,0	2,0	180,0

2. Alimentación de las vacas en ordeño (VO)

2.1. Manejo de la alimentación

Todos los establecimientos relevados suministran una Ración Totalmente Mezclada (TMR). La misma es preparada y repartida con mixer de 1 a 6,5 veces/día para los rodeos en producción de leche (Imagen 2). A su vez, todos ellos arriman la ración a la línea de comida (pista de alimentación) entre 1 a 8 veces/día, excepto un establecimiento que posee comederos en forma de “U”.

Para asegurarse que todas las vacas puedan consumir a voluntad, se sobreestima en promedio la oferta en un $6,9 \pm 3,0\%$. Algunos establecimientos suministran un porcentaje aún superior, de hasta un 12,5%, ya que luego el remanente es destinado a otra categoría animal (Tabla 3).



Imagen 2. Pista de alimentación en sistema Free Stall (A) y Compost Bedded pack (B)

Tabla 3. Manejo de la alimentación en los rodeos en ordeño

	Compost barn	Free stall	General
Cantidad de veces/día que prepara y reparte la ración	3,00 ± 2,32	2,00 ± 1,00	2,6 ± 1,9
Cantidad de veces/día que arriman la ración	2,90 ± 1,67	6,17 ± 2,36	4,1 ± 2,5
Porcentaje de remanente diario en los comederos	8,36 ± 2,92	4,50 ± 0,87	6,9 ± 3,0

La totalidad de los encuestados afirma que ajusta el volumen de la ración de las VO en función del porcentaje de materia seca de los alimentos de mayor participación en la dieta (silajes). La formulación de las raciones es estable a lo largo del año en la mayoría de los establecimientos visitados, realizando algunos cambios esporádicamente (Gráfico 3). Los motivos de los mismos se deben principalmente a variaciones en la calidad composicional de los alimentos (50%), disponibilidad estacional (33,3%) y precios de mercado (16,7%).

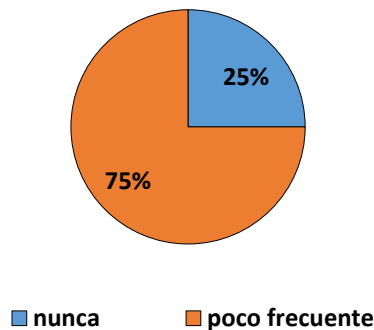


Gráfico 3. Frecuencia con la que se realizan cambios en la formulación de las dietas

2.2. Dietas del rodeo en ordeño

Si se analiza el origen de los alimentos destinados al rodeo lechero, se observa que los alimentos con un mayor porcentaje de participación en la dieta y un menor porcentaje de materia seca, son producidos en el mismo establecimiento. Así, por ejemplo, el 100% de los establecimientos cultiva maíz con destino a silaje y el 62,5% de ellos, produce alfalfa para la confección de heno y/o silaje.

Ningún establecimiento suministra forrajes frescos. La dieta de los rodeos en ordeño está compuesta en un $55,71 \pm 4,86\%$ por forrajes (principalmente silaje de maíz, seguido por el heno y silaje de alfalfa, en este orden). La relación entre alimentos

concentrados ofrecidos (principalmente grano de maíz, expeller y pellet de soja y semilla de algodón) y producción de leche fue de $348,5 \pm 57,6$ g/ L de leche. Este valor superó en un 15,4% a la media de los tambos de la región Pampeana (302 g/ L), mientras que la diferencia en producción de leche individual fue de $11,7$ L (Gastaldi *et al.*, 2020). Esto evidencia un uso más eficiente de los concentrados.

La oferta media de MS fue de $22,8 \pm 2,1$ kg MS/ VO/ día. Si esta se analiza en relación con la producción media individual de los establecimientos ($30,16 \pm 3,67$ L/VO/día), la conversión resultó de $1,28 \pm 0,14$ L/kg MS ofrecida, existiendo una gran variabilidad entre tambos (1,08 a 1,46).

La TMR es ajustada en función al %MS de los alimentos más húmedos; el 49% de los establecimientos realiza esta corrección de manera semanal, el 38% cada vez que abre un silo nuevo y el 13% diariamente (Gráfico 4). La totalidad de los tambos analizan calidad composicional de la TMR y/o de los silajes; el 75% cada vez que inicia un silo, el 14% una vez por semana y el 13% cuando disminuye la producción de leche individual (Gráfico 5).

El 62,5% de los tambos nunca ha evaluado el contenido de micotoxinas de sus alimentos (Gráfico 6), mientras que los restantes lo hacen esporádicamente sobre la TMR (67%) y/o forrajes conservados (33%). Se recomienda realizar este análisis de manera periódica en la TMR y en aquellos alimentos con mayor porcentaje de participación en el dieta. Una temprana detección, permite evitar potenciales mermas en la producción, problemas reproductivos y de salud en el rodeo.

El %MS de las raciones fue del $52,6 \pm 4,3\%$, siendo en todos los establecimientos superior al recomendado (45% MS por Schingoethe 2017; Tabla 4). La media de los

componentes químicos de las TMR se encontró dentro del rango de valores establecidos por el NRC (2001) para VO de alta producción. Sin embargo, se registraron TMR con muy bajo o alto %PB (12,7% y 20,9% respectivamente), los cuales podrían provocar trastornos metabólicos.

La media de la distribución del tamaño de partículas fue adecuada para vacas lecheras de alta producción según Giordano *et al.* (2010), excepto el % partículas > 19 mm que superó levemente al valor recomendado (<10%).

Tabla 4. Composición físico-química de las TMR ofrecidas a los rodeos en ordeño.

Composición	Valores (Media \pm DE)
MS (%)	52,6 \pm 4,3
PB (%)	15,4 \pm 2,9
FDN (%)	34,4 \pm 4,1
FDA (%)	20,7 \pm 4,4
Cenizas (%)	7,8 \pm 1,1
Partículas > 19 mm (%)	11,9 \pm 7,0
Partículas 8 - 19 mm (%)	48,1 \pm 11,9
Partículas < 8 mm (%)	40,0 \pm 8,7

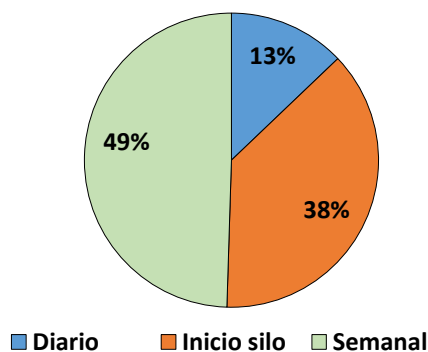


Gráfico 4. Frecuencia de análisis de materia seca a la TMR

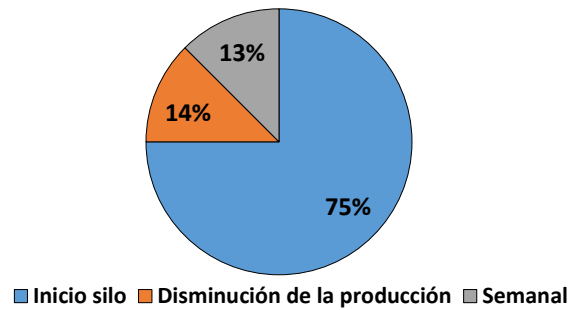


Gráfico 5. Frecuencia de análisis de calidad composicional a la TMR y/o silajes

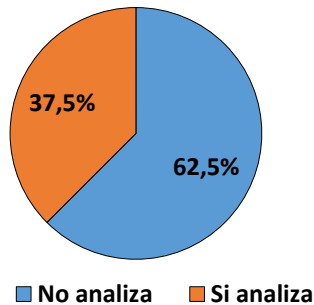


Gráfico 6. Frecuencia de análisis de micotoxinas a los alimentos

3. Mano de obra

El tambo es un gran generador de puestos genuinos de trabajo . En los establecimientos visitados, trabajan **17 ± 8,8 personas**, con un rango de 6 a 32 empleados. Los tambos con sistemas free stall ocupan más mano de obra (Gráfico 7). Esto se atribuye a que generalmente requieren personal extra para el manejo de efluentes y residuos sólidos y el mantenimiento de la cama.

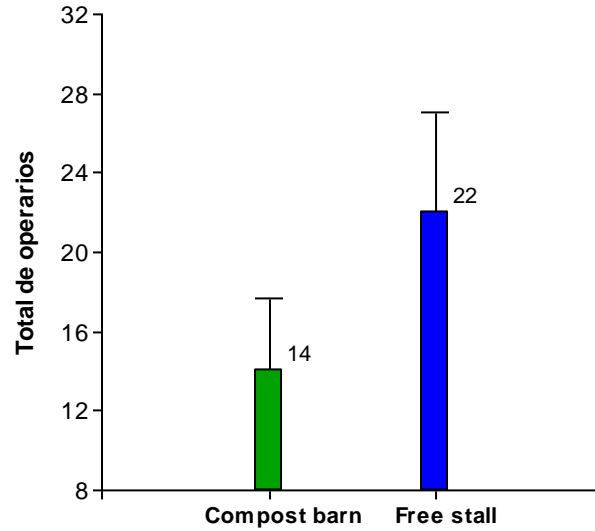


Gráfico 7. Total de operarios por establecimiento según sistema de estabulación

Si se relacionan los litros de leche producidos diariamente o la cantidad de VO con la cantidad total de operarios, ambas relaciones resultaron más favorable para el sistema compost barn (Gráficos 8 y 9).

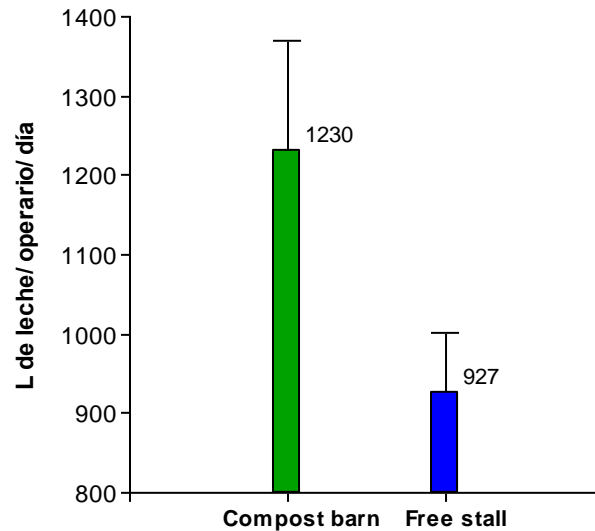


Gráfico 8. Relación litros de leche diario por operario según sistema de estabulación

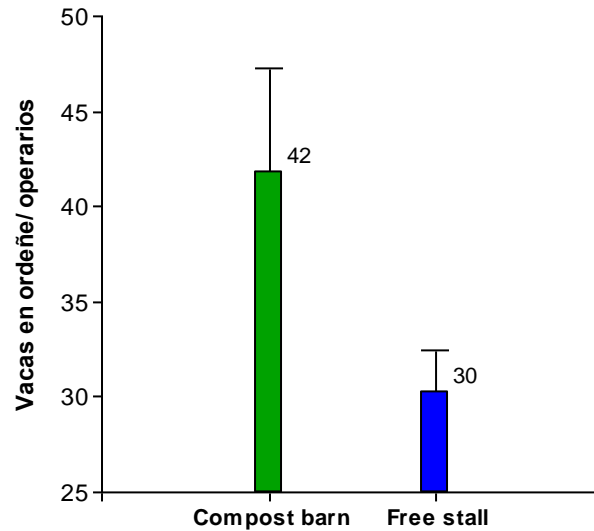


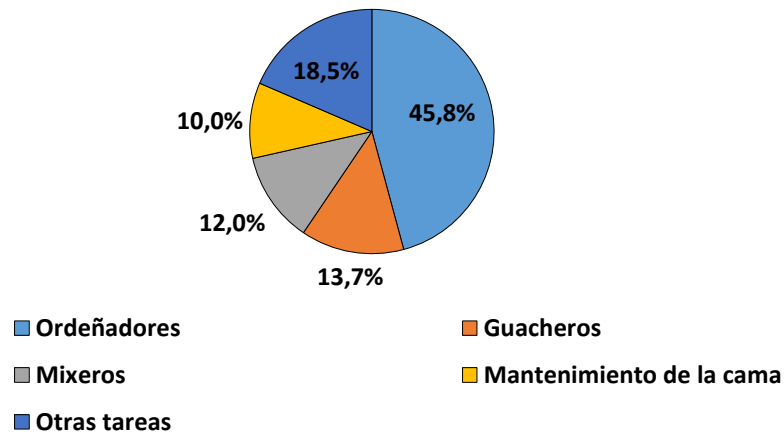
Gráfico 9. Relación cantidad de vacas en ordeño por operario según sistema de estabulación

En el gráfico 10 se detalla el porcentaje de operarios específicos por tarea según sistema de confinamiento (compost barn y free stall). Si se consideran ambos sistemas de manera conjunta, el 46,4% de los operarios se dedican al ordeño, 11,8% a la crianza de terneras, 11,1% a tareas de alimentación, 8% al mantenimiento de la cama de las vacas y 22,7% a otras tareas (inseminación, sanidad, tratamiento de patas, parteros, digitalización de los datos, cocineros etc.).

Además, en ambos sistemas de estabulación se observa una gran especificidad en las tareas, solamente uno de los tambos visitados posee tambero mediero.

El recambio de mano de obra es un problema en la mayoría de los tambos, especialmente en los operarios dedicados a la tarea de ordeño.

Compost barn



Free stall

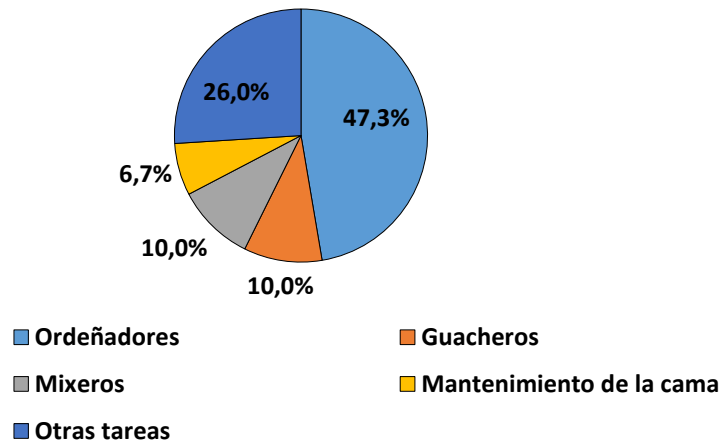


Gráfico 10. Participación porcentual de los operarios dedicados a las distintas tareas.

En cuanto al asesoramiento técnico, todos los establecimientos poseen al menos un médico veterinario y la mayoría cuenta con un ingeniero agrónomo, un administrador y un nutricionista (Tabla 5). En promedio presentan **4,5 ± 1,2 asesores/establecimiento**, siendo el mínimo 3 y máximo 6.

Tabla 5. Cantidad de asesores por establecimiento

Asesor	Compost barn	Free stall	General
Veterinario	1,20 ± 0,84	2,00 ± 1,73	1,50 ± 1,20
Agrónomo	1,20 ± 0,84	1,00 ± 0,00	1,13 ± 0,64
Administrador	1,00 ± 0,00	1,00 ± 1,00	1,00 ± 0,53
Nutricionista	0,40 ± 0,55	1,33 ± 0,58	0,75 ± 0,71
Seguridad laboral	0,20 ± 0,45	-	0,13 ± 0,35
Total	4,00 ± 1,00	5,33 ± 1,15	4,50 ± 1,20

4. Manejo del rodeo

El número medio de vacas en ordeño (VO) de los tambos visitados fue **531 ± 189 VO**. Los sistemas de free stall presentaron mayor número de animales (618 ± 266 VO) que los compost barn (479 ± 135 VO).

Del total de las VO, el 70,60 ± 21,13% se alojan bajo galpón (75,40 ± 17,89% en los sistemas compost barn y 62,60 ± 27,74% en los free stall), mientras que las restantes se encuentran confinadas en corrales (sistema dry-lot).

Todos los tambos relevados dividen su rodeo de vacas en producción en 3 a 7 grupos (media: **5,0 ± 1,7 grupos de VO**). Los criterios utilizados son principalmente días en lactancia, primíparas/múltiparas y producción individual. Otros criterios de clasificación utilizados son preñada/vacía y capacidad de los galpones o corrales (Gráfico 11).

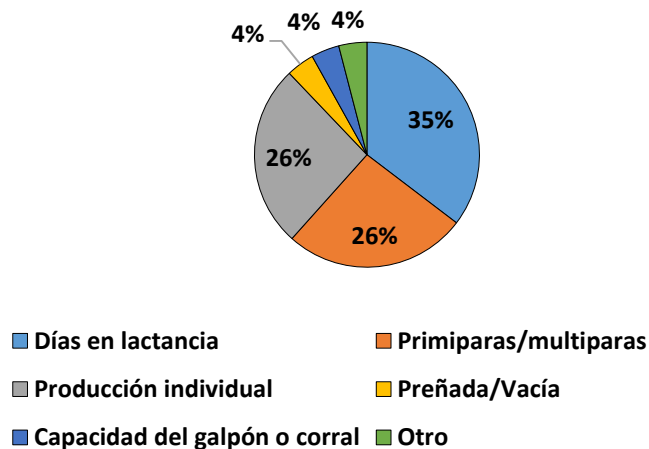


Gráfico 11. Criterios utilizados para dividir las vacas en ordeño

La frecuencia de los controles lecheros es 75% mensual y 25% diaria (a través de medidores automáticos de producción de leche). El 62,5% de los tambos posee identificación electrónica de los animales, mediante bolos, caravanas y/o collares (Gráfico 12; Imagen 3). Además, la totalidad de los tambos relevados utiliza software para llevar registros del manejo de los rodeos, tanto productivos como reproductivos. Algunos también usan programas para calcular los costos de producción.

El grado creciente de adopción de tecnología muestra una clara tendencia a incrementar la precisión de los registros y el análisis integrado de los datos, para una mejor y más rápida toma de decisiones (“lechería de precisión”).

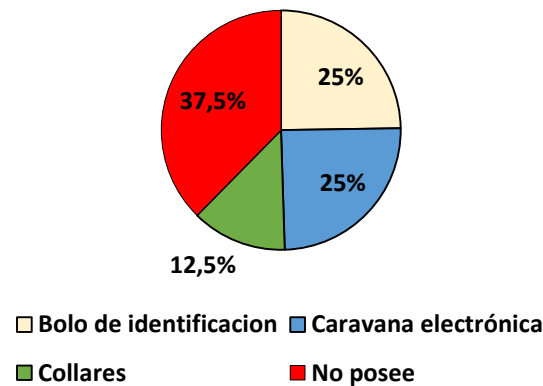


Gráfico 12. Identificación electrónica de las vacas en ordeño



Imagen 3. Vaca con identificación electrónica: collar de medición de rumia

5. Producción y calidad de leche

5.1 Producción de leche

El 87,5% de los tambos relevados vende su producción de manera individual mientras que el 12,5% restante procesa su propia leche. En promedio, entregan a más de una usina láctea (media: $1,63 \pm 1,41$) con un máximo de 5 empresas diferentes. Esta diversificación en la entrega de la producción le permite generalmente un mayor poder de negociación para obtener mejores precios de venta. Sin embargo, se podrían alcanzar mayores ventajas comerciales si los productores se asociaran entre sí, de manera de incrementar los volúmenes de venta.

La producción media anual del período 2018 fue de $6.312.776 \pm 2.407.089$ litros de leche, con producciones diarias de **17.295 ± 6.595 l/día**. La producción media mensual fue un $11,7 \pm 4,4\%$ menor en los meses de verano (diciembre a marzo) con respecto al resto del año (Gráfico 13). Esta caída en la producción fue similar en ambos sistemas (Gráfico 14). Esto puede atribuirse a la estacionalidad de los partos y/o a fallas en la adaptación de medidas para mitigar el estrés térmico.

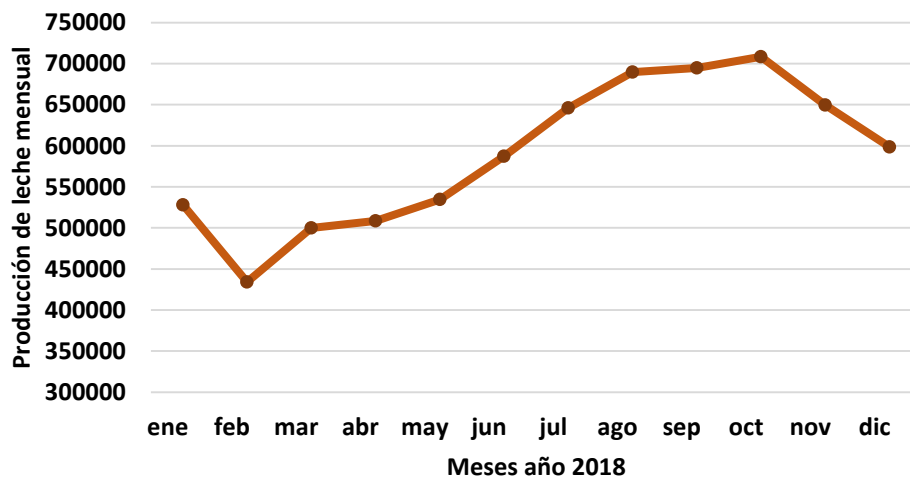


Gráfico 13. Producción media mensual de leche en el año 2018

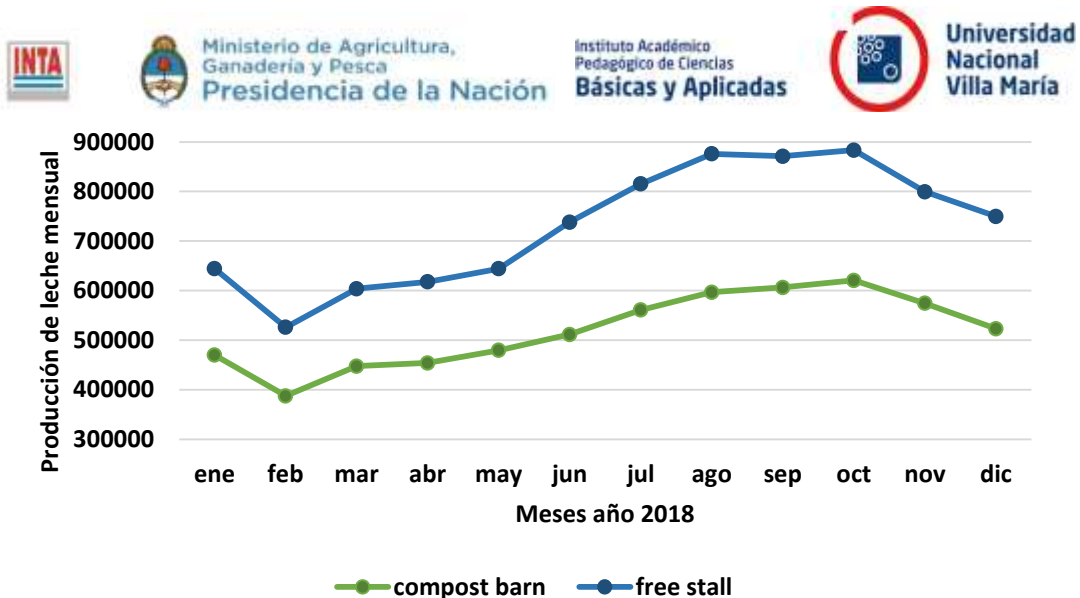


Gráfico 14. Producción media mensual de leche en el año 2018 por sistema de confinamiento

La producción de leche promedio individual fue de **30,16 ± 3,67 I/VO/día**, siendo muy similares las medias entre sistemas de estabulación (compost barn: 29,85 ± 4,48 y free stall: 30,67 ± 2,52). La brecha entre el tambo de mayor producción individual respecto al de menor es de 11,74 I/VO/día (Tabla 6). Lo cual demuestra que, si bien la producción individual es 63% más elevada a la media de los tambos del país (18,5 I/VO/día; Gastaldi *et al.*, 2020), es posible obtener mayores valores.

Tabla 6. Producción individual de leche por sistema de confinamiento

Producción individual (I/VO/día)	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Compost barn	29,85	4,48	25,26	37,00
Free stall	30,67	2,52	28,00	33,00
General	30,16	3,67	25,26	37,00

5.2. Calidad de la leche

Con respecto a la calidad de leche, muy pocos productores de los encuestados llevan registro de los análisis reportados por las usinas lácteas. Se recomienda sistematizar el registro de los datos de calidad de leche (proteína, grasa butirosa, células somáticas (CS) y unidades formadoras de colonias (UFC) para la posterior toma de decisiones.

En la Tabla 7 se muestran los valores relevados de los datos del mes en que se visitó cada establecimiento.

Tabla 7. Datos de calidad de leche al momento de la visita a los establecimientos

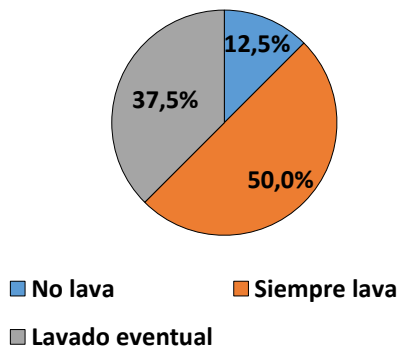
Parámetros de calidad de leche	Media	DE	Mín.	Máx.
Proteína (%)	3,37	0,11	3,20	3,50
Grasa butirosa (%)	3,60	0,26	3,20	3,96
Células somáticas (CS/ml)	320.754	117.504	130.000	453.000
Unidades formadoras de colonia (UFC/ml)	79.603	100.532	5.500	300.000

La totalidad de los tambos relevados son libres de brucelosis y el 88% es libre de tuberculosis; lo cual demuestra un buen estatus sanitario de los tambos para estas enfermedades zoonóticas.

5.3. Rutina de ordeño

En general, los tambos relevados implementan una rutina de ordeño completa. El despunte lo realizan tirando los chorros en el piso (87,5%) o sobre fondo oscuro (12,5%). La mitad de los tambos lava pezones de manera rutinaria mientras que el 37,5% sólo de manera eventual y el 12,5% no realiza lavado (Gráfico 15a). El 62,5% seca pezones mediante papel descartable y el 37,5% restante no seca (Gráfico 15b). El 75% realiza predipping y la totalidad de los tambos postdipping por inmersión (Gráfico 16). El 83,3% utiliza desinfectante yodado, lo cual no es aconsejable ya que el yodo posee un poder lipófilo que favorece el paso a través de la piel y por consiguiente, puede pasar a la leche.

a)



b)

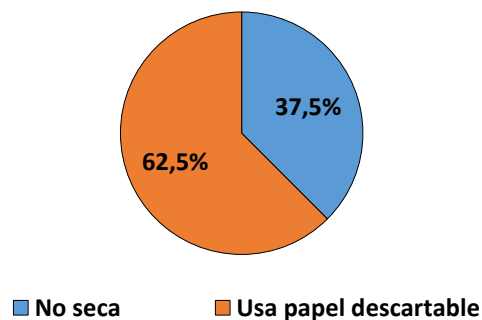
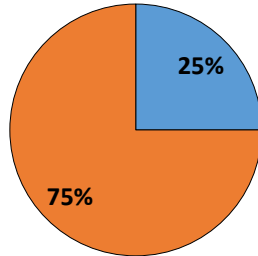


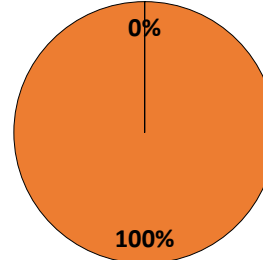
Gráfico 15. a) Porcentaje de tambos que realizan lavado de pezones. b) Porcentaje de tambos que realizan secado de pezones

a)



■ Sin predipping ■ Con predipping

b)



■ Sin postdipping ■ Con postdipping

Gráfico 16. a) Porcentaje de tambos que implementan pre dipping b) Porcentaje de tambos que implementan post dipping.

En lo que respecta al cambio de pezoneras y el control de la máquina de ordeñar, el 100% de los encuestados respondió que siguen las recomendaciones del servicio técnico, lo cual indica la importancia que le otorgan los productores a garantizar un adecuado ordeño de sus vacas. La mitad de los establecimientos posee pezoneras de silicona y la otra mitad, de caucho.

La totalidad de los establecimientos lleva registro de los eventos de mastitis. El porcentaje de vacas con mastitis clínica mensual fue del $3,14 \pm 0,75\%$ de las VO. El 62,5% de los tambos no posee rodeo sanitario debido al bajo número de vacas con tratamiento medicinal. El porcentaje de vacas en el rodeo sanitario fue del $5,40 \pm 0,72\%$ de las VO.

En cuanto al recuento de células somáticas, sólo el 14% realiza este conteo de manera individual mediante el control lechero. Mientras que, el cultivo en placa es realizado por el 38% de los tambos relevados. Estos números muestran que, si bien no fue alta la incidencia de mastitis clínicas, la detección temprana de los casos de mastitis en muchos de los establecimientos visitados aún se puede mejorar.

La leche proveniente de vacas tratadas con antibióticos es utilizada para la alimentación de los terneros machos en el 25% de los establecimientos, el 12,5% la destina en parte para alimentación de esta categoría de animales y el resto la desecha, en tanto en el 62,5% restante la descarta en su totalidad junto con los efluentes del tambo (Gráfico 17).

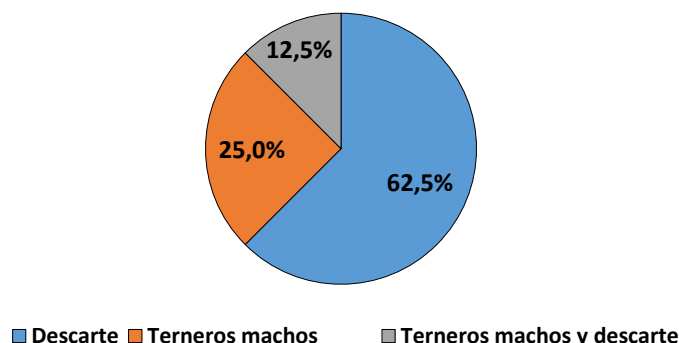


Gráfico 17. Destino de la leche proveniente de vacas tratadas con antibióticos

6. Reproducción

La edad al 1° servicio y al 1° parto promedio de los establecimientos visitados durante el año 2018 fue de $15,44 \pm 1,82$ y $25,45 \pm 1,57$ meses, respectivamente (Tabla 8). Estos valores se acercan mucho a los recomendados, 15 meses al 1° servicio y 24 meses al 1° parto. Sin embargo, en alguno de los tambos esta edad se extiende unos meses más, lo cual se puede optimizar si se mejora el manejo alimentario de la recria.

Tabla 8. Indicadores reproductivo año 2018 de los establecimientos lecheros visitados

Indicadores reproductivos	Compost barn	Free stall	General
Edad al 1° servicio (meses)	$16,00 \pm 1,97$	$14,50 \pm 1,32$	$15,44 \pm 1,82$
Edad al 1° parto (meses)	$25,62 \pm 1,63$	$25,17 \pm 1,76$	$25,45 \pm 1,57$
N° servicios/ preñez (n° de pajuelas)	$2,70 \pm 0,29$	$2,63 \pm 0,65$	$2,68 \pm 0,41$
Intervalo Parto – 1°Servicio (días)	$69,30 \pm 13,07$	$69,17 \pm 3,33$	$69,25 \pm 10,04$
Intervalo Parto – Concepción (días)	$143,25 \pm 13,38$	$157,33 \pm 16,56$	$149,29 \pm 15,41$
Intervalo Parto – Parto (días)	$397,50 \pm 31,82$	$452,00 \pm 2,83$	$424,75 \pm 36,47$
Relación Vacas en ordeño/ Vaca Total (%)	$81,50 \pm 9,81$	$81,77 \pm 8,43$	$81,60 \pm 8,68$
Periodo de vaca seca (días)	$60,20 \pm 7,85$	$66,67 \pm 11,55$	$62,63 \pm 9,20$
Período de pre-parto (días)	$22,00 \pm 13,04$	$28,33 \pm 2,89$	$24,38 \pm 10,50$
N° de lactancias	$2,78 \pm 0,70$	$3,33 \pm 1,04$	$2,99 \pm 0,82$

Con respecto al tipo de servicio, la totalidad de los tambos relevados utiliza inseminación artificial. El 50% estaciona los servicios de manera de evitar pariciones en los meses de mayor estrés térmico por calor (Gráfico 18).

El semen sexado es utilizado en el 88,9% de los casos en vaquillonas de primer servicio y el porcentaje restante, principalmente, en la primera prueba de inseminación que se les realiza a las vacas en ordeño.

En tanto, el criterio para implementar inseminación a tiempo fijo es muy variado. El 38% de los tambos la utiliza como rutina para todos sus rodeos, mientras que el 25% no la implementa para ninguna categoría de animales, otro porcentaje similar de establecimientos solamente la lleva a cabo en vacas que presentan problemas para preñarse y 13% lo utiliza en primíparas (Gráfico 19).

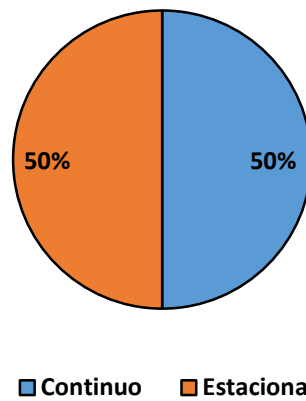


Gráfico 18. Tipo de inseminación artificial

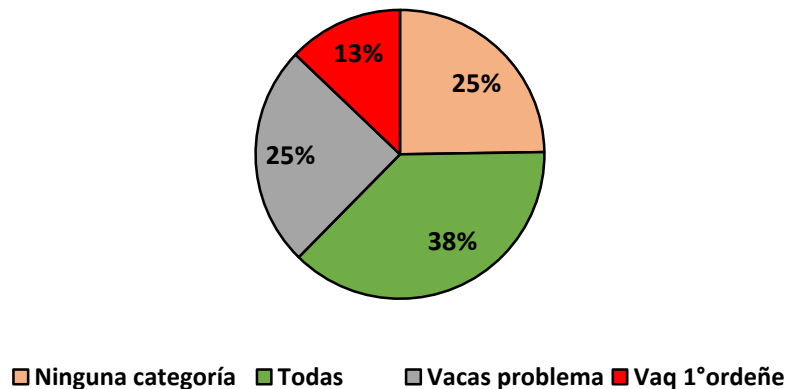


Gráfico 19. Implementación de inseminación a tiempo fijo

La media del número de servicios por preñez fue de $2,68 \pm 0,41$ pajuelas, considerando en este indicador la inseminación de vacas y vaquillonas. En general, las vaquillonas de 1° servicio se preñan con más facilidad que las vacas en producción, por lo que este valor es inferior en esta categoría de animales.

El Intervalo Parto – 1° Servicio se encuentra dentro de los valores recomendables, aunque el Intervalo Parto – Concepción y Parto – Parto es superior al esperado (Tabla 12).

El porcentaje de vacas en ordeño/ vacas totales fue $81,60 \pm 8,68$ % y la duración del período de vaca seca de $62,63 \pm 9,20$ días. Estos valores se encuentran levemente por encima de los ideales, 80% de vacas en ordeño y 60 días de vacas secas.

El número promedio de lactancia es de $2,99 \pm 0,82$, lo cual está en parte correlacionado con la alta presión de selección y el porcentaje de rechazo por problemas reproductivos y/o sanitarios (principalmente mastitis y problemas de ubre).

7. Sanidad

Los principales problemas sanitarios de los rodeos **vacas en ordeño** que mencionaron los productores encuestados fueron: enfermedades metabólicas, mastitis, problemas reproductivos, podales y ubres descolgadas en este orden.

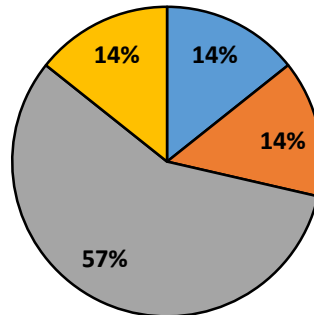
El porcentaje medio de rechazo en esta categoría fue de $23,7 \pm 7,82$ % (Tabla 9), siendo superior en algunos establecimientos (hasta el 33%). Los principales motivos que indicaron fueron: problemas reproductivos (57%), mastitis y ubre descolgada (14%), baja producción de leche (14%) y el resto otros problemas (sanidad, problemas de locomoción, etc.; Gráfico 20). Las respuestas en ambos sistemas de estabulación fueron similares entre sí. Sin embargo, cabe aclarar que la mayoría de los tambos no registra o analiza de manera sistemática las causas de descarte, por lo que estos datos fueron obtenidos a partir de la apreciación de los encuestados.

En algunos tambos la presión de selección es elevada por presentar limitantes en las infraestructuras para alojamiento y/o ordeño, mientras que en otros que recientemente han modificado y/o ampliado sus instalaciones, presentan una baja presión de selección, debido a la necesidad de aumentar el número de cabezas en ordeño.

En tanto, el rechazo de las hembras de reposición es bajo ($1,33 \pm 0,58$ %) y en todos los casos, el principal motivo fue problemas reproductivos.

Tabla 9. Indicadores de rechazo y mortandad durante el 2018 en los tambos relevados

Indicadores	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Rechazo de vacas (%)	23,70	7,82	9,10	33,00
Rechazo de hembras de reposición (%)	1,33	0,58	1,00	2,00
Mortandad en vacas (%)	12,05	6,21	5,00	23,00
Mortandad en la recría (%)	2,38	1,84	0,50	5,00
Mortandad en la crianza (%)	10,09	4,11	4,50	18,00



■ Otros
 ■ Baja producción
 ■ Problemas reproductivos
 ■ Mastitis y problemas de ubre

Gráfico 20. Principales motivos de rechazos en vacas

Con respecto al porcentaje de mortandad durante el año 2018 (Tabla 9), en vacas adultas fue del $12,05 \pm 6,21$ % siendo la principal causa los trastornos metabólicos en el período de vaca fresca (primeras semanas post parto). En algunos establecimientos este porcentaje fue hasta del 23%, resultando un indicador importante a mejorar. Se recomienda modificar la dieta, suministrar raciones aniónicas o acidogénicas, con balance catiónico-aniónico negativo o cercano a cero ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) - ($\text{Cl}^- + \text{SO}_4^-$). Para poder hacerlo es necesario proveer alimentos con esta diferencia baja, como ser el silo de maíz, heno de festuca, y granos mezclados con sales fuertemente negativas, como son el sulfato de calcio, sulfato de magnesio y cloruro de amonio. Es importante controlar el pH en orina durante esta etapa, ya que el mismo es el reflejo del pH sanguíneo, este debe estar levemente ácido (6,6-7 pH).

El porcentaje de mortandad en la recría fue del $2,38 \pm 1,84$ %, el cual se atribuyó principalmente a neumonías y, en menor medida, a trastornos nutricionales. En general, en esta etapa el número de muertes es bajo.

Por último, el porcentaje de mortandad en la crianza (incluyendo las muertes en periparto) fue del $10,09 \pm 4,11$ %, registrándose un máximo de 18% de muertes. Estos valores se encuentran por encima de los deseables. Las principales causas de estos decesos fueron diarreas y problemas en la atención al parto. Por lo que se aconseja, en general, mejorar el manejo sanitario e higiénico durante esta etapa, capacitar sobre atención al recién nacido y correcto calostrado, tener instalaciones apropiadas para las vacas pre parto (lugar limpio, seco, manga para la atención de parto, luz eléctrica), generar condiciones de sombras y reparos ante condiciones climáticas adversas.

8. Descripción y manejo del sistema de confinamiento adoptado

8.1. Antigüedad y motivos de adopción del sistema de confinamiento

La media de los tambos relevados posee más de 25 años en la actividad de producción de leche y alrededor de 10 años confinando alguna de las categorías animales (Tabla 10). El 75% comenzó confinando las vacas en ordeño, mientras que 12,5% inició por las vaquillonas y el 12,5% restante confinó todos los rodeos en forma simultánea.

La antigüedad en la adopción del actual sistema de confinamiento rondó los 4,5 para los sistemas compost barn y 7,7 años para los free stall (Tabla 11).

Tabla 10. Antigüedad de los establecimientos lecheros relevados

Antigüedad	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Años del establecimiento lechero	25,43	12,74	8,00	50,00
Años que confina al menos un rodeo	10,06	4,68	1,50	16,00
Años que adoptó el sistema actual de confinamiento	5,69	4,87	1,50	15,00

Tabla 11. Antigüedad en la adopción del actual sistema de confinamiento de los establecimientos lecheros relevados

Antigüedad en el actual sistema de estabulación	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Compost barn	4,50	5,88	1,50	15,00
Free stall	7,67	2,08	6,00	10,00

Con respecto al principal motivo que llevó a adoptar el sistema actual de estabulación, las respuestas, en orden de importancia, fueron:

1. Disminuir pérdidas de alimentos
2. Mejorar el confort animal
3. Aumentar la escala productiva

Otros motivos secundarios fueron:

4. Incrementar la eficiencia en el manejo productivo
5. Reducir descarte y mortandad
6. Estabilizar la producción de leche a lo largo del año
7. Mejorar el bienestar de los trabajadores

Los sistemas compost barn y free stall poseen confinadas bajo los galpones el $72,86 \pm 20,64 \%$ y $62,20 \pm 27,74\%$ del total de las vacas en ordeño, respectivamente (Tabla 12). Los rodeos que principalmente se alojan allí son las vacas frescas, de punta y mitad de lactancia. Algunos, además poseen las vaquillonas en producción y las vacas de parto. En general, las vacas de cola y las categorías que no se encuentran en producción se encuentran en sistema open lot.

Tabla 12. Porcentaje de vacas en ordeño (VO) que se encuentran alojadas bajo galpón en relación a la cantidad promedio de VO.

VO alojadas en galpón (%)	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Compost barn	72,86%	20,64%	51,10%	100,00%
Free stall	62,60%	27,74%	41,40%	94,00%

La crianza artificial de terneras se realiza mayoritariamente (60%) de manera individual, 20% de manera colectiva y 20% individual durante los primeros días de vida y luego colectiva.

8.2. Superficie de los galpones de confinamiento

En la Tabla 13 se presenta la superficie media asignada (total, de descanso y de alimentación) de galpón (free stall y compost barn) por vaca en ordeño.

Tanto en los sistemas free stall como en los compost barn se respetaron las dimensiones mínimas recomendadas de $8 - 10 \text{ m}^2/\text{VO}$ (Casona y Catala, 2007) y $10,4 \text{ m}^2/\text{VO}$ (Leso et

al., 2020), respectivamente. La superficie de descanso (Imagen 4) fue correctamente dimensionada sólo en el 33,3% de los free stall ($> 3,12 - 3,34 \text{ m}^2/\text{VO}$; Cook, 2019) y en el 80% de los compost barn, con una superficie mínima de $9,3 \text{ m}^2/\text{VO}$, aunque la misma puede variar según las condiciones climáticas, el material y el manejo de la cama (Leso *et al.*, 2020).

La superficie de alimentación fue adecuada en el 40% de los compost barn y en el 66,7% de los free stall ($> 2,4 \text{ m}^2/\text{VO}$; Cook, 2019 y Leso *et al.*, 2020).

Tabla 13. Superficie media de los galpones de confinamiento de las vacas en ordeño (VO)

Galpones de confinamiento	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Superficie total de alojamiento total (m^2/VO)				
Compost barn	15,78	2,25	12,04	17,90
Free stall	16,22	7,72	10,50	25,00
Superficie de descanso (m^2/VO)				
Compost barn	10,91	4,22	4,41	14,03
Free stall	2,47	1,24	1,27	3,74
Superficie de alimentación (m^2/VO)				
Compost barn	2,01	0,42	1,48	2,50
Free stall	3,84	2,47	1,50	6,42



Imagen 4. Superficie de descanso en Free Stall (A) y Compost Bedded Pack (B)

8.3. Manejo de la superficie de alojamiento de las vacas

Los sistemas compost barn relevados airean diariamente la cama (una a dos veces/día) y frecuentemente la desmenuzan (2-7 veces/semana). El 60% agrega material a la cama (mayoritariamente cáscara de maní y, en menor proporción de los tambos, aserrín y/o rastrojos picados) cuando esta se observa visualmente barrota o se monitorea y se

detecta baja temperatura y/o humedad (Gráfico 21). El 40% restante, no ha agregado aun material. Otras tareas, menos frecuentes, consisten en la extracción de cama, limpieza de la pista de cemento, monitoreo de la cama y arrimado de tierra (Tabla 14). Las maquinarias que se observaron en estos establecimientos fueron: cincel, rotovator, rolo, rastra de dientes, cultivador, mixer y pala mecánica (para agregado de material) y desparramador de sólido (Tabla 15).

Tabla 14. Tareas realizadas para el manejo y mantenimiento de la cama y porcentajes en que los productores con sistema compost barn la realizan.

Tareas de mantenimiento de la cama	Productores que la realizan (%)
Aireado	100%
Desmenuzado	80%
Agregado de material	60%
Extracción de la cama	60%
Limpieza de pista de cemento	40%
Monitoreo de cama	40%
Arrimado de tierra	20%

Tabla 15. Maquinaria utilizada para el manejo y mantenimiento de la cama y porcentajes de productores con sistema compost barn que la utilizan.

Maquinaria para la labranza de la cama	Productores que la utilizan (%)
Cincel	100%
Ratovator	40%
Pala mecánica	40%
Cultivador	20%
Rolo	20%
Rastra de dientes	20%
Mixer para repartir material	20%
Niveladora	20%
Desparramador de sólidos	20%
“Media cubierta” frontal para limpieza	20%

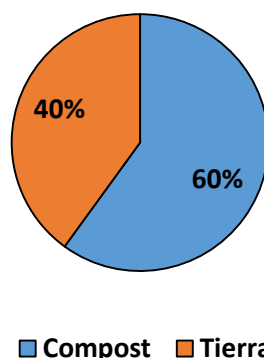


Gráfico 21. Material de la cama en los sistemas compost barn

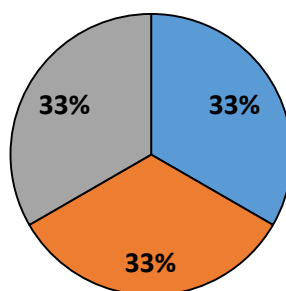
Los sistemas free stall visitados presentan cama de caucho con cáscara de soja, arena, o tierra mezclada con cáscara de maní (Gráfico 21). Generalmente, el agregado de material lo realizan cuando observan que falta sustrato (67% de los casos) o respetando un protocolo establecido (33%); para ello utilizan palas mecánicas y manuales, mixer o carro. Además, frecuentemente limpian los pasillos de circulación de las vacas, con un tractor con “*media cubierta*” en la parte frontal o a través de un sistema mecánico de arrastre de residuos (Tablas 16 y 17).

Tabla 16. Tareas realizadas para el manejo y mantenimiento de la cama y porcentajes en que los productores con sistemas free stall las realizan.

Tareas para mantenimiento de la cama	Productores que la realizan (%)
Agregado de material	100,0%
Limpieza de pasillos	100,0%
Extracción de la cama	33,3%
Acomodado de material	33,3%

Tabla 17. Maquinaria utilizada para el manejo y mantenimiento de la cama y porcentajes de productores con sistemas free stall que la utilizan.

Maquinaria para la labranza de la cama	Productores que la utilizan (%)
Pala mecánica y palas manuales	100,0%
“ <i>Media cubierta</i> ” frontal para limpieza	33,3%
Mixer para repartir material	33,3%
Sistema mecánico de arrastre de residuos	33,3%



■ Arena ■ Cascara de mani ■ Rastrojo de soja

Gráfico 22. Material de la cama en los sistemas free stall

8.4. Comederos de vacas en ordeño

En general, el frente de comedero por vaca es amplio ($74,29 \pm 11,27$ cm/VO) lo cual asegura el acceso de todas las vacas de manera simultánea. Predominan los comederos en forma de “L”, si bien son más simples de limpiar requieren del arrimado de la comida (Tabla 18).

Tabla 18. Tipo de comedero, frente de comedero por vaca (cm) y ubicación dentro del galpón o corral, según sistema de estabulación.

Sistema de estabulación	Tipo de comedero (%)		Frente de comedero (cm/vaca)				Ubicación	
	en L	en U	Media	D.E.	Min.	Max.	Centro	Costado
Compost barn	80%	20%	70,16	7,80	61,00	80,00	40%	60%
Free stall	100%	0%	81,17	14,46	70,00	97,50	100%	0%
General	88%	13%	74,29	11,27	61,00	97,50	63%	38%

La limpieza de los comederos en el 75% de los tambos relevados se realiza diariamente mientras que, en los restantes, cada 3 días. El 50% de los establecimientos pesa el remanente de las vacas en ordeño y se lo asigna a otra categoría animal de menor exigencia nutricional. Se observó muy buena limpieza de comederos en todos los tambos relevados.

La altura interna y externa de los comederos es bastante similar entre los establecimientos (Tabla 19).

Tabla 19. Frecuencia de limpieza de comederos (%), altura externa e interna de los comederos (cm).

Sistema de estabulación	Frecuencia de limpieza (%)		Altura de comedero interna (cm)				Altura de comedero externa (cm)			
	Diario	Cada 3 días	Media	D.E.	Min.	Max.	Media	D.E.	Min.	Max.
Compost barn	60%	40%	50,20	5,93	45,00	60,00	41,20	2,77	38,00	45,00
Free stall	100%	0%	50,33	12,66	36,00	60,00	43,67	3,21	40,00	46,00
General	75%	25%	50,25	8,12	36,00	60,00	42,13	3,00	38,00	46,00

8.5. Calle de alimentación

Todos los establecimientos relevados presentan calle de alimentación de cemento, esto favorece la circulación del tractor con el mixer los días de lluvia y barro. Además, la totalidad de los tambos con free stall y gran parte de los compost barn (80%) la misma es techada, evitando que la ración suministrada se moje en días de lluvia (Tabla 20).

En cuanto a las dimensiones de la calle, el ancho medio es de $3,73 \pm 0,57$ m, con un mínimo de 3 m y máximo de 4,3 m, lo cual facilita el tránsito de la maquinaria.

Tabla 20. Ancho de la calle de alimentación (cm) y porcentaje de establecimientos que tienen techada la calle de alimentación (%).

Sistema de estabulación	Ancho calle de alimentación (m)				Calle de alimentación techada (%)		
	Media	D.E.	Min.	Max.	Si	No	Parcial
Compost barn	3,76	0,62	3,00	4,30	80%	0%	20%
Free stall	3,67	0,59	3,00	4,10	100%	0%	0%
General	3,73	0,57	3,00	4,30	88%	0%	13%

8.6. Bebedores de vacas en ordeño

El frente de bebedero de los sistemas compost barn es menor a los de los free stall. Los dos sistemas presentaron bebederos de llenado rápido, cualidad que permite disminuir el volumen de agua de bebida expuesta a las condiciones del medio (temperatura ambiental, polvillo en suspensión, barro). Además, en muchos de ellos, estos son rebatibles para facilitar su limpieza (Tabla 21).

La mayoría de los bebederos en los sistemas compost barn se ubican al costado del galpón de confinamiento, en cambio en los free stall todos se ubican en el centro (Tabla 22). En cuanto a las dimensiones de los mismos, tanto en sistemas free stall como en compost barn, la altura y la profundidad es muy similar (Tabla 23). Al momento de la visita, el 63% del agua de bebida se encontraba en muy buen estado visual, 25% bueno y 13% regular (con presencia de algas y barro; Tabla 24).

En lo que respecta a la frecuencia con la que llevan a analizar el agua de bebida al laboratorio, el 66% de los encuestados lo realiza al menos 1 vez al año, 17% cada 2-4 años y 17% nunca la ha analizado (Gráfico 24).

Tabla 21. Frente y altura de los bebederos (cm) según sistema de estabulación.

Sistema de estabulación	Frente de bebedero (cm)				Velocidad de llenado		Rebatibles	
	Media	DE	Min	Max	Rápido	Lento	Si	No
Compost barn	8,95	6,15	3,38	17,00	100%	0%	20%	80%
Free stall	11,10	3,97	7,80	15,50	100%	0%	67%	33%
General	9,87	5,05	3,38	17,00	100%	0%	38%	63%

Tabla 22. Porcentaje de productores que ubican los bebederos al centro, centro/costado y costado según sistema de estabulación

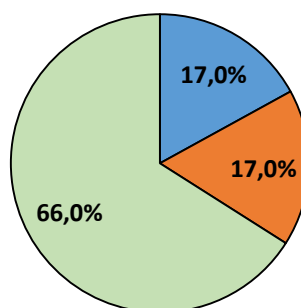
Sistema de estabulación	Ubicación de los bebederos (%)	
	Centro	Costado
Compost barn	40%	60%
Free stall	100%	0%
General	63%	38%

Tabla 23. Profundidad y altura de los bebederos (cm) según sistema de estabulación.

Sistema de estabulación	Profundidad de bebedero (cm)				Altura de bebedero (cm)			
	Media	DE	Min	Max	Media	DE	Min	Max
Compost barn	37,00	4,00	30,00	40,00	72,20	12,83	53,00	83,00
Free stall	36,75	4,60	33,50	40,00	70,00	14,14	60,00	80,00
General	36,93	3,77	30,7	40	71,57	12,01	53	83,00

Tabla 24. Grado de limpieza del agua de bebida al momento del relevamiento de los tambos.

Sistema de estabulación	Grado de limpieza del agua de bebida		
	MB	B	R
Compost barn	80%	20%	0%
Free stall	33%	33%	33%
General	63%	25%	13%



■ Frecuente (1 vez al mes) ■ Nunca ■ Poco frecuente (2-4 años)

Gráfico 23. Frecuencia con la que analizan el agua de bebida

8.7. Estación meteorológica

El 25% del total de los productores encuestados (Tabla 25) poseen estación meteorológica en su propio campo, para registrar principalmente temperatura y humedad (Imagen 5). Estos datos permiten tomar decisiones sobre el uso de los sistemas de refrescado en el corral de espera y/o galpones de alojamiento de las vacas. En los sistemas de compost barn el 100% de los establecimientos encuestados no posee estación meteorológica. En estos sistemas es aún más útil ya que además, los datos de T° y H° resultan importantes para el manejo de la cama.

Tabla 25. Porcentaje de productores que tienen estación meteorológica, según sistema de estabulación.

Sistema de estabulación	Estación meteorológica	
	Posee	No posee
Compost barn	0%	100%
Free stall	67%	33%
General	25%	75%



Imagen 5. Casilla meteorológica dentro de la instalación de alojamiento

8.8. Techo de las instalaciones de confinamiento

En la Tabla 26 se muestra los metros cuadrados de los techos de los galpones de confinamiento de vacas en los sistemas compost barn y free stall visitados. Cabe aclarar, que en el apartado “8.2. Superficie de los galpones y corrales de confinamiento”, se expresó dicha superficie por vaca en ordeño.

La altura media superior de los galpones relevados fue de $8,8 \pm 1,5$ m, con un mínimo de 6,8 m y máximo de 12 m. Mientras que la altura media inferior de los mismos fue de $4,7 \pm 1,2$ m, con un rango de 2,3 a 7 m.

Tabla 26. Superficie techada destinada a las vacas en ordeño según sistema de estabulación.

Sistema de estabulación	Superficie techada (m ²)			
	Media	D.E.	Min.	Max.
Compost barn	6.237	2.675	4.095	10.800
Free stall	4.030	1.352	3.090	5.580

8.9. Sistema de refrescado en los alojamientos de confinamiento

La totalidad de los sistemas free stall y el 20% de los compost barn relevados poseen ventiladores en los galpones de alojamiento de las vacas en ordeño. El 80% de ellos ubican los mismos en la línea de alimentación. La distancia media entre ventiladores es de $10,9 \pm 2,5$ m (Tabla 27).

Tabla 27. Porcentaje de establecimientos que poseen ventiladores en los lugares de alojamiento de las vacas en ordeño, ubicación y distancia entre los mismos, según sistema de estabulación.

Sistema de estabulación	Posee ventiladores		Ubicación		Distancia entre ventiladores			
	Si	No	Cama	Línea alimentación	Media	D.E.	Min.	Max.
Compost barn	20%	80%	0%	100%	12,5	-	-	-
Free stall	100%	0%	25%	75%	10,1	3,0	8,0	12,2
General	50%	50%	20%	80%	10,9	2,52	8,0	12,5

Los tambos que poseen ventiladores también presentan aspersores, ubicados en la línea de alimentación a $2,05 \pm 0,06$ m de distancia entre sí (Tabla 28). Tanto los ventiladores como los aspersores son encendidos cuando la temperatura (principal criterio) y humedad son elevadas, con la finalidad de reducir el impacto del estrés térmico sobre los rodeos productivos.

Tabla 28. Porcentaje de productores que poseen aspersores en los lugares de alojamiento de las vacas en ordeño, ubicación y distancia entre los mismos, según sistema de estabulación.

Sistema de estabulación	Posee aspersores		Ubicación		Distancia entre aspersores			
	Si	No	Cama	Línea alimentación	Media	D.E.	Min.	Max.
Compost barn	20%	80%	0%	100%	2,00	-	-	-
Free stall	100%	0%	0%	100%	2,07	0,06	2,00	2,10
General	50%	50%	0%	100%	2,05	0,06	2,00	2,10

9. Instalaciones del tambo y consumo de energía y combustible

9.1. Instalaciones de ordeño

En la Tabla 29 se describe la superficie del corral de espera y de las instalaciones de ordeño, el número de bajadas y la capacidad de almacenamiento de leche.

Tabla 29. Descripción de las instalaciones de ordeño.

Instalaciones de ordeño	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Superficie corral de espera (m ²)	348,43	200,26	141,40	738,00
Superficie total de las instalaciones de ordeño (m ²)	487,41	221,31	126,40	820,00
N° de bajadas de ordeño	18,25	6,63	10,00	30,00
Capacidad tanque/s de frío (l)	25.000	12.110	9.000	40.000

El corral de espera posee puerta arreadora en el 75% de los establecimientos visitados. Todos presentan sombra artificial (88% de chapa y 13% de media sombra) y todos tienen ventiladores verticales (2 a 6 ventiladores) y aspersores. El 50% dispone de agua de bebida en el corral de espera. En cuanto a la limpieza del mismo, esta se realiza mediante lavado a presión.

Con respecto a la sala de ordeño, la totalidad de los tambos presenta espina de pescado, 75% con espera y 25% sin espera. El 43% posee línea media, 43% alta y 14% baja. El 63% tiene extractores automáticos y el 25% puertas automáticas de separación de animales. El 67% no presenta bebederos a la salida del ordeño.

El sistema de refrescado de la leche más adoptado es panza fría (71%) y en menor medida chiller (29%). La placa de refrescado es utilizada en el 87,5% de estos tambos. La capacidad media de almacenamiento de la leche es de 1,45 días de producción.

Al preguntar sobre si planifica modificar el actual sistema de ordeño, el 75% de los encuestados respondió que sí, aludiendo en general a que ha quedado sub dimensionado para la cantidad de vacas actuales y/o futuras. A la vez, el 50% afirmó que piensa colocar robot de ordeño en el futuro, aunque la principal limitante para ello es la dificultad para acceder a créditos blandos y la falta de previsibilidad económica.

9.2. Instalaciones en general

En la Tabla 30 se detallan las instalaciones que presentan los establecimientos visitados. En general, se observa buen estado de las mismas.

Tabla 30. Instalaciones de los tambos visitados.

Instalaciones	Posee	No posee
Puertas automáticas de separación	25%	75%
Manga de inseminación	100%	0%
Manga para tareas generales	100%	0%
Pediluvio	71%	29%
Galpón/es para máquinas	88%	12%
Silo/s aéreo de chapa	88%	12%
Tanque/s australiano	100%	0%
Planta de balanceado	12%	88%
Quebradora	88%	12%
Patio de comida	100%	0%
Bascula	33%	67%
Equipo de riego	25%	75%

9.3. Maquinarias y equipos

En la Tabla 31 se muestra la cantidad de maquinarias que disponen los establecimientos para la actividad lechera.

Tabla 31. Maquinarias y equipos utilizados en la actividad de producción de leche

N° de maquinarias	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Tractores < 100 hp	1,88	1,36	1,00	5,00
Tractores 100 – 120 hp	0,38	0,52	0,00	1,00
Tractores > 120 hp	2,38	1,60	0,00	5,00
Pala frontal	2,00	0,76	1,00	3,00
Mixer vertical con balanza	1,70	1,16	0,00	3,00
Mixer vertical sin balanza	0,00	0,00	0,00	0,00
Mixer horizontal con balanza	0,50	0,76	0,00	2,00
Mixer horizontal sin balanza	0,13	0,35	0,00	1,00
Carro forrajero	0,25	0,46	0,00	1,00
Estercolera	0,38	0,52	0,00	1,00
Carro distribuidor de sólidos	0,63	0,52	0,00	1,00

9.4. Consumo de energía eléctrica y combustible

El consumo de energía eléctrica mensual es en promedio de 19.778 ± 12.374 kva. Si se relaciona este valor con la producción media mensual de leche, el consumo fue de $0,04 \pm 0,02$ kva/ litro de leche y con relación a la cantidad media de VO, $32,86 \pm 16,32$ kva/mes/VO. En la Tabla 32 se detalla estos valores por sistema de confinamiento. Los establecimientos con free stall presentaron los mayores consumos de energía eléctrica. La totalidad de los tambos poseen generador eléctrico para reemplazar la energía eléctrica en momentos que esta se corta. El 88% posee energía trifásica y el 12%

monofásica. El 13% genera energía eléctrica (biodiesel) y 13% está evaluando generar parte de la energía que consume (proyecto de generación de energía solar).

Tabla 32. Consumo medio de energía eléctrica por sistema de estabulación.

Consumo de energía eléctrica	Media	D.E.	Mín.	Máx.
Consumo mensual de energía (kva/ mes)				
Compost barn	11.950	5.766	6.000	19.050
Free stall	32.825	7.808	24.286	39.600
Consumo mensual de energía / L de leche producida (kva/ L leche)				
Compost barn	0,025	0,003	0,022	0,029
Free stall	0,056	0,009	0,046	0,062
Consumo mensual de energía / VO (kva/ mes/ VO)				
Compost barn	21,87	7,05	14,57	32,81
Free stall	51,16	5,36	45,13	55,39

Con respecto al consumo de combustible destinado a la actividad lechera, 6 de los 8 tambos encuestados reportaron datos estimados (la mayoría no lleva registro de este dato). De ellos, el consumo mensual fue de 5040 ± 2247 l/ mes. Si, al igual que la energía eléctrica, se relaciona este valor con la producción media mensual de leche, el consumo fue de $0,009 \pm 0,002$ L combustible/ L de leche y con relación a la cantidad media de VO, $8,39 \pm 1,54$ L combustible mes/VO.

En la Tabla 33 se detalla estos valores por sistema de estabulación. En promedio los establecimientos con free stall tuvieron los mayores consumos de combustible.

Tabla 33. Consumo medio de combustible por sistema de estabulación.

Consumo de energía eléctrica	N° tambos	Media	DE	Mínimo	Máximo
Consumo mensual de combustible (L/ mes)					
Compost barn	3	3700	1473	2100	5000
Free stall	3	6380	2250	4200	8695
Consumo mensual de combustible / L de leche producida (L combustible/ L leche)					
Compost barn	3	0,0082	0,0013	0,0072	0,0096
Free stall	3	0,0106	0,0004	0,0101	0,0108
Consumo mensual de combustible / VO (L combustible/ mes/ VO)					
Compost barn	3	7,09	0,77	6,36	7,90
Free stall	3	9,69	0,46	9,16	10,01

10. Manejo de los efluentes y residuos sólidos pecuarios

El 50% de los encuestados afirmó haber planificado el sistema de manejo de efluentes y residuos pecuarios de las instalaciones de ordeño y el 88% el de los galpones o corrales de alojamiento de las vacas.

Ninguno de los establecimientos recupera el agua de lluvia de los techos. Del 87,5 % de los tambos que utilizan placa de refrescado, el 43% no reutiliza el agua de la misma y el 57% la utilizan para bebida de los animales, limpieza de las instalaciones de ordeño o bien poseen circuito cerrado de recirculación (Gráfico 24).

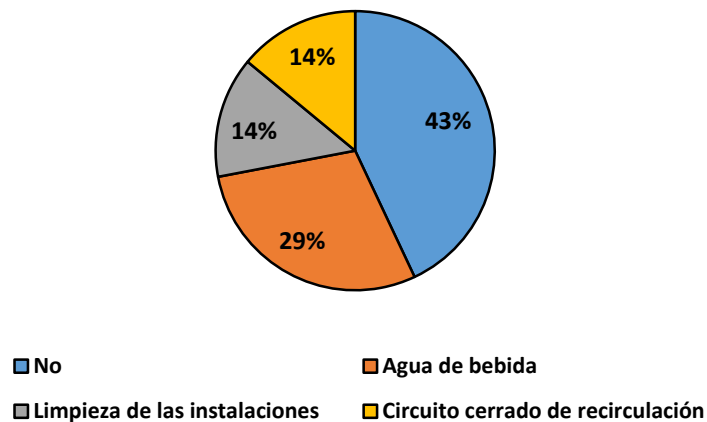


Gráfico 24. Recuperación y destino del agua de la placa de refrescado

10.1. Efluentes de las instalaciones de ordeño y/o alojamiento de los animales

El 62,5% de los establecimientos visitados no separa los efluentes (líquidos) de los residuos sólidos. Mientras que, los restantes tambos lo realizan mediante un sistema de lagunas de decantación o tornillo mecánico (Gráfico 25, Imagen 6).

La mitad de los productores realiza el manejo de efluentes con personal y maquinarias propias, el 37,5% lo terceriza y el 12,5% restante contrata servicio externo de manera eventual (Gráfico 26).

Con respecto al manejo, el 37,5% realiza la conducción de los efluentes a los depósitos de almacenamiento mediante gravedad a través de canaletas, el 25% a través de bombeo, otro 25% de manera combinada por gravedad y bombeo y solo un 12,5% por gravedad sin canaletas. La mayoría de estos depósitos no se encuentra impermeabilizados (87,5%; Gráfico 27), lo cual supone un alto riesgo de contaminación de

las napas. En promedio, los efluentes permanecen allí durante 345 ± 326 días, siendo amplio el rango de tiempo de almacenamiento entre los establecimientos relevados (desde 0 a 912 días). Luego, son aplicados a los lotes mediante estercolera.

El 50% de los productores nunca analizó la composición química de los efluentes y residuos, el 25% en algunas ocasiones, y solo un 25% lo realiza de manera frecuente (Gráfico 28). Sin embargo, cuando se les preguntó si realizan balance de nutriente antes de fertilizar los cultivos, el 63% contestó de manera positiva.

Ante la consulta si piensa modificar el sistema actual de efluentes, la mayoría de los encuestados (87,5%) respondió que sí. Entre los cambios planeados se encuentran: impermeabilizar la fosa de decantación, separar los líquidos de los sólidos, mejorar la circulación y distribución de los mismos, ajustar las dosis de aplicación y construir un biodigestor.

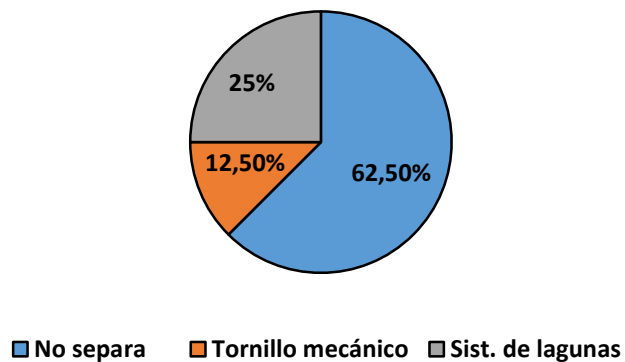
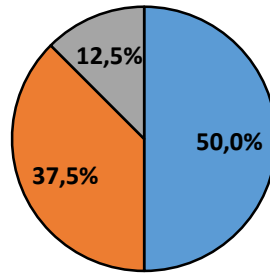


Gráfico 25. Porcentaje de tambos que separan efluentes de residuos sólidos

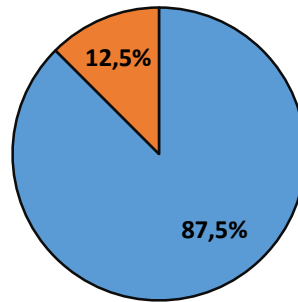


Imagen 6. Deposito de efluentes (A) y tornillo de separación de residuos (B)



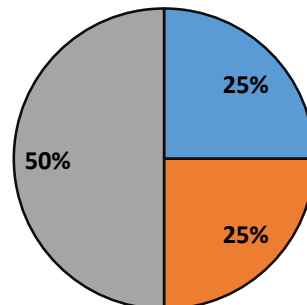
■ Servicio propio ■ Servicio externo ■ Servicio externo eventualmente

Gráfico 26. Manejo de los efluentes



■ No ■ Si

Gráfico 27. Porcentaje de tambos que poseen depósitos de efluentes impermeabilizados



■ Frecuentemente ■ Ocasionalmente ■ Nunca

Gráfico 28. Análisis de efluentes y residuos sólidos

10.2. Residuos sólidos de los corrales o galpones de alojamiento de los animales

El 67% de los establecimientos relevados hasta el momento no han sacado material de la superficie de alojamiento de los animales confinados. Los restantes, han retirado parte de la cama de manera esporádica. Dichos residuos sólidos fueron desparramados con carros a lotes y/o bajos (Imagen 7).



Imagen 7. Carro desparramador de residuos sólidos



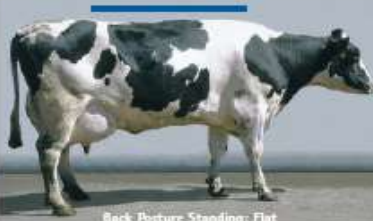







11. Bienestar animal de las vacas en ordeño

Durante la visita a los establecimientos, se realizó una evaluación visual de la higiene de las ubres, patas y flancos, utilizando una escala de 1 al 4 de menor a mayor grado de suciedad (Cook y Reinemann, 2007; imagen 8) y locomoción (escala: 1 al 5; de nulo a mayor grado de complejidad en los problemas de locomoción; Sprecher *et al.*, 1997; imagen 9). Dichas observaciones se efectuaron en 10 – 20 vacas seleccionadas al azar del rodeo en ordeño. Además, se clasificaron heces de los galpones de confinamiento de los rodeos de alta producción, siguiendo una escala de 1 (chirle) al 4 (muy dura) (Guerra *et al.* 2011; Imagen 10)

Cabe aclarar que los datos pertenecen a un solo día de observación. Para poder sacar conclusiones contundentes, esta evaluación debe repetirse a lo largo del año bajo diferentes condiciones ambientales (T° , humedad, lluvias, etc.). Los resultados expresados como porcentaje del total evaluado se muestran en los siguientes gráficos.



Imagen 8. Escala visual de la higiene de las ubres, patas y flancos (Cook y Reinemann, 2007)

<p>Locomotion Score 1</p> <p><u>Clinical Description:</u> Normal</p> <p><u>Description:</u> Stands and walks normally with a level back. Makes long confident strides.</p>	 <p>Back Posture Standing: Flat</p>	 <p>Back Posture Walking: Flat</p>
<p>Locomotion Score 2</p> <p><u>Clinical Description:</u> Mildly Lamé</p> <p><u>Description:</u> Stands with flat back, but arches when walks. Gait is slightly abnormal.</p>	 <p>Back Posture Standing: Flat</p>	 <p>Back Posture Walking: Arched</p>
<p>Locomotion Score 3</p> <p><u>Clinical Description:</u> Moderately Lamé</p> <p><u>Description:</u> Stands and walks with an arched back and short strides with one or more legs. Slight sinking of dew-claws in limb opposite to the affected limb may be evident.</p>	 <p>Back Posture Standing: Arched</p>	 <p>Back Posture Walking: Arched</p>
<p>Locomotion Score 4</p> <p><u>Clinical Description:</u> Lamé</p> <p><u>Description:</u> Arched back standing and walking. Favoring one or more limbs but can still bear some weight on them. Sinking of the dew-claws is evident in the limb opposite to the affected limb.</p>	 <p>Back Posture Standing: Arched</p>	 <p>Back Posture Walking: Arched</p>
<p>Locomotion Score 5</p> <p><u>Clinical Description:</u> Severely Lamé</p> <p><u>Description:</u> Pronounced arching of back. Reluctant to move, with almost complete weight transfer off the affected limb.</p>	 <p>Back Posture Standing: Arched</p>	 <p>Back Posture Walking: Arched</p>

*Adapted from Sprecher, D.L.; Hostetler, D.E.; Kaneene, J.B. 1993. Theriogenology 47:1170-1187 and contribution from Cook, N.S., University of Wisconsin.

Imagen 9. Escala de locomoción (Sprecher *et al.*, 1997)

CONSISTENCIA CHIRLE (score 1)



Heces totalmente planas y acuosas, en ocasiones entrecortadas en secciones muy extendidas. Se deponen en forma de chorros, salpicando en su alrededor. Contiene abundante mucus intestinal y es muy resbaladiza al tacto.

CONSISTENCIA BLANDA (score 2)



Deposición acuosa y de olor penetrante. Forma aplanada y expandida. Inconsistente y resbaladiza al tacto, muchas veces con mucus intestinal. En casos extremos, presenta burbujas de gas. Coloración levemente grisácea. Se distinguen fácilmente partículas de finas fibras largas y granos no digeridos.

CONSISTENCIA IDEAL (score 3)



Deposición más firme que la anterior, suavemente redondeada con una leve depresión en el centro. Al tacto suave, levemente pastosa y homogénea. No se visualizan fácilmente partículas de fibra larga ni granos no digeridos.

CONSISTENCIA FIRME (score 4)



Son duras y se deponen en forma piramidal, relativamente secas. En general, de color marrón oscuro y sin olor intenso. Al tacto ásperas, con abundantes partículas de fibras gruesas. En casos extremos, la forma de la deposición es ondulada, copiando los movimientos del intestino al evacuar.

Imagen 10. Escala de clasificación de heces (Guerra *et al.* 2011)

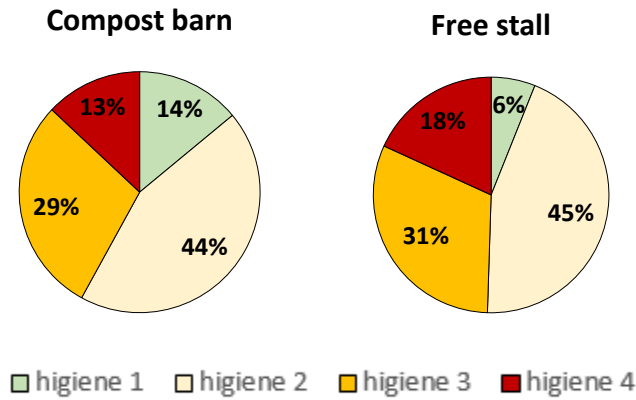


Gráfico 29. Resultados porcentuales del grado de higiene de las ubre, patas y flancos, utilizando una escala de 1 al 4 (Cook y Reinemann, 2007)

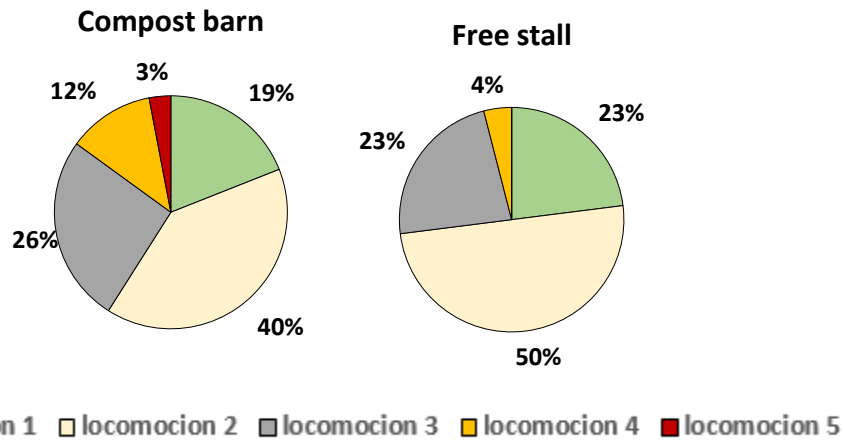


Gráfico 30. Resultados porcentuales del grado de locomoción (escala: 1 al 5; de nulo a mayor grado de complejidad en los problemas de locomoción; Sprecher *et al.*, 1997).

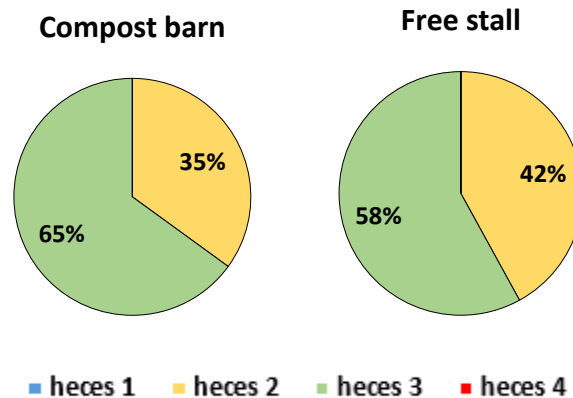


Gráfico 31. Resultados porcentuales evaluación de heces; escala: 1 (chirle), 2 (blanda), 3 (consistencia ideal), 4 (muy dura).

12. Evolución de los sistemas confinados de producción de leche de la provincia de Córdoba en los últimos 10 años

En la Tabla 34 se comparan los principales resultados obtenidos en el Proyecto de investigación de la UNVM “Caracterización de sistemas de producción de leche bovina en confinamiento de la Provincia de Córdoba”, realizado en el año 2008-2009 en 21 tambos confinados de la provincia de Córdoba, con los obtenidos en el presente estudio. Tres de estos establecimientos lecheros fueron encuestados en ambas investigaciones.

En el relevamiento realizado hace 10 años atrás, el confinamiento de los rodeos era incipiente y entre los principales motivos que llevaron a adoptarlos se mencionaba aumentar la producción de leche, liberar superficie para la agricultura, eficientizar el manejo de los rodeos y del suelo. La mayoría contaba con corrales secos (open lot), principalmente con superficie natural o de tierra, y con precarias infraestructuras de comederos, callejones, sombras, sistema de drenaje y manejo de efluentes. Entre las principales problemáticas percibidas en estos sistemas se encontraban problemas sanitarios (enfermedades podales, estrés, mastitis ambiental), la necesidad de mayor mano de obra capacitada, prácticamente nulo tratamiento y utilización de efluentes, anegamiento de corrales y callejones (acumulación de barro y agua) en épocas de lluvias y alto porcentaje de descarte y mortandad de animales.

Desde aquel momento hasta la actualidad, ha habido una reestructuración de los establecimientos lecheros, muchas veces improvisada, mientras que en otros casos siguiendo recomendaciones para modelos productivos del extranjero, debido a la escasa información disponible a nivel nacional y regional sobre el adecuado manejo de estos tipos de sistemas. Así, muchos de los sistemas open lot han adoptado sistemas compost barn o free stall, motivados por alcanzar una mejor eficiencia de conversión de los alimentos a leche y una estabilidad en la producción mensual a partir de un mayor confort animal. Se observa una importante evolución en el grado de intensificación de la producción dado principalmente por una mejora sustancial en las instalaciones (sombra, sistemas de refrescado, consolidación de calles y callejones, mejoras en las condiciones de la cama, buen frente de comedero), incremento en la adopción de tecnologías hacia una ganadería de precisión (identificación electrónica de animales, detectores de la actividad de rumia, puertas separadoras automáticas, monitor de producción de leche individual), especialización y organización de las tareas, mejoras en el manejo de los

forrajes conservados y la alimentación y digitalización de registros (uso creciente de software y app).

Sin embargo, existen otros aspectos en los que se necesita continuar trabajando como, por ejemplo, el manejo de los efluentes y residuos pecuarios, el balance de nutrientes a nivel predial, la alta incidencia de enfermedades metabólicas en los rodeos de vacas frescas y mastitis, el elevado porcentaje de mortandad de las terneras en la etapa de crianza, la baja frecuencia con la que se analiza el agua de bebida y los alimentos (especialmente análisis de micotoxinas), los problemas de elevada rotación del personal (sobre todo de los ordeñadores), la falta de registros sistemáticos de la calidad de leche reportada por las fábricas, el uso y la generación de energía, la capacitación continua de los operarios, entre otros.

Tabla 34. Principales resultados del relevamiento de tambos confinados del año 2008-2009 (Proyecto de investigación de la UNVM “Caracterización de sistemas de producción de leche bovina en confinamiento de la Provincia de Córdoba”) comparado a los obtenidos en el presente proyecto (año 2018-2019).

Resultados e indicadores	Año 2008/2009	Año 2018/2019	Diferencia 2018/19-2008/09
Superficie promedio sistemas lecheros (ha)	404	472	68
Antigüedad en la producción de leche (años)	10,0	25,4	15,4
Antigüedad confinando al menos un rodeo en producción (años)	2,5	10,1	7,6
Principales motivos para confinar	Incrementar producción y liberar superficie para la agricultura	Disminuir pérdidas de alimento y aumentar confort animal y escala productiva	
Producción promedio individual (L/ VO/ día)	22,95	30,16	7,21
Vacas en ordeño promedio	451	531	80
Nº rodeos de VO	4	5	1
Principales criterios para dividir rodeos	Producción, gestación y días en lactancia	Días en lactancia, primíparas/múltiparas y producción	
Nº lactancias promedio	3,10	2,99	-0,11
Relación VO/ VT (%)	83,0	81,6	-1,2

Resultados e indicadores	Año 2008/2009	Año 2018/2019	Diferencia 2018/19-2008/09
Realiza 3 ordeños/día en rodeo de punta (%)	33,0	87,5	54,5
Cantidad total de operarios	11,0	17	6
N° ordeñadores/ N° total de operarios (%)	52,0	46,4	-5.6
N° alimentadores/ N° total de operarios (%)	13,0	11,8	-1.2
Servicios totalmente estacionados (%)	5,0	50,0	45
Principales causas de rechazo de vacas	Reproductivo, podales y mastitis	Reproductivo, mastitis y problemas de ubre, baja producción	
Poseen sombra artificial en el alojamiento (%)	55,0	100	45
Poseen calle de alimentación consolidada (%)	48,0	100	52
Poseen sombra en el corral de espera (%)	67,0	100	33
Poseen ventiladores y aspersores en corral de espera (%)	38,0	100	62
Poseen puerta arreadora en corral de espera (%)	62,0	75	13
Poseen bebederos en el corral de espera (%)	62,0	50,0	-12
Poseen bebederos a la salida del ordeño (%)	48,0	33,0	-15
Alimentan dentro de la sala de ordeño (%)	38,0	0	-38
Poseen extractores automáticos de pezoneras (%)	48,0	63,0	15
Reciclan el agua de la placa de refrescado (%)	71,0	57,0	-14
Esparcen los efluentes a los lotes (%)	24,0	100	76
Poseen más de 1 mixer	71,0	100	29

CONCLUSIONES

En los últimos 10 años, ha habido una reestructuración de los establecimientos lecheros. Algunos de los establecimientos con sistemas open lot han adoptado el sistemas compost barn o free stall, motivados por alcanzar una mejor eficiencia de conversión de los alimentos a leche, mayor confort animal y escala productiva.

Se observa una importante evolución en el grado de intensificación de la producción dado principalmente por una mejora sustancial en las instalaciones (sombra, sistemas de refrescado, consolidación de calles y callejones, mejoras en las condiciones de la cama y comederos), incremento en la adopción de tecnologías hacia una ganadería de precisión (identificación electrónica de animales, detectores de la actividad de rumia, puertas separadoras automáticas, monitor de producción de leche individual), progreso genético y manejo estratégico de la estacionalidad de los partos, especialización y organización de las tareas, mejoras en el manejo de la alimentación y digitalización de registros (uso creciente de software y app).

Sin embargo, existen otros aspectos en los que se necesita continuar trabajando como, por ejemplo:

- Manejo de los efluentes y residuos pecuarios con balance de nutrientes a nivel predial.
- Enfermedades metabólicas y problemas de mastitis en rodeos de producción (actualmente alta incidencia).
- Porcentaje de mortandad de las terneras en la etapa de crianza.
- Frecuencia con la que se analiza el agua de bebida y los alimentos (especialmente análisis de micotoxinas)
- Calidad e inocuidad de la leche.
- Eficiencia de uso y generación de energía.
- Eficiencia en el uso del agua.
- Mejorar las estrategias para mitigar el estrés calórico.
- Alta rotación del personal (principalmente de los ordeñadores) y falta de capacitación y motivación continua de los operarios.
- Análisis integrado de la información para la toma de decisiones.



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

Instituto Académico
Pedagógico de Ciencias
Básicas y Aplicadas



Universidad
Nacional
Villa María

Resulta interesante realizar un monitoreo de los indicadores productivos, reproductivos, sanitarios, de bienestar animal y calidad de leche a lo largo del tiempo y evaluarlos en un número mayor de establecimientos lecheros confinados para obtener conclusiones más contundentes y precisas.



BIBLIOGRAFÍA

- Casona, E. y Catala, M. 2007. Intensificación en tambos. *Producir XXI*, 15(191):42-44.
- Centeno, A. 2013. Intensificación en el tambo. ¿Qué cambió? Hoja de información técnica N°33 INTA UEEA San Francisco. Julio de 2013. ISSN: 2250-8546.
- Comerón, E., Romero, L., Vera, M., Villar, J., Maciel, M., Charlón, V., Tieri, M.P. y Salado, E. 2016. Algunas consideraciones sobre la evolución del proceso de intensificación de la lechería argentina y los aportes del INTA. *Información Técnica de Producción Animal 2016*, INTA - EEA Rafaela.
- Cook, N.B. 2019. Optimizing resting behavior in lactating dairy cows through freestall design. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 35(1), 93-109.
- Cook, N.B. y Reinemann, D.A. 2007. A tool box for assessing cow, udder and teat hygiene. In: *Proceedings of the 46th Natl. Mastitis Counc. Natl. Mastitis counc. (Inc)*. San Antonio, TX. pp. 31- 43.
- Gastaldi, L., Litwin, G., Maekawa, M., Centeno, A., Engler, P., Cuatrin, A., Chimicz, J., Ferrer J.L. y Suero, M. 2015. El tambo argentino: una mirada integral a los sistemas de producción de leche de la Región Pampeana. Informe elaborado en el marco del Proyecto Específico de INTA “Sustentabilidad de los sistemas de producción de leche bovina” (PNPA 1126043). https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_el_tambo_argentino_mirada_integral_si_s_prod_leche_pamp_abril_2015.pdf
- Gastaldi, L.B., Moretto, M.L., Maekawa, M., Litwin, G.M., Marino, M.R., Centeno, A.R., Engler, P.L., Cuatrin, A. y Taverna, M.A. 2020. Encuesta Sectorial Lechera. Ejercicio 2018-2019. Región Pampeana Argentina. INTA. <https://inta.gob.ar/documentos/encuesta-sectorial-lechera-del-inta-resultados-del-ejercicio-productivo-2018-2019>
- Giordano, J.M., Gallardo, M., Bragachini, M., Peiretti, J., Cattani, P. y Casini, C. 2010. MIXER. INTA – PRECOP II. Manual Técnico N° 7. pp 61.
- Guerra S.C., Gallardo M. y Castro H. 2011. Monitoreo de la bosta y su relación con el proceso digestivo del ganado y la pérdida de nutrientes. *Producir XXI*, Bs. As., 19(238):34-37.
- Leso, L., Barbari, M., Lopes, M.A., Damasceno, F.A., Galama, P., Taraba, J. L., y Kuipers, A. 2020. Invited review: Compost-bedded pack barns for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(2), 1072-1099.



- MAGyA Córdoba. 2018. Registro de Productores Lecheros. <http://ganaderiacordoba.com.ar>
- OCLA, 2019. Lanzamiento de los datos del registro de productores lácteos de la provincia de Córdoba. <http://www.ocla.org.ar/contents/news/details/13991980-el-sector-lechero-de-la-provincia-de-cordoba>.
- Sprecher, D.J., Hostetler, D.E. y Kaneene, J. B. 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47:1179–1187.
- Temple, D., Mainau, E. y Manteca, X. 2013. Aspectos de bienestar animal en el diseño de instalaciones para vacuno lechero. *Albítar* (166), 16-18.
- TodoAgro, 2019. Córdoba: Los tambos estabulados siguen creciendo. Nota del 31 de octubre de 2019. <http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=38935>