



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

Mejora de la eficiencia y productividad en un sistema de producción
lechera (establecimiento Madriles SA), ubicado en el departamento
de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Trabajo final de graduación para optar por el título de:

Ingeniero Agrónomo

Autor: Martín Pereyra

Tutor: Diego Sabatini

Fecha de la defensa: 28/4/2020

Nota: 10 (diez)

RESUMEN

El trabajo propone analizar el sistema intensivo de producción lechera desarrollado en el establecimiento lechero Madriles SA, ubicado en la zona núcleo de producción agrícola del Departamento de Santa Cruz, Bolivia.

El establecimiento forma parte de una unidad de negocio de la empresa CIAGRO, dedicada a la producción agrícola como principal actividad, desplegando sus actividades en una extensión de veinte mil hectáreas distribuidas en distintos establecimientos. El proceso de transformación de un planteo convencional de producción lechera extensivo hacia otro de carácter intensivo fue planteado por los directores ejecutivos de la empresa a vista de las pérdidas tangibles producidas y el costo de oportunidad que significaba para el grupo agropecuario mantenerse viable dentro del mercado lácteo local. Así, se realizó una planificación estratégica productiva y económica financiera, tal que el proceso de transformación, mediante flujos de fondos de integración de capital escalonado, permitiese amortizar las inversiones dentro de un período de cinco años.

Analizada la factibilidad de inversiones y avanzando en la ejecución de parte de las obras de infraestructura, la dinámica del nuevo proceso productivo puso en valor los distintos factores de la producción, la productividad, el nivel tecnológico, como también, el capital social. Esta multiplicidad de variables permitió, a lo largo de cuatro años, mejorar ostensiblemente la situación competitiva de la empresa, obteniendo una mejor eficiencia y eficacia tanto en la administración de los recursos como en el sistema de comercialización de leche fluida.

Pese al estado de mejora productiva, una de las externalidades ambientales más sensibles ha sido el manejo de efluentes. La empresa planificó la incorporación y manejo de los residuos orgánicos destinándolos a lotes agrícolas con el objetivo de mejorar la fertilidad del suelo sumado al propósito de mitigar el pasivo ambiental. Desde un enfoque basado en procesos de integración, esta etapa se llevaría a cabo en alternancia con el período de descanso de los lotes, previo a la siembra de nuevos cultivos.

En lo personal, haber sido parte del equipo técnico de trabajo de Madriles, acompañando y dirigiendo los cambios que se produjeron durante los años trabajados allí, estimularon y motivaron la elección del tema a desarrollar del que es objeto el presente trabajo Final de Grado para optar por el título de Ingeniero Agrónomo.

Palabras clave:

Producción lechera, bienestar animal, Bolivia

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todos los trabajadores de la empresa Madriles S.A. junto con ellos me formé como trabajador, aprendí lo importante que son las relaciones personales dentro de un trabajo como el que toca realizar cuando estas lejos de tu familia y amigos. A Federico Barreto y Guillermo Rocco quienes fueron mis formadores a nivel profesional dentro del establecimiento.

Mi agradecimiento muy especial a Diego Sabatini, quien sin ninguna obligación me tomo como tesista y se transformó en un gran pilar de este trabajo. Gracias a Claudia Zarlenga por su ayuda con comentarios, consejos y correcciones ortográficas.

Gracias a mis familiares, sobre todo a mis padres, Nadia y Ricardo, quienes además de apoyarme toda la vida, insistieron constantemente (luego de 5 años) el término del presente trabajo, soportando mis enojos por su reiterada insistencia.

A Agos por apoyarme constantemente cada día, por animarme y ayudarme, conformando el pilar más importante de este trabajo.

Gracias a mis abuelos, mi hermana Agustina, a mis amigos y todos los que en algún momento me preguntaron por el trabajo y movieron esa espina que tocaba mi orgullo, de alguna manera ayudaron a que me sienta a trabajar.

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen	3
Palabras clave:	3
Agradecimientos	4
Introducción	8
Cuenca lechera en Bolivia	8
Generalidades	8
El Establecimiento	9
Objetivos.....	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos	14
Materiales y Métodos.....	15
Determinación de indicadores de gestión.....	15
Análisis de los indicadores	15
Producción:	15
Alimentos y Alimentación:	16
Reproducción:	17
Sanidad Animal e Higiene:	17
Desempeño financiero:	19
Benchmarking:	19
Resultados	21
Índices de producción	21
Alimentos y alimentación: Litros de leche libres sobre el costo de la alimentación por vaca (IOFC).....	24
Reproducción: Índices reproductivos.....	26
Sanidad animal e higiene:	27
Análisis Margen Bruto Comparativo (Pre - Post mejoras del Tambo):	29
Desempeño Financiero:	29
Discusión.....	31
Conclusiones.....	33
Distinguir el sistema intensivo: análisis de las variables que permitieron una mejora de la competitividad	33

Valorar el impacto del cambio en la organización, estructura y funcionalidad del establecimiento.....	34
Calificar aquellos procesos que permitieron atenuar las adversidades del ambiente tropical generando una mejora en la capacidad productora del establecimiento a nivel global	34
Analizar el efecto del bienestar animal: Contrastar índices productivos y reproductivos para analizar la respuesta animal al cambio de ambiente	35
Indicar los procesos que permitieron trabajar sobre el manejo de efluentes con el propósito de mitigar el pasivo ambiental	35
Bibliografía	36
ANEXOS.....	39
Diagnóstico situacional y plan de mejoras	39
Sistema Dry Lots.....	39
Alimentación en Dry Lot	40
Cría y recría	42
Plan de Mejoras.....	44
Sistema Freestall	44
Sistema Compost Barn	46
Grupo Hospital:	49
Manejo de efluentes y pasivo ambiental	50
Manejo una vez realizadas las mejoras.....	51
Animales en producción	51
Crianza artificial luego de las mejoras	54
Recría	57
Vacas secas	58
Manejo reproductivo.....	61
Alimentación	63
Manejo sanitario	66
Tuberculosis	66
Brucelosis	68
Leptospirosis	69
Virales reproductivas (Diarrea Viral Bovina, IBR).....	69
Fiebre Aftosa.....	69
Organización de la empresa y capital social	69
Organigrama de la empresa Mandriles SA.....	71

Sistema de comercialización - Mecanismo de formación de precio de leche fluida para entrega a usina.....	71
Consumo y mercado	72

INTRODUCCIÓN

Cuenca lechera en Bolivia

Generalidades

Bolivia presenta 3,6 millones de hectáreas destinadas a la agricultura. A mediados del Siglo XX, Santa Cruz era un departamento marginal en el contexto nacional, aportaba apenas con el 6% a la producción boliviana y tenía un PIB per cápita un tercio inferior al promedio nacional. Cincuenta años después, Santa Cruz es el departamento que más superficie en cultivo ha ocupado, comprendiendo 2,4 millones de hectáreas aportando el 70% de la producción agropecuaria de Bolivia.

Actualmente, la economía cruceña se constituye en la primera de dicho país, no sólo por su participación en el PIB nacional (30%) o la importancia de sus niveles de PIB per cápita (superior en 23% al promedio nacional), sino también fundamentalmente por sus niveles de competitividad y el grado de internacionalización de sus actividades productivas entre los que se incluye el sector lácteo. La producción nacional agropecuaria es de 18 millones de toneladas totales entre cereales, oleaginosas, hortalizas y frutas. Si bien los cultivos de soja y caña de azúcar son los principales componentes, el de soja ejerce un predominio de superficies sembradas. Se estima que para el año 2020 los indicadores agropecuarios crecerán, estimando una superficie cultivada cercana a 4,7 millones de hectáreas con 24 millones de toneladas de producción agropecuaria total y 11 millones de cabezas de ganado. El departamento de Santa Cruz es en la actualidad el principal productor de leche a nivel nacional, comprendiendo su productividad anual más de 183 millones de litros, alcanzando un promedio de 502,292 litros/día. El sector de la ganadería a nivel nacional posee en total 9 millones de animales bovinos de carne y leche, siendo, Santa Cruz el principal productor con más del 40% de la población bovina. La ganadería boliviana y particularmente el sector lechero, se encuentra en pleno auge y crecimiento. Los beneficios de la tecnología y avances zootécnicos implementados han generado cambios en los rodeos logrando una mejor calidad de vida performance productivo en los biotipos cárnico y lechero. El impulso para desarrollar ambos sectores ha permitido un crecimiento sostenido y consolidado traducido en la mejora zootécnica de los ejemplares y en los rendimientos productivos.

La actividad lechera de la región se inicia con la introducción de ganado bovino en época de la Colonia, existiendo un sinnúmero de establecimientos dedicados a la producción láctea diseminados en todo el Departamento, con mayor concentración en las áreas aledañas a la ciudad de Santa Cruz y de algunos pueblos importantes.

Santa Cruz de la Sierra posee el mayor número de vacas en producción lechera del total estimado, representando más del 68% de todo el país. Le sigue en orden de importancia, Cochabamba (con más del 15%), La Paz (con más del 7%), Oruro (3.2%), Tarija, Chuquisaca y Beni (con el 5.3 restante de vacas) (Padilla, C. R. et al. 2006). El grupo racial lechero predominante se encuentran en el "Área Integrada" siendo ésta la principal cuenca lechera, con el devenir del tiempo esta caracterización fue reconfigurando su estructura productiva. Según Vargas (1999), existe una predominancia del grupo Holstein, cuya participación de esta raza representa el 39.3% en los hatos lecheros.

Los productores de leche se concentran fundamentalmente en tres cuencas lecheras: la cuenca central (área integrada), la zona de San Javier, y la cuenca de los valles. La cuenca lechera más importante es el "Área Integrada" ubicada en el noreste de Santa Cruz; conformada por las provincias Sara, Ichilo, Obispo Santisteban, Warnes, parte de la provincia de Chiquitos y Andrés

Ibáñez. Esta distribución geográfica se debe a que la región posee los mejores suelos y factores favorables para la producción agropecuaria en general.

Dentro del departamento de Santa Cruz existen diez asociaciones que nuclean a los productores según el lugar geográfico donde se encuentran sus establecimientos. La FEDEPLE (Federación Departamental de Lecheros de Santa Cruz) agrupa a distintas asociaciones representando a diversos productores frente a actores industriales. Este departamento se corresponde con el área integrada que concentra la mayor cantidad de productores de leche y centros de acopio. El establecimiento Madriles forma parte de la cuenca lechera central del “Área Integrada” encontrándose emplazada al este de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

El Establecimiento

El establecimiento tambero Madriles fue adquirido en el año 2014 por el grupo empresarial CIAGRO, el cual está conformado por capitales argentinos y bolivianos. Se encuentra ubicado sobre el km 2 de la Ruta Nacional 4, denominada Transcon, a 65 km al este de la ciudad Santa Cruz de la Sierra, Departamento de Santa Cruz, Municipio de Pailón, Provincia de Chiquitos.

La imagen satelital Nro. 1 muestra el territorio del departamento de Santa Cruz, hacia el oeste la ciudad de Santa Cruz de la Sierra y al este (cruzando el Río Grande), donde comienza la zona núcleo de producción del departamento con el pinche sobre Madriles. En la imagen Nro. 2 se aprecia una ampliación del Establecimiento Madriles y en la imagen Nro. 3 se visualiza un detalle de los galpones de producción, el campamento, silos de reserva forrajera y playón de alimentación y corrales de recría.

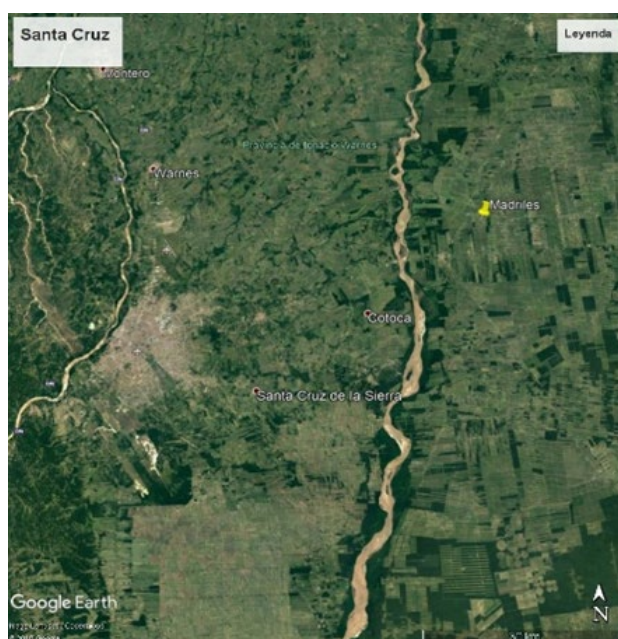


Imagen 1 Departamento de Santa Cruz, con un detalle del establecimiento Madriles en 2018.

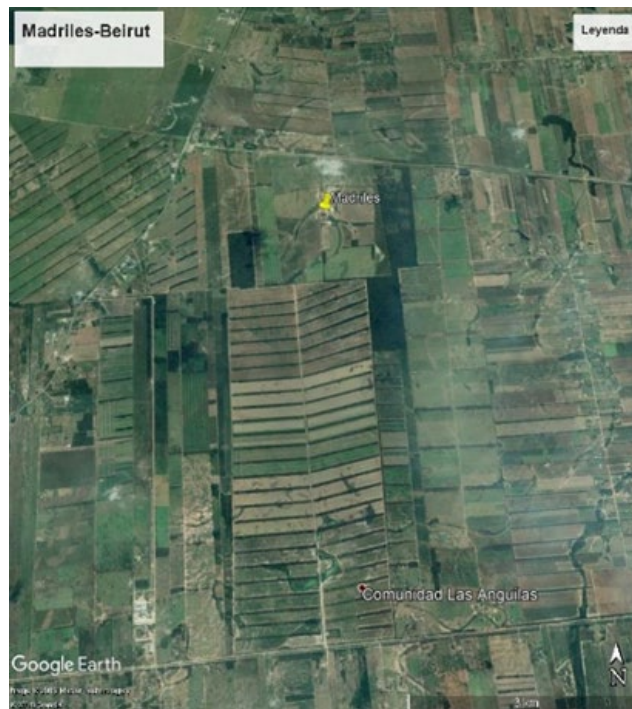


Imagen 2 Ampliación del Establecimiento Madriles



Imagen 3 Detalle de galpones de producción, el campamento, silos de reserva forrajera y playón de alimentación y corrales de recría. *La ubicación geográfica por GPS es: 62°39'18.21"O 17°36'6.50"S.

Fuente: Google Earth

El campo está dividido en dos unidades productivas, por un lado, el predio denominado Madriles, dedicado a la lechería con una superficie de 318 hectáreas (ha), por otro, el campo destinado a la actividad agrícola con 1100 (ha) llamado Beirut. Ambos predios son colindantes unidos por un camino común.

Madriles fue desmontada completamente sin dejar cortinas de monte original, encontrándose cruzado por una cañada. Este accidente geográfico hace que cada lote sea irregular, asimétrico y con una extensión distinta. Se aprovechó la profundidad de la cañada para excavar y realizar la laguna de fermentación.

Beirut fue desmontado respetando el uso de cortinas, cada lote se compone de 30 hectáreas divididas entre sí por una cortina de monte de aproximadamente 50 metros de ancho y un camino central con orientación norte a sur, tal que divide a cada lote en 2 parcelas de 15 hectáreas.

En el gráfico Nro. 1 se destaca el registro promedio de temperaturas y precipitaciones mensuales en el departamento de Santa Cruz. Por la latitud el clima es subtropical húmedo con una temperatura promedio anual de 25,5°C. El relieve llano de la comarca permite la formación de vientos de alta velocidad.

Existen dos estaciones muy marcadas, el verano con temperaturas superiores a los 30°C con máximas de 41°C dominando las lluvias en esta estación. El promedio de precipitaciones anuales en el departamento es de alrededor de mil doscientos milímetros por metro cuadrado (1200 mm/m²).

Durante el invierno, el clima es más fresco y seco, las temperaturas pueden descender a 10°C como consecuencia del ingreso de vientos fríos provenientes del sur, aunque el fenómeno dura pocos días. Esta amplitud térmica ha sido uno de los factores determinantes en la toma de decisiones para adoptar un sistema productivo que permitiera expresar la potencialidad de la genética utilizada frente al estrés calórico junto a aquellas consideraciones vinculantes al bienestar animal.

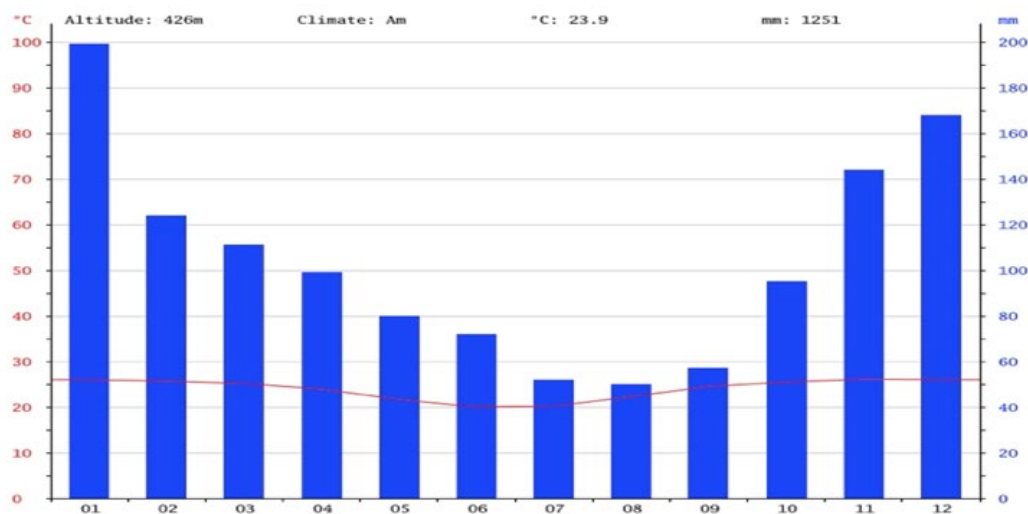


Gráfico 1 Precipitaciones y Temperaturas mensuales en el departamento de Santa Cruz. Fuente: climate-data.org

En el gráfico Nro. 2 se expone las precipitaciones promedio mensuales durante cuatro años consecutivos dentro del Establecimiento Madriles. El promedio de lluvias es de setecientos milímetros por metro cuadrado (700mm/m²) por año, concentrado entre los meses de noviembre a marzo. Durante los meses de invierno y primavera las lluvias disminuyen considerablemente hasta el mes de octubre, siendo escasas durante los meses de julio, agosto y septiembre. Estas condiciones son ideales para la producción de biotipos lecheros, pero muy desfavorable para la actividad agrícola como de cultivos destinados a reservas forrajes.

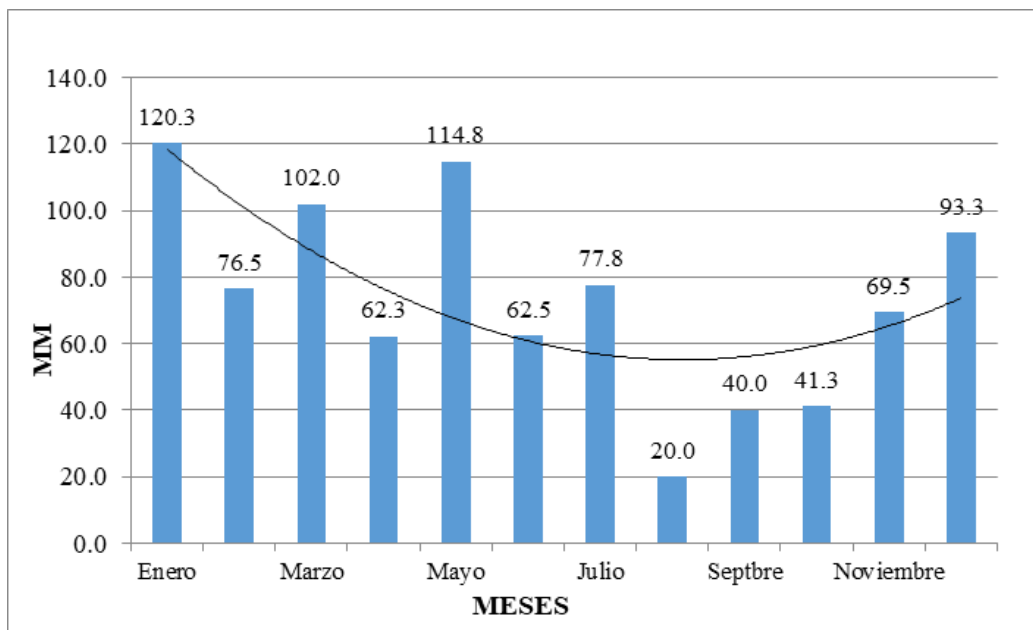


Gráfico 2 Precipitaciones mensuales promedio en el Establecimiento Madriles desde el año 2013 al año 2016. Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos en el establecimiento Madriles.

Con 1400 hectáreas, el establecimiento destina 300 en forma directa a lechería (instalaciones de ordeño, galpón de Freestall, galpón de Compost Barn, galpón de maquinarias agrícolas, oficinas y viviendas, patio de comida, laguna de efluentes, potreros para la cría, potreros hospitales para vacas en tratamientos y parque). 1100 hectáreas son dedicadas a la producción agrícola de granos y reservas forrajeras para la elaboración de silos o henos con destino alimentación animal.

La caracterización de la estructura del establecimiento está conformada por instalaciones consistentes en un Galpón de Maquinarias y Taller denominado “Maestranza”, donde se resguarda y repara el parque automotor agrícola y maquinarias del establecimiento.

Éste último está conformado por cosechadoras, picadora, fumigadora, sembradoras, mixer y tractores con diferentes capacidades y potencias.

El tambo propiamente dicho consta de un corral de espera para 100 animales y sala de Ordeño con 20 bajadas en espina de pescado. Este diseño permite una disposición de veinte (20) animales por lado, llegando a ordeñar entre cien (100) a ciento veinte (120) vacas por hora. La fosa de ordeño se extiende a lo largo de toda la sala con una profundidad de 50 cm a 60 cm permitiendo que los operarios trabajen ergonómicamente con comodidad, sin tener que agacharse para colocar las unidades de ordeño.

La máquina de ordeño, de marca Westfalia® de línea media elevada a una altura que no supera la altura de los animales, transporta la leche obtenida hacia el receptor con destino final la cisterna receptora. Esta disposición permite utilizar una presión de vacío menor a la que se tendría que utilizar en una línea alta. La presión de trabajo se encuentra dentro de un rango de valores entre 46 y 48 kpa, permitiendo un menor efecto irritativo nocivo para los esfínteres de los pezones.

Desde el receptor de leche al final la línea, una bomba de vacío lleva el fluido al tanque de frío el que tiene una capacidad de doce mil litros (12 000 l). No se cuenta con placas intercambiadores térmicas para disminuir la temperatura previo ingreso al tanque de recepción,

por lo que la producción ingresa al tanque a una temperatura de treinta y siete grados Celsius (37°C). Esto genera un choque térmico al ingreso al tanque receptor indeseable para la estabilidad como para la inocuidad de la leche. En el tanque la leche recibida se enfría a cuatro grados Celsius (4°C). Mediante un homogeneizador de cuatro paletas agitadoras se mantiene homogeneidad y temperatura.

A la salida de la sala de ordeño se encuentra una manga cuyo propósito es la de separar, inseminar y/o tratar animales con problemas sanitarios. También se dispone de un pediluvio para tratamientos curativos o preventivos de fortalecimiento de pezuñas.

Las instalaciones generales del establecimiento comprenden dos galpones para estabulación, un Freestall y un Compost Barn con capacidad de recepción de 150 y 400 animales respectivamente. Se dispone de distintos corrales de distribución para la recría y vacas secas y/o vacas en producción cuando estas no se encuentran en los galpones. Hay un sector de guacheras para la crianza artificial de terneras utilizando sistemas de casetas individuales.

El establecimiento posee unidades habitacionales para el personal, compuestas por una batería de cuartos que comparten de dos a tres personas por cuarto, un comedor común, una oficina y una casa principal para el encargado y administrador del campo. La organización del establecimiento se muestra adjunto en un Anexo I (Pág. 78.)

OBJETIVOS

Objetivo general

Comparar dos sistemas de producción, convencional e intensivo, en el establecimiento Lechero Madriles ubicado en Santa Cruz, Bolivia.

Objetivos específicos

Distinguir el sistema intensivo: análisis de las variables que permitieron una mejora de la competitividad.

Analizar el efecto del bienestar animal: contrastar índices productivos y reproductivos para analizar la respuesta animal al cambio de ambiente.

Valorar el impacto del cambio en la organización, estructura y funcionalidad del establecimiento.

Indicar los procesos que permitieron trabajar sobre el manejo de efluentes con el propósito de mitigar el pasivo ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Determinación de indicadores de gestión

Los indicadores que se decidió utilizar en el establecimiento para poder medir el alcance de las acciones realizadas fueron determinados en las siguientes áreas de intervención:

- **Producción:** leche entregada a la usina por mes y el promedio de producción por animal por día (Litros de leche /vaca).
- **Alimentos y alimentación:** Litros de leche libres sobre el costo de la alimentación por vaca (IOFC – Income Over Feed Cost).
- **Reproducción:** Tasa de Servicios (TS), Tasa de Preñez (TP) y Número de Partos.
- **Sanidad animal e higiene:** Conteo de células somáticas (CCS) y mortalidad de terneras (% de mortandad).
- **Desempeño financiero:** Margen Bruto (MB).

Estos indicadores permitieron evaluar el desempeño del sistema, el manejo y el control de la productividad del establecimiento. Asimismo, permitieron comparar distintos sistemas y campañas, evaluar la productividad, gestión y manejo del sistema, generando resultados que permitieron asistir como visualizar y medir los resultados obtenidos.

Estas herramientas de medición posibilitaron avanzar hacia una evaluación comparativa previa a los cambios realizados a lo largo de cuatro (4) campañas comprendidas entre 2015 y 2019, monitoreando variables relacionadas al manejo, métodos de trabajo, capacitación de personal, alimentación, tecnologías e inversiones.

Análisis de los indicadores

Producción:

La leche entregada a la usina láctea resultó históricamente ser el ingreso bruto más importante de Mandriles, esta medida se obtiene de la suma de los litros totales entregados al camión cisterna que retira la leche del establecimiento diariamente, firmada por el conductor y el encargado de entregar la leche.

No toda la leche tuvo como destino la industria, aquella destinada para la crianza artificial de terneros previa pasteurización, era obtenida de vacas recién paridas produciendo calostro o leche en transición; de vacas con tratamiento antibiótico por mastitis u otra enfermedad.

El promedio de producción por animal por día se obtuvo de la división de los litros totales entregados a la industria sobre la cantidad de animales ordeñados ese día. (Para el cálculo no se tuvo en cuenta los animales de los corrales hospital y calostro).

Este índice resultó ser un buen indicador para una primera aproximación acerca del estado situacional diario, ya que permitió tener una noción referencial del estado de situación del conjunto en forma rápida. Cuando este indicador se mantenía constante, o al menos con variaciones mínimas, se interpretaba que el grueso del sistema se encontraba bajo control.

En los meses invernales, la producción de leche aumentaba, ligado principalmente al cambio climático, las bajas temperaturas, la disminución de humedad relativa y la ausencia de barro por la baja cantidad de lluvias, generaba en los animales un mejor estado de confort. Sucedió lo contrario en los meses de verano, donde las elevadas temperaturas, la alta humedad relativa y el exceso de barro por precipitaciones constantes, generaban en los animales, un gasto

energético extra, ya que debían disipar el calor corporal y disminuir el consumo de alimento, provocando una menor producción de leche.

Gracias a este índice se lograba diagnosticar rápidamente, por ejemplo, una baja importante en el promedio de productividad respecto a días anteriores. Esto pudiera deberse a un atraso en el horario del ordeño, un problema en la administración de alimentación entregada o falta de comunicación dentro de la organización, como cuando se agregaban vacas a un corral y no se notificaba al responsable de la alimentación, el corral se pudo haber quedado con faltantes.

Alimentos y Alimentación:

La empresa consideró el costo del alimento como principal componente de los costos directos totales, por lo que fue un ítem de gran importancia en la economía del establecimiento. Se trabajó para lograr la más alta eficiencia, se realizaron manejos para lograr mayores rendimientos por hectárea y calidad en los cultivos; en el almacenado y conservación para reducir los desperdicios por un mal tratamiento y cuidado en la entrega del alimento a los animales, procurando que el alimento siempre estuviera fresco, a tiempo y en forma palatable cubriendo las expectativas de requerimiento de acuerdo a la asignación especial para cada categoría reduciendo al máximo el rechazo o selección por parte de los animales y cubriendo las necesidades nutricionales.

Se trabajó para estimular el mayor consumo por parte de los animales, con tasas de consumo elevadas se mejoró el rendimiento y eficiencia productiva, tanto en la crianza con mayores ganancias de peso por animal, como en la producción de leche por un aumento de litros por vaca.

Se utilizó para medir la eficiencia de alimentación el IOFC (Income Over Feed Cost) por sus siglas en *inglés*, las cuales significan ingresos sobre el costo de la comida, llevado a la producción láctea, litros libres una vez pagada la comida.

En la producción de leche, muchos factores afectan la producción, por ende, a la eficiencia en la utilización del alimento. La dieta debe ser sana y balanceada, tener todos los nutrientes necesarios para cubrir los requerimientos específicos de cada categoría sin generar disturbios nutricionales, por ejemplo, acidosis.

El ambiente tuvo gran influencia en la dieta, desde el cultivo, generó variaciones en los rendimientos, afectó la calidad de este (como campañas climatológicas adversas, el rendimiento y calidad fueron peores con respecto a los años más benignos y lluviosos).

A su vez, el clima afectó directamente a los animales, tuvo incidencia sobre el consumo y la utilización de los nutrientes tanto para producción como para mantenimiento de las funciones básicas como en la regulación de la temperatura corporal.

La alimentación animal afectó la producción de leche, tanto la cantidad producida como la calidad composicional de la misma, una dieta desbalanceada o un mal procesado de esta podía generar por parte de los animales una selección de algunos ingredientes por sobre otros, lo que ocasionó desbalances nutricionales en algunos animales. Esta mala proporción de ingredientes produjo casos de acidosis, ocasionando mermas en la producción y variaciones en la composición de la leche y hasta la muerte en casos extremos.

La relación forraje: concentrado ayudó a evaluar el peligro posible que puede significar la dieta para producir desbalances a nivel ruminal que generan problemas de desempeño productivo del animal.

Para todos los ejercicios la administración consideró que esta relación en la dieta debía estar cerca de 50:50, lo que aseguró una muy buena salud ruminal y bajo riesgo de acidosis.

Reproducción:

Todos los que formamos parte del establecimiento entendimos que no se puede producir leche sin preñeces y, sobre todo la cría de terneras. Para poder medir la eficiencia de nuestro trabajo reproductivo se decidió utilizar dos índices reproductivos, la tasa de servicios y la tasa de preñez.

La tasa de preñez es una de las variables más importantes del éxito reproductivo en el establecimiento, se evalúa en ciclos de 21 días, los doce meses del año. Calculada a partir de otros dos índices reproductivos importantes, la tasa de servicios y la tasa de concepción.

La tasa de servicios nos indicó la eficiencia en la detección de celos del establecimiento, de los animales aptos para ser inseminados, cuántos fueron inseminados y la tasa de concepción la utilizamos para medir la eficiencia de esas inseminaciones, de animales que fueron inseminados, a cuantos se logró preñar. Ambas se calculaban en ciclos de 21 días.

De las dos, considero que la tasa de servicios es más importante ya que, al mejorarla, se logró aumentar la tasa de preñez de forma significativa, cuando la tarea de detección de celos era realizada de forma incorrecta o ineficiente, las tasas de preñez disminuían, lo que significaba menos cantidad de vacas preñadas y futuros partos.

La tasa de preñez indica la cantidad de animales preñados sobre cien animales aptos para quedar preñados dentro de un período de 21 días o eventualmente al tiempo asignado.

Esta tasa fue de gran utilidad como indicador de eficiencia reproductiva del establecimiento. Esta variable era influenciada por varios factores, externos como el ambiente (temperatura y humedad), el manejo de la detección de celos y la inseminación y factores internos propios de cada individuo, como la sanidad y nutrición. Cualquiera de estos factores individuales afectaba negativamente a la tasa de preñez, motivo por el cual se debió trabajar de forma conjunta para lograr un buen resultado.

Se analizó la evolución de la tasa de preñez de tres (3) campañas extraídas del programa para producción lechera DiaryComp305, utilizado para llevar el registro individual de cada animal y cada evento sobre los mismos.

En Madriles se producían partos continuos a lo largo de todo el año, el valor de la tasa de preñez variaba según la estación, gran parte de esta variación se debía al estrés por calor, siendo los meses de verano y otoño los más afectados.

Sanidad Animal e Higiene:

Entendimos que producir leche de calidad significaba incrementar el ingreso del establecimiento, por una mayor producción en litros de leche por animal al ser un rodeo libre de enfermedades y por ganar una bonificación en el precio del litro de leche por mejor calidad. En el Anexo II, se describe cómo se forma el precio de la leche.

Respecto al control higiénico de la leche, el conteo de células somáticas (CCS) fue una medida utilizada para medir la sanidad de la ubre. Cuando una ubre se encontraba infectada por enfermedades intramamarias (Mastitis) el conteo de células somáticas aumentaba, la industria (PIL), a la cual, Madriles entrega la producción de leche, realizaba tomas de muestras periódicas ocasionales y sin previo aviso, donde se detectaba a través de un análisis de laboratorio realizado por la usina, dejando una muestra de contra prueba en el establecimiento.

La calidad organoléptica (gusto y olor), estabilidad y conservación de la leche cruda influenciadas por la calidad composicional de la misma, así como la composición de la leche depende de la sanidad de las ubres de los animales. Las infecciones intrauterinas provocan un aumento en las células somáticas debido a que un gran componente son glóbulos blancos defensivos del mismo sistema inmunitario del organismo.

Por decisión de los profesionales encargados de la administración del establecimiento, no se hacía uso de la prueba California Mastitis Test (CMT), utilizada mundialmente para la detección de animales con infecciones intramamarias sin síntomas visibles (mastitis subclínicas).

Esta decisión fue fundamentada por dos razones: la primera, se debía a las condiciones estructurales y ambientales del establecimiento, estas no eran la adecuadas para realizar el tratamiento a los animales positivos y prevenir futuras infecciones, antes de utilizar la prueba se debía modificar las condiciones en las que se encontraban los animales, especialmente solucionar el problema del barro, como se describe en el Anexo I, cuando las vacas se encontraban en el sistema de Dry lot.

La segunda razón, se debía a que la prueba de análisis de antibióticos de la usina era de una sensibilidad muy alta, detectaba el antibiótico en la leche hasta seis días después de la última aplicación, imposibilitando su entrega para la comercialización, lo que se traducía en un menor ingreso monetario para el establecimiento en un momento donde existía una necesidad de ingresos para sostener la poca rentabilidad generada en esos años.

En Madriles se tomó nota de este índice de manera periódica, se conocían las consecuencias de un elevado conteo de células somáticas y pérdidas económicas de difícil cuantificación. La leche de animales enfermos de mastitis clínica (con síntomas visibles de la enfermedad en la leche) no puede comercializarse, se debía utilizar tratamientos antibióticos curativos y el retirar el animal tratado por el tiempo necesario para que el antibiótico se elimine del cuerpo y no contener residuos en la leche, existía la posibilidad de pérdida de pezones a causa de la enfermedad y la eliminación del animal del rodeo.

El equipo era consciente de la existencia de un gran número de animales con mastitis subclínica (sin síntomas evidentes), estos animales no manifestaban la enfermedad de manera visible, aunque se veía afectada la producción en litros de leche y la calidad composicional y organoléptica de la leche, estos animales aumentaban el conteo de células somáticas en el tanque y posiblemente en poco tiempo se convertían en animales con mastitis clínica.

El trabajo analiza la mejora de este índice comparando el conteo de células somáticas de 2015, cuando el sistema de manejo era Dry Lots, contra el de 2018, una vez producidas las mejoras y cambios de sistemas, en un sistema de cama de arena en Freestall y cama de Compost.

Para el crecimiento del establecimiento fue fundamental la crianza eficiente de terneras sanas que puedan llegar a ser vacas de reemplazo de vacas que dejaban de ser ordeñadas de manera involuntaria (muerte) o de manera voluntaria por cuadros de mastitis o rengueras crónicas y/o descartes por infertilidad.

Madriles tomó como referencia de crianza de terneras la Tasa de Mortalidad de terneras, este índice representó el computo de todas las muertes de animales hasta los seis meses de vida (los terneros a los que se consideraba vivos era los que lograban una sobrevida mayor a seis horas posterior al parto), la tasa de mortalidad resultaba de la división de la cantidad de animales muertos sobre la cantidad de terneros vivos en un periodo de tiempo, en este caso un año.

Como se describe en el Anexo II, la crianza artificial de terneras era muy ineficiente, el bajo número de terneras que llegaban a ser vacas productivas no alcanzaba para cubrir las necesidades de reposición, esto se volvió un impedimento para el crecimiento en número de animales del establecimiento, debía aplicarse poca presión de selección ante la necesidad de reposición de los futuros planteles.

Una alta tasa de mortandad en terneras evitaría el posible crecimiento del establecimiento y, únicamente sería posible crecer mediante la compra a terceros de vaquillonas de reposición.

En el Anexo II se detalla el proceso de cambio realizado en Madriles, se logró llevar a cabo la crianza exitosa de terneras hasta el primer parto (a los dos años). Se mejoró la eficiencia de la crianza al reducir la tasa de mortalidad, lo que permitió el ingreso de un mayor número de animales al rodeo de ordeño reemplazando o aumentando el número de vacas a ordeñar. Facilitó el progreso genético gracias al ingreso de una genética mejor que la de los animales más longevos, debido a la constante selección de características que se van heredando y por el uso de semen de toros genéticamente superiores.

Desempeño financiero:

La administración del establecimiento utilizó el margen bruto para evaluar la actividad productiva principal, la producción de leche. Para el cálculo de este índice se suman todos los costos directos relacionados con la actividad, alimentación, sanidad, insumos veterinarios y de ordeño, mano de obra. A la sumatoria de estos costos directos de producción, por diferencia con los ingresos brutos, en este caso, la venta directa de leche se obtuvo el margen bruto de la producción lechera de Madriles.

En el trabajo se analizan el margen bruto de dos campañas, la campaña de inicio del proyecto, 2015/2016 con la última campaña de producción, 2017/2018. Las campañas correspondieron al periodo de tiempo entre los meses de julio a junio del siguiente año.

Las mejoras realizadas entre las campañas, descriptas en el Anexo I que, entre las más destacadas figuran la capacitación del personal y construcción de dos galpones de producción, tuvieron un gran impacto en la mejora de este índice.

Benchmarking:

A los efectos de poder modelizar un sistema eficiente como ideal se desarrolló un esquema de Benchmarking a modo de poder disponer de una estimación comparativa del estado de situación de Madriles pre y post mejoras 2015 / 2018.

Se tomó como referencia el establecimiento lechero modelo en Argentina del Grupo Chiavassa, el mismo se encuentra en la provincia de Santa Fe en la localidad de Carlos Pellegrini, donde el grupo realiza jornadas de integración llamadas GIT (Gestión Integral del Tambo) abriendo sus puertas a productores que deseen participar.

Esta metodología permite en los análisis de pre factibilidad e incluso factibilidad tener un puerto de referencia para realizar comparaciones. Gracias al Benchmarking se pudo conocer el potencial de un establecimiento con sistemas muy tecnificados y mecanizados similares a Madriles.

Tres trabajadores del establecimiento Madriles participaron de las jornadas en el año 2017, el administrador general del establecimiento, el veterinario externo y quien escribe.

El establecimiento de Grupo Chiavassa utiliza sistemas estabulados (Compost Barn) muy tecnificados y mecanizados. Utilizan mucha tecnología para generar datos como por ejemplo collares que miden actividad y rumia.

A modo de facilitar la comparación, en las tablas de resultados se muestran los datos de Madriles en las diferentes campañas de producción y la referencia de Grupo Chiavassa.

RESULTADOS

Índices de producción

La producción de leche aumentó a lo largo de las cuatro campañas. Como se puede observar en la tabla Nro. 1 en la campaña 2018/2019 se entregó a la industria un 95 % más de leche que en la campaña 2015/2016.

Este incremento de producción de leche se explica por el aumento de dos variables implicadas directamente en la producción final, la cantidad de vacas que se ordeñan y el promedio de estas. Ambas variables fueron el resultado del buen manejo del confort, nutrición, alimentación, sanidad, reproducción y crianza de terneras a lo largo de los años.

	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019
PRODUCCIÓN (litrosPIL)	1739708	2360560	3095266	3387566
incremento		36%	78%	95%

Tabla 1 - Litros totales de leche entregados a la industria láctea PIL en cuatro campañas de producción y el incremento en porcentaje con respecto a la campaña 2015/2016. Fuente: Elaboración propia

La tabla Nro. 2 y Nro. 3 muestran cómo se incrementó el número de vacas en ordeño y el promedio de estas a lo largo de las cuatro campañas. A su vez, en la tabla Nro. 3 se muestra a modo de comparación a través del Benchmarking el promedio de producción de leche del establecimiento Chiavassa.

En la campaña 2018/2019 se ordeñaron ciento veintiún vacas (121 VO) más que en el 2015/2016, esto significa un aumento del cuarenta y uno por ciento (41 %) más de animales ordeñados con respecto al inicio del proyecto.

Lo mismo sucedió con el promedio de producción, cada animal produjo en promedio seis litros (6 l) más por día en la campaña 2018/2019 que en la campaña 2015/2016, esto equivale a un aumento del treinta y siete por ciento (37 %) del promedio de producción por día de cada vaca en ordeño.

	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019
Nº Vacas en Ordeño(VO)	292	314	400	413
incremento		8%	37%	41%

Tabla 2 - Promedio del número de vacas en ordeño (VO) por día de cuatro campañas de producción (15/16 a 18/19). Fuente: Elaboración propia

	Md 15/16	Md 16/17	Md 17/18	Md 18/19	Ch 17
PROMEDIO (lts/vo)	16,3	20,4	21,2	22,3	33,6
Diferencia		25%	30%	37%	51%

Tabla 3 - Promedio de producción por vaca en ordeño por día de las cuatro campañas de producción (15/16 a 18/19). Fuente: Elaboración propia, datos de jornadas GIT de Grupo Chiavassa en 2017. (Md= Madriles; Ch= Chiavassa)

Este aumento diario de animales en producción y el incremento del promedio de estos, siendo el resultado del buen trabajo realizado en el establecimiento. La diferencia entre la primera campaña (Md 15/16) y la última (Md 18/19) fue de un millón seiscientos cincuenta mil litros (1 650 000 l), esto equivale a un incremento del noventa y cinco por ciento (95 %) en la producción.

Se compara a través de Benchmarking, el promedio del establecimiento de Grupo Chiavassa en el año 2017 (Ch 17) con los promedios de Madriles en la Tabla Nro. 3. Se encontró que en el establecimiento Grupo Chiavassa el promedio de producción individual logrado fue de cincuenta y uno por ciento (51%) superior que el mejor promedio de producción individual de Madriles en 2018/2019, esto permitió conocer el posible potencial de sistema, el que Madriles debe tomar como meta de producción.

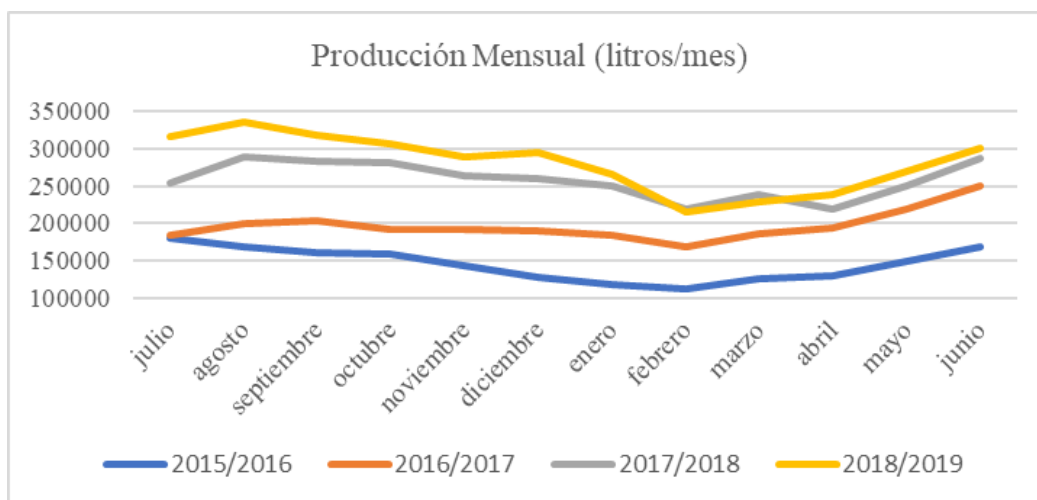


Gráfico 3 Producción en litros de leche por mes para cuatro campañas (15/16 a 18/19). Fuente: Elaboración propia

El gráfico Nro. 3 permite apreciar el comportamiento de la producción mensual de Madriles, se evidencia una depresión de la producción en los meses de verano (enero, febrero y marzo), como se describe en el Anexo I, este bajón productivo se debe a un alto estrés calórico sufrido por los animales en meses estivales.

La producción comienza a recuperarse en el mes de mayo llegando al pico de producción en los meses de invierno (junio, julio y agosto), cuando la temperatura y humedad se encuentran en niveles de confort y no existe presencia de barro.

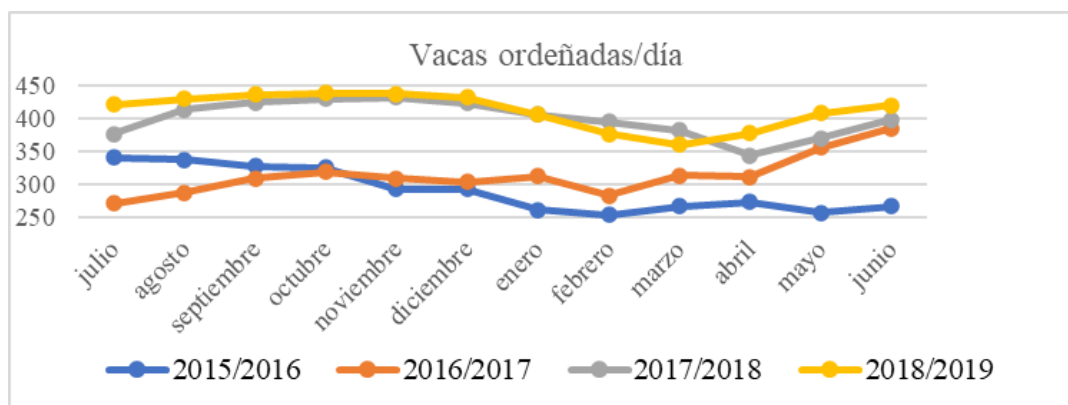


Gráfico 4 Promedio del número de vacas ordeñadas por día para cada mes del año durante cuatro campañas. Fuente: Elaboración propia

El Gráfico Nro. 4 muestra como el número de animales ordeñados a lo largo de las cuatro campañas se fue incrementando de manera constante, gracias a la estacionalidad de la concepción en los meses de invierno, las vacas comienzan a parir a partir de mayo, esto explica el menor número de vacas en los meses de previos (febrero-marzo).

En el Gráfico Nro. 5 se puede observar claramente un pico de producción que comienza su ascenso en mayo, cuando se está entrando en el invierno, más fresco y seco, siendo el mes de agosto el de mayor promedio de producción por vaca cuando el efecto residual del estrés calórico sufrido en verano deja de tener efecto sobre los animales. El pico de producción promedio más alto para todo el tambo se logró en la campaña 2018/2019, con un promedio de veinticinco (25,2) litros por vaca en ordeño por día.

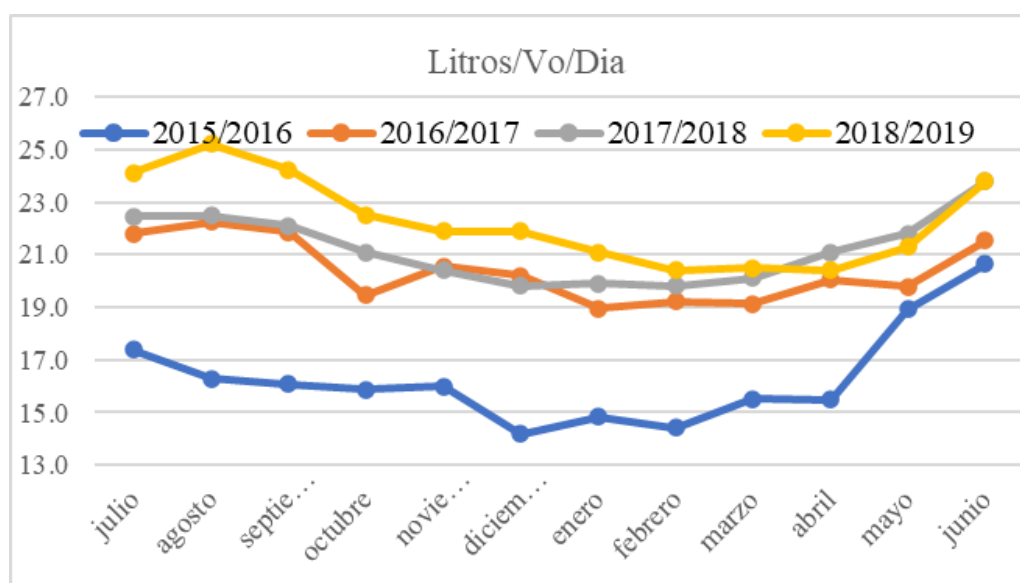


Gráfico 5 Promedio de producción de leche por vaca en ordeño por día para cuatro campañas durante cada mes del año. Fuente: Elaboración propia

A su vez, en el Gráfico Nro. 5, se puede observar que la caída del promedio en los meses de verano fue cada vez menor, mientras que en la campaña 2015/2016 el promedio en verano se desplomaba a menos de quince (15 l) litros por vaca en ordeño, en las campañas siguientes no bajó de diecinueve (19 l), esto es tan o más importante para la producción total que el pico de producción.

Esta variación de la producción para estas dos estaciones del año se debe a las condiciones ambientales a las que se exponen las vacas, siendo el invierno menos exigente sobre el estrés calórico de los animales, con menores temperaturas máximas, noches frescas, la baja cantidad de lluvias permite que la humedad ambiental sea baja, mejorando el intercambio de calor de los animales y sin barro en los corrales.

En verano con elevadas temperaturas y humedad relativa alta, los animales gastan energía en controlar el calor corporal, reduciendo la ingesta, el estrés calórico deprime la rumia y los animales pasan menos tiempo descansando, la combinación de estos factores, sumado a la llegada de muchas de las vacas al tercer tercio de lactancia, es inevitable que se produzca un descenso en la producción.

El gráfico muestra el promedio de vacas ordeñadas por día a lo largo de las cuatro campañas, se observa un aumento en el número de animales que pasaron de ser vacas secas a ser vacas en ordeño.

Alimentos y alimentación: Litros de leche libres sobre el costo de la alimentación por vaca (IOFC)

Para este análisis se tomó únicamente el grupo de vacas de alta producción, llamado Elite en Madriles, también se tomó el grupo de alta producción de Grupo Chiavassa para realizar un Benchmarking.

Grupo Élite 2018	kg/d	kg MS/d	\$/ton MS	PB	% MS	
Silo Maíz	34,9	14,6	59,4	8%	54,5%	54,5% Forrajes
Silo Soja	0,0	0,0	91,0	18%	0,0%	
Grano Maíz seco molido	5,8	5,0	195,5	8%	18,6%	44,0% Concentrados
Harina de Soja	5,8	5,1	320,5	46%	18,9%	
Cascarilla de Soja	2,0	1,8	125,0	11%	6,5%	
Núcleo lactancia	0,42	0,41	836,7	0%	1,5%	1,5% Aditivos
	48,86	26,9	0,150	15,1%	100%	

Grupo Élite 2015	kg/d	kg MS/d	\$/ton MS	PB	% MS	
Silo Maíz	24,0	7,2	60,0	7%	35,0%	38,7% Forrajes
Silo Soja	4,0	0,8	35,0	22%	3,7%	
Grano Maíz seco molido	6,0	5,3	140,0	8%	25,7%	35,9% Concentrados
Harina de Soja	2,4	2,0	283,0	44%	9,7%	
Amireia(Urea)	0,1	0,1	1000,0	65%	0,5%	
Concentrado lechera plus	6,00	5,22	340,0	19%	25,4%	25,4% Aditivos
	42,46	20,6	0,177	14,7%	100%	

Tabla 4 - Detalle de dietas del grupo de alta producción (Grupo elite) de dos años de producción, año de inicio de la gestión (2015) y último año de la gestión (2018). Fuente: Elaboración propia.

Los ingredientes en Madriles no variaron, se logró formular un alimento donde los ingredientes eran estables para evitar cambios bruscos en la dieta y una constancia en el tipo de alimentos, para el 2018 se obtuvo una formulacion donde la relacion forraje : concentrado se encontraba cerca del 50 : 50, asegurando una buena sanidad ruminal y prevención de acidosis.

Se llevaron los valores de la ración a litros, como muestra la Tabla Nro. 5, el valor de la ración para el grupo de alta producción (Elite) el año 2018 fue de 7,34 litros, un litro mayor que el año 2015, esto fue debido a la mayor cantidad de materia seca entregada al rodeo, seis (6) kilos más para ese año, se decidió entregar una elevada cantidad de materia seca, tras notar una selección por parte de los animales, dejando fibras excesivamente largas o tallos muy lignificados, de esta manera nos aseguramos un consumo de alimento elevado, aunque con un excedente mayor.

		Md 2018	Md 2015	Ch 2017
Kilos entregados de MS	KgMS/Día	26,90	20,60	25,20
Valor de la ración/VO	U\$/día	4,04	3,64	7,55
Valor de la ración/VO	Litros/día	7,34	6,38	15,10
Porcentaje de la producción	%	24%	27%	35%
Producción/VO	Litros/Día	33,00	24,00	42,70
Eficiencia de Conversión	Litros/KgMS	1,23	1,17	1,7
IOFC/VO	Litros/día	25,66	17,62	27,60

Tabla 5 - Comparativo de índices de alimentación de dos años de gestión (2015, 2018 y de Grupo Chiavassa 2017). Fuente: Elaboración propia, datos de jornadas GIT de Grupo Chiavassa en 2017. (Md = Madriles; Ch = Grupo Chiavassa)

Aunque la ración se tornó monetariamente más costosa, gracias al aumento de la producción esta represento un menor porcentaje de esta, veinticuatro (24) por ciento para el 2018 y veintisiete (27) por ciento para el 2015.

El promedio de litros producidos por vaca en ordeño del grupo Élite en 2018 fue de nueve litros mayor que el año 2015, 33 contra 24 litros respectivamente, ocasionando una mejora en la eficiencia de conversión por cada kilo de Materia Seca entregada a una vaca, esta producía 0,06 litros más que su par en 2015.

Como se puede observar en la Tabla Nro. 5 el resultado de estas mejoras en los índices de alimentación se resume en la cantidad de litros libres sobre el alimento (IOFC) por animal en ordeño, dando una diferencia a favor de año 2018 de ocho (8) litros libres sobre el año 2015.

En la Tabla Nro. 5 se puede comparar con datos del establecimiento Chiavassa en el año 2017, lo que se puede observar es que el IOFC solo difiere con el año 2018 de Madriles en 2 litros, aunque en Chiavassa el grupo de alta producción posee un promedio de producción individual diez litros (10 l) mayor que el grupo de alta producción de Madriles 2018, el costo de la comida (Valor de la ración) en Argentina duplicó al de Bolivia destinando un treinta y cinco por ciento (35 %) de la producción de este grupo a cubrir el costo de alimentación cuando en Bolivia solo significó un 24 % de la producción. lo que afecta a la ganancia sobre el costo de la comida (IOFC).

Observando la eficiencia de conversión, queda en evidencia el potencial de producción que existe en este sistema, donde el grupo de alta producción del Grupo Chiavassa logró una eficiencia de 1.7 litros por Kg de MS, contra 1.2 de Madriles, dando un resultado de 0.5 litros más de leche por kilo de materia seca entregada.

Para llegar a este resultado, Madriles debe seguir mejorando varios aspectos de la producción como, por ejemplo:

- Continuar el proceso selectivo y mejoramiento genético.
- Mejorar la calidad del alimento voluminoso, como el cultivo de Maíz y Sorgo.
- Continuar mejorando el Confort animal.
- Continuar el proceso de saneamiento sanitario.

Y otros factores que afectan a la producción del establecimiento.

Reproducción: Índices reproductivos.

Tanto en la Tabla Nro. 6 como en el Gráfico Nro. 6 se observa una notable mejora en los dos índices reproductivos más importantes, la Tasa de Servicios y la Tasa de Preñez. La Tasa de Concepción se mantuvo constante a lo largo de las campañas.

Índices Reproductivos	Md 15/16	Md 16/17	Md 17/18	Md18/19	Ch 17
Tasa de Servicio (%)	35	39	46	51	68
Tasa de Concepción (%)	25	28	25	25	31
Tasa de Preñez (%)	8	10	12	13	21

* Tasa de Servicios (TS), Tasa de Concepción (TC) y Tasa de Preñez (TP)

*Todos los índices fueron medidos en ciclos de veintiún (21) días.

* Md = Madriles, Ch = Chiavassa.

Tabla 6 - Índices reproductivos de cuatro campañas de gestión (15/16 a 18/19). Fuente: Elaboración propia, datos de jornadas GIT de Grupo Chiavassa en 2017.

En la Tasa de Servicios se observa una mejora de 16 puntos porcentuales con respecto a la campaña de inicio 15/16 y la final 18/19. Esto significa que se logró inseminar 16 más vacas, por la tasa de concepción de 25 %, se logró preñar cuatro vacas más cada 21 días, se obtuvo una diferencia de 69 vacas preñadas más en la campaña 18/19.

La Tabla Nro. 6 permite realizar una comparación de los índices reproductivos con el establecimiento Chiavassa. Se observa una gran diferencia en la tasa de preñez, el Grupo Chiavassa obtuvo 8 animales preñados cada veintiún días más que Madriles en la gestión 18/19. Nuevamente permite observar el potencial de crecimiento que posee Madriles.

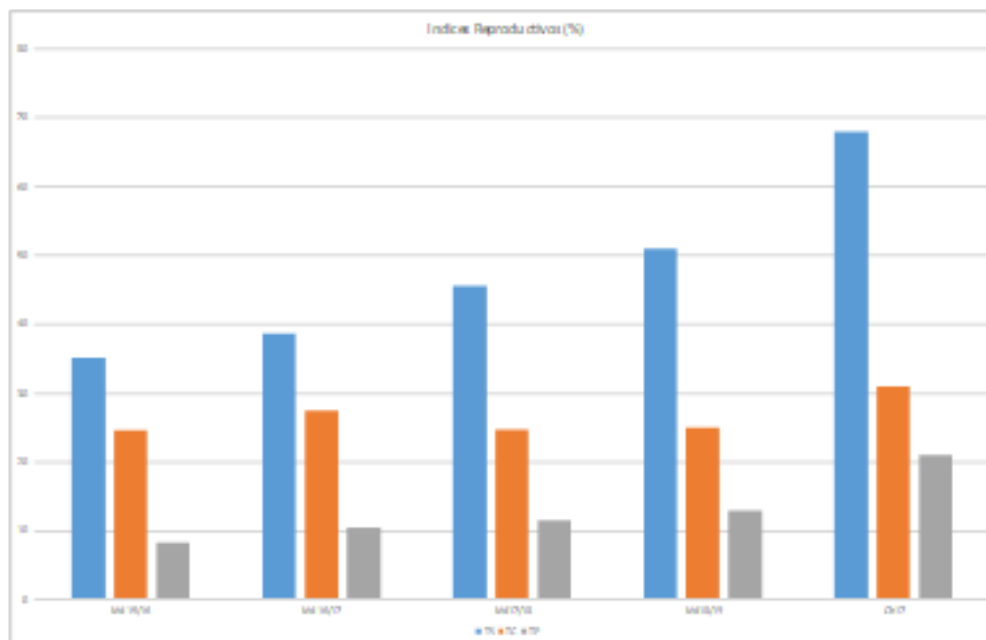


Gráfico 6 Índices reproductivos de cuatro campañas de gestión. Fuente: Elaboración propia.

Esta mejora en los índices de reproducción se refleja en el aumento de la cantidad de partos como indica la Tabla Nro. 6. En la campaña 15/16 se registraron trecientos cuarenta y un (341) partos y en las campañas siguientes la cantidad de partos fue aumentando de manera

significativa hasta llegar a cuatrocientos setenta y un partos (471) en la campaña 18/19, un treinta y ocho por ciento (38%) más de partos que en la campaña de inicio.

PARTOS	TOTAL	DIF
15/16	341	
16/17	439	98
17/18	470	31
18/19	471	1

Tabla 7 - Cantidad de partos anuales de las cuatro campañas de producción (15/16 a 18/19). Fuente: elaboración propia, datos de jornadas GIT de Grupo Chiavassa en 2017.

Sin embargo, la distribución de partos fue similar para las cuatro gestiones, manteniéndose la época de mayor cantidad de partos a partir del mes de marzo, coincidiendo con el aumento en la concepción en los meses de invierno.

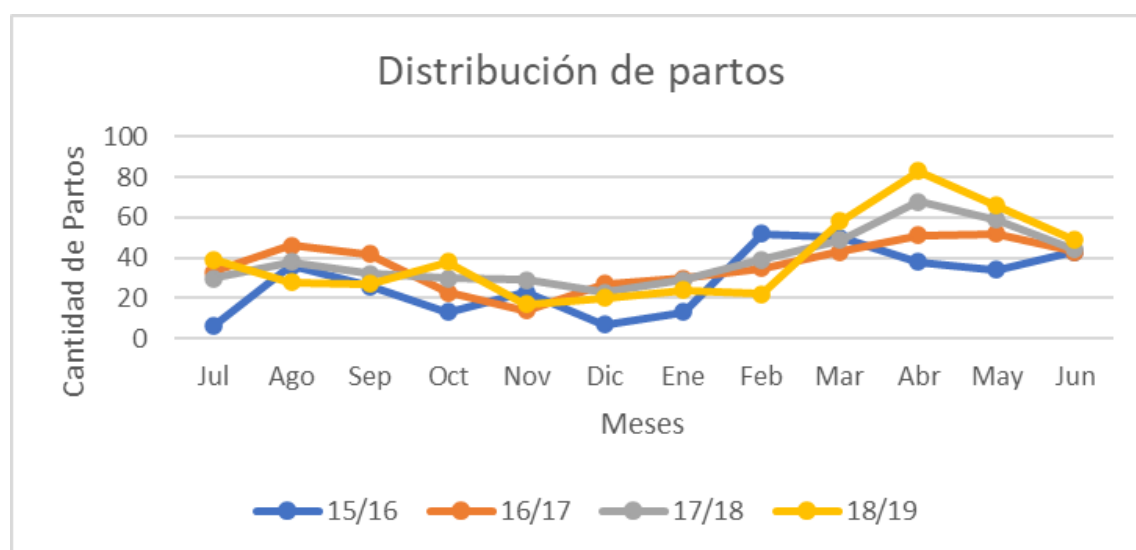


Gráfico Nro. 7. Distribución de partos de cuatro gestiones de producción (15/16 a 18/19). Fuente: elaboración propia

La campaña en la que se produjo el pico con mayor cantidad de partos en un mismo mes fue la campaña 18/19 el mes de abril, con ochenta y tres partos, coincidiendo con el pico de producción en los meses de agosto, entre sesenta y noventa días después del parto, con esto se logró que el pico de producción se produzca en los meses más frescos del año.

Sanidad animal e higiene:

Al mejorar el ambiente donde se encontraban los animales, la nutrición y alimentación, realizar una buena rutina de ordeño, respetar los horarios tanto de ordeño como de alimentación, realizar tratamientos y bajar la cantidad de vacas de lactancias largas gracias a la mejorara en la reproducción, la calidad de la leche mejoró, como se puede observar en la Tabla Nro. 8, en ella se observa que el conteo de células somáticas disminuyó de manera notable, se consiguió una disminución de 550 mil células por mililitro de leche desde la campaña 2015 a la 2018.

Este descenso del conteo de células somáticas se debió a una variedad de factores que se relacionan entre sí, se mejoró la alimentación, se ofreció un alimento mejor balanceado en horarios de entrega de comida posteriores al ordeño (donde la comida siempre espera a los animales), esto estimuló a las vacas a ir al comedero primero, dando tiempo al esfínter del pezón

a cerrarse antes de que los animales se echen a descansar. No estar en un ambiente sucio y húmedo como el barro y la aplicación de medidas para mitigar el estrés calórico, esto mejora la función del sistema inmunológico.

Todas estas medidas tomadas permitieron mejorar la sanidad de la Ubre, obteniendo una mejor calidad de la leche.

Según García y otros (2014) los valores de proteína en la leche para estos animales oscilan entre 3 y 4 por ciento, los valores de grasa entre 3.5 y 4.7. Manteniendo una relación de grasa: proteína entre 1,1 y 1,2. En las campañas de producción de Madriles, la leche mantuvo una correcta relación de grasa proteína (entre 1.1 y 1.2), lo que significa un correcto balance entre los nutrientes del alimento. Ambos componentes se encuentran en correcta proporción como se muestra en la tabla Nro. 10.

Otro índice de calidad medido por la industria (PIL) es el Tiempo de Reducción de Azul de Metileno (TRAM) indicando la carga microbiana que contiene la muestra de leche, mostrando la higiene con la que se trabaja en el ordeño y los equipos como la máquina y el tanque de leche.

El parámetro de PIL es que el tiempo de reducción debe ser superior a seis (6) horas. En la Tabla Nro. 8 se observa que en Madriles tanto en 2015 y 2018, siempre se trabajó con una excelente higiene y rutina de lavado de equipos.

CALIDAD DE LECHE	2015	2018	Ch 17
RCS (miles de células/ml Leche)	800	250	50
Sólidos Totales (%)	11	12,5	-
PB (%)	3	3,3	3,4
Grasa (%)	3,6	3,7	3,75
TRAM (horas)	6,5	6,5	-

*RCS: Recuento de Células Somáticas, miles de células/ml de leche.

*Sólidos Totales: Composición de sólidos que contiene la leche.

*PB: Proteína Bruta.

*TRAM: Tiempo de Reducción del Azul de Metileno, medido en horas.

Tabla 8 - Promedio de calidad de leche para el año 2015 y el año 2018. Fuente: Elaboración propia, datos de jornadas GIT de Grupo Chiavassa en 2017. (Ch = Chiavassa)

Contrastando con el Establecimiento Chiavassa, existe un gran potencial para mejorar en lo que refiere a la calidad de la leche, los resultados del Grupo Chiavassa se deben a un excelente trabajo sobre el ordeño y la sanidad de las Ubres, una muy baja incidencia de mastitis, la alta eficiencia reproductiva les permitió tener la mayor cantidad de vacas en los primeros tercios de lactancia, donde todavía no se desprende naturalmente el epitelio de la ubre por elevados días de lactancia, aportando a que el conteo de células somáticas se mantenga bajo.

En cuanto a la mortalidad de terneras, la tabla Nro. 9 muestra la cantidad de partos y la cantidad de terneras nacidas vivas que murieron hasta los seis meses de edad. Se puede observar que el porcentaje de mortalidad disminuyó hasta llegar a 6.8 % en la campañas 18/19, aumentar la cantidad de partos gracias a la mejora en la reproducción y disminuir el porcentaje de muertes de terneras se obtuvo una mayor cantidad de vaquillas disponibles para el reemplazo de los animales adultos.

A su vez permite ver el porcentaje de mortalidad de terneras del establecimiento Chiavassa, menor al 5 %, Madriles apunta a obtener este resultado, y como se puede observar en la tabla Nro. 9, dejando de lado la campaña 16/17 (el número de muertes es elevado debido a la gran cantidad de modificaciones de personal y estructural por el periodo de transición) el porcentaje de muertes fue bajando de manera constante logrando un seis punto ocho por ciento (6.8).

Mortandad en Terneras	Partos	HM	%
15/16	341	30	8,8%
16/17	439	78	17,8%
17/18	470	34	7,2%
18/19	471	32	6,8%
Ch 17	-	-	3,3%

*HM: Hembras Muertas

Fuente: Elaboración propia, datos de jornadas GIT de Grupo Chiavassa en 2017.

Tabla 9 - Mortalidad de terneras a lo largo de las distintas campañas de producción, Benchmarking con el establecimiento Chiavassa en 2017 (Ch = Chiavassa).

Análisis Margen Bruto Comparativo (Pre - Post mejoras del Tambo):

Desempeño Financiero:

MB Madriles 2015/2016				
Gastos Directos	U\$s	Litros	% Gasto	% Ingreso de leche
Alimentación (VO+VS+recrias)	448950	801696	64,9%	46,1%
Maquinaria (alimentación+limpieza de estiercol)	18250	32589	2,6%	1,9%
Insumos del tambo (rutina de ordeñe+limpieza de máquina)	26215	46812	3,8%	2,7%
Insumos veterinarios (medicamentos+semen+sustituto lácteo)	64696	115529	9,3%	6,6%
Energías (electricidad+gas)	4800	8571	0,7%	0,5%
Personal	129286	230867	18,7%	13,3%
Total Gastos Directos	692196	1236065	100,0%	71,1%
Producción Leche	974236	1739708		100,0%
Margen Bruto Madriles 2015/2016	282040	503643		28,9%

MB Madriles 2018/2019				
Gastos Directos	U\$s	Litros	% Gasto	% Ingreso de leche
Alimentación (VO+VS+recrias)	605031	1080412	63,1%	32,0%
Maquinaria (alimentación+limpieza de estiercol)	22800	40714	2,4%	1,2%
Insumos del tambo (rutina de ordeñe+limpieza de máquina)	37078	66210	3,9%	2,0%
Insumos veterinarios (medicamentos+semen+sustituto lácteo)	48396	86422	5,0%	2,6%
Energías (electricidad+gas)	36169	64588	3,8%	1,9%
Personal	210042	375075	21,9%	11,1%
Total Gastos Directos	959516	1713421	100,0%	50,7%
Producción Leche	1891435	3377562		100,0%
Margen Bruto Madriles 2018/2019	931919	1664141		49,3%

Tabla 10 - Detalle comparativo de costos e ingresos para formular el margen bruto de las Campañas 2015/2016 y 2018/2019. Fuente: elaboración propia

Se contrastó el resultado económico mediante el margen bruto del Establecimiento en la primera campaña (2015/2016) contra el de la última campaña (2018/2019, el resultado nuestro incremento positivo de 230 %, llevado a valor económico la campaña 2018/2019 superó a la campaña 2015/2016 por un valor muy cercano a seiscientos cincuenta mil dólares (u\$s 649.879), el detalle de los costos e ingresos se muestra en las Tablas Nro. 10 y 11.

Resultado	U\$s	Incremento
MB Madriles 2015/2016	282040	
MB Madriles 2018/2019	931919	
Diferencia	649879	230%

Tabla 11 - Comparativo de Margen Bruto de la Campaña 2015/2016 con la campaña 2018/2019.

Fuente: elaboración propia

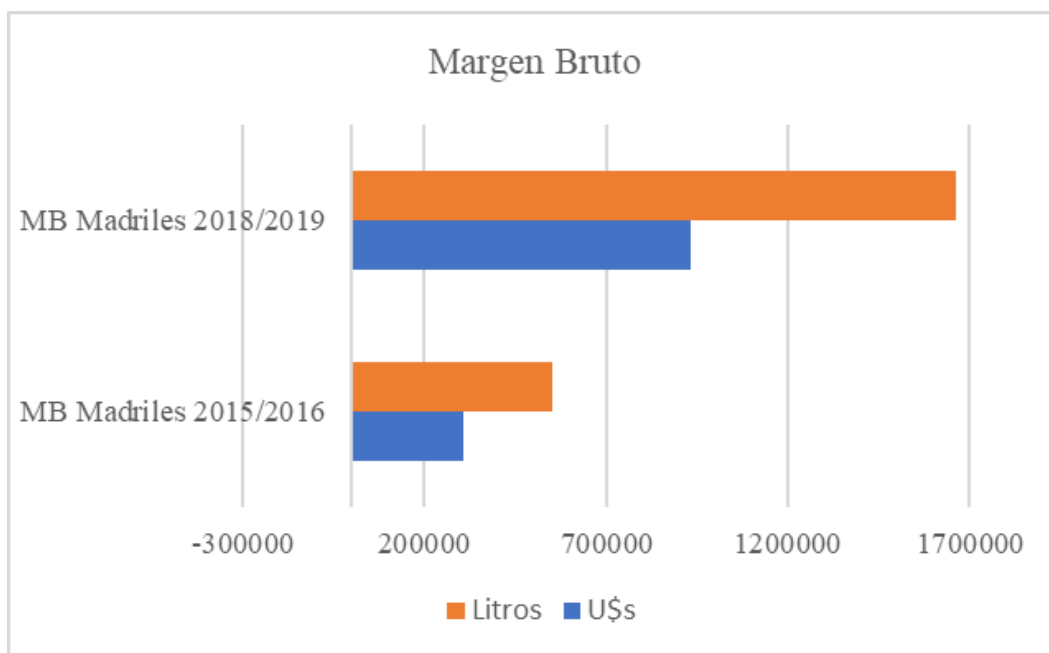


Gráfico 8 Comparativo de Margen Bruto de la Campaña 2015/2016 con la campaña 2018/2019.

Fuente: elaboración propia

Otros ingresos adicionales eran conformados por ventas, como ser: animales improductivos con destino a frigorífico. Estos animales los conformaban vacas o vaquillas que no eran aptas para llevar adelante una gestación o futura lactancia. Una diversidad de factores generaba la decisión de venta, por ejemplo: infertilidad, edad y número de lactancias, rengueras; problemas de pie; infecciones intramamarias (mastitis) crónicas y problemas sanitarios (tuberculosis; brucelosis y otras enfermedades).

Un ingreso de menor importancia era la venta de terneros machos a Menonitas de la zona, para ser utilizados como toros, debido a una imposibilidad de utilización de otra tecnología de reproducción por cuestiones religiosas.

DISCUSIÓN

Está visto que los sistemas intensivos tienden a optimizar la eficiencia y efectividad en la utilización de los recursos. Las series analizadas permitieron identificar brechas productivas de dos sistemas de producción.

Estos resultados y conclusiones guardan relación con lo analizado por Frossasco (2017 a) que observó una tendencia de productores en Córdoba (Argentina) hacia un mayor confinamiento de los animales, con el objetivo de incrementar los litros de leche producidos por vaca como así también, estabilizar el consumo de materia seca. En su trabajo comenta que una estructuración precaria e improvisada, como fue el caso de Madriles en 2015, sumado al condicionamiento meteorológico como pueden ser fuertes y prolongadas precipitaciones, provocan un gran deterioro del sistema. Frossasco menciona que en épocas de lluvia se comenzaron a observar problemas de encharcamiento en corrales, caminos y calles que trajeron aparejado una disminución en el confort de los animales y mermas en la producción, lo cual tiene varias similitudes con lo ocurrido en el establecimiento de Madriles.

Como solución al problema mencionado anteriormente, Frossasco (2017 b) explica que el sistema estabulado de cama de compostaje surge como una opción que posibilita no solo aumentar la productividad de los animales, mediante una mejora de su bienestar, sino que además brinda una solución a problemas de contaminación y manejo de efluentes, ya que disminuye la cantidad de moscas y el olor que genera una alta concentración de animales. El éxito de este sistema depende principalmente del manejo adecuado de la cama, debiendo permanecer siempre confortable (seca y mullida).

Si lo relacionamos al caso bajo análisis, podemos identificar que es uno de los sistemas que Madriles utilizó para aumentar la eficiencia del sistema.

Como contrapartida de esta solución, se puede observar que la utilización de sistemas de galpones de estabulación de animales para la producción de leche conlleva una gran inversión de recursos y capital. Lo que puede ser muy dificultoso de adoptar en el caso de productores de baja escala por el alto costo financiero de la infraestructura y maquinaria necesaria para este tipo de sistemas.

En relación con la competitividad y rentabilidad de los sistemas, Holmann (1998) establece que los sistemas extensivos pueden ser tan competitivos como los intensivos, pero con menor inversión de capital. Según lo expuesto en el desarrollo del presente trabajo, se pudo contrastar que, en Santa Cruz de la Sierra a través del sistema extensivo, la producción promedio de leche por animal, el consumo de materia seca y los índices reproductivos no logran llegar a niveles óptimos para ser competitivos y esto se puede identificar observando los márgenes brutos de los años 2015 y 2018.

Con respecto al manejo de efluentes, Charlón y Taverna, (2004 b) coinciden en que un manejo responsable de los residuos orgánicos es fundamental para la preservación del medio ambiente, reciclando los mismos dentro del sistema de producción como abono orgánico a los lotes agrícolas, los cuales son destinados a la producción de cultivos, ya que ayudan a mejorar la productividad del suelo gracias a los efluentes.

En concordancia con lo expuesto por Charlón y Taverna, ambos trabajos destacan la importancia del tratamiento de los efluentes previo a la incorporación a los lotes agrícolas. Como se mencionó en el capítulo "Manejo de efluentes y pasivos ambientales", el tratamiento realizado en Madriles para mejorar la productividad del suelo y colaborar con el medio ambiente consistió

en la separación entre las fracciones líquidas y sólidas de los efluentes para aumentar la eficiencia del uso de las máquinas transportadoras; la utilización de fosas de fermentación para la parte líquida y la realización de compostaje para la fracción sólida.

Cabe destacar la importancia de la planificación de la gestión de residuos previo a la ejecución de un proyecto de estabulación en galpones, ya que en Madriles la planificación del manejo de efluentes y cálculo de almacenaje de estos no fue tomado como un tema relevante provocando problemas posteriores a la estabulación de los animales.

CONCLUSIONES

Distinguir el sistema intensivo: análisis de las variables que permitieron una mejora de la competitividad

Se demostró que la aplicación de tecnologías como son los galpones de estabulación, tanto el sistema Freestall como el sistema de cama caliente (Compost Barn) resultan indispensables para que la producción lechera en ambientes tropicales sea eficiente y rentable.

Gracias a los datos obtenidos y su análisis se determinó que el sistema Dry Lots, que funcionaba en Madriles en el año 2015, no se adecuaba a las condiciones ambientales de la zona debido a las abundantes lluvias estivales y la alta humedad relativa del ambiente. En este sistema, los animales sufrían estrés calórico extremo y a su vez se genera exceso de barro, sumamente perjudicial para la movilidad tanto de los animales, las personas y los tractores, haciendo la producción ineficiente y el sistema insostenible.

La evidencia expuesta en el trabajo demuestra que el sistema Dry lots en un ambiente tropical no tiene un efecto positivo sobre el estrés calórico afectando directamente al consumo voluntario de alimentos, la reproducción y sanidad motriz de los animales, consecuentemente a la producción de leche de manera significativa.

Al comparar el sistema de encierre a corral (Dry Lot) con los dos sistemas implementados posteriormente (Freestall y Compost Barn) se evidenció que ambos sistemas fueron superiores, logrando un ambiente agradable no solo para los animales sino también para el trabajo de los operarios.

Las variables que permitieron mejorar la competitividad:

Reproducción: Al implementar mejoras en la reproducción permitió disponer de mayor cantidad de animales incrementando un pico productivo que conllevó a una mayor producción y rentabilidad del establecimiento.

Alimentación: Dentro de los galpones, el alimento ofrecido siempre estuvo disponible y fresco, con fácil acceso para los animales, a la sombra y sin barro. Estas condiciones mejoraron el consumo que a su vez aumentó la producción. Una de las dificultades más relevantes de la alimentación fue la calidad del forraje, una fibra de mala calidad generaba un exceso de calor fermentativo dentro del animal. Se concluye que una de las claves es generar la mejor calidad de fibra a través de cultivos más apropiados a las condiciones ambientales y con un manejo adecuado. Se continúa trabajando sobre las variedades y manejo de los cultivos para lograr mejor calidad de alimentos.

Infraestructura: La incorporación de los galpones fue la pieza fundamental para la transformación del establecimiento. Incorporar sistemas intensivos obligó a tener mejores accesos tanto para animales como para las máquinas, facilitando el manejo de los rodeos, mejorar la capacidad de trabajo de los trabajadores y permitió lograr mayor eficiencia en los procesos.

Sanidad: Se demostró la importancia de un rodeo sano y libre de enfermedades, fundamental para cualquier sistema productivo.

Con respecto a la sanidad de las ubres, actualmente se continúa realizando medidas que bajen la incidencia de mastitis del rodeo, como la selección genética, mejorando la rutina de ordeño,

manteniendo la máquina de ordeño en óptimas condiciones, brindando un ambiente seco y limpio a los animales, evitando el contagio y manteniendo una constante capacitación del personal para la detección rápida de vacas problemáticas.

Como se demostró en el presente trabajo, un rodeo sano permite mejorar la reproducción, tanto la fertilidad como menor mortandad de animales, permite lograr mayor eficiencia de producción y mayor calidad de leche. La gran dificultad para llegar al objetivo de un rodeo libre de enfermedades es que se trata de un proceso lento, debe mantenerse la constancia y las prácticas sin discontinuidad.

Valorar el impacto del cambio en la organización, estructura y funcionalidad del establecimiento

Para los trabajadores, llevar adelante sus actividades en lugares ergonómicamente cómodos, con herramientas necesarias y con capacitación continua facilitaron desarrollar actividades de forma más sencilla y fácil minimizando los esfuerzos físicos, generó un efecto de arraigo y sentido de pertenencia. Estos factores permitieron no solo un aumento en la productividad de cada individuo sino el sentimiento de orgullo de ser parte de la empresa.

En cuanto a los trabajadores, se observó una mejora en su calidad de vida de manera significativa. Dejaron de padecer las condiciones ambientales adversas como las altas temperaturas, estar protegidos contra las radiaciones solares y tormentas al trabajar bajo techo. El no tener que lidiar con barro, los tractores (especialmente el tractor que reparte la comida) no atrasaban sus tareas de reparto, en definitiva, lo cual permitió realizar dichas funciones de forma sencilla y rápida.

El grupo empresarial entendió que tanto los animales como los trabajadores son las bases del proyecto. Darle las mejores condiciones debe ser una prioridad para cualquier establecimiento, no solo a los que están bajo condiciones extremas como las que se viven en un ambiente tropical. La respuesta a los estímulos fue evidente y sin este confort, la producción eficiente hubiera sido imposible.

La recomendación que hace el autor es persistir con el proceso de capacitación constante, continuar con la adopción de nuevas técnicas de trabajo y tecnologías, no detener el proceso de mejora continua.

Calificar aquellos procesos que permitieron atenuar las adversidades del ambiente tropical generando una mejora en la capacidad productora del establecimiento a nivel global

Al mejorar el confort de los animales, el consumo voluntario y las horas de descanso echadas se vieron aumentadas, provocando una mayor producción diaria por animal, mejorando tanto el promedio de producción como el IOFC, teniendo como resultado una mayor rentabilidad del sistema (Margen Bruto).

La mayor producción también fue influenciada por la mejora de los índices reproductivos, obteniendo más animales en ordeño gracias al aumento de los partos. La mejora de los índices reproductivos se explica no solo por la mejora de confort de los animales, sino también por el constante trabajo de los operarios.

Al mejorar la cría y recría de las terneras, bajando la mortandad se contó con más animales de recambio y la posibilidad de aumentar el plantel productivo. Al mejorar la estructura y manejo

del establecimiento, se lograron procesos más eficientes y sencillos de realizar para los operarios.

Utilizando como pieza angular una constante capacitación de todo el personal involucrado, se logró que cada uno entienda lo importante que es realizar cada tarea de la mejor manera posible, comprendiendo que cada tarea está conectada con la de otra persona y son dependientes entre sí. No solo es palpable la mejora del establecimiento sino también el crecimiento personal de cada trabajador.

Con el presente trabajo se espera animar a otros productores a investigar, capacitarse y asumir el reto de promover el bienestar animal como base de la producción. Se requiere de cambios de actitud, formación de nuevos conceptos y el compromiso de todos los agentes que intervienen en el proceso.

Se concluye que lo más relevante y decisivo para la producción de leche en un ambiente tropical es atenuar las adversidades del ambiente y brindar buena infraestructura, esto mejora notablemente la capacidad productora tanto de los animales como de los trabajadores.

Comprender las ventajas y beneficios de estos sistemas de producción, en términos de gestión y resultados, supone, sin duda, la adopción de estas herramientas.

Analizar el efecto del bienestar animal: Contrastar índices productivos y reproductivos para analizar la respuesta animal al cambio de ambiente

El presente trabajo invita a reflexionar sobre la importancia del bienestar animal en la producción lechera, describiendo la transición que atravesó, a lo largo de cuatro años, el establecimiento, con la incorporación de nuevas técnicas e infraestructura para pasar de un sistema de producción convencional ineficiente a uno altamente intensivo y de alta eficiencia. La respuesta de los animales al mejorar el bienestar animal fue evidente.

Al brindarle un ambiente libre de barro, con sombra, un sitio para echarse y descansar, fácil acceso a comederos y protegidos de la radiación solar, bajar la temperatura corporal con baños continuos y ventilación, se obtuvieron grandes beneficios, como se demostró en este trabajo. Los animales respondieron aumentando la producción de leche debido a un mayor consumo voluntario, menor gasto de energía intentando regular la temperatura corporal. Se mejoró la reproducción y al bajar el estrés calórico, el celo fue más evidente, la preñez aumentó y la absorción embrionaria disminuyó de manera significativa.

Indicar los procesos que permitieron trabajar sobre el manejo de efluentes con el propósito de mitigar el pasivo ambiental

Otra de las dificultades más relevantes de todo establecimiento lechero estabulado es el manejo de los efluentes, el almacenaje y tratamiento de este. La práctica de reutilizar el efluente una vez tratado para incorporarlo a los lotes agrícolas es muy importante para la sostenibilidad del sistema, permite devolver nutrientes al suelo y mantener o mejorar su fertilidad.

Es fundamental poder calcular la capacidad de almacenaje, permitir el estacionamiento y tratamiento por el tiempo necesario para que el proceso de estabilización se lleve a cabo de manera correcta.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

Bouna, A., Vallat, B., & Edwards, S. (2004). Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres (mamíferos, aves y abejas) Volumen I.

Gallardo, M., & Valtorta, S. (2011). Estrés por calor en ganado lechero: impactos y mitigación. *Producción y bienestar animal. Hemisferio Sur*.

National Research Council. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle: 2001*. National Academies Press.

Solé-Mauri, F., & Flotats Ripoll, X. (2004). *Guia de tècniques de gestió ambiental de residuos agrarios*. Fundació Catalana de Cooperation.

Kaufmann, W. (1976). Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH-regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. *Livestock Production Science*, 3(2), 103-114.

Publicaciones periódicas

Acha, P. N., & Szyfres, B. (2001). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. vol. 1-Bacteriosis y micosis. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 43(6), 338-338

Adams, D. C., Short, R. E., Pfister, J. A., Peterson, K. R., & Hudson, D. B. (1995). New concepts for assessment of rangeland condition. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 48(3), 271-282.

Curtis, C. R., Erb, H. N., Sniffen, C. J., Smith, R. D., & Kronfeld, D. S. (1985). Path analysis of dry period nutrition, postpartum metabolic and reproductive disorders, and mastitis in Holstein cows. *Journal of dairy science*, 68(9), 2347-2360.

Davis, C. L., & Drackley, J. K. (1998). *The development, nutrition, and management of the young calf*. Iowa State University Press.

De Blas, C., & Nicodemus, N. (2001). Interacción nutrición-reproducción en conejas reproductoras. *XVII Curso de Especialización. Avances en Nutrición y Alimentación Animal*. Rebollar PG, C. de Blas, y GG Mateos (eds). FEDNA. Madrid, España. pp, 71-92.

Duffield, T. F., Leslie, K. E., Sandals, D., Lissemore, K., McBride, B. W., Lumsden, J. H., ... & Bagg, R. (1999). Effect of a monensin-controlled release capsule on cow health and reproductive performance. *Journal of dairy science*, 82(11), 2377-2384.

Endres, M. I., & Janni, K. A. (2008). Compost bedded pack barns for dairy cows. *Online. Extension, Univ. of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE*.

Fedepale- Federación Departamental de Lecheros de Santa Cruz. (2018) Revista Informativa de la Federación de Productores de Leche de Santa Cruz, Septiembre (9): 44 – 46.

Flamenbaum, I. (2012). Cool cows improve feed efficiency and profit. *Hoard's Dairyman*, 157(5), 163.

Frossasco, G. col. (2017). Evaluación de distintos sistemas lecheros intensivos. Inf. téc. Área Producción Animal EEA INTA Manfredi. *Online: <https://bit.ly/2GvCI2T>*.

García, C., Montiel, R. L. A., & Borderas, T. F. (2014). Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. *Archivos de zootecnia*, 63, 85-105.

García, K. (2018). Manejo de efluentes en instalaciones tamberas.

García, K., Charlón, V., Cuatrín, A., Taverna, M., Walter, E., & Rafaela-INTA, E. E. A. (2008). Determinación de las eficiencias de remoción de contaminantes logradas por un sistema de tratamiento de efluentes generados en tambos. In *Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua. 2. 2008 11 5-7, 5 al 7 de noviembre de 2008. Córdoba. AR.*

Glauber, C. E. Vet. Arg. Vol. XXIX-Nº 287. Marzo 2012.

Godden, S. M., Fetrow, J. P., Feirtag, J. M., Green, L. R., & Wells, S. J. (2005). Economic analysis of feeding pasteurized nonsaleable milk versus conventional milk replacer to dairy calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226(9), 1547-1554.

Godden, S. (2008). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 19-39.

Godden, S. (2011). Pasteurized Milk and Colostrum Feeding Systems: Capturing the Benefits and Avoiding the Pitfalls. In *Proceedings of the 20th Annual Tri-State Dairy Nutrition Conference, Grand Wayne Center, Fort Wayne, Indiana, USA, 19-20 April, 2011* (pp. 97-110). Ohio State University.

Goff, J. P. (2012). Controlando la Hipocalcemia en las Vacas de Leche. In *Libro de ponencias y comunicaciones orales. XVII Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina. Asociación Nacional de Especialistas en Medicina Bovina de España (ANEMBE). Santander* (Vol. 18, No. 19, pp. 117-121).

Grant, R. J. (2003). Taking advantage of dairy cow behavior: cost of ignoring time budgets. In *Proceedings*.

Grant, I. R., Ball, H. J., & Rowe, M. T. (1996). Thermal inactivation of several *Mycobacterium* spp. in milk by pasteurization. *Letters in applied microbiology*, 22(3), 253-256.

Halbach, T. R. (2007, June). Compost basics: "Ball Park" initial conditions. In *Proceedings of the National Compost Dairy Barn Conference* (pp. 3-16).

Heinrichs, J., & Jones, C. (2011). Colostrum management tools: hydrometers and refractometers. *Penn State Extension*.

Heinrichs, A. J., & Jones, C. M. (2003). *Feeding the newborn dairy calf*. PennState, College of Agricultural Sciences, Agricultural Research and Cooperative Extension.

Holmann, F. J. (1998). Evaluación económica de sistemas de producción de leche en el trópico.

Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

Luciani, C. A. (2003). Plantas tóxicas. *INTA. EEA Colonia Benítez, Chaco, Argentina*.

Maciel M. y col. XXI Curso Internacional de Lechería, INTA EERA Rafaela Sta. Fé.

McFarland, D., Tyson, J., & Graves, R. (2016). Designing and building dairy cattle freestalls.

O'Reilly, L. M., & Daborn, C. J. (1995). The epidemiology of Mycobacterium bovis infections in animals and man: a review. *Tubercle and Lung disease*, 76, 1-46.

Padilla, C. R. (2006). *Competitividad económica-ambiental para la cadena de lácteos de la agroindustria de Santa Cruz*. Universidad Mayor de San Simón, Dirección de Investigación Científica y Tecnológica

Penno, J. W., & Mac Donnald, K. A. (1996). Costs and returns from better feeding of cattle higher performance from bigger heifers. *Dairying Research Corporation, Hamilton*, 100-108.

Phillips, C. J. C., Foster, C. R. W., Morris, P. A., & Teverson, R. (2003). The transmission of Mycobacterium bovis infection to cattle. *Research in veterinary science*, 74(1), 1-15.

Soto Requena, L. R. (2007). Test de gamma interferón como prueba confirmatoria para el diagnóstico de la tuberculosis bovina.

Taverna, M., Charlón, V., Pangatti, C., Castillo, A., Serrano, P., & Giordano, J. (2004). Manejo de Residuos originados en las instalaciones de ordeño: una contribución al logro de ambientes locales sanos. *INTA Rafaela*, 75.

Valtorta, S. E., Gallardo, M. R., Castro, H. C., & Castelli, M. E. (1996). Artificial shade and supplementation effects on grazing dairy cows in Argentina. *Transactions of the ASAE*, 39(1), 233-236.

Torres, P. (2006). Situación de la tuberculosis bovina en la República Argentina. *Programa Nacional de Control y Erradicación de la tuberculosis, SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Animal)*

Vanrell, B. (2008). Condición Corporal en vacas lecheras en transición en Argentina. *Proyecto Lechero INTA*.

Vargas, Q. Sonia. 1999. Estudio Socioeconómico de la Ganadería de Leche y Doble Propósito. Santa Cruz.

Weiss, W. P., & St-Pierre, N. (2011). Estrategias de alimentación para disminuir la producción de estiércol de vacas lecheras. *Ohio Agricultural Research and Development Center, USA*.

Página Web

<http://www.ocla.org.ar>. Brasil, precios de -referencia conseleite. Noviembre 2019.

<http://www.ocla.org.ar>. Producción primaria-Precios al productor. Noviembre 2016

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3346/Soto_rl.pdf?sequence=1&isAllowed=y

<https://es.climate-data.org>

Entrevistas

Observatorio Agroambiental y Productivo (OAP) del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT))

Rocco, G. Innovan sistema contra estrés de vacas y aumentan leche. Entrevista. Noticias Nacionales, IBCE (Julio, 2017).

ANEXOS

Diagnóstico situacional y plan de mejoras

Sistema Dry Lots

En el año 2015, Madriles se encontraba con una producción promedio por vaca de 16 litros, esta producción generó bajas expectativas de rentabilidad del negocio. Las vacas se encontraban confinadas en un sistema de Dry lots (corrales de alimentación) donde los animales estaban encerrados todo el tiempo excepto cuando se dirigían al tambo. En estos corrales el alimento era llevado a los animales de forma mecánica a comederos. Dicho sistema para el clima tropical de Santa Cruz funcionaba muy mal.

Excesivas precipitaciones, altas temperaturas y humedad generaban un ambiente extremo durante el verano. Los animales debían encontrarse la mayor cantidad del tiempo bajo una sombra artificial, con poco espacio para descansar y para rumiar, factores esenciales para la producción de leche. Cabe mencionar la sugerencia de Grant (2003) quien destaca que por cada hora que una vaca pasa echada descansando y rumeando se traducen 1 a 1,5 litros de producción de leche extra. En la Fotografía Nro.1 se puede observar vacas sufriendo el estrés calórico sin suficiente espacio para echarse y en un ambiente sucio de barro.

El clima tropical caracterizado por una elevada humedad y temperatura también ha demostrado tener un impacto directo negativo sobre la producción de alimentos, reflejado en bajos rindes y mala calidad de granos o forrajes ocasionando perjuicios en la alimentación y nutrición de los animales. Una ecuación multifactorial no ha acompañado el poder mitigar estas externalidades como ser: no abordar la producción con la tecnología adecuada para este tipo de clima; no utilización de Organismos Genéticamente Modificados (OGM); una alta competencia (reproducción) de malezas de difícil control y el constante ataque de plagas y enfermedades a los cultivos.

Frente al clima tropical las vacas de raza Holstein de alta producción sufren un estrés calórico muy importante en detrimento de la eficiencia productiva como reproductiva



Foto 1 Izquierda, vacas en producción debajo de sombra artificial.

En la Foto Nro. 2 se aprecia un animal con signos de estrés calórico intentando bajar la temperatura mediante el jadeo

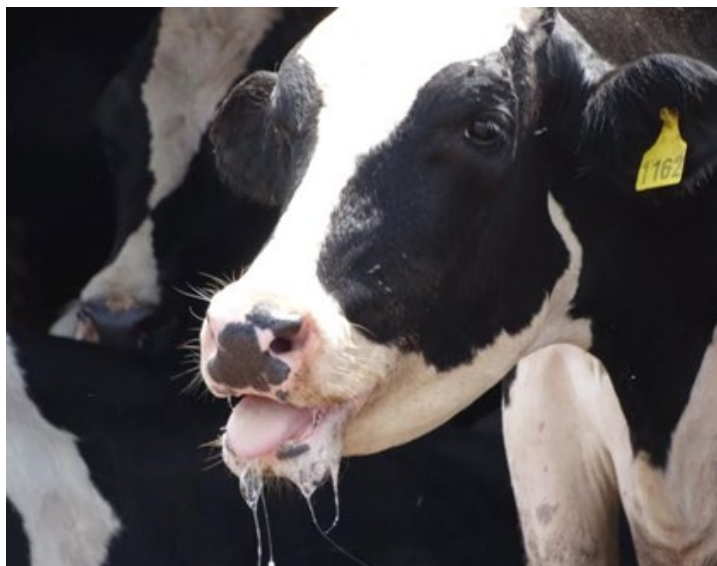


Foto 2 Vaca con síntomas de estrés térmico elevado.

La Foto Nro. 3 pone en evidencia un exceso de barro ya que los animales de alta producción producen bosta y orina entre los 90 a 120 litros por animal por día (Weiss y St-Pierre, 2011). Esto provoca al animal mucha dificultad para moverse, gastando energía en exceso tanto para moverse como para mantener la temperatura corporal (Gallardo y Valtorta, 2011). Asimismo, se advierte una mayor exposición a un ambiente sumamente contaminado con patógenos (bacterias, hongos y levaduras ambientales) con el consecuente riesgo de producir enfermedades en la ubre y pezuñas y/o transmitir otros patógenos como brucelosis o tuberculosis, que son enfermedades contagiosas para las personas (O'Reilly y Daborn, 1995).



Foto 3 Vacas en producción debajo de sombras artificiales, donde por la cantidad de bosta y orina se generaba un exceso de barro.

Alimentación en Dry Lot

Históricamente en el establecimiento el consumo voluntario de alimentos fue muy bajo, los comederos no tenían sombra por lo cual los animales no iban a comer durante el día. En épocas de lluvia, el barro dificultaba el acceso a los comederos no solo para los animales, sino también para el tractor y mixer encargado de la distribución de las mezclas (Foto Nro. 4). Las imágenes siguientes muestran la dificultad que tenían los animales para llegar al comedero en época de lluvia.



Foto 4 Vacas en producción en comederos después de una lluvia, dificultando el acceso tanto para los animales como para el tractor-mixer repartiendo la comida, se puede observar gran desperdicio por el lado externo del comedero (Foto derecha).

Se puede observar que en los periodos secos debido al calor y alta radiación solo iban a comedero en las horas frescas del día Foto Nro. 5.



Foto 5 Vacas en comederos en períodos de sequía

Los vientres en producción se alimentaban solo en las horas más frescas muy temprano en la mañana y al atardecer (Foto Nro. 6 y 7)

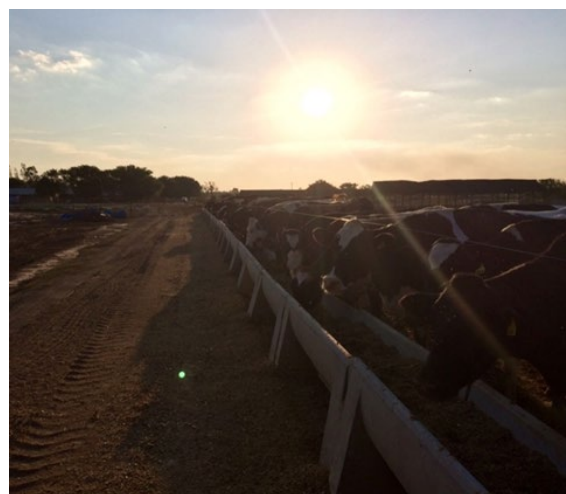


Foto 6 Vacas en producción en comederos sin sombra a tempranas horas de la mañana y horas avanzadas de la tarde, los momentos más frescos del día.

La dieta con mala calidad de fibra, confeccionada con cultivos de baja digestibilidad y palatabilidad producía un efecto de llenado digestivo, afectando el consumo de materia seca. (NCR, 2001 a). Por lo tanto, el bajo consumo de Materia Seca y de baja calidad limitaba todos los aspectos relacionados con requerimientos mínimos destinados, tanto a la reproducción como a la producción de leche (NCR, 2001 b).



Foto 7 Vacas en producción debajo de sombras artificiales durante la mayor parte del día, el comedero a la derecha de la foto sin animales en el comedero.

Cría y recría

En el año 2015, la cría de las terneras se realizaba de forma grupal, todas en un cuadro único donde en los horarios de las tomas de leche el operario debía atar a todos los animales a una estaca individual para luego entregarles el alimento lácteo, algo que resultaba muy poco práctico y demandaba mucho tiempo. No se registraba el peso ponderal, tampoco se llevaba un registro del desarrollo de los lotes.



Foto 8 Izquierda: Terneras atadas a las estacas para recibir la toma diaria. Derecha: Operarios preparando la toma de leche/sustituto luego de atar a todas las terneras a las estacas. Las fotografías corresponden al año 2015

Aunque los animales se encontraban en libertad sin estar atados a una estaca, este sistema demostraba desventajas como ser una alta tasa de transmisión de enfermedades infecciosas; poco control individual del consumo de alimento; dificultades en la detección de animales enfermos; demoras operativas para inmovilizar a los terneros para la toma de leche. Frente a estas desventajas la empresa tomó la decisión de incorporar en el manejo un sistema de casetas individuales para cada animal en esta etapa de crianza artificial. Las terneras tenían un consumo promedio de seis litros de leche diarios hasta que se decidía cortar el suministro. Este manejo discrecional generaba problemas ya que, al no estar acostumbradas al consumo de alimento

sólido, el cambio le generaba disturbios digestivos. Finalizada la etapa de crianza artificial, los terneros pasaban a dos grupos de recría, uno conformado por animales de bajo peso y otro de contextura más grandes; en este último caso se derivaban al corral de servicio. La metodología proponía pasar a un corral grupal (el grupo de animales pequeños de la recría) donde se les ofrecía pastorear una gramínea tropical (Foto Nro. 9) de baja digestibilidad y bajo tenor proteico. Las gramíneas mega térmicas contienen en promedio un 7% de proteína, pudiendo llegar a 9% en los rebrotes tiernos.



Foto 9 Pastura megatérmica Carbono 4, especie *Brachiaria decumbens* spp.

Por comportamiento etológico, las terneras más chicas sufrían la embestida de aquellas más grandes; esto requería la separación por lotes con el propósito de buscar un orden jerárquico más adecuado para lograr una escala social menos competitiva.

Otra externalidad propia de la región es la presencia de garrapata común del bovino (*Rhipicephalus* spp. - *Boophilus microplus* spp.). Los perjuicios generados por el efecto lesional de este ectoparásito no sólo generan perturbaciones con una merma en la producción, sino también, conllevan el peligro potencial de la transmisión de la “tristeza bovina”.

Esta enfermedad producida por dos variedades de protozoos del género *Babesia* spp., y una rickettsia del género *Anaplasma* spp., son responsables de cuadros de decaimiento general, hipertermia asociados a cursos agudos de anemia y decaimiento por la destrucción de glóbulos rojos. La enfermedad es acompañada de una alta tasa de letalidad (muertos / enfermos) cuando los animales no son vacunados. (Luciani, 2003). Esta ecuación multifactorial altamente estresante, propicia la falta de adaptación ambiental de los animales jóvenes generando una elevada tasa de mortandad (muertos / stock de la dotación general) sin registros formales.

A partir de la llegada del autor del trabajo, se le propuso registrar la mortalidad en esta categoría, así para el 2016 la tasa de mortalidad de las terneras hasta R5 se reveló abrumadora alcanzando valores oscilantes al 37%, lo que se configuró en uno de los mayores desafíos en la crianza y recría en un ambiente tropical.

Dentro de los aspectos reproductivos, la metodología utilizada para la detección del celo en vaquillona se basaba en el criterio del tamaño corporal del vientre. En base a éste, eran inseminadas vaquillonas sin tener conocimiento de la edad ni del peso exacto. La desinformación provocaba situaciones donde se inseminaban vientres con muy bajos peso requerido por efecto de un deficiente desarrollo nutricional o, directamente con desnutrición.

Es decir, no se analizaban los dos requisitos propuestos por Penno y Mac Donald (1996) quienes indican que la edad y peso mínimo ideal para que una vaquillona sea preñada es que llegue a la edad de 15 meses y con un peso mínimo oscile los 350 Kg. La vida reproductiva de la ternera afectada quedaba limitada de manera irrecuperable, frente a este diagnóstico productivo, reproductivo y manejo en la crianza de las hembras de reposición, la empresa decide intervenir e invertir en distintos procesos para generar un cambio en los rendimientos productivos y rentabilidad.

Plan de Mejoras

A partir del año 2016 comienzan a operar un flujo de las inversiones constantes asociadas a modificaciones de manejo en todas las categorías de animales. Los cambios propuestos requirieron una primera etapa de capacitación del personal, juntamente con la compra de maquinarias varias; comederos de cemento; alambrados; mejora de aguadas y construcción de dos galpones para estabular los animales, ofreciéndoles mejores condiciones de confort.

Sistema Freestall

Se decidió adaptar comederos de cemento techados existentes a un galpón para el sistema Freestall, logrando adaptar ciento cincuenta camas de arena. El sistema “Freestall” consiste en un establo donde las vacas viven permanentemente mientras están en producción y solo dejan la instalación para ser ordeñadas. La característica de este sistema de galpón es que la cama es individual, delimitada por caños estructurales formando un box donde la vaca solo puede entrar de frente y echarse de una sola manera (McFarland y Tyson, 2016).

El sistema está pensado para que los purines descarguen hacia un pasillo y puedan ser barridos por una pala mecánica, arrastrando los efluentes a través de canaletas hacia una fosa (*vide infra Fotos*). La cama de este galpón es de arena, obtenida dentro del mismo establecimiento mediante excavación de un suelo con perfil arenoso. Las ventajas de este sistema son las de proporcionar sombra, ventilación forzada (ventiladores distribuidos a lo largo del galpón) y un lugar seco, fresco, limpio y cómodo para que los animales puedan echarse a descansar, dormir y rumear. El sistema de alimentación es totalmente mecánico distribuyendo el alimento en forma directa al comedero.



Foto 10 Vacas en producción en el galpón de Freestall, en evidente confort.

En este galpón se alojaron las vacas separadas en distintos grupos tomando como referencia la fecha de parición, después de los ciento veinte días del parto. Pasado el pico de lactancia, dejaban el galpón e iban a los Dry lots exteriores. Los grupos dentro del galpón se configuraban de la siguiente manera: un grupo pequeño conformado por vientres recién paridos llamadas “Frescas”, más dos grupos de alta producción, tomando como referencia los días en lactancia y producción. El resto del rodeo lechero en producción se los dejó en Dry lots.



Foto 11 Galpón preparado para recibir las vacas luego del ordeño, camas limpias y pasillos barridos.

De las observaciones realizadas, se pudo ver que los animales respondieron de manera eficiente a este nuevo sistema. Aquellas vacas que no se acostumbran a echarse en el box eran derivadas al Dry Lot.



Foto 12 Vacas en producción en el galpón de Freestall, en comederos a la sombra con alimento fresco disponible 24 horas y camas limpias y secas para poder descansar y rumear.

Al mejorar el confort animal, el consumo voluntario aumentó llegando hasta 20 kilos de materia seca por animal. Consecuentemente el aumento de consumo conllevó un aumento de la producción, logrando promedios de 28 litros en verano en este grupo de vacas.



Foto 13 Galpón de Freestall en plena producción, funcionando de forma correcta.

Sistema Compost Barn

A partir de la buena experiencia de la oportunidad de mejora que significó la incorporación del galpón Freestall y, a posteriori de realizar una visita técnica a Brasil para conocer el sistema de Compost Barn, se decide la construcción de un nuevo galpón calculando su receptividad para 400 animales. El sistema de cama de compost barn consiste en una cama grupal utilizando como materia prima cualquier material celulítico (alto porcentaje de Fibra vegetal) para alojar vacas en producción (Endres y Janni 2008).

Para el caso, se eligió una cama de viruta de madera producida en el establecimiento a partir de madera blanda producto del desmonte de otro establecimiento de la empresa.

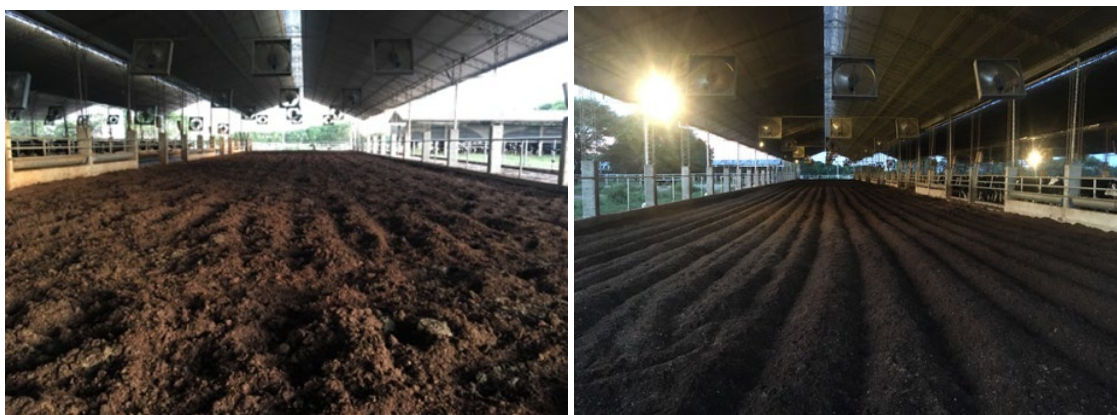


Foto 14 Galpón de Compost Barn. Izquierda, Cama vacía con animales en el ordeño, previa al uso del cincel. Derecha, Cama una vez pasado el cincel, lista para recibir los animales después del ordeño.

La cama de compost es una mezcla del material de cama (viruta de madera Foto Nro. 15), con la bosta de los animales y la aireación mediante el cincel, este remueve la cama mezclando los materiales, permitiendo la salida de vapor desde la cama y el ingreso de oxígeno, este manejo se realizaba cuando los animales salían del establo para ir a la sala de ordeño.

La bibliografía y la experiencia de trabajar sobre esta cama indica que mínimamente hay que remover con el cincel dos veces al día para activar la fermentación aeróbica, dependiendo la cantidad de vacas el estado de humedad de la cama puede necesitar una tercera pasada para

que la generación de calor, producto de la fermentación, sea mayor y se logre un buen secado.



Foto 15 Izquierda, viruta utilizada como material de cama. Derecha, operario pasando el cincel para remover, desterronar y sobre todo airear la cama de Compost.

El cincel también se utiliza a lo largo de la cama para romper los terrones que se forman al compactarse la estructura del material de la cama por el peso de los animales.

La fibra de la cama contiene carbono, nitrógeno, bosta, y bacterias. Los microorganismos digieren el carbono utilizando el nitrógeno de la bosta; al ser un proceso aeróbico genera calor, el que evapora la humedad del material dejándolo seco en forma continua. La humedad es evacuada del galpón por ventiladores (Halbach, 2007). La idea es que los animales estén permanentemente en el galpón, hasta que van a la sala de ordeño, generalmente, dos o tres veces al día, dependiendo del grupo al que estén asignados.

El suministro de alimento en este nuevo galpón es transportado diariamente mediante un tractor y un mixer, permitiendo acortar distancias al disponer de caminos firmes y sin barro. Al ocupar menos tiempo en el suministro de alimentos se generó el tiempo suficiente para realizar la entrega de raciones tres veces al día, logrando que el alimento ofrecido se mantuviera la mayor parte del tiempo fresco. Una ventaja del sistema de administración es que el tractor al distribuir las raciones varias veces al día los animales eran estimulados por reflejo a ir hacia éstos a comer. (Kaufmann, 1976).

Respecto del confort de los animales, es condición necesaria mantener la cama de compost libre de barro, seca y mullida, disponer de reparo y sombra, sin hacinamiento y buena ventilación, contar con una alimentación fresca de la más alta calidad posible, balanceada en todos sus nutrientes y componentes, disponer de un frente de ataque al comedero con al menos cuarenta y cinco centímetros lineales por vaca y un bebedero comunitario que ofrezca agua de calidad y en cantidad suficiente (Foto Nro.16).

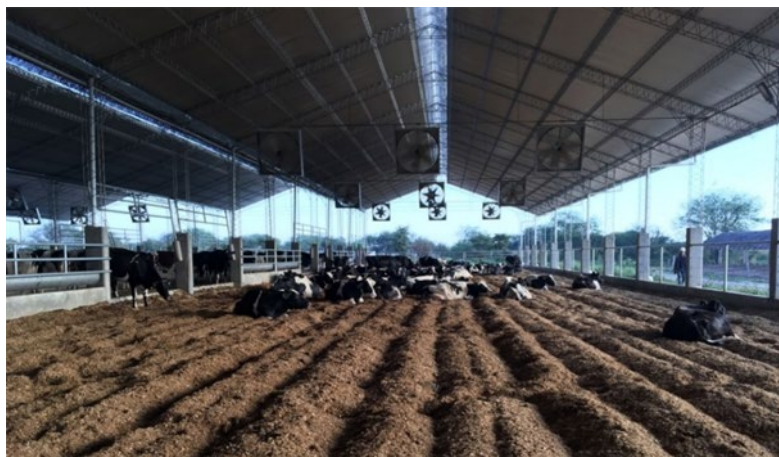


Foto 16 Vacas en producción descansando y rumeando en la cama de compost en excelentes condiciones de confort.

Según las posibilidades, se procedía a mojar los animales en la línea de comedero utilizando rociadores intermitentes asociados a una ventilación permanente con el propósito de lograr un efecto de refrescado, en la idea de mitigar el efecto del estrés calórico (Flamenbaum, 2012). En esta etapa las medidas tomadas llevaron a un significativo aumento del consumo de alimento (Foto Nro.17).



Foto 17 Vacas en producción descansando y rumeando en la cama de Compost en excelentes condiciones de confort.

También resultó de gran utilidad limpiar los comederos diariamente permitiendo pesar el remanente de alimento ajustando el consumo, se permitió un remanente de 10% de lo entregado, asegurando así que el comedero se mantuviera con alimento hasta el momento de la próxima entrega (Foto Nro.18).



Foto 18 Izquierda. Vacas en producción en el comedero con comida fresca. sin paredes, fácil de limpiar y arrimar la comida para estimular el consumo. Derecha, accesorio utilizado para arrimar la comida.

Respecto al consumo, las estimaciones obtenidas se reflejaron en un valor con rangos de 20-21 kilogramos de materia seca por animal. La meta de consumo ideal de materia seca fue fijada en 24 kilogramos, variable que a la fecha de este informe sigue siendo un desafío.

Las nuevas instalaciones permitieron tener el 100% de los animales en producción estabulados, con una nueva configuración del rodeo del tambo en dos (2) grupos de Vaquillas (vacas de 1ra parición) asignadas al galpón de Freestall y el resto de los animales adultos en producción dentro el Compost barn. Estos a su vez divididos en cinco (5) grupos de producción: Frescas, Alta, Media, Baja y un grupo denominado Hospital (Tabla Nro. 12). El grupo Hospital son animales en tratamiento por alguna enfermedad, generalmente mastitis.

Grupos VO Compost Barn	Días en Leche (DEL)	Promedio(lts/Vo)
Frescas	Hasta 25	Variable
Alta (Elite)	Desde 25 hasta 120	>24
Media (Grupo A)	A partir de 120	<24
Baja (Grupo B)	A partir de 120	<15
Hospital (Antibiótico)	Variable	Variable

Tabla 12 - Esquema de organización de grupos de animales estabulados en el galpón de Compost Barn. Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, la dotación del rodeo está compuesto por mil cien (1.100) animales, seiscientas (600) vacas y aproximadamente quinientas (500) terneras y vaquillas. Los animales en producción están estabulados en dos galpones, un Freestall y un Compost Barn, cada uno con una capacidad de ciento cincuenta (150) y cuatrocientas (400) vacas respectivamente. Las vacas secas, las rekras y la guachera se encuentran bajo sistema de Dry lots.

Grupo Hospital:

El grupo Hospital se conformaba con vacas de ordeño que producían leche no apta para el consumo humano. La industria no recibe esta leche por distintas razones, como ser: vientres bajo tratamiento con antibióticos; fluidos con alteraciones en su calidad; vacas recién paridas en transición de calostro a leche y/o alteraciones infecciosas en glándula mamaria.

La leche de animales en transición o en tratamiento antibiótico, se extraía utilizando una

máquina distinta a la del rodeo general, esta era destinada a la crianza de terneras previa pasterización.

Manejo de efluentes y pasivo ambiental

El manejo de efluentes es un capítulo sensible cuando se implementan sistemas que requieren estabular animales. Los desechos orgánicos mal manejados constituyen una fuente de contaminación ambiental muy importante.

Para el establecimiento, el manejo de purines fue un verdadero problema a partir de la adopción del comedero techado y su transformación en un galpón de Freestall. Los cálculos de efluentes diarios no fueron precisos y ajustados a la realidad diaria, tampoco tuvo precisión el cálculo de la capacidad de la fosa en relación con el vertido de efluentes producidos. Si bien se estima que, en promedio, un tambo genera aproximadamente 50 litros de efluentes por vaca y por día, valor que explica la magnitud y relevancia del tema (García K, 2008).

El efluente está compuesto principalmente por: materia fecal y orina de los animales; agua proveniente del lavado de la máquina de ordeño; agua utilizada durante el ordeño; sustancias deterativas del lavado de la maquila de ordeño; restos de leche y materia orgánica (restos de placentas, sangre, loquios, fluidos y carga microbiana). Estos componentes pueden contaminar cursos de agua superficial y napas subterráneas, por lo que es imprescindible un tratamiento adecuado. (García K, 2018).

Si éste es bien manejado, una fracción puede ser aprovechada como fertilizante para la mejora de la productividad del suelo, reingresando al sistema productivo y contribuyendo mediante el aporte de nitrógeno y fósforo. (Taverna, 2004). Sin embargo, debe tenerse presente que el vertido directo sobre cultivos destinados a la alimentación animal puede propagar, distribuir y diseminar patógenos causantes de enfermedades infectocontagiosas. Según Solé y Flotats (2004) es necesario conocer la composición de los efluentes, toda vez que se quiera incorporarlos al suelo ya que no es un vertedero, los abonos orgánicos deben estar libres de contaminantes y patógenos. Esto requiere aplicarse en dosis adecuadas según un plan de gestión.

Cuando se planificó el manejo de efluentes del galpón de compost, se optó por una laguna de fermentación, Foto Nro. 19. Su capacidad fue calculada para seis (6) meses de almacenamiento y tratamiento biológico.



Foto 19 Lagunas fermentativas de efluentes provenientes de los galpones de Compost Barn.

Se pensó en separar el componente sólido del líquido con una máquina separadora (Foto Nro. 20) de forma tal que se pudiera trabajar con una mejor eficiencia en el transporte para luego ser aplicada en lotes agrícolas.



Foto 20 Máquina separadora de Sólidos trabajando.

Una vez los efluentes separados en sólidos y líquidos, eran aplicados como fertilizantes utilizando un “carro-tolva desparramador” y un “tanque estercolero para líquidos” como se observa en la Foto Nro. 21.



Foto 21 Izquierda, Tanque estercolero desparramando la fracción líquida de efluente a lotes en descanso. Derecha, Carro-tolva desparramador trabajando con la fracción sólida del efluente sobre lotes en barbecho.

Este material únicamente es aplicado en lotes agrícolas cosechados, cuando se encuentran en descanso (barbecho) o con cultivo de cobertura como puede ser, una pastura destinada a agregar materia verde al lote.

Cabe destacar que, en Bolivia, aunque han sido promulgadas leyes ambientales sobre el vertido de efluentes los organismos de control, no han generado gran presión hacia los productores y empresas para lograr el cumplimiento de dichas normas y reglamentaciones.

Particularmente en Madriles el manejo de efluentes se fue mejorando de manera notoria desde la primera campaña. En la actualidad sigue siendo deficiente, aunque se trata de realizar un tratamiento previo donde se disminuye la DBO (demanda biológica de oxígeno) para luego ser liberado al ambiente. Se trata de un tema muy importante como significativo, por lo que se deberá proseguir con un plan de mejoras para su tratamiento y reciclado.

Manejo una vez realizadas las mejoras

Animales en producción

El objetivo de todo establecimiento productivo, como Madriles, es el optimizar la administración de recursos para maximizar la producción al menor costo posible. Para lograrlo, la dotación de

animales debe estar en las mejores condiciones ambientales posibles mediante la intervención del hombre mitigando aquellos factores desencadenantes del estrés como lo son, por ejemplo, elevadas temperaturas generadores del estrés calórico, la presencia de barro y otros eventos que pueden demandar tiempo, esfuerzo y exceso de gasto de energía.

Está visto que los animales deben tener mínimamente un lugar seco, mullido y limpio para poder echarse con espacio suficiente para acceder al comedero (45 cm lineales por animal). Los galpones deben disponer de bebederos con capacidad suficiente abastecido mediante una bomba de corte automática con flotador, tal que permita ofrecer, en forma permanente, agua apta para consumo animal.

Esto se puede observar en las Fotos Nro. 22; 23 y 24.



Foto 22 Animales en producción dentro del galpón de Compost Barn en la línea de comederos.



Foto 23 Animales en producción descansando y rumeando dentro del galpón de Freestall en cubículos de camas de arena, secos, confortables y frescos.

En la primera fase el sistema se diseñó con el objetivo de proporcionar el mejor ambiente posible y sostenible a vacas en producción, pensando en un futuro poder estabular el resto de los animales que no están en producción como las vacas preñadas preparto, cría y recria. El galpón de Freestall tiene una capacidad máxima para ciento cincuenta (150) animales, esto se mide por la capacidad que tienen los cubículos para que una vaca pueda echarse con comodidad en un ambiente saludable y con la posibilidad de darle a todos los animales un adecuado frente de comedero de sesenta centímetros para cada una.

El número de animales que el galpón podía albergar estaba subordinado a la cantidad de camas, según el grupo y estado fisiológico, pudiendo trabajar con dotación superior en un 10% aunque el establecimiento mantuvo un límite de ciento cincuenta animales. Tómese en cuenta que la capacidad para alojar a los animales en un Freestall, se mide por el espacio para acceder al comedero, las camas propiamente dichas y un pasillo con el ancho suficiente (calculado para una vaca y media), de modo tal que cuando una está comiendo, otra pueda pasar por atrás y no trabar el flujo de movimientos.



Foto 24 Animales en producción descansando y rumeando, en los bebederos con agua fresca dentro del galpón Compost Barn en cama única grupa de viruta de madera, seca, mullida, confortable y fresca.

En tanto que, el galpón de Compost fue diseñado para albergar cuatrocientos (400) animales de alta producción. Esta estructura consistente en disponer de una “cama biológica” tomando en cuenta los siguientes ítems: los procesos microbiológicos que se producen con la materia prima que la compone; el estado fisiológico de los animales que sostiene y la cantidad de veces que se remueve o aérea. En este tipo de camas la densidad de población puede variar entre 8 metros cuadrados para una vaca de baja producción a 12 metros cuadrados para una vaca de alta producción. Vale decir que, la densidad de la población dentro del galpón está influenciada por el consumo por animal, siguiendo una lógica que explica que cuanto más materia seca y agua se consume, más eyecciones de bosta y orina genera. Este es un factor limitante dada la capacidad absorción del material por parte del sustrato que la compone.

Con los dos galpones supra descritos, la empresa tuvo la posibilidad de contar con 550 espacios para vacas de alta producción, brindándoles un ambiente ideal a todas ellas. La receptividad de estos sistemas está subordinado al número promedio de animales que puede ser mantenidos en estas condiciones para cumplir los objetivos productivos y de manejo de la unidad productiva (Adams y otros, 1995).

En una declaración a los medios durante una visita en el año 2017, propiciada por el Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE), el ingeniero Guillermo Rocco señaló que en el establecimiento lechero Madriles se ofrece confort a las vacas para evitar que sufran “estrés calórico”. <https://www.efe.com/efe/cono-sur/economia/argentinos-innovan-en-bolivia-con-sistema-contra-estres-de-vacas-y-aumentan-la-produccion-leche/> Julio, 2017

Crianza artificial luego de las mejoras

El objetivo propuesto durante la Crianza fue el de lograr duplicar el peso del nacimiento a los 60 días de vida, equivalente a un aumento de peso diario de al menos 500 gramos por día (0,5 kg).

Los animales recién nacidos eran separados de la madre lo más pronto posible, de esta manera se evita la formación del lazo vaca-ternero/a y, a su vez, se prevé que la ternera o ternero pueda estimular a otra vaca preñada y provocar un parto prematuro.

Los recién nacidos son llevados a las jaulas de maternidad (Foto Nro. 21) donde permanecerán por los siguientes 15 días (Foto Nro.25) para proseguir con la etapa de recría bajo casetas individuales.

En primeras horas de vida de nacidos, los terneros reciben el calostro, asegurándole inmunidad por el contenido de inmunoglobulinas. Esto se realiza mediante biberón, asegurando la toma de cuatro (4) litros de calostro dentro de las primeras seis (6) horas. El “calostrado” es fundamental que sea administrado dentro de las primeras horas de vida, ya que el intestino de los terneros a medida que pasan las horas se vuelve impermeable a las inmunoglobulinas (Godden, 2008).

La calidad del calostro se comprueba utilizando un refractómetro, clasificándolo en buena o mala calidad. Para conocer la calidad del calostro se toman como valores de referencia los grados Brixs que guardan relación con la cantidad de Inmunoglobulinas en el calostro (Heinrichs y Jones, 2011 a).

El personal encargado de las guacheras determinaba los sólidos totales en una muestra a partir de los grados Brixs. En caso de existir excedentes éste era guardado en un “bando de calostro congelado” identificando su calidad mediante un rotulando. De esta manera, se disponía de un banco de calostro. En caso de que la cantidad de calostro que brindara una madre no fuera suficiente o de mala calidad, se complementaba el suministro con calostro congelado obtenido del banco.

Según Heinrichs y Jones, (2011 b) un valor Brixs de 22% se corresponde con 50 miligramos de inmunoglobulinas por mililitro de leche. Calostros con este valor o mayores pueden ser considerados de alta calidad. Si el valor se encuentra por debajo son guardados para dárselos a los machos.



Foto 25 Terneras hasta quince días de vida, en jaulas de maternidad, cama de viruta de madera limpia, seca mullida, con baldes de alimento seco y agua.

Una vez calostrada la ternera, al día siguiente se determina el glutaraldehído en suero

sanguíneo, con el objetivo de observar si el calostro fue absorbido convenientemente. Si el registro de la determinación (en grados Brixs) se encontraba por encima de 7, se consideraba a la ternera correctamente calostrada.

La ternera permanecía 15 días en las jaulas de maternidad para luego, en el día 16, ser trasladada a un sistema de casetas individuales como lo muestra la Foto Nro. 26.



Foto 26 Terneras en casetas individuales que les proporcionan sombra y reparo, en lugares secos, desinfectados y provistos de los baldes de alimentación y agua.

La separación entre casetas como se observa en las Fotos Nro. 26 y 27 era de tres metros con respecto a la de adelante. La caseta del costado estaba a menor distancia, un metro y medio con el propósito que los animales no se tocaran ni succionaran entre sí, como también, en la previsión de evitar transmisión y/o contagio de enfermedades.

Las ventajas de las casetas es que proporcionan sombra y reparo a las terneras. Cada unidad contaba con dos baldes, uno con alimento iniciador y el otro con agua con aptitud para consumo animal de libre disponibilidad. En esta etapa las terneras recibían leche o sustituto lácteo en cantidad necesaria según edad (días de vida).



Foto 27 Línea de casetas de guachera listas para utilizar.

En el año 2015 se decidió utilizar sustituto lácteo para la alimentación de las terneras lactantes, la razón principal era la prevención de transmisión de enfermedades como la tuberculosis

(*Mycobacterim tuberculoso spp.*, *Mycobacterim paratuberculoso spp*) y otras bacterias (*Streptococcus agalactiae* y *Staphylococcus auerus*) responsables de enfermedades infectocontagiosas que pudieran expresarse en patologías intramamarias a través de leche cruda (Phillips y otros, 2003). El segundo motivo y no menos importante, fue el precio del sustituto lácteo, menor al de la leche por tener un tenor graso sustancialmente en menor proporción.

Luego, la dirección técnica (sic) evaluó la posibilidad de pasteurizar aquella leche que no era entregada a la usina por varios motivos, entre ellos el riesgo potencial que implicaba la presencia de patógenos Grant, Ball y Rowe (1996); por conformar leche de vacas recién paridas (transición de calostro a leche) y por la probabilidad de contenido de antibióticos utilizados en tratamientos de mastitis infecciosas de distintos cursos. Se vio así que esta cantidad de leche era suficiente para alimentar todos los terneros lactantes. Así, la pasteurización permitió contar con este recurso netamente superior al sustituto en términos microbiológicos como nutritivos. Una vez comprobado los beneficios del termoprocesado, se comenzó a suministrar este alimento.

El proceso de pasteurización se realizaba en un pasteurizador (Foto Nro. 28) donde se termo procesaba la leche a una temperatura de 63 °C por un tiempo de 30 minutos, luego era refrigerada mediante placas de intercambio térmico, para obtener una temperatura entre los 35 a 38 °C (Godden, 2011). Este manejo permitió una mejor administración de los recursos con un segundo efecto positivo: disminuir la compra de sustituto lácteo al utilizar esta leche, que antes generaba efluentes (Godden y otros, 2005).



Foto 28 Pasteurizador utilizado para esterilizar leche destinada a la alimentación de los terneros.

El alimento pre iniciador, al igual que el agua de bebida, se encontraba disponible desde el primer día que la ternera ingresaba al sistema de crianza artificial. Este era elaborado a base de maíz y harina de soja, adicionando minerales y vitaminas mediante un núcleo formulado para terneros y ajustados al consumo esperado de la ternera.

El plan de alimentación de las terneras en la etapa de guachera estaba subordinado a la variable “semanas de vida”. Este plan de alimentación se trazó, siguiendo las recomendaciones de Heinrichs y Jones (2003 b), consistentes en administrar una cantidad de leche ajustada al peso del ternero, representada esta entre diez y doce por ciento del peso vivo del ternero.

Para facilitar el trabajo a los operarios en llevar adelante la tarea, sin necesidad de cálculos, se diseñó el siguiente plan de alimentación, resumido en la Tabla Nro. 13.

Las primeras dos semanas se le suministra cuatro (4) litros por día, repartidos en tres (3) tomas.

Las siguientes cuatro (4) semanas, ajustado al desarrollo corporal de la ternera, se le suministra seis (6) litros por día repartidos en tres (3) tomas.

Transcurridas las seis (6) semanas de vida, con el objetivo de estimular el desarrollo retículo - ruminal, se iba disminuyendo la cantidad de litros suministrados, con el propósito que la ternera en forma natural y progresiva comenzara a reemplazarlos por alimentos sólidos (Davis y Drackley, 1998).

La disminución de leche se realizaba de forma gradual, las siguientes dos (2) semanas tomando cuatro (4) litros y una última semana, previo al desleche, se le suministraba sólo dos (2) litros.

Finalmente, la ternera quedaba en la caseta una semana más, sin tomar leche, evitando cambios bruscos que pudieran generarle situaciones de estrés.

En total la ternera consumía leche hasta los sesenta y tres (63) días de vida, quedando en la guachera hasta el día setenta (70) es decir computándose entonces las diez (10) semanas.

Al bajar en la sexta semana de seis (6) a cuatro (4) litros nuevamente, la ternera iniciaba el consumo de alimento de manera notoria. Se agregaba maíz entero y rollo molido a la ración a modo de estimular la rumia y el desarrollo ruminal.

Días de vida	Semanas	Leche o Sustituto	Alimento Iniciador	Maíz/Rollo
Día 0	-	4 L (Calostro)	No consume	No se ofrece
Día 1 AL 14	2	4 Lts leche	Aprox. 100g/día	No se ofrece
Día 15 al 42	4	6 Lts leche	Aprox. 250g/día	No se ofrece
Día 43 al 56	2	4 Lts leche	Aprox 500g/día	Puñados
Día 57 al 63	1	2 Lts leche	Aprox >750g/día	Puñados
Día 64 al 70	1	No consume	>1000g/día	Puñados

Tabla 13 - Esquema de Manejo de la alimentación en Guachera. Fuente: Elaboración propia.

En este periodo se realizan todos los trabajos de manejo consistentes en el tatuaje con el numero identificador; caravaneo; pesado al nacimiento y a los sesenta (60) días; descorné (con crema cáustica); control de parásitos internos y baños preventorios por aspersión con mochila contra garrapatas y otros ectoparásitos.

Una vez realizados todos los trabajos de manejo y corroborando que el animal había cumplió con el objetivo de duplicar el peso de nacimiento, se trasladaba junto con todas las terneras que superaron el día 70 de crianza a un corral comunitario con capacidad para diez (10) a doce (12) terneras comenzando así el periodo de Recría en R1.

Recría

El Objetivo propuesto para toda la recría fue lograr que el primer parto de la vaquillona se produjera lo más cerca de los veinticuatro (24) meses de vida, desarrollándose de una forma tal que no afectare el crecimiento normal, ni generara un estado corporal con exceso de grasa, ya que esta situación traería los problemas derivados de un score alto de estado corporal.

Tomando en cuenta que el promedio de ganancia diaria de peso por día debería ser 0.750 kg (Heinrichs, 2003 a).

El sistema de recría se modificó a partir del 2015 mediante un reordenamiento de los animales por peso y edad, pasando de un manejo previo con dos grupos de recría a cinco categorías denominadas R1, R2, R3, R4, R5. Cada categoría tenía un estándar de edad y peso, como detalla la Tabla Nro. 14, a medida que las terneras iban cumpliendo las metas avanzaban de categoría.

Grupos Recrias	Edad	Peso objetivo	Estado Fisiológico
R1	De 2-3 hasta 6	150	Crianza
R2	De 6 hasta 12	250	Crianza
R3	De 12 hasta 15	300	Crianza
R4	Mayor a 15	Mayor a 350	Vacia - En servicio
R5	Mayor a 15	Mayor a 350	Preñada

*Edad: En meses de vida.

*Peso Objetivo: en Kilogramos.

Tabla 14 - Esquema de categorías y objetivos de Recría. Fuente: Elaboración propia.

Toda la recría se realizaba en el mismo establecimiento, en corrales de Dry lots, con sombra artificial y el alimento llevado hacia los comederos de manera mecánica. La alimentación consistía en silo de sorgo y junto a un concentrado producido en la planta de alimentos de la empresa, conformado por sorgo molido, harina de soja, cascara de soja y el núcleo vitamínico mineral.

El objetivo en R1, era que las terneras lleguen a los seis (6) meses con 150 kilogramos de peso vivo, en esta categoría se realizaba la vacunación contra Brucelosis.

En R2, a los doce (12) meses el objetivo era superar 250 kg; en R3 hasta los quince (15) meses de vida debían llegar a 350 kg de peso vivo, donde se les realizaba una palpación pre-servicio y se descartaban las vaquillonas con problemas de desarrollo o fertilidad. En ese manejo se aplicaban vacunas reproductivas.

R4 conformaría el corral de Servicio, los que eran realizados por Inseminación Artificial, visualizando la detección de celo o mediante el uso de sincronizaciones siguiendo protocolos hormonales, el objetivo era preñarlas rápidamente.

R5 asignado como corral de Vaquillonas preñadas, ingresando al mismo luego de una palpación rectal para confirmación de preñez. Quedarían ahí para pasar al corral de parto 30 días antes del mismo.

Los dos parámetros de crecimiento que se decidió utilizar para monitorear la eficiencia de la cría y recría fueron: duplicar el peso de nacimiento a los sesenta (60) días de vida y a los quince (15) meses de vida las vaquillas (vaquillonas) pesen más de 350 kilogramos de peso vivo, por lo tanto, estén aptas para ser inseminadas en R4.

Vacas secas

A los fines de productividad se tomó la decisión de dejar de ordeñar vacas (Secar) cuando la leche producida no llegaba a cubrir el costo de su alimentación y mayor practicidad de manejo, sin tomar en cuenta si se encontraba preñada o no las vacas se secaban cuando producían menos de ocho litros por día.

La situación ideal de cualquier tambo, siguiendo el mismo criterio si el periodo de espera voluntario post parto para la recuperación de la vaca era de 45 días y el celo se produce cada veintiún 21 días, se asignaba dos oportunidades de celo para quedar preñadas. Así, en el peor de los casos las vacas son preñadas a los 100 “días en leche” (DEL), secándose por gestación a los 305 DEL y 220 días de gestación. De manera la vaca descansaba estando al menos sesenta (60) días seca (la gestación tiene una duración promedio de 280 días) y pudiera retornar al rodeo de producción una vez cada año (Glauber, 2012).

El establecimiento dividía a la categoría de vacas secas en:

a) Vacas secas vacías: animales próximos a la venta generalmente por descarte voluntario con algún problema que afectara o pudiera afectar su producción, tanto de caracteres reproductivos, o problemas de movilidad (rengueras o manqueras), o cantidad de lactancias, etc. (Foto Nro. 29).



Foto 29 Vaca renga por problema podal afectando su movilidad, por lo tanto, producción, descarte voluntario para consumo.

b) Vacas secas preñadas, son animales gestando y recuperándose para una próxima lactancia. Dentro de esta categoría se subclasificaba una categoría:

b.1 Vacas secas preñadas, animales que dejaron de ser ordeñados y con gestaciones no tan avanzadas

b.2 Vacas Secas Preparto. Este animal, con una gestación avanzada, se la separaba a un grupo reducido en el mismo estado de gestación haciendo coincidir aproximadamente treinta (30) días antes del parto con el objetivo de generar un ambiente tranquilo preparto y poder diferenciar el suministro de alimento destinado a la prevención de enfermedades metabólicas (Goff, 2012). Quien escribe entiende que esta es la categoría más importante del rodeo, es la vaca próxima para parir por ende la que genera las expectativas de rentabilidad del negocio.

Al grupo preparto se le agregaba a la dieta sales aniónicas para neutralizar cationes en la sangre (sodio o potasio de carga positiva) y mantener el *pH* sanguíneo cercano a la neutralidad a ligeramente ácido (entre 7 y 6.5). De esta manera se podría prevenir ciertas enfermedades metabólicas del periparto, como por ejemplo hipocalcemia (De Blas, C., y Nicodemus, N. (2001).

Problemas asociados al grupo preparto

Es de destacar que, debido a un mal manejo de reproducción en el establecimiento, las lactancias de las vacas estaban extendidas en plazos mayores a los recomendados, por encima

de los 350 “días en leche” (DEL). Esta situación generaba intervalos entre partos mayores a los 12-13 meses. Maciel et al. (2004) hace notar que cada día que pasa luego de los 365 significa una pérdida de producción equivalente de 7 a 10 litros de leche por vaca.

Siguiendo los criterios de productividad se respetaban los períodos de lactancia, cuando éstos de alargaban se notaba un aumento de consumo de energía más allá de la necesaria acumulándose bajo un exceso de grasa corporal, pudiendo llegar a una condición corporal con score muy alto al secado, como se puede apreciar en la Foto Nro. 30.

Utilizando la escala de 1 a 5 (donde 5 es extremadamente gorda) - Imagen Nro. 4 - el promedio de score corporal al inicio de la gestión en el año 2015 se encontraba entre 3,75 y 4.

En materia de opinión, el ideal para una vaca era llegar al secado con 3,25-3,5 de estado corporal y mantener ese estado todo el periodo de seca hasta el parto (Vanrell, B., 2008).



Foto 30 Vaca seca en condición corporal 4.

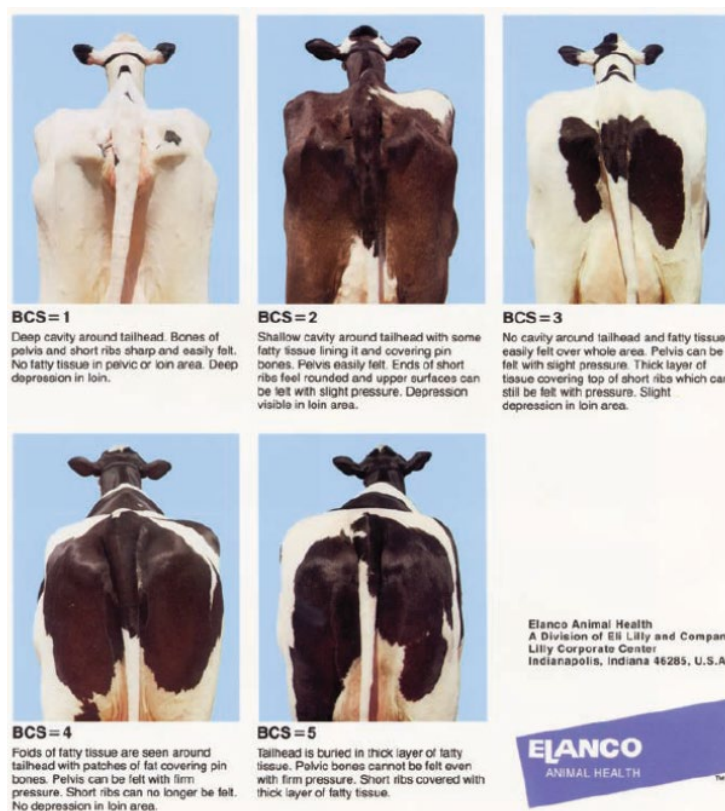


Imagen 4 Escala de Score Corporal utilizada en Madriles para determinar la cantidad de grasa subcutánea o condición corporal de los animales.

Este exceso de grasa provocaba efectos negativos como ser: tener grasa circulando en la sangre generando a nivel del sistema nervioso central una sensación de saciedad química, simulando una baja necesidad de consumir alimento, sumado al estrés por calor, el barro y la baja palatabilidad del alimento.

Cuando las vacas se preñaban tarde y eran secadas por gestación (60 días antes del parto) habiendo continuado en producción más de 350 DEL, ocurría el círculo vicioso de baja producción y exceso de energía en la comida, llevando a un alto estado corporal y exceso de reservas en grasa. Muchas veces las vacas eran secadas antes de la fecha de secado por gestación, esto pasaba cuando la vaca no producía más de 8 litros. El peor de los casos se daba cuando la vaca se secaba por producción sin siquiera estar preñada.

Secar una vaca sin estar preñada, conllevaba a estar por lo menos 280 días (duración de la gestación), desde el momento que se logra preñar sin producir lo que para un establecimiento lechero es económicamente inviable.

Se tomaba en cuenta asimismo que, al momento del parto, el exceso de grasa podría dificultar su progreso, bajando la eficiencia de las contracciones musculares del útero por un lado y generando una obstrucción mecánica en el canal obstétrico por otro. Bajo estas condiciones la vaca necesitaba una asistencia al momento del parto aumentando las probabilidades que se produjera una contaminación seguido de una infección intrauterina al no “ser un parto limpio”.

Atendiendo esta posibilidad, al no consumir la cantidad de alimento necesario se podían ocasionar deficiencias de minerales y sales, necesarias para que ocurra una correcta recuperación post parto, con aumento de casos de retención de placenta e infecciones intrauterinas (metritis).

Al margen de los cuadros distócicos, problemas de alimentación podrían generar complicaciones como cetoacidosis; torsión de abomaso por un rumen vacío; presentación, posición y actitud del ternero al parto; estrechez pélvica y otras (Curtis, 1985). Cabe resaltar que estos eventos no estaban contemplados por los trabajadores por falta de capacitación y entrenamiento, pudiendo ser causa de tasas de mortalidad significativas. De sobrevivir, la producción de ese animal quedaría indefectiblemente afectada, como también la posibilidad de regresar al sistema reproductivo rápidamente.

La cetoacidosis con acumulación de cuerpos cetónicos (propiónico, butírico y acético) en la sangre e hígado, afecta negativamente el consumo de alimento, la movilización de reservas corporales continúa aumentando la grasa circulante en sangre para obtener energía a través de otra ruta metabólica a través de la beta oxidación, agravando la situación. De continuar este exceso de cuerpos cetónicos en sangre, el hígado se satura generando un Hígado Graso por acumulación perdiendo capacidad desintoxicante con alto riesgo de muerte del animal (Duffield y otros, 1999).

Manejo reproductivo

Los bajos índices reproductivos tuvieron un impacto en la rentabilidad económica en dos sentidos: a corto plazo por incumplir las metas fijadas para reingresar los animales al sistema lo más rápidamente posible aprovechando el pico de lactancia y, a largo plazo no se lograba disponer suficiente cantidad de terneras para la reposición.

La baja eficiencia reproductiva de la gestión 2015/16 dificultaba preñar las vacas rápidamente por lo que la mayoría de los vientres se preñaban más allá de los ciento cincuenta días en leche (150 DEL) volviendo al círculo vicioso de vacas con exceso de score corporal.

Existen tres índices o indicadores que permiten medir la eficiencia reproductiva de un establecimiento, se calculan en porcentaje y todos se miden en un periodo de tiempo, este es de 21 días, el promedio de días entre celo y celo de una vaca.

Un animal es apto para ser servido cuando no está gestando, tiene más de 15 meses de vida y más de 350 kg de peso vivo, si se trata de una vaca múltipara o de primer parto debían cumplir el periodo de espera voluntario postparto de 45 días de haber parido y tener el apto veterinario para el inicio de servicio, sin presencia de infecciones intrauterinas y una buena involución y recuperación del útero, evaluado mediante tacto rectal.

El primero de los índices utilizados era la Tasa de Servicios, este indicaba la cantidad de animales servidos sobre la cantidad de animales que se encontraban aptos del rodeo en ese periodo de 21 días. Permitted monitorear la detección de celo realizada por los operarios encargados de esta tarea.

La tasa de servicios podía ser aumentada al utilizar métodos de sincronización de celo, al hacer esto se lograba inseminar animales no detectados en celo.

El segundo índice utilizados era la Tasa de Concepción, esta se refiere a la cantidad de animales que se lograban preñar de los que habían sido inseminados, se medía la eficacia del inseminador.

De estos dos primeros índices, se calculaba el más importante de todos, la Tasa de Preñez, que es el resultado de la multiplicación de los dos primeros índices, este indicaba la cantidad de animales preñados sobre lo animales aptos en ese periodo.

Gracias a la gestión de un software para manejo de rodeo lechero adquirido por la empresa en el año 2016, se permitió obtener las tasas de preñez en las distintas épocas del año, se pudo comprobar que en la época de verano este índice en promedio estaba por debajo del 10% y en la época de invierno la tasa de preñez aumentaba por arriba del 15%, efecto que atribuimos al clima más seco y fresco con menor cantidad de lluvias, y por lo tanto menor generación de barro, es decir todos factores que contribuyen a que las vacas estén más cerca de su nivel de confort.

Las vacas al estar en estrés térmico bajan la actividad sexual, no se montan entre ellas, los celos son más cortos, todo ello dificultaba la detección del celo en la época de verano, en consecuencia, se decidió a partir de la adquisición del Software de gestión de tambo (Dairy Comp 305) de utilizar estrategias de manejo en la ovulación con utilización de hormonas como la prostaglandina, sincronización de celo y IATF para aumentar la presión de detección de celo y tasa de servicio en la época de invierno, donde el sistema mostraba la mejor tasa de preñez.

En este aspecto se propuso la meta de preñar el 70% de las vacas para el mes de agosto.

Todos los servicios se realizaban por inseminación artificial, tanto en vaquillas como en vacas adultas, era realizada por personal del establecimiento bajo responsabilidad de un médico veterinario permanente, contratado especialmente como encargado de la reproducción.

Con la ayuda del Software Dairy Comp y la utilización de estrategias de manejo reproductivo se lograron tasas de servicios superiores a 50% y tasas de preñez superiores a 15% para los meses de invierno de los siguientes años 2017, 2018 y 2019. A partir del mes de septiembre estas tasas bajaban abruptamente, la tasa de servicio para la época de verano no lograba superar el 30-40% y la de preñez se mantenía por debajo del 8-10%. Durante el verano se continuaba inseminando constantemente todos los días, únicamente mediante la detección de celo visual.

A partir de la llegada del autor del trabajo junto a un equipo en el año 2015, se comenzó a

detectar celo visualmente todos los días hasta tres veces al día durante la mañana, al medio día y a la tarde. El resto del personal del establecimiento ayudaba en esta tarea. Al momento que se observaba un animal en celo se reportaba al encargado responsable.

En los dos primeros servicios y únicamente en las vaquillas de R4 (nulíparas) se utilizaba semen sexado dado el carácter de mayor fertilidad respecto de una vaca en producción. En el año 2017 cuando la mejora en la reproducción y la capacitación del personal fue evidente, se decidió utilizar la misma técnica en vaquillonas de 1^{er} parto en producción, siempre que no tuvieran antecedentes de problemas reproductivos.

Tomando en cuenta que el semen sexado tiene una menor fertilidad que un semen convencional, de no quedar preñada en los dos primeros servicios se utilizaba semen convencional hasta el 5^{to} servicio. En caso de no quedar preñada se descartaba por baja fertilidad y se vendía o utilizaba para consumo.

Alimentación

Durante el proceso de transición de sistema convencional a producción intensiva, se sistematizó la estabulación de los animales, aumentando la disponibilidad de suelos con aptitud agrícola en aquellos potreros donde se encontraban los rodeos. Así el sector dedicado a la producción láctea se redujo a 50 ha aproximadamente cuando se terminaron las obras en el año 2017. No había una limitante en la capacidad de producción de forraje dada la posibilidad de utilizar el resto del campo agrícola (más de mil hectáreas) como amortiguador buffer en la generación de reservas.

La empresa mantenía un esquema de rotación, aproximadamente se realizaban 300 ha de Maíz y 800 ha de Soja por verano. En invierno se realizaban otros cultivos como pasto de cobertura, Trigo o Chía y Sorgo, aproximadamente quinientas (500) hectáreas de Sorgo, trecientas (300) hectáreas de pasto y el resto de trigo o chíá.

Generalmente se picaba el cien por ciento (100%) del Sorgo y Maíz, también se picaba cerca de doscientas 200 hectáreas de soja, para asegurar reservas forrajeras hasta más de una campaña, esta es fue una política de la empresa para no quedarse sin recursos alimenticios.

La estrategia de alimentación trataba de ser lo más simple posible, se producía la premezcla de concentrados en una planta de Silos propia ubicada a 15 km de Madriles. Esta planta de alimentos producía cinco (5) tipos distintos de premezclas de concentrados, dos (2) para vacas en lactancia, uno (1) para alta y uno (1) para baja producción, dos (2) para las terneras, uno (1) iniciador y otra recría y el quinto para vacas en preparto.

Estas premezclas se formulaban con base de grano de Maíz y Sorgo al igual que los concentrados energéticos, generados en el establecimiento o en otro de la misma empresa junto a subproductos de Soja, Cascara y Harina aportando proteína, subproductos de la molienda de trigo o arroz. Los núcleos vitamínico minerales se compraban a una empresa proveedora.

Las premezclas destinadas a vacas lecheras y recría eran llevadas a Madriles a granel mediante una chata tolva de 10 toneladas. El iniciador y preparto en bolsas dado su bajo consumo. Estas se acondicionaban en celdas individuales en el patio de comidas de Madriles cercano a donde se realizaban los silos de forraje.

Las reservas forrajeras se realizaban en forma de Silo puente siendo de tres cultivos distintos; Maíz, Sorgo y Soja. El cultivo de Maíz y de Soja se confeccionaba en la época de verano, cuando sufrían un menor estrés hídrico. El de Sorgo en el invierno al ser más resistente a la sequía, común en esa época del año. Este planteo permitió que no compitiera con el maíz y soja de

cosecha volviéndose una alternativa muy interesante en lo referente a la estrategia alimenticia del establecimiento permitiendo la baja costos de la dieta por ser económico que el maíz.

El silo de Soja permitía aportar una mezcla de nutrientes conteniendo proteínas, lípidos (energía) y fibra. Al contener estos tres nutrientes este ingrediente se mostraba muy interesante para la producción de leche en un clima tropical donde un cultivo C3 como la alfalfa no tiene posibilidades de prosperar. Se destaca que no se tiene mucha información sobre este tipo de silo.

El silo de Soja se confecciono probando dos estados fisiológicos distintos de la planta, uno en R4 (la planta conteniendo vainas donde el grano no se comenzó a desarrollar) y otro en R6 (la planta totalmente desarrollada y los granos están totalmente llenos).

Cuando se realizó el silo de Soja en R4 (Izquierda de la Foto Nro. 31), hubo que cortar y pre orear en el suelo previo a su recolección y picado. Esto se realizó debido a la alta humedad general en toda la planta. El silo que obtuvimos fue de una muy alta calidad, obteniendo valores de proteína esperados del 18%. No hubo ningún problema en la fermentación (se duplicó la dosis de inoculante), fundamental para su conservación y la palatabilidad de este fue muy alta.



Foto 31 Picado de soja

Cuando se realizó el silo de Soja en R6 (Derecha de la Foto Nro. 31), se pudo hacer un corte y picado directo, ya que la humedad de la planta lo permitió, el problema que se presentó con este silo fue el alto contenido de materia grasa, esto modificó la fermentación deseada al afectar el funcionamiento de las bacterias productoras de ácido que bajan el *pH* para la conservación de este. El aceite se enranció rápidamente produciendo un olor poco agradable bajando la palatabilidad y aceptación por parte de los animales. Al contener un alto contenido de lípidos la inclusión en el alimento estuvo limitada ya que hubiera afectado la correcta función de las bacterias ruminales.

El silo de Maíz es de los mejores alimentos que se pueden obtener en Santa Cruz en cantidad y calidad, sin embargo, el gran problema son los bajos rendimientos del cultivo y alto costo de protección frente a insectos. Al no disponer de variedades para estos climas y no poder utilizar Organismos Genéticamente Modificados, los rendimientos no son los óptimos, pocas veces superando las 25 toneladas de materia verde por hectárea con un promedio de 22tn.

El Sorgo tiene el mismo problema, rinde menos que el maíz, aproximadamente 12 toneladas de materia verde por hectárea en promedio. La calidad del picado era excelente como se puede

observar en la Foto Nro. 32, en ambos picados se procesaba el grano por el cracker de la máquina, siendo el sorgo difícil de procesar por la dureza del grano.



Foto 32 Izquierda, picado de Sorgo. Derecha, picado de Maíz.

El ataque de insectos a estos cultivos por parte de gusanos cogolleros (*Spodoptera frugiperda* spp.) es incesante. Para combatirlos se realizaban aplicaciones con distintos grupos de insecticidas según muestreos, pocas veces se realizan menos de 4 aplicaciones en todo el ciclo del cultivo.



Foto 33 Izquierda, Programa de preparación de alimento y balanza.

En resumen, preparar las premezclas y llevarlas a las celdas en Madriles permitió simplificar el trabajo del operario encargado de la alimentación al tener que cargar solamente dos ingredientes al mixer, según los kilogramos indicados por un programa de alimentación instalado en la máquina a partir del año 2016 (Foto Nro. 33).

Este programa de alimentación se actualizaba diariamente según la cantidad de animales en cada corral. La dieta para cada corral se ajustaba por materia seca del silo. Al final de cada día el programa devolvía la información en detalle de cada carga y descarga. Gracias a esto se pudo

llevar con mayor exactitud la alimentación de cada corral y el trabajo del operario.

En el año 2015, este trabajo lo realizaban tres personas las que tenían a cargo la preparación de las premezclas primero y luego cargar el mixer: No se utilizaba el programa de alimentación por lo que las cargas se realizaban mediante sumas y restas para ajustadas a la cantidad de animales en cada corral, asentando en una planilla la dieta en kilos por animal por corral en forma diaria.

Esta metodología generaba un sesgo significativo. El personal a cargo, generalmente no sabían con exactitud cuántos animales había en cada corral, la balanza solo mostraba un total, ellos tenían que restar del total cuanto estaban cargando cada ingrediente. No se podía hacer un seguimiento de la exactitud de carga y descarga ya que sólo se lo hacía visualmente. A todo lo anteriormente descrito hay que agregar que este trabajo se realizaba en el mismo momento de la carga, a la intemperie, en un horario donde todavía no había luz de día (04:00 am), previo a comenzar la jornada laboral.

Manejo sanitario

Tuberculosis

La tuberculosis es una enfermedad infectocontagiosa provocada por una bacteria, *Mycobacterium bovis spp.*, de carácter zoonótico (se transmite al hombre), por lo que no solo la producción se vería afectada sino también la salud de los trabajadores de establecimiento.

Para estabular animales, el estado sanitario de los mismos debe ser óptimo, al estar en un espacio reducido el riesgo de contagio de una enfermedad como tuberculosis es muy elevado, tanto para los animales como para los trabajadores.

La empresa sabía que, si quería ser una lechería de alta producción con animales estabulados, no podría tener animales positivos a esta enfermedad, Según Soto Reguena (2007) los bovinos infectados pierden de 10 a 25 % de su capacidad productiva, disminuyen su fertilidad hasta en un 6%; las vacas en ordeño disminuyen la producción total de leche en un 10%, la duración del periodo de lactancias se reduce a la mitad. La empresa se propuso el objetivo de sanear el establecimiento, eliminar todos los animales infectados y obtener el estado de “Establecimiento libre de tuberculosis”.

Se comenzó en el año 2016 a realizar pruebas de diagnóstico mediante la tuberculización a todo el rodeo (Foto Nro. 34) que constituye el instrumento básico para detectar la presencia de infección de la bacteria, con el objeto de poder establecer si el rodeo estuvo en contacto con el agente causante de la enfermedad. La respuesta del organismo al antígeno inyectado se debe a un mecanismo de hipersensibilidad, se produce una reacción inflamatoria en el lugar de la inoculación si el animal es positivo como el animal de la Foto Nro. 34.



Foto 34 Vacas reaccionando a la prueba de tuberculina.

Debe considerarse que un animal puede dar un resultado negativo, aun cuando pueda estar realmente infectado, cuando un fuerte shock de stress bloquea su sistema de defensa o cuando la enfermedad está en un grado muy avanzado. Estos factores pueden generar una modificación en la reacción de hipersensibilidad generando faltos negativos (Torres, P., 2006).

Cuando se realizó la primera prueba, cerca del 50% de los animales reaccionó de manera positiva. Al no estar seguros de este resultado, se llevó a cabo una segunda prueba de tuberculina con 60 días de diferencia, para nuevamente reaccionar positivamente cerca del 50% de los animales.

Se puso en evidencia que varios de los animales que reaccionaron de manera positiva en la segunda prueba no lo hicieron en la primera prueba, ocurriendo lo mismo con los que habían dado positivo en la primera prueba, en la segunda prueba no reaccionaron. Esto indicaba claramente actividad positiva como agresiva del patógeno en el rodeo.

Si bien la prueba de tuberculina es una prueba de hipersensibilidad utilizada en todo el mundo como método de diagnóstico, a vista de que los animales se encontraban bajo un constante estrés térmico debido al clima tropical de la región, según la propia experiencia, se concluyó que la prueba de tuberculina no resultaría adecuada para el saneamiento del rodeo.

Por este motivo se decidió utilizar una prueba más específica como fue la prueba del Interferón Gamma (prueba asociada a la defensa celular). Para esto se remitieron muestras de sueros sospechosos a laboratorio.

Cabe aclarar que la prueba de Interferón Gamma esta oficializada como prueba complementaria o confirmatoria en la mayoría de los países de la Unión Europea, Australia, Nueva Zelanda, Gran Bretaña, Irlanda, en Norte América EE. UU. y México, Costa Rica, en América del Sur Argentina y también es aceptada por la Organización Mundial de Salud Animal (Bouna y otros, 2004).

Los resultados de esta prueba fueron más cercanos a lo esperado, con un total de 14% del rodeo infectado, considerándose esta prevalencia alta. Como consecuencia de esto todos los animales positivos fueron enviados para faena a frigoríficos.

La prueba de interferón gamma es la que el establecimiento utiliza en la actualidad para diagnosticar la enfermedad, animales positivos continúan apareciendo y estos enviados a faena. Para llegar lograr la condición de libre de la enfermedad se sistematizó un programa de control basado en este diagnóstico serológico.

Se destaca que esta prueba no está oficializada por las autoridades bolivianas para ser una prueba de diagnóstico, esto significa el no reconocimiento como método de control establecido por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria Boliviano (SENASAG). Por lo tanto, no se lograría la certificación como rodeo libre de la enfermedad hasta que la prueba sea aprobada. Actualmente la gestión y pedido para oficializar la prueba de Interferón Gama es llevado a cabo por FEDEPLE.

Sin este Certificado de “Establecimiento libre de Tuberculosis”, Madriles pierde la capacidad de obtener el bono económico otorgado por PIL.

Brucelosis

Enfermedad que ocasiono grandes pérdidas produciendo abortos de estadio avanzado, generalmente en el tercer tercio de gestación (Acha y Szyfres, 2001).

La enfermedad de carácter infectocontagiosa producida por la bacteria *Brucella abortus bovis*, es considerada gran importancia no solo por las pérdidas reproductivas sino por su comportamiento como una zoonosis.

En Madriles no se llevaba adelante un muestreo para el diagnóstico de brucelosis a través de un laboratorio, sin embargo, la enfermedad presente en los rodeos fue responsable de la mayoría de los abortos; nacimiento de terneros débiles; mermas en la producción de leche; infertilidad y subfertilidad en vaquillonas y vacas

A lo largo de cuatro gestiones hubo un elevado índice de abortos sobre las vacas preñadas como se muestra en la Tabla Nro. 15.

	15/16	16/17	17/18	18/19
Partos	341	449	470	471
Abortos	114	182	118	116
Preñeces Totales	455	631	588	587
% Abortos	25,1%	28,8%	20,1%	19,8%

Tabla 15 - Cantidad de abortos en las cuatro gestiones de producción. Fuente: Elaboración Propia.

Durante campaña 2018/2019 se puede observar que el porcentaje de abortos (Foto Nro. 35) no superó el veinte (20) por ciento, cuando en las primeras dos campañas 2015/2016 y 2016/2017 el porcentaje de abortos sobre la cantidad de vacas preñadas superaba en ambos casos el veinticinco (25) por ciento.

En este sentido se puede observar una mejora gracias a la selección y eliminación de hembras afectadas, vacunación continua y saneamiento de los corrales, tambo y establos.

La prevención consistía en una vacunación al cien por ciento de las terneras hembras cuando pasaban del corral R1 al corral R2 (con una edad cercana a los seis meses).



Foto 35 Abortos encontrados de distinto tiempo de gestación.

Leptospirosis

Al igual que la Brucelosis es una zoonosis infectocontagiosa producida por la bacteria *Leptospira interrogans spp.*, encontrando su mecanismo de transmisión por eliminación a través de abortos, secundinas, líquidos amnióticos, orina y materia fecal. A esta cadena de transmisión se le sumaba una problemática asentada en que la bacteria mantenía la fuente de infección en otros hospedadores como roedores, los que también conformaban parte de la transmisión por contaminación de su orina. Tanto brucelosis como Leptospirosis fueron diagnosticadas en muestras enviadas al laboratorio.

Para la leptospirosis se utilizaba una vacuna reproductiva polivalente conteniendo también antígenos para la prevención de la Diarrea Viral Bovina y la Rinotraqueítis infecciosa bovina. Como medida preventiva se implementaba un manejo de plagas destinado a la erradicación de roedores acompañado de medidas higiénico-sanitarias y saneamiento en zonas de almacenaje de alimentos como los sustitutos lácteos y concentrados, acompañado del manteniendo del pasto corto en los alrededores a los galpones.

Virales reproductivas (Diarrea Viral Bovina, IBR)

No se diagnosticaron casos de animales diagnosticados con estas enfermedades, aunque se sospechaba su presencia. De igual modo se realizaba vacunación con vacunas reproductivas polivalentes. Siguiendo el calendario de vacunación, la misma se realizaba sobre la categoría de Recría R3 entre doce (12) y quince (15) meses de edad al momento del tacto pre-servicio como condición necesaria para recibir el apto para iniciar el servicio y pasar a R4.

Una segunda dosis anual se administraba siguiendo prácticas de manejo preventivo aplicando al momento de diagnosticar la preñez pasando a R5 (vaquillas preñadas).

En vacas adultas, se vacunaba al momento de dar el apto para dar inicio del servicio post parto (aproximadamente 45 días después del parto), al momento de diagnosticar la preñez se aplicaba una nueva dosis. Con esta metodología se aseguraba dar una vacuna anual a todos los animales.

Fiebre Aftosa

En Bolivia, es una enfermedad de vacunación obligatoria, por lo que se vacunaban el cien por ciento (100%) de los animales adultos y animales de recría a partir del corral R2 (mayores de seis (6) meses de edad) en la campaña de vacunación de SENASAG (mes de mayo y junio).

Organización de la empresa y capital social

El capital humano dentro de la organización es uno de los pilares de la lechería. En el transcurso de mis años trabajados fue uno de los factores que más avanzó y se transformó, a base de una fuerte capacitación y concientización de aquello que significaba realizar una tarea de forma correcta en tiempo y modo, conformándose un equipo de trabajo de gran capacidad y responsable.

Con la construcción de los galpones y el estabulado de los animales, el trabajo de los operarios, tamberos, arreadores, alimentadores y veterinarios se transformó de manera significativa, dejaron de trabajar a la intemperie, estando protegidos de las inclemencias ambientales como la alta temperatura, la radiación o lluvia.

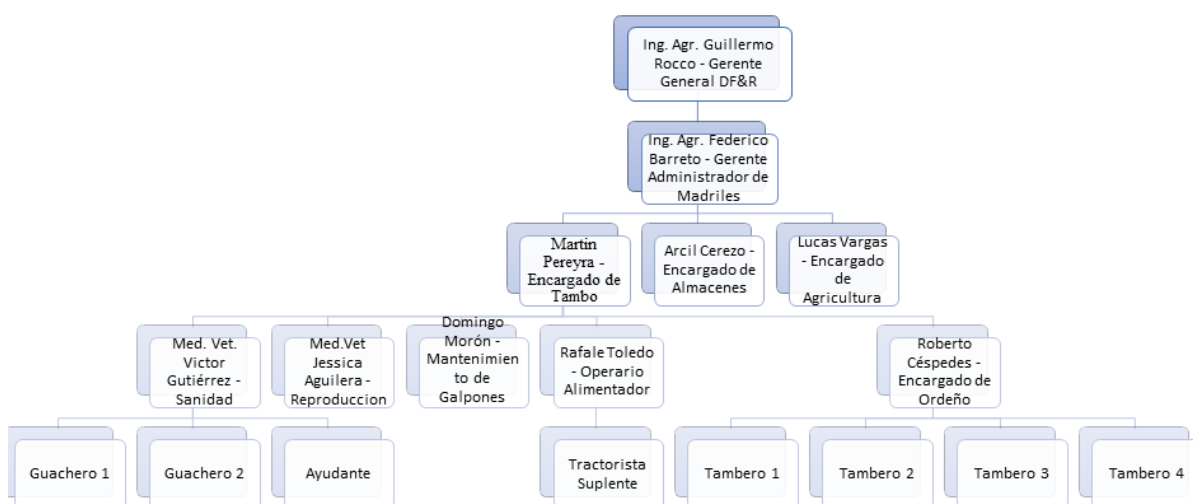
Los animales se encontraban cerca, las entradas y salidas de los corrales estaban organizadas de manera sencilla, el tractor alimentador tenía un camino propio sin cruzarse con el de los animales, todo volvió más eficiente el trabajo de los operarios, fue más sencillo y rápido, el tiempo de los operarios se redujo y el barro dejó de ser un problema.

La dotación del personal específica para la lechería era de veinte (20) personas: cinco (5) operarios intervienen en el ordeño, tres (3) en la fosa de ordeño y dos (2) arreadores de vacas buscan y llevan los grupos de los corrales, dos (2) guacheros, encargados de la crianza de la ternera, tres (3) operadores tractoristas: un (1) alimentador y un (1) reemplazante, un (1) tercero encargado de la limpieza de los galpones y mantenimiento de las camas, una (1) persona encargada de los efluentes y la aplicación de los mismos en los lotes agrícolas, dos (2) veterinarios encargados de la sanidad y reproducción del rodeo y un (1) administrador general y quien escribe como encargado de tambo.

El sector de la agricultura tenía personal afectado en forma específica, cuando se necesitaba ayudaban a la lechería. La dotación está compuesta por cinco (5) operadores, sembradores, cosechadores, aplicadores de herbicidas y demás tareas específicas de la agricultura.

Se contaba con una (1) persona encargada de la bodega quien realiza las entregas y pedidos de repuestos, insumos veterinarios, insumos agrícolas, combustibles y alimentos. En la planta de alimentos, trabajan dos (2) personas encargadas de la producción de las premezclas. Por último, dos (2) personas encargadas de la alimentación del personal y limpieza de las habitaciones e instalaciones. En total, el establecimiento cuenta con una cantidad de treinta (30) trabajadores.

Organigrama de la empresa Mandriles SA



Sistema de comercialización - Mecanismo de formación de precio de leche fluida para entrega a usina

Madriles S.A., entrega leche fluida a “PIL”, la empresa láctea más grande de la industria lechera en Santa Cruz de la Sierra. Dicha firma retira del establecimiento un promedio de siete mil litros por día durante todo el año. En invierno cuando un gran porcentaje del rodeo se encuentra en el pico de producción láctea, ésta puede superar los diez mil litros por día gracias a la estacionalidad natural de la concepción entre los meses de junio-julio (época más fresca del año). Durante la época estival, debido a las condiciones ambientales caracterizadas por un exceso de humedad ambiental y temperatura elevada, todas las vacas que han llegado a su pico en invierno dejan de producir, por lo que puede haber una merma productiva descendiendo aproximadamente a cinco mil litros día.

La estructura de formación de precios es compleja, conteniendo componentes que afectan el valor final del precio pleno. Para los productores, existen dos tipos de precios: uno para aquellos que obtuvieron un cupo de producción en el momento que se negociaron los valores relativos con la empresa PIL y, un precio menor para los productores que no lograron tener ese cupo de producción. Así, por ejemplo, Madriles acuerda un cupo de nueve mil ochocientos litros, la leche que ingresa sin cupo se paga a precio menor.

Es opinión del autor de este trabajo que estos cupos discrecionales han provocado que los productores obtengan un precio subvencionado, generando rentabilidad a los sistemas productivos, pero sin ser eficientes. Es decir que, se puede lograr buenas ganancias sin realizar buenas prácticas ni mejoras. En contra partida, los productores sin cupo o futuros inversionistas se han encontrado sin estímulo suficiente que justifique invertir activos destinados a la producción láctea debido al bajo precio, justamente por no acceder a un cupo de producción, sujeto a su vez a que en estos últimos años la industria no ha incrementado su capacidad de procesamiento ni presencia de nuevas empresas. Así las cosas, en opinión del autor del presente trabajo, esto se constituye en una de las causas del retraso en el crecimiento y tecnificación de la lechería boliviana.

El precio está compuesto por: a) un precio base, b) bono por volumen de producción, y c) bono por calidad.

Al bono de calidad lo conforman distintos atributos: la calidad composicional (porcentaje de grasa y proteína), la calidad sanitaria (recuento de células somáticas, libre de tuberculosis y brucelosis) y la calidad higiénica (temperatura de entrega de leche y unidades formadoras de colonias). Cada componente del precio genera una bonificación según la categoría a la cual pertenece la muestra de leche analizada en laboratorio.

En una entrevista, con el Dr. Veterinario Carlos Hugo Rivera, técnico de la Federación Departamental de Productores Lecheros (FEDEPLE), en su vasta experiencia demostró la estructura de formación de precios y bonificaciones. La misma se transcribe en la Tabla Nro.16.

No.	CONCEPTO	CON CUPO	CODIGO 15
	Precio Base (PB)	2,100	1,500
1	Bono constancia	0,210	0,000
2	Materia Grasa	-0.126 - 0.117	-0.126 - 0.117
3	Células Somáticas	-0.84 - 0.147	-0.015 - 0.075
4	TRAM	-0.105 - 0.147	-0.045 - 0.075
5	Temperatura	0.00 - 0,1470	0.00 - 0.075
6	Bono de Volumen	0.00 - 0,16	0,000
7	Bono de granos	0,800	0,900
8	Bono de coyuntura	0,100	0,100
9	Hato libre de Brucelosis	0,005	0,000
10	Hato libre de Tuberculosis	0,005	0,000
11	Administración*	0,000	0,104
12	Bono Contrato	0,000	0,32 - 0,64

Tabla 16 - Factores involucrados en la composición y formación del precio de la leche en Bolivia.
Fuente: Carlos Hugo Rivera – FEDEPLE – 2019

Gracias a la calidad y volumen de leche obtenida y entregada a la industria, el precio promedio para Madriles se mantuvo constante en 0,56 centavos de dólar a lo largo de los ejercicios realizados en las series estudiadas. Si se compara con los valores que se pagan a los productores de Argentina y Brasil, donde el precio promedio al productor por litro de leche es de u\$s 0.29 y u\$s 0.38 respectivamente (sitio web de OCLA) el precio para para productores con cupo en la industria en Bolivia es, a nivel regional, uno de los más robustos. Este factor sumado a los bajos costos del combustible, producción de alimentos para alimentación animal y el bajo costo de mano de obra que existe en el país, los cálculos de rentabilidad del sector lechero en Bolivia son un gran incentivo para la empresa y como consecuencia de ello, un verdadero estímulo para realizar inversiones y tratar de mejorar la eficiencia de producción.

Consumo y mercado

En los últimos años se ha evidenciado un crecimiento sostenido en el consumo de leche, para la región y el resto del país debido al crecimiento de la población (según el último censo, Bolivia cuenta con 11.353.142 habitantes), a campañas educativas y a una mejora en el poder adquisitivo del segmento consumidor de lácteos.

El departamento de Santa Cruz es en la actualidad el principal productor de leche a nivel nacional, siendo su producción anual más de 183 millones de litros, alcanzando en promedio una producción estimada de 502,292 litros/día (Padilla, C. R., 2006 b). En la cuenca de Santa Cruz se estima que actualmente existen 6000 tambos o lecherías. El 60% de la leche se

industrializa y el 40% restante es producto artesanal (queso criollo generalmente). Los productores grandes, en su gran mayoría son los que proveen a la industria. En este segmento se encuentra el Establecimiento Madriles el cual vende la totalidad de su producción a PIL SANTA CRUZ.

Existen ocho plantas procesadoras dedicadas a la fabricación de lácteos, siendo el sistema de distribución más utilizado la bolsa o sachet. Sin embargo, en los últimos años se ha incrementado considerablemente la diversificación de productos, existiendo una gama muy variada de leches saborizadas, condensada, evaporada, leche en polvo, una gran variedad de yogures, helados, quesos, manteca y otros, con gran aceptación por parte de los consumidores. De las industrias lácteas la más destacada es PIL Santa Cruz, cuya empresa mantiene una ventaja frente a las demás en volumen de producción, diversificación de sus productos, cobertura y posicionamiento de mercado (departamental, nacional e internacional).

Bolivia exporta productos lácteos a la República del Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, sobre todo a partir de la incorporación a la producción industrial de leche al país del Grupo Gloria del Perú, que se constituye en uno de los principales accionistas de PIL ANDINA S.A. El departamento de Santa Cruz cuenta con más de 52 centros de acopio, de los cuales 22 se encuentran en la cuenca de la provincia Ñuflo de Chávez, donde se recoge el 60% de la producción de leche para la industria PIL. (Padilla, C. R., 2006 c). El producto estrella de PIL Santa Cruz es la leche en polvo. La firma exporta el 50% de su producción de leche en polvo al Perú, la mayor parte es High Heat, producto base para la elaboración de leche evaporada.

El consumo per cápita de productos lácteos es de 61 litros por habitante. La Organización Mundial de la Salud recomienda un consumo anual de 160 litros de leche fluida por persona, índice que contempla, no solo la leche fluida, sino queso, yogurt, y demás derivados lácteos.

A pesar del incremento de la producción y del consumo de lácteos, en Bolivia y particularmente en el departamento de Santa Cruz, hay una notable ausencia de políticas públicas específicas dirigidas a la agroindustria láctea, razón por la cual se tiene la necesidad de recurrir a instrumentos que permitan plantear políticas sectoriales, orientadas a fortalecer su competitividad económica y ambiental para logra un crecimiento sostenido en el tiempo, siempre y cuando se estimule e incentive su demanda (Revista institucional FEDEPLE, 2018).