

# Business Objectives (Background)

- **Contexto y modelo de negocio - Resumen general**
  - Actores involucrados - CAETEC, Alpura, productores.
  - Flujo de operación: recolección diaria, pago a \$11/L (fluctúa mucho)
    - El CAETEC solo produce leche bronca, no hace el proceso de pasteurización.
  - Incentivos y márgenes esperados (qué gana cada parte).
  - El CAETEC es un rancho completamente optimizado, con un robot de la marca DELAVAL VMS V300
- **Control de calidad de la leche**
  - El CAETEC solo asegura que la leche no contenga sangre o antibióticos.
  - Alpura se encarga de verificar los métodos físicos, químicos y microbiológicos de la leche con más detalle. El CAETEC no es responsable de la evaluación posterior.
  - Estándares aceptables (nacionales, internacionales).
  - Trazabilidad, monitoreo y auditorías de calidad de parte de Alpura.
- **Costos operativos del sistema lechero**
  - Alimentación (materia prima, balance nutricional, variabilidad de precios).
    - Se gastan \$160.00 de comida al día por vaca
  - Medicamentos, saneamiento, agua, manejo ambiental, electricidad, infraestructura (corrales, techos, sistemas de enfriamiento).
  - Reproducción (neonatos, recría, selección artificial, etc).
    - Selección artificial para producción de neonatos.
  - Mano de obra, mantenimiento de equipos y del robot de ordeña de ordeña de DELAVAL
    - **El CAETEC no acude a externos a excepción de un experto en genética y Alpura**, solo dos doctoras se encargan del mantenimiento, selección artificial y cuidado de todas las vacas del rancho
  - El principal costo asociado al proceso de ordeña es el tiempo que cada vaca ocupa el robot de ordeña. Cuando una vaca tarda más de lo esperado debido a baja producción, necesidad de secado, problemas de salud o signos tempranos de enfermedad el equipo permanece ocupado durante más tiempo, lo que:
    1. Reduce la eficiencia del robot.
    2. Retrasa la ordeña del resto del hato.
    3. Incrementa los costos operativos diarios.
    4. Genera riesgo de congestión del sistema y estrés en los animales.

Este tiempo extra se traduce en un costo directo porque el robot consume electricidad, mantenimiento, desgaste de piezas, insumos de limpieza, y limita la capacidad de ordeñar vacas adicionales en el mismo periodo.

- **Rendimiento de producción y causas de caída en producción**
  - Dinámica de lactancia - Curva de lactancia, pico, persistencia, días en lactancia).
  - Factores fisiológicos: edad, número de partos, condición corporal, genética.
  - Enfermedades como la mastitis clínica y subclínica, infecciones, parásitos, problemas metabólicos.
  - Estrés ambiental por temperatura, humedad, ventilación, calidad del corral e insectos.
  - Nutrición: déficit de energía, proteína, minerales, agua.
  - Manejo: ordeño, higiene de ubres, frecuencia de ordeño, vaciados completos, equipo mal calibrado.
  - Interacciones entre factores (por ejemplo, estrés + enfermedades + mala nutrición).
- **Análisis económico / financiero**
  - Ingresos estimados: volumen diario, precio, fluctuaciones, penalizaciones por calidad.
  - Costos desglosados por categoría (alimentación, sanidad, mantenimiento, mano de obra, logística).
  - Punto de equilibrio, margen neto esperado.
  - Sensibilidad del modelo: qué pasa si bajan los precios del litro, si sube el costo del alimento, si bajan los rendimientos.
  - Qué inversiones son prioritarias (mejor genética, sensores, infraestructura de refrigeración, personal capacitado).
  - Roadmap de mejoras por fases.
  - Escalabilidad: ¿hasta cuántas vacas podría expandirse este modelo sin que los costos aumenten desproporcionadamente?
- **Costos y eficiencia productiva**
  - En lechería, el costo de alimentación suele representar entre 30 % y 70 % del ingreso por vaca como rango común según el sistema [extension.psu.edu](http://extension.psu.edu)
  - Una vaca no lactante (seca, en mantenimiento) también genera costos importantes por alimentación, sanidad y cuidado.
  - La recría de vaquillas (desde que nacen hasta que entran en producción) es un costo que puede representar entre el 15 % y 20 % del costo total de la granja lechera.
  - La medida Ingreso neto sobre costos de alimento (IOFC: Income Over Feed Costs) es útil para monitorear la rentabilidad variable del alimento frente a lo que produce la vaca. [extension.psu.edu](http://extension.psu.edu)

- **Producción / comportamiento de lactancia**

- En una curva típica de lactancia, la vaca alcanza un pico de producción en días relativamente tempranos (por ejemplo 60-90 días post-parto) y luego decae.
- La persistencia de la lactancia (qué tan “plana” es la curva después del pico) es clave: buenas vacas mantienen producción razonable más allá del pico.
- Días en lactancia superiores a 305 días pueden afectar el rendimiento promedio por día y el intervalo entre partos; además pueden aumentar riesgos.
- Sistemas de evaluación como DHIA (Dairy Herd Improvement Association) y software como PC DART se utilizan para monitorear producción, pico, persistencia, eficiencia por vaca. [extension.psu.edu](http://extension.psu.edu)

- **Enfermedades, estrés y manejo**

- Mastitis, clínica o subclínica, es una de las mayores causas de pérdidas de producción, rechazo de leche, costos en tratamiento y descarte.
  - La mastitis se puede causar por higiene pobre, equipo de ordeño mal sanitizado, secado inadecuado, falla en vaciado del cuarto de ubre, estrés, deficiencias inmunes.
- Estrés calórico: altas temperaturas, humedad, ventilación insuficiente, sombra deficiente, mal confort del corral reducen producción y aumentan la incidencia de enfermedades.
- Parásitos internos o externos, diarreas en terneros, enfermedades sistémicas (brucelosis, tuberculosis, etc.).
- Nutrición deficiente, deficiencias minerales, desequilibrios metabólicos (cetonemia, hipocalcemia, cetosis).
- Calidad del agua, concentración de sales u otros contaminantes en el agua de bebida pueden afectar la salud y producción.

- **Datos relevantes para el análisis**

- Contexto acerca del funcionamiento
  - En el rancho, cada vaca es mucho más que un animal: es una fuente de datos. Cada una lleva un microchip en el arete que determina cuándo y cómo se ordeña. Los datos que tenemos en nuestros archivos CSV provienen directamente de estos ordeños, por lo que no son simulaciones.
  - Es información **real**, capturada inmediatamente después de que la vaca sale del robot de ordeña.
- Etapas fisiológicas
  - También debemos tener en cuenta que las vacas atraviesan diferentes **etapas fisiológicas**:
    - **Transición**: un periodo de 20 días antes y después del parto donde el animal es más vulnerable, incluso con riesgo de mortalidad.

- **Lactancia:** comienza a los 2 años, cuando la vaca empieza a producir leche tras su primer parto.
- **DEL (Días en Leche):** indica cuánto tiempo ha estado en producción.
- **Secado:** alrededor de los 305 días, donde la vaca deja de producir para recuperarse.

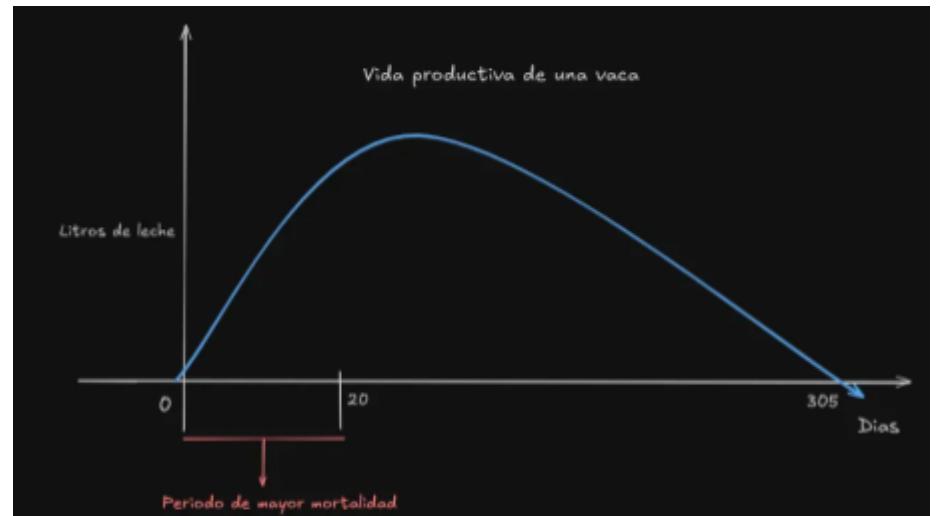


Fig 1. Comportamiento de la vida productiva de las vacas

Cada vaca debe “pagar lo que consume” con su producción de leche, lo que hace que la eficiencia y la detección temprana de anomalías sean críticas.

- Proceso de ordeña
  - El proceso de ordeña también nos da señales visibles:
    - **Verde:** ordeño exitoso.
    - **Amarillo:** ordeño incompleto en un cuarto de la ubre.
    - **Rojo:** ordeño fallido en dos o más cuartos (posible mastitis).
  - Esto es clave porque **cada cuarto de la ubre produce de forma independiente**, y un fallo parcial puede significar el inicio de una enfermedad.
  - Todo el proceso de ordeña no requiere intervención humana, a excepción de las vacas que se encuentran en su primer ciclo de ordeña y no están acostumbradas a la máquina.
- Información del corral
  - Nos contaron acerca del comportamiento de una vaca anormal que baja su producción de leche dependiendo de otros factores, es importante saber que esto lo podemos revisar en el MDI, esto es importante ya que la mayoría de nuestros datos son de vacas de secado, es decir que son recién nacidas o con sangre en su leche.

- **Datos específicos/Zootecnistas**
  - MDI y Mastitis
    - El **Índice de Mastitis (MDI)** es uno de los principales indicadores de salud. Otra información que las dos veterinarias nos comentaron, es

que se genera de forma automática en el robot de ordeña, pero también se revisa manualmente cada día.

- Un ordeño fallido suele relacionarse con un MDI elevado.
- Valores  $>2$  indican mastitis subclínica o clínica.
- El SCC (Conteo Celular Somático) se genera a partir de hacer una evaluación de Mastitis con la prueba de California.

- Calidad de la leche

- No toda la leche producida llega al tanque de consumo humano. Hay varios filtros de calidad:
  - Alpura evalúa la calidad diariamente.
  - Si la vaca recibe antibióticos, toda su leche se descarta al desagüe.
  - Sangre en la leche:  $\geq 800 \text{ ppm}$  → también va al desagüe.

- Fisiología y comportamiento

- La fisiología de la vaca influye directamente en la producción al igual que factores como su salud, por eso es importante tener en cuenta la siguiente información:

- La **vena mamaria** necesita entre 400–600 ciclos de circulación para generar 1 litro de leche → golpes en la ubre pueden causar sangrado.
- El flujo de leche depende del compás entre succión y relajación.
- La **conductividad** de la leche refleja cambios en el comportamiento: si la vaca deja de comer, baja la producción.
- Si patea durante la ordeña, el robot retira la pezonera y la recoloca.
- Una vaca enferma tiene las orejas caídas y se aísla, entonces se va a su echadero y baja la cabeza, además, su respiración es abdominal por el dolor y puede tener bruxismo.
- El estado AMD clasifica el ordeño como verde (exitoso), amarillo (incompleto) o rojo (fallido).
- Cuando la vaca patea, se retira la pezonera y después el robot vuelve a colocarla

- Corporalidad

- El índice corporal de la vaca es una evaluación subjetiva de las reservas de grasa y músculo de la vaca, que se mide en una escala que va generalmente de 1 (muy delgada) a 9 (muy gorda) o de 1 a 5.
  - Para determinar una vaca flaca de manera empírica podemos asemejarla con una V. Mientras una vaca gorda la podemos determinar con una U
  - Una vaca delgada no puede ser inseminada - No cuenta con energía y rechaza al embrión
  - Una vaca recién parida cae su índice corporal. Caídas tan drásticas no ayudan a la producción

- Un índice óptimo es de 3



Fig 2. Condición corporal de las vacas

- Comportamiento Vaca
  - La conductividad de la vaca nos dice cambios en el comportamiento de la vaca como por ejemplo que la vaca deja de comer, entonces los litros de la vaca promedio bajan.
  - Durante todo el año para las vacas los dividimos en época buena, mala y recuperación
    - La época mala es el verano ya que hay más calor, aumenta el estrés, el número de moscas, baja la producción y la incomodidad de las vacas.

- **Contexto Animal**

- ¿Qué tipo de alimentación reciben las vacas (forraje, concentrado, suplementos)?
  - Forraje y producción local del CAETEC
- ¿Con qué frecuencia cambian las vacas de corral?
  - No se tiene el dato, sin embargo los corrales están seccionados de la siguiente manera:
    - Las vacas más productivas
    - Las vacas gestantes (con un mini corral para sus becerros)
    - Las vacas que se encuentran en secado (periodo de descanso o a una mejor vida) o en su primera lactancia.
- En promedio, ¿Cuántas veces se ordeña una vaca al día?
  - Hay registros de un máximo de 4-6 veces por día
    - En promedio se ordeñan 2 veces al día
- ¿Cuántos años de producción útil tiene una vaca en promedio?
  - Hay vacas con una media de 5 lactancias (aprox 6 años)
- ¿Cada cuánto tiempo reciben chequeos veterinarios?
  - No se cuenta con el dato, solo con el registro desde el último chequeo médico
- ¿Cada cuánto renuevan o amplían el hato (el grupo de vacas)?
  - No se cuenta con la información
- ¿Cuántas veces se insemina una vaca a lo largo de su vida en promedio?
  - La vaca con más inseminaciones lleva como máximo 9 inseminaciones
    - NOTA: no todas las inseminaciones son efectivas, este dato se debe corroborar con que tantas veces ha lactado la vaca
- En promedio las vacas tienen 6 inseminaciones

- **Contexto del Negocio**
  - ¿Cuánta leche producen al día? (En condiciones normales)
    - La media es de 50 litros diarios.
    - Las mayores productoras llegan a dar hasta 90 litros.
    - Lo mínimo debe ser 20 litros.
  - ¿Cuál es la cantidad de leche desechada mensualmente?
    - No se tiene el dato
  - ¿Tienen algún sistema de gestión o registro para controlar la producción y los gastos?
    - Si se tiene un sistema de gestión para controlar la producción que es la maquila de DeLaval.
    - No se tiene información sobre los gastos.