

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Estudiante: Crespo Nicolás Andrés.

Legajo: 25931/3

Dni: 32.918.051

Mail: Crespoing87@gmail.com

Modalidad: Práctica Profesional en ámbitos laborales específicos de la profesión.

Teléfono: (02266)-15479232

Director: Erín Mariano.

Co-director: Ursino Mario.

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

INDICE:

Introducción.	3
· Situación lechera en el mundo.	3
· Situación lechera en Argentina.	3
Desarrollo.	5
· Historia y evolución de los sistemas de ordeño	5
· Sistema de ordeño voluntario	13
· Establecimiento “El Rancho”	15
· Puesta a punto de los robots	16
- selección de vacas	16
- acondicionamiento	17
- acostumbramiento	19
· Puesta en marcha de los robots	20
· Evolución y seguimiento diario de los robots	24
Conclusión.	29

Crespo, Nicolás Andrés.

- **INTRODUCCION**

Situación lechera en el mundo

Alrededor de 150 millones de hogares en todo el mundo se dedican a la producción de leche. En la mayoría de los países en desarrollo, la leche es producida por pequeños agricultores y la producción lechera contribuye a los medios de vida, la seguridad alimentaria y la nutrición de los hogares. La leche produce ganancias relativamente rápidas para los pequeños productores y es una fuente importante de ingresos en efectivo.

En los últimos decenios, los países en desarrollo han aumentado su participación en la producción lechera mundial siendo este crecimiento dado principalmente por el aumento del número de animales destinados a la producción, y no por la productividad por cabeza. En ellos, la mala calidad de los recursos forrajeros, las enfermedades, el acceso limitado a mercados y servicios (p. ej., sanidad animal, crédito y capacitación) y el reducido potencial genético de los animales lecheros para la producción láctea limitan la productividad lechera. A diferencia de los países desarrollados, tienen climas cálidos o húmedos que son desfavorables para la actividad lechera.

En los últimos 30 años, la producción lechera mundial ha aumentado en más del 59 por ciento, pasando de 530 millones de toneladas en 1988 a 843 millones de toneladas en 2018. Los países con los mayores excedentes de leche son Nueva Zelanda, los Estados Unidos de América, Alemania, Francia, Australia e Irlanda mientras que los países con los mayores déficits de leche son China, Italia, la Federación de Rusia, México, Argelia y Indonesia.

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

En la actualidad, sobre 53 millones de toneladas comercializadas, seis países concentran el 76% de las exportaciones: Nueva Zelanda, Unión Europea, Estados Unidos, Australia, Argentina y Bielorrusia. Los dos primeros países, representan por sí solo el 56% de las exportaciones totales (FIL, 2013).

Situación lechera en argentina

Argentina se ubica como 2° productor de leche cruda de América Latina y 11° en el orden mundial. La producción de leche se desarrolla en una amplia región del país.

A partir de la información existente en el Sistema de Gestión Sanitaria (SGS) y el Sistema Integrado de Gestión de Sanidad Animal (SIGSA), se define como establecimiento la superficie de tierra contigua, aunque fuese atravesada por algún accidente geográfico como arroyos, ríos, u obras de infraestructura como caminos, rutas, ferrocarril, etc.; donde se realice cualquier tipo de producción agropecuaria. El concepto de unidad productiva (UP) se utiliza para individualizar e identificar a cada uno de los titulares – persona física o jurídica – que poseen ganado dentro de un mismo establecimiento agropecuario. Cabe señalar que, a nivel nacional, la cantidad de unidades productivas con actividad de tambo no es necesariamente igual a la cantidad de productores, ya que un mismo productor puede ser titular de varias unidades productivas diseminadas en distintas zonas del país.

Con respecto a la producción en la Argentina, la misma está compuesta por 10.287 UP, las cuales están divididas principalmente entre Santa Fe, Córdoba, Buenos Aires, Entre Ríos y La Pampa (**Figura 1.A.**) con un total de 1.623.176 vacas. Es en esta región donde la producción láctea muestra toda su potencialidad, concentrándose en ella las principales cuencas lecheras (**Figura 1.B.**) y casi la totalidad de los tambos e industrias del sector.

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

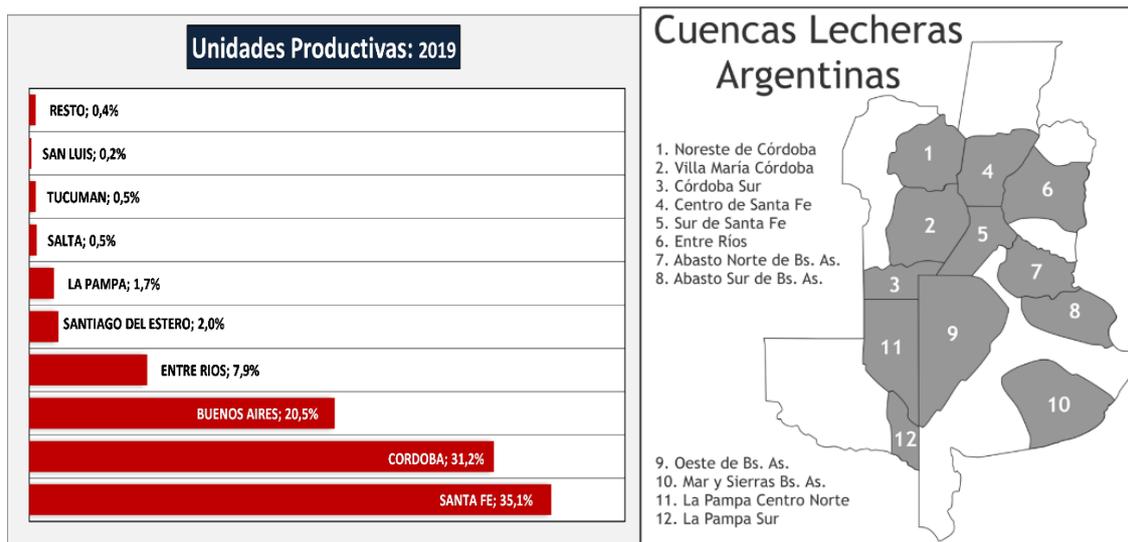


FIGURA 1. A. Unidades productivas de Argentina en 2019. **B.** Cuencas lecheras Argentinas de la Región Pampeana.

Del total de las UP de Argentina, el 92% tienen una producción diaria menor a los 6000 litros (lts.) y con respecto a la superficie destinada al tambo el 98% de los mismos tiene menos de 500 hectáreas (has.). La producción total en Argentina es de 10.343 millones de litros anual y se exporta un 17% de la misma.

Particularmente, la cuenca Mar y Sierras Bs. As. (que lleva su nombre por las características de cercanía al mar y las sierras de la topografía de la zona) en comparación con el resto de la provincia, posee las mejores condiciones agroecológicas para la producción láctea ya que se registran abundantes precipitaciones y de relativa regularidad, además que las temperaturas más cálidas del verano no generan el estrés calórico en los rodeos como las cuencas de más al norte. El partido de Balcarce se encuentra formando parte de la misma con las siguientes características:

- Suelos: Tipo más frecuente: Argiudol típico

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

- Capacidad de uso más frecuente: II, y III
- Limitantes más importantes: Profundidad del perfil, escurrimiento por pendiente
- Precipitaciones: varía 50 mm entre el mes más seco y el mes más húmedo.

Durante el año, las temperaturas medias varían en 13.5 °C (**Figura 2**).

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiemb	Octubre	Noviemb	Diciembr
Temp. Media (°C)	21.1	20.3	18.3	13.7	10.6	8.1	7.6	8.6	10.3	13.3	16.8	18.7
Temp. Min. (°C)	13.3	13.2	12	8.2	5.7	3.8	3.2	3.3	4.7	6.9	9.7	11.3
Temp. Máx. (°C)	28.9	27.4	24.6	19.2	15.6	12.4	12.1	13.9	16	19.7	23.9	26.1
Precip. (mm)	68	81	97	67	72	53	54	47	64	65	73	76

Figura 2. Datos históricos del tiempo Balcarce (1982 – 2012).

Crespo, Nicolás Andrés.

El objetivo de este trabajo es narrar la experiencia de la puesta en marcha de un sistema de ordeño robotizado en Argentina dentro de la cuenca lechera Mar y Sierra Bs. As.

- **DESARROLLO**

Historia y evolución de los sistemas de ordeño

Históricamente, el trabajo de ordeño se efectuó a mano. En Argentina, en el siglo XIX, el manejo de cada una de estas técnicas era un oficio que se adquiría luego de años de realizar dicha labor: la posición de los dedos, la presión necesaria a realizar, tener manejo de la ubre sin dañar al animal, etc. Situación similar ocurría con las técnicas de control de calidad de la leche a cargo del tambero que, como las de ordeño, también tenían un alto contenido subjetivo. El tambero las determinaba a partir de sus sentidos: el olfato, el gusto y la vista. En definitiva, nos referimos a una tarea en donde el componente subjetivo prima, generando trabajadores artesanales. Esta imagen será trastocada de manera radical cuando se introduzca la revolucionaria máquina de ordeño durante la década de 1980.

La rutina de ordeño a mano comenzaba con el arreo de las vacas hasta la sala de ordeño. De allí se ingresaban a los bretes, donde se realizaba la limpieza de ubre y vientre de la vaca, la prueba de la leche, la preparación previa al ordeño, el ordeño propiamente dicho y el ordeño de “apoyo”. Cuando mermaba la afluencia de leche en los dos cuartos de las ubres bajo ordeño, se dejaba a éstos, para trabajar los otros dos. Mientras se ordeñan estos últimos, en los primeros vuelve a formarse algo de leche.

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

Entonces era necesario volver a repetir la tarea de manera inmediata, para ordeñar la leche que había vuelto a bajar. Ése era el ordeño de “apoyo”. Una vez dispuesta la vaca, el ordeñador se sentaba en un banquito de una sola pata, de tres o de cuatro patas para realizar el ordeño. En general, los asientos que se ataban al cuerpo del operario mediante una correa de cuero eran los más frecuentes. El balde se colocaba por debajo de la ubre, a veces entre las rodillas o apoyado en el piso. Cuando las ubres se presentaban muy sucias (con barro), se pasaba primero un cepillo o un manojo de paja por las partes enlodadas.

El ordeñador recogía el primer chorro, se inspeccionaba de forma visual las primeras gotas de leche de cada cuarto de la ubre para controlar la sanidad (inflamación de la ubre o “mastitis”). Lograr esta bajada de leche como reconocer la calidad de la misma, son tareas calificadas, que se pierden con la mecanización.

Terminado el ordeño principal, se recurría al ordeño de “apoyo”, para lograr una extracción a fondo de las ubres. El motivo principal por el que se aconsejaba recurrir a este segundo repaso se debía a que, mediante dicha “gimnasia funcional”, se activaban las funciones de las glándulas productoras de la leche. La duración del ordeño dependía de la rapidez que podían lograr los trabajadores, de la facilidad con la cual la vaca “bajaba” la leche y del volumen de producción con que se contaba. El grado de realización subjetiva de esta tarea manifestaba la poca precisión con que se controlaba esta labor. El no poder establecer de forma precisa cuántos animales se podían ordeñar a fondo, nos muestra la dificultad para el propietario del tambo de controlar la extracción, más allá de la voluntad del mismo a realizarla o no.

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

En el tambo a mano es sumamente difícil que se obtenga calidad y más si consideramos las pocas comodidades con que cuentan los ordeñadores, muchos de estos utensilios requerían de cuidado y de limpieza diaria.

El cambio que revoluciona la forma de extracción de leche fue la máquina de ordeño, que comenzó a utilizarse a en el año 1960 para instaurarse casi por completo en la década del 80. La incorporación de la máquina de ordeño generó un salto productivo en la rama, este fenómeno repercutió en el aumento de la producción y, principalmente, en un incremento de la productividad.

El proceso comienza con el arreo, de a tandas del rodeo, hasta la sala de ordeño. En el comienzo de la actividad específica de ordeñar, se ingresan los animales a la sala y se los coloca en los cepos donde se deposita alimento balanceado para que el animal se encuentre más tranquilo; y de esta forma manejarlo y ordeñarlo con mayor serenidad. Si hay presencia de elementos que alteren la tranquilidad, repercute en la obtención de leche. El primer paso es el despunte del pezón (extracción de los primeros chorros) y estimulación (lavado y secado de los pezones). La aparición de grumos en esta extracción indica la presencia de alguna enfermedad. Por ello, es conveniente utilizar una taza oscura o un filtro para advertir la presencia de los mismos. Si en este momento se detecta una vaca con alguna enfermedad se la separa y se la identifica para hacerle el tratamiento correspondiente. El ordeño tiene un orden donde se debe dejar para lo último la extracción de leche de los animales enfermos. De esta manera, se reduce el riesgo de enfermar a los animales sanos.

Cuando se termina el lavado de los pezones, rápidamente se colocan las pezoneras evitando el ingreso de aire. La máquina de ordeño tiene un fundamento funcional semejante a la alimentación de un ternero que está al pie de su madre. El

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

mismo consiste en que, ejerciendo vacío, se vence el esfínter del pezón que retiene la leche dentro de la ubre. Cuando las pezoneras se encuentran en funcionamiento, hay que tener en cuenta que pueden deslizarse hacia abajo. Cuando el ordeño se desarrolló de forma correcta la ubre queda con poca leche y se nota flácida y vacía.

Una vez concluido el proceso de extracción de leche, se retiran las pezoneras. Se corta el vacío de la pezonera a través de la válvula incorporada al colector, hoy en día hay máquinas de ordeños que cuentan con retiradores automáticos, que cuando el flujo de leche es mínimo corta el vacío, permitiendo así que no haya sobre ordeño. Se advierte que durante el momento de extracción se debe atender cómo se encuentran las pezoneras. Es decir, un momento de control de la misma persona que ubica y extrae la pezonera. Luego se desinfectan todos los pezones mediante el "sellado". Este sellado consiste en aplicar un producto desinfectante que elimina las bacterias y previene las infecciones que, a su vez, humecta y mejora la piel de los pezones. Estas prácticas sirven para prevenir las enfermedades.

Con la incorporación de la máquina, el agregado de valor que realiza cada trabajador por animal es de 85 segundos promedio. Mientras con el ordeño a mano se encontraba 7,5 minutos. Un trabajador ordeñando con una máquina ordeñadora sólo le dedicará un 18% del tiempo que le dedicaba antes a un solo animal. La duración total de esta sección del proceso depende del tamaño del rodeo y de la bajada con la que cuenta la sala.

En tambos más grandes, el rodeo se divide en lotes de vacas según el rendimiento de leche que producen. Con varios lotes divididos, dicho proceso se distribuye en grupos de trabajo. En estos grupos se seleccionan las personas que

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

trabajan solamente en la fosa y la limpieza de la sala. Otro trabajador realiza la entrada de los animales y otra persona se encarga de controlar el proceso.

Existen varios tipos de salas que se introducen con la incorporación de la máquina de ordeño:

- a) **Brete a la par (Figura 3):** Este diseño era el que se tenía con el ordeño a mano que con la incorporación de la máquina pudo adaptarse. Este tipo de instalaciones presenta dificultades operacionales. La persona encargada del ordeño mecánico debe agacharse para poner las pezoneras y sellado. Se ordeñan pocas vacas al mismo tiempo, por lo cual tiene un bajo rendimiento.



Figura 3. Sala de brete a la par

- b) **Espina de pescado (Figura 4):** se utiliza cuando hay mayor cantidad de rodeo y es una instalación donde los animales se disponen en forma oblicua a lo largo de una fosa central. Los animales ingresan a cada lado de la fosa y se ubican en los bretes. El ángulo que forman con la fosa determina la capacidad de la instalación, siendo máxima cuando es de

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

90°. En este caso, las vacas quedan perpendiculares a la fosa y las bajadas pueden llegar a ser de hasta 35. El rendimiento de esta sala, entonces, puede ser de 10 a 35 bajadas.

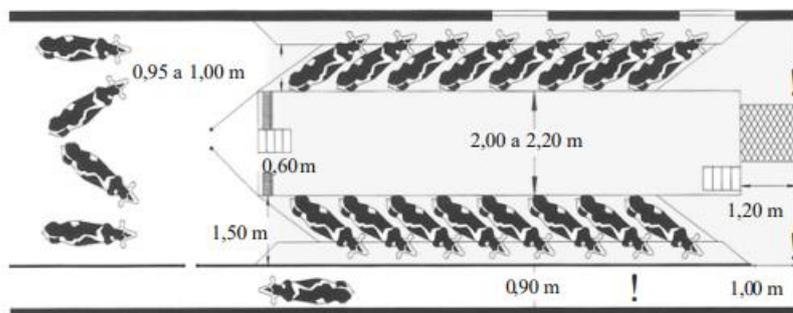


Figura 4. Sala en espina de pescado con salida por un solo lado.

Un buen diseño de los componentes de la instalación (como es el caso de la velocidad de ingreso del animal al brete, la provisión de grano, etc.) y una rutina eficiente dará lugar a un mayor rendimiento de la misma. Por ello se hace hincapié en una buena rutina. Es por ello que pueden observarse rendimientos de salas (vacas/hora) muy dispares en idéntico número de bajadas. Presenta la ventaja de un mayor rendimiento al producirse la entrada y salida de las vacas en forma colectiva.

Además, otorga una mayor comodidad de los trabajadores ya que se encuentran parados a la altura de las ubres. Una vez dispuestos los animales, se procede a la colocación de las pezoneras por entre las patas traseras del animal. Es decir, el trabajador se encuentra debajo del nivel del suelo, como en un taller mecánico, donde el mecánico se ubica debajo del vehículo para hacer los arreglos de manera más cómoda. Esto permite superar los problemas que presentaba el brete a la par, donde el trabajador debía agacharse en forma constante.

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

Este hecho tiene relevancia para mejorar el trabajo que se realiza con las ubres en términos higiénicos. Un mejor cuidado de las ubres tiene injerencia en la calidad bacteriológica de la leche. Las personas que trabajan en este tipo de salas pueden ir desde 1 hasta 2 dependiendo de la cantidad de animales, También permite un mejor funcionamiento de la máquina de ordeño en cuanto a la presión de vacío, ubicación y diseño de las cañerías. Las desventajas que presenta es una construcción más costosa que el brete a la par, dado que se debe fabricar una fosa en desnivel para que trabajen los operarios.

c) **Rotativa calesita (figura 5):** es la sala más productiva, pero también la más costosa. Para este tipo de sala, el rodeo ingresa a través de una rampa sobre la cual está montado el corral de espera principal, con vallado lateral y un acceso con tranqueras arreadoras. Como en los otros tipos de salas, las vacas se colocan en fila y se dirigen, de a una, hacia cada puesto de ordeño (brete) donde una persona inicia la rutina de ordeño establecida. Así comienza la vuelta, cuya velocidad puede ser programada y manipulada sobre la marcha, mientras la “calesita” gira. Cuando finaliza la ronda, se suelta la pezonera automáticamente y la vaca retrocede para abandonar la plataforma giratoria. Este sistema está pensado, por su costo, para tambos que cuenten con más de 500 vacas de alto rendimiento.

A diferencia del ordeño a mano, con la mecánica la conservación de la leche se desarrolla de manera más eficiente ya que se mantiene en frío, mientras que antes sólo se refrescaba. Ese es el rol que cumple la placa de refrescado, toda una innovación respecto del ordeño manual, al lograr pasar la leche a 4 ° C.

Una vez concluido el ordeño del rodeo, se procede a la limpieza de la sala de ordeño. Esta tarea también se realizaba en el ordeño a mano. Aquí, sin embargo,

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

cambia parcialmente ya que incorpora el lavado de la máquina de forma periódica. La rutina de lavado comienza con el enjuague inicial de la máquina. Luego se hace el lavado con detergente alcalino durante 10 minutos y se procede al enjuague final. La operación completa dura unos 15 minutos. Una o dos veces por semana, dependiendo de la exigencia, se hace el lavado ácido y se limpia el tanque de frío donde se guarda la leche recién ordeñada. Luego, queda la limpieza de la instalación general: la pista de cemento y los pisos de la sala.

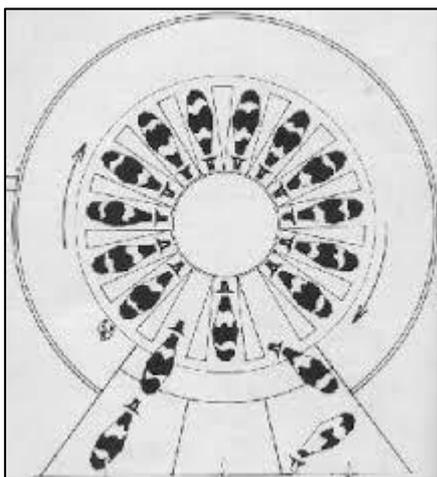


Figura 5. Sistema de ordeño en calesita.

Sistema de ordeño voluntario (figura 6):

Su primera presentación data de 1992, este sistema propone una automatización completa de la sección ordeño y el suministro de alimentos. Cada unidad robótica se encuentra diseñada para trabajar con 60 vacas, Cada robot se encarga de realizar el ordeño y el control sanitario de las vacas. Este robot se compone de un brete de ordeño donde entra el animal y es reconocido por el robot a partir de un collar identificador que tiene la vaca. En función de cuándo el animal ingresa al brete, el robot dosifica una cantidad de alimento concentrado que ha estimado el trabajador. Mientras que el animal está comiendo su ración de alimento, un brazo hidráulico cepilla, limpia y desinfecta las ubres. Luego el mismo brazo hidráulico, mediante sensores, coloca las pezoneras y

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

comienza a ordeñar. Una vez acabado el ordeño, el robot permite a la vaca salir del cubículo. En cada ordeño, la máquina analiza la posibilidad de que la vaca tenga mastitis. En caso de detectar algún riesgo, su leche es enviada automáticamente a otro depósito, aislado del resto de la leche. Si la leche está en perfecto estado, ésta va a un tanque de refrigeración que se encuentra en otra sala. Otra cualidad del robot es su capacidad para realizar una ficha digital particular para cada animal, la cual permite controlar su origen, edad, litros de leche, resultados del análisis de la leche, estado sanitario, fisiológico, tratamientos y enfermedades. Este robot de ordeño tiene, incluso, un sistema de alarma que avisa al teléfono móvil del propietario, veterinario o personal encargado de la explotación. Este sistema de alarma se activa en el momento que se daña alguna parte de la máquina, si se queda sin productos de limpieza para las ubres o cualquiera de los animales se escapa de los parámetros previstos por el personal. En ese instante, el ordenador envía un mensaje a un teléfono indicando el tipo de incidencia que haya ocurrido. En síntesis, con el Sistema Voluntario se advierte la eliminación del personal de la sección de ordeño. Es la primera vez, en el recorrido sobre las diferentes formas de ordeñar, que nos encontramos con esta característica. Con esta ausencia, advertimos que se completa el proceso de automatización del ordeño.

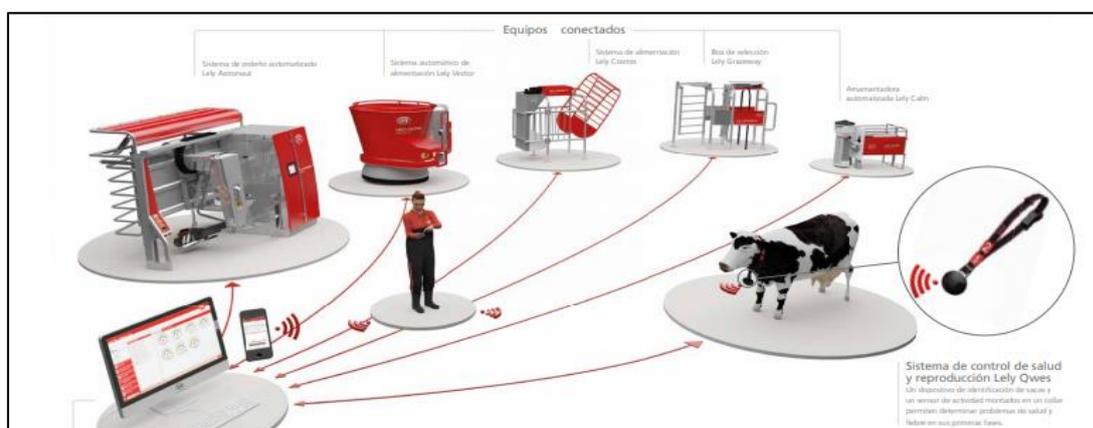


Figura 6. Componentes del sistema de ordeño voluntario

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

Un sistema automatizado de ordeño y manejo de rodeo pastoril tiene las siguientes ventajas:

➤ **Personal:**

- Mayor capacitación técnica.
- Horarios diurnos y acotados.
- Mayor confort y menos exposición a la intemperie.
- Menor riesgo de accidentes por contacto con el animal.

➤ **Animales:**

- Mayor confort y menos estrés.
- Menor contagio y mayor sanidad.
- Mayor fertilidad.
- Mayor longevidad.
- Alimentación individualizada.
- Mejor calidad de leche.

➤ **Ambiente:**

- Menor uso de energía.
- Menor generacion de efluentes por menor concentracion de nimaes en corrales por tiempos prolongados
- Menor uso de agua (menos lavado de corrales, etc.),
- Mejor aprovechamiento de la comida (individualizado por vaca y mejor manejo de pasturas).

Crespo, Nicolás Andrés.

Establecimiento “El Rancho”

El establecimiento el Rancho está ubicado en el partido de Balcarce sobre la ruta 226 en el km 101,5 entre Tandil y Balcarce, cuenta con 1000 hectáreas propias donde se desarrollan las actividades de tambo, recrias y agricultura. Su dueño Diego Baudrix fue un pionero en la implementación de ordeño mecánico (1973), la siembra directa (1996), riego por pivot central (2013) y el cruzamiento de razas para una absorción de la raza pura Montbeliarde en su rodeo lechero (2010). Hoy en día las actividades se encuentran distribuidas en 350 has. para la producción láctea con 630 vacas en ordeño promedio, 220 has. para las recrias y 430 has. destinadas a la agricultura.

Desde finales de 2018 empezó a funcionar el segundo tambo de la empresa, pero este no era un tambo tradicional, sino conformado por 6 robots de la marca Lely, una empresa holandesa con más de 20 años de experiencia en el ordeño robótico, siendo el mismo el primero de la marca en funcionar en el país. Esta nueva unidad de ordeño era necesaria ya que se estaba sobrecargando una unidad de 16 bajadas para ordeñar 750 vacas en el pico de producción lo que llevaba unas 16 horas de ordeño diarias. El funcionamiento de la segunda unidad de ordeño con robot era un logro y a la vez un sueño para el dueño quien los había visto en funcionamiento por primera vez en 2007 en Francia donde viajó a conocer la raza Montbeliarde.

Puesta a punto de los robots

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

El 21 de septiembre de 2018 llegaron los robots al establecimiento “El Rancho” y la instalación llevaría un mes, lo que ya nos daba una fecha para programar el inicio del funcionamiento de los mismos. Tiempo atrás veníamos planificando y eligiendo las vacas que se destinarían a esa unidad de ordeño.

1. SELECCIÓN DE VACAS:

Para la selección fijamos como parámetros, que deberían ser vacas que cumplan las siguientes características:

- Vacas de no más de 3 lactancias.
- Vacas que sean productivas en sus 4 cuartos.
- Vacas sin ubres desprendidas.
- Vacas con historias clínicas sin mastitis crónicas.
- Vacas con un recuento de células somáticas bajas (R.C.S), menos de 200.
- Disposición de los pezones correctos con ángulos de 90°.

La capacidad máxima de ordeño por robot es de 70 vacas por día, con lo cual al instalar 6 unidades tenemos como techo la capacidad de ordeñar 420 vacas por día, pero para su inicio prepararíamos 220 vacas para el acostumbramiento inicial y una vez que el sistema esté en funcionamiento seguiríamos agregando vacas. Por lo tanto, una vez elegidas las 220 vacas se las separó en el tambo tradicional conformando un rodeo, el cual, un mes antes empezaría con la dieta final que era 25% balanceado, 30% silaje y 45% pasto en materia seca, además del mismo balanceado que comerían en el tambo de destino.

2. ACONDICIONAMIENTO:

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

Además de la preparación desde el punto de vista nutricional quedaba el acondicionamiento de las mismas lo que constaba en:

- a) Asignación y colocación de collar (Figura 7): se designaba un número de collar al número de caravana interno, no solo era colocar los collares, si no, además cargarlos al sistema operativo (T4C) de los robots con la historia de la vaca, teniendo en cuenta cantidad de partos, casos clínicos de mastitis, etc.



Figura 7. Collar de identificación Lely.

El collar está compuesto por un número de identificación y un trasporter donde se guarda toda la información de la vaca que la identifica al entrar al robot.

- b) Flameado de ubres: se realiza para quitar los pelos de las ubres, permitiendo una mejor conexión entre el pezón y la pezonera, además de la limpieza del ordeño mismo.
- c) Corte de pelos en la cola: esto se debe a que los pelos de la cola pueden interferir en la lectura del infrarrojo (**Figura 8**) confundiendo al brazo que instala las pezoneras (**Figura 9**); o enredarse en los cepillos limpiadores.

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.



Figura 8. Laser infrarrojo detectando los pezones para ubicar la pezonera.



Figura 9. Brazo con sus respectivas pezoneras.

3.ACOSTUMBRAMIENTO:

Una vez preparado este rodeo se designó una rutina antes del inicio del ordeño propiamente dicho, que consistía en un acostumbramiento previo:

Primera pasada: se dejaban ambas puertas de entrada y salida del cubículo del robot abiertas y se metía en sub-grupos al pre milking (sala antes del ordeño) donde además se acostumbraban a pasar por las tranqueras inteligentes que son las responsables del direccionamiento de las vacas.

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

Segunda pasada: consistía en la misma división de sub-grupos y al ingresar al box del robot se les cerraba la puerta y daba 1kg de balanceado, al terminar de comer se abre la puerta automáticamente y sigue su camino.

Tercer pasada: igual proceso que la segunda pasada, pero en este caso se provocan movimientos del brazo de robot.

Estas tres operaciones que se realizaron se hicieron por la tarde y luego de ahí se iban al ordeño correspondiente del tambo tradicional.

Puesta en marcha de los robots (start up) de las 220 vacas iniciales.

El rodeo de las 220 vacas (que ya venía manejado como rodeo aparte) se subdividió en 2 grupos:

Grupo 1: luego del ordeño de la tarde (22/10) en el tambo 1 (tradicional) se envió a pastorear cerca del tambo 2 (distancia entre ambos 1300mts) para ser ordeñada a primera hora de la mañana (23/10) por los robots.

Grupo 2: 110 vacas luego de ser ordeñadas en el tambo 1 a la madrugada del 23/10 se ordeñarían a la tarde en el tambo 2, para que ese mismo día se ordeñara el grupo 1 dos veces, mañana y tarde, y el grupo 2 solo se ordeño por la tarde en esta unidad.

El primer ordeño consiste en que la vaca entre al box del robot y este mismo la ordeña siendo necesario colocar en posición el brazo (fig 9), guiado por un operario desde el monitor táctil del robot (fig 10). Ahora parece sencillo hablar de que la vaca entre al box, pero, aunque ya habían pasado en otro momento (acostumbramiento), la entrada individual y el correcto ordeño fue un trabajo complejo, donde participo un grupo de casi

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

20 personas, 4 de la empresa Lely, 8 del establecimiento y ayudantes de la carrera de veterinaria de Tandil. El grupo 1 se ordeño en un periodo de 6 hs por la mañana y en la tarde el grupo 2 demoro también 6 horas. Además, esa misma tarde se ordeño por segunda vez el grupo 1 demorando la mitad de tiempo que el primer ordeño (3hs). Con este trabajo y sumando la limpieza de corrales, caños y robots, la jornada del primer día fue de 17hs aproximadamente. Pero ya pudimos notar al segundo día que algunas vacas que nosotros queríamos ordeñar del grupo y empujábamos al box no entraban y otras entraban solas, fue ahí donde nos dimos cuenta de que ellas mismas tenían una jerarquía u orden y si nosotros decidíamos meter alguna vaca, interferíamos en sus decisiones. Por lo tanto, al segundo y tercer día solo las movíamos de los sectores de pastoreo, las ingresábamos al pre-milking (corral de espera previa al ordeño) y ayudábamos a algunas indecisas o miedosas a ingresar al box, solo algunas vacas (3 para ser más precisos) nunca se adaptaron al sistema y volvieron al tambo tradicional.



Figura 10. Pantalla táctil donde se puede operar el robot o ver información en el momento.

Esto fue la primera odisea, enseñarle a una vaca de 600kg que el robot era inofensivo y que esa cosa cuadrada y roja delante de ella la iba a ordeñar los 365 días del año las veces que ella necesite y de la mejor manera, ordeñando sus cuartos individualmente y

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

dándole la comida necesaria para su producción, no le iba a pegar, retirar ante su pezonera porque enlentece el ordeño, o las apure a entrar porque afuera llueve.

En el cuarto y quinto día del proceso las vacas ya entendían que el ordeño de ahora en adelante sería así, pero nos tocaba a nosotros que teníamos experiencia en tambo tradicionales, con pastoreos por horas y movimientos de vacas para favorecer el consumo de materia seca, calidad, aprovechamiento, categorización de rodeos, etc., entender que las vacas iban a tener la libre circulación por el campo.

Cómo actuar para no perjudicar su circulación y favorecer la producción del rodeo iba a ser, y sigue siendo al día de hoy, un gran desafío, ya que el sistema de ordeño robótico tiene como prioridad y base de su sistema que las vacas se ordeñen solas, diciendo con ello, que los animales deben venir al tambo solos, ordeñarse e irse (ordeño voluntario).

Como muchas personas dedicadas a la producción láctea saben, puede haber y hay infinitas formas de producciones lácteas y cada establecimiento adopta la que más le conviene, le rinda, o le gusta y dentro de estos sistemas se discute mucho sobre dos “corrientes” por así llamarlas, que son la opción de vacas estabuladas en pistas de alimentación donde se le suministra el alimento o sistemas pastoriles donde las vacas se pasan la mayoría de tiempo pastando y se suplementa en momentos de déficit de forraje. Si planteamos la adopción de un ordeño robótico a un sistema estabulado el rodeo estará dentro de un sistema donde cerca del robot de ordeño se realiza una pista de alimentación (sector de permanencia donde se alimenta un rodeo) y las vacas tienen libre acceso a los robots. Algunos tambos robotizados cuentan con dos pistas de alimentación, donde las vacas al ir de una pista a otra en busca de comida, pasan por los robots donde si les da el periodo mínimo entre ordeño son ordeñadas. Con este sistema se asegura un flujo de animales que permite que se ordeñen por si solos y los movimientos de rodeos por el personal son solo de búsqueda de vacas retrasadas, que

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

son aquellas que pasan un tiempo superior al periodo establecido para cumplir la cantidad de ordeñes requeridos por día.

En un sistema pastoril como es el caso del establecimiento “El Rancho”, los animales tienen horarios determinados de pastoreo donde una tranquera inteligente (Fig.11) se encarga de direccionar la salida del tambo. Los pastoreos pueden ser variables, pero siempre se busca que los mismos sean 3 y de ocho horas cada uno, donde se les asigna un sector de pastoreo determinado. Ósea que las vacas van a circular siempre a través del tambo para pasar de un sector de pastoreo a otro en un horario determinado que con el tiempo los animales van adoptando (Fig.11).

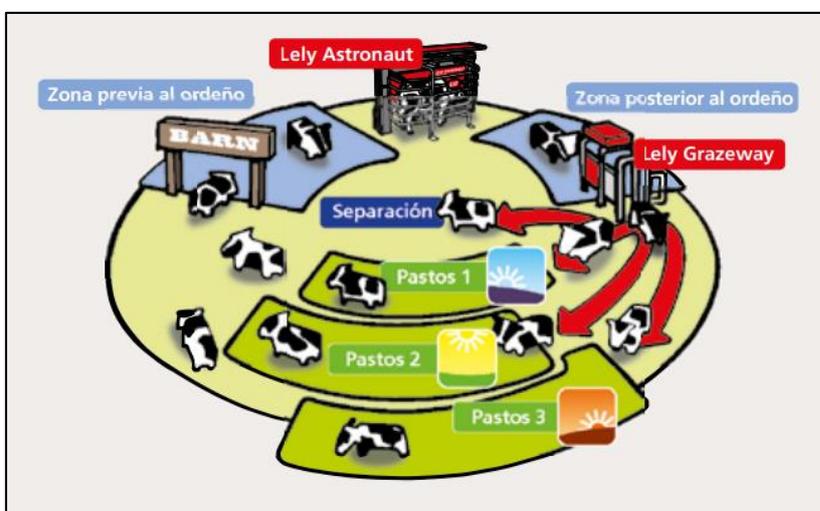


Figura 11. Dinámica de un sistema de ordeño voluntario pastoril.

Llamaremos a los sectores de pastoreos como A, B y C. En el proceso de start up se inició haciendo circular las vacas en solo dos sectores A y B donde se llevaban al pre-milking sub-grupos de 40 a 50 vacas del sector A y luego de ordeñarse salían al sector B, para luego de 8 hs iniciar a la inversa, de B hacia A, pero a su vez se dejaba el libre acceso para que las vacas comenzaran a pasar sin ser llevadas (ordeño voluntario). Con el correr de los días las vacas fueron pasando sin ser llevadas y al momento de arriarlas, de las 220 se llevaban 80 vacas que quedaban sin pasar solas (solos se las

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

llevaba hasta el área de pre-milking) y se habilito el sector C para ya empezar a trabajar con 3 sectores de pastoreo.

Las condiciones que producen que la vaca se ordeñe voluntariamente, ósea que gaste energía para ir hasta el robot son:

- Falta de pasto en el sector que están comiendo “hambre”.
- Horario donde el animal se acostumbra que pasa a un nuevo sector con pasto fresco “rutina”.
- Búsqueda de alimento balanceado.
- Necesidad de ordeñarse por el peso que le produce la leche en su ubre.

Cuando se generan llegadas de vacas en el tambo (visitas) por las causas enumeradas anteriormente, al ingresar, una tranquera inteligente (grazeway) va a direccionar la vaca, luego de identificarla, al pre o post-milking, dependiendo de los registros de horario de su ultimo ordeño, producción esperada y los parámetros ya preestablecidos por los operarios para completar ordeños mínimos. De este modo se pretende no sobrecargar la zona de pre-milking por vacas que no deberían ordeñarse y utilizar los robots eficientemente.

Evolución y seguimiento diario del robot

El flujo de animales con sus pasadas (número de visitas) y con las acciones que podemos realizar como aumento o disminución de superficie de pastoreo por sector,

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

pastoreos cercanos al tambo, administración de silaje en ciertos sectores, modificación de horarios de aperturas de sectores y arreos estratégicos (horarios pautados o de sub-grupos de vacas) genera un promedio de ordeño por día, siendo un parámetro de referencia para saber si la circulación de vacas es bueno o malo, dependiendo de los días en leche promedio del rodeo.

Es sabido que la producción de una vaca aumenta con la cantidad de ordeños, siempre y cuando la vaca este cercana al pico de su producción. En este tipo de vacas, en un tambo tradicional al pasar de 2 a 3 ordeños diarios se aumenta la producción en un 10 a 15%, sin embargo, en vacas de baja producción al ordeñarlas 1 sola vez al día no bajan significativamente su producción.

Por lo tanto, si decimos que la producción de una vaca varía según la cantidad de días desde el parto (Fig.12) y que además aumenta con la cantidad de ordeños, podríamos pensar que una vaca a los 50 días del parto (pico de producción) se podría ordeñar 4 veces por día y una vaca próxima a secarse con 300 días de parida se podría ordeñar 1,5 veces por día, para así poder aumentar la producción y hacer al sistema más eficiente.

Crespo, Nicolás Andrés.

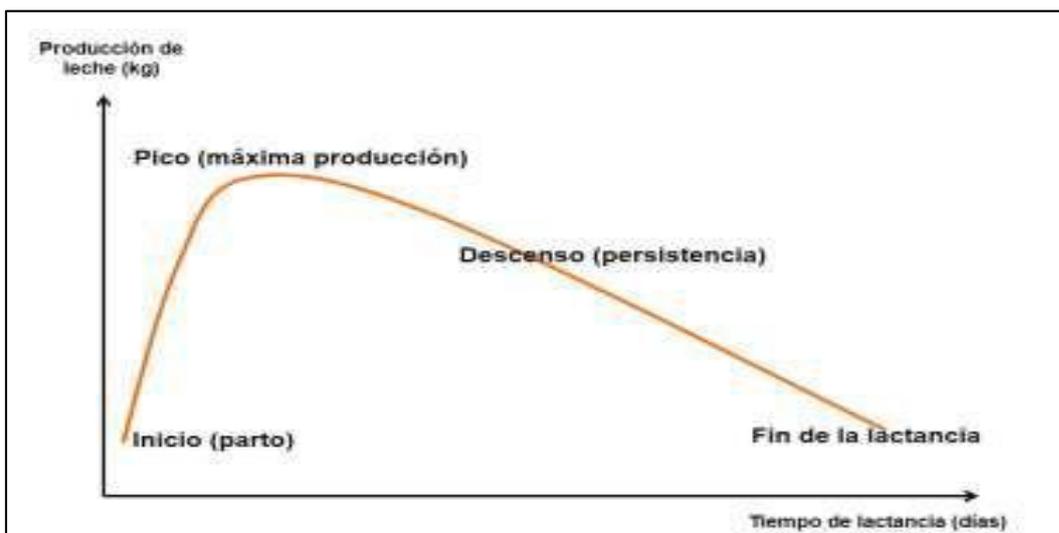


Figura 12. Curva de lactancia promedio de una vaca lechera. (pico de producción a los 50 días del parto, fin de lactancia a los 305 días del parto)

Dependiendo de la composición del rodeo con respecto a los días en leche, se podría estimar que promedio de ordeñes general por día se debería tener para aumentar la producción del rodeo. Por ejemplo, si el promedio de los días de paridas del rodeo de un tambo robotizado estaba próximo al pico de producción, se debería esperar un promedio de ordeño próximo a 3 para aumentar su producción, por lo contrario, si los días en leche promedio de un rodeo está próximo a los 300 días, no se debería superar los 2 ordeñes para hacer un uso más eficiente del robot.

Otro parámetro a tener en cuenta y uno de los más utilizados en todos los sistemas lecheros es la producción promedio por vaca, que como se explicó anteriormente, la producción promedio va a depender de la composición del rodeo, de sus días en leche, la alimentación y de los ordeñes promedio por día. Todo ello puede verse reflejado en el sistema digital del robot mediante relojes en la pantalla de la computadora central (Fig13), los que van actualizándose minuto a minuto. Este sistema permite ver el número de visitas, ordeñes promedio y producción promedio al instante y el promedio de los últimos 7 días, además de una luz que puede ser roja o verde dependiendo si es superior o inferior al promedio semanal.

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.



Figura 13. Pantalla de la computadora central donde se observa los indicadores por medio de relojes o informes.

El sistema de relojes arroja una gran cantidad de indicadores separándose en grandes grupos:

- **Producción:** litros totales, número de visitas, ordeños promedio, producción promedio.
- **Calidad de leche:** porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, relación grasa/proteína.
- **Sanidad:** cantidad de leche separada, cantidad de vacas cuya leche fue descartada, vacas en tratamiento.
- **Alimentación:** cantidad de concentrado consumido, porcentaje de resto de concentrado, rumia promedio por minuto.
- **Eficiencia de robot:** cantidad de fallos, intentos de conexión, tiempo de tratamiento (desde el ingreso de la vaca al box hasta el momento del ordeño), tiempo en el robot (desde que entra la vaca hasta que sale del robot), flujo de leche, tiempo libre (en el cual los robots no están ordeñando).

Estos relojes indicativos pueden quitarse y colocarse de la pantalla de inicio pudiendo el operario seleccionar los que consulta con más frecuencia.

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

Del lado izquierdo de la pantalla (Fig. 13) se observa una lista donde se pueden consultar varios informes los cuales también son a elección del operario, entre ellos se pueden ver índices reproductivos, vacas en celo, eficiencia de producción con balanceado consumido, los cuales se chequean cuando sea necesario. Un informe que se puede crear y es muy útil es el de la distribución de las vacas, donde se puede ver al momento de solicitarlo cómo están distribuidas las vacas en los sectores, dicho de otra forma, cuantas vacas hay en A, B y C.

Al inicio de la experiencia, a primera hora de la mañana, nos reuníamos con el equipo de trabajo y discutíamos los indicadores que se nombraron más arriba (flujo de vacas, ordeñes promedio, producción promedio y la distribución de las vacas) y con estos datos podíamos tomar decisiones sobre que realizar o modificar en conjunto con lo observado en la recorrida por los sectores de pastoreo. La distribución de vacas y ordeñes promedio nos daban la idea si el flujo fue alto o bajo durante el día anterior, lo que nos permitía achicar o agrandar superficie de pastoreo o cambio de recursos forrajero en los sectores. Lo que se hizo desde el principio fue dar la superficie de pastoreo en función de las horas de permanencia, si estimábamos que nuestro rodeo debía consumir $12\text{kg}\cdot\text{ms}\cdot\text{dia}/\text{vaca}$ lo dividíamos en 24 hs (obviamente no están comiendo las 24hs, pero se toma un promedio del comportamiento de las vacas) lo que nos da un consumo de $0,5\text{ kg}\cdot\text{ms}/\text{hora}\cdot\text{vaca}$, si en cada uno de los sectores estaba programado para 8 hs nuestros animales deberían consumir 4kg de materia seca de pasto por sector. La estimación de pasto era diaria, obteniendo la disponibilidad de los potreros y con esto se calculaba la superficie inicial a dar por sector, el cual con la observación diaria y el análisis de los indicadores se decidía aumentar o disminuir la superficie, ya que la forma de asignar por horas era inicial y luego se ajustaba a la dinámica del sistema.

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

Otro insumo alimenticio que se les ofrecía a las vacas como se refirió en la dieta, es el silaje, que al momento de suministrarlo se hizo en los tres sectores por separado. Esto permitía probar como influenciaba en la dinámica del sistema, pudiendo notar que el silaje suministrado era una herramienta más para fomentar las pasadas por el tambo si se les daba en un lugar a donde deberían pasar y muchas veces servía para retenerlas en un lugar si se les suministraba debajo de la parcela que estaban comiendo. Por lo tanto, el silaje es una herramienta (si está bien utilizada) que puede dar distintos resultados ya que se puede suministrar para atraer los animales si se da en el sector próximo a comer, o para retener a los animales en el sector que están. Además, sirve como estrategia para prevenir timpanismo de animales al darlo antes de entrar a un sector donde dispondrán de alfalfa en pleno verano.

Es de suma importancia que en los tres sectores se tenga similar superficie de pastoreo para asegurar que en cada uno de ellos coman pasto, y agregar si faltara para completar la demanda animal de materia seca con silo en dos o tres sectores, a lo que me refiero, es que no tuvimos buena experiencia en dar la totalidad de silo solamente en un sector sin ofertarle pasto, ya que eso altera la elección de las vacas y se producen movimientos bruscos de animales de un sector a otro en el horario de cambio de tranqueras. En conclusión, es ideal que en los tres sectores la oferta de recursos sea similar para no lograr una preferencia de los animales y movimientos abruptos de los mismos en horarios de cambio de los sectores. Para este caso lo ideal sería poder lograr una cadena de pastoreo por cada sector y con superficies similares.

- **CONCLUSION.**

Las empresas esperan que el periodo de adaptación de nuevas tecnologías simplemente suceda con el tiempo y el personal se acostumbre. Quizá suceda, pero hay

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

una gran probabilidad de que no sea así, o al menos no pronto, lo que resultará en mayores costos de implementación.

La implementación de cualquier innovación tecnológica es un proceso más complejo que solamente hacer la compra, instalar y decirles a todos los colaboradores que, a partir de tal fecha, deben utilizarlo. Al contrario, el personal requiere de un acompañamiento técnico y emocional.

La adopción de cualquier tipo de innovación tecnológica en el sector agropecuario deberá ser controlada, analizada y comparada a sistemas ya utilizados para poder obtener resultados y que esta adopción de nueva tecnología sea fructífera.

Desde mi participación en esta incorporación tecnológica voy a remarcar como se dijo anteriormente la importancia de un análisis y seguimiento del avance de la tecnología diario, es decir que el éxito de la segunda unidad de ordeño dentro del establecimiento se siguió y se sigue muy de cerca por medio de análisis productivos y reproductivos.

En reuniones diarias podíamos interpretar los indicadores que arroja el programa y desde su interpretación poder tomar decisiones para poder lograr una producción acorde siendo lo más eficiente posible.

El gran desafío de un tambo robotizado es el cambio de paradigma de que la vaca se ordeña voluntariamente, es decir que se deben tomar decisiones y actuar de forma indirecta sobre ella para favorecer su producción y mantener el sistema lo más eficiente posible y que muchas de las decisiones o acciones que tomemos pueden llegar a perjudicar la libre circulación de las vacas.

- **BIBLIOGRAFIA.**

- ✓ Apuntes de producción animal 2

INTERVENCION EN LA TRANSICION DE UN TAMBO TRADICIONAL A UN TAMBO ROBOTIZADO.

Crespo, Nicolás Andrés.

- ✓ FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>
- ✓ OCLA: Observatorio de la Cadena Láctea Argentina. Buenos Aires.
Disponible en:
<http://www.ocla.org.ar/contents/newschart/portfolio/?categoryid=12> en [situación lechera argentina](#)
- ✓ CLIMATE-DATA.ORG . Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/argentina/buenos-aires/balcarce-19811/> tabla clima
- ✓ Cominiello, S. La revolución del ordeño. Cambios en el proceso de trabajo de la producción primaria de leche en Argentina, 1980-2007. Trabajo y sociedad. 2016; 26: 361-387.
- ✓ <https://www.animalpolitico.com/2018/12/adopcion-nuevas-tecnologias-es-facil/>