



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

**Sistema de ordeño y su impacto en la producción de leche y el riesgo
ergonómico en un establo de vacas Holstein en el Valle de Huaura**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

Autor

Yoel Manuel Silva Castro

Asesor

M(o). Rufino Máximo Maguiña Maza

Huacho - Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD : Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

ESCUELA PROFESIONAL: Ingeniería Zootécnica

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Yoel Manuel Silva Castro	47558199	23 de octubre del 2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Rufino Maximo Maguiña Maza	15733560	0000-0001-7795-5727
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Felix Esteban Airahuacho Bautista	40769786	0000-0001-7484-0449
Gladys Vega Ventocilla	23014434	0000-0002-5009-2607
Angel Gerardo Vasquez Requena	46579737	0000-0001-7034-5133

SISTEMA DE ORDEÑO Y SU IMPACTO EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y EL RIESGO ERGONÓMICO EN UN ESTABLO DEL VALLE DE HUAURA

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Instituto Tecnológico de Costa Rica

Trabajo del estudiante

<1%

2

Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC

Trabajo del estudiante

<1%

3

Submitted to Corporación Universitaria Iberoamericana

Trabajo del estudiante

<1%

4

dspace.umh.es

Fuente de Internet

<1%

5

documentop.com

Fuente de Internet

<1%

6

www.ciat.cgiar.org

Fuente de Internet

<1%

7

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1%

DEDICATORIA

A Dios por iluminar mi camino y ayudarme a concluir con éxito mi carrera profesional.

A mis padres y familia, por forjar la persona que soy, por sus palabras de aliento y motivarme a ser perseverante y seguir adelante ante las dificultades.

Yoel Manuel Silva Castro

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme realizar con éxito la presente investigación y culminar con éxito mi carrera profesional.

A mis padres, por su apoyo incondicional y palabras de aliento para lograr mis sueños.

Al Ing. Rufino Maguiña, por su apoyo como asesor de este trabajo de investigación.

Al jefe del área de producción y personal del establo lechero que amablemente brindó la información e instalaciones para desarrollar esta investigación.

Yoel Manuel Silva Castro

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO.....	6
ÍNDICE.....	7
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	12
1.2.1 Problema general.....	12
1.2.2 Problemas Específicos.....	12
1.3. Objetivos de la investigación.....	13
1.3.1 Objetivo general.....	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
1.4. Justificación de la investigación.....	13
1.5. Delimitaciones del estudio.....	14
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes de la investigación.....	15
2.1.1 Investigaciones internacionales.....	15
2.1.2 Investigaciones nacionales.....	22
2.2. Bases teóricas.....	23
2.3. Definiciones de términos básicos.....	52
2.4. Hipótesis de investigación.....	53
2.4.1. Hipótesis general.....	53
2.4.2. Hipótesis específicas.....	54
2.5. Operacionalización de las variables.....	54

CAPITULO III. METODOLOGIA	56
3.1. Diseño metodológico	56
3.2. Población y muestra	58
3.2.1. Población	58
3.2.2. Muestra	58
3.3. Técnicas de recolección de datos	58
3.4. Técnicas para el procedimiento de la información	59
CAPITULO IV. RESULTADOS	62
4.1. Producción de leche y frecuencia de ordeño	62
4.2. Evaluación ergonómica	63
CAPITULO V. DISCUSIÓN	68
4.3. Producción de leche y sistema de ordeño	68
4.4. Evaluación ergonómica	69
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
6.1. Conclusiones	75
6.2. Recomendaciones	75
CAPITULO VII. REFERENCIAS	76

RESUMEN

En un establo lechero, la gestión del sistema de ordeño es fundamental para obtener un producto de calidad mediante la adopción de prácticas para maximizar la productividad de los animales y brindar facilidades para que el ordeñador realice sus labores sin riesgos. **Objetivo:** Analizar el impacto del sistema de ordeño sobre la producción de leche y el riesgo ergonómico en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura. **Metodología:** el tipo de investigación fue no experimental, bajo un diseño transversal. Se recolectó datos de producción de leche - PL (kg/vaca/día) durante el periodo abril 2021 – enero 2022 y se aplicó un cuestionario a 6 ordeñadores para la evaluación del riesgo ergonómico (ERE) global, posturas y movimientos repetitivos. Se comparó la PL según la frecuencia de ordeñar 2 (2X) o 3 (3X) veces al día. La ERE se comparó según el tipo de sala de ordeño: espina de pescado sin fosa (SEP) y paralela de salida rápida con fosa (PSR). Los datos de PL fueron analizados utilizando el paquete estadístico Minitab 18, mediante la prueba no paramétrica de Wilcoxon, para la ERE se utilizó el Software Ergoniza Tool Box 3.0. **Resultados:** Existió diferencias ($p < 0.0001$) en la PL, con un promedio de 28.9 y 35.3 kg/vaca/día para 2X y 3X, respectivamente, indicando un incremento del 22%. Según la ERE, el realizar un ordeño en SEP genera riesgos muy altos y dañinos para el sistema musco-esquelético comparado al PSR debido a las posturas incómodas que adopta el ordeñador cuando las actividades se realizan en cuclillas y por periodos prolongados. **Conclusión:** La frecuencia de ordeño influye en la PL siempre y cuando se aplique un manejo adecuado; por otro lado, la sala de ordeño debe estar adaptada para que el ordeñador realice el trabajo a una altura adecuada que evite flexión y/o torsión y evitar que el trabajador tenga que estirarse o agacharse.

Palabras clave: Ergonomía, frecuencia de ordeño, sala de ordeño, recursos humanos, riesgo laboral

ABSTRACT

In a dairy barn, milking system management is essential to obtain a quality product by adopting practices to maximize animal productivity and provide facilities for the milker to perform his tasks without risks. **Objective:** To analyze the impact of the milking system on milk production and ergonomic risk in a dairy of Holstein cows in the Huaura valley. **Methodology:** The type of research was non-experimental, under a cross-sectional design. Milk production data (kg/cow/day) was collected during the period April 2021 - January 2022 and a questionnaire was applied to 6 milkers for the evaluation of global ergonomic risk (ERE), postures and repetitive movements. PL was compared according to the frequency of milking 2 (2X) or 3 (3X) times per day. ERE was compared according to parlor type: herringbone without a pit (SEP) and parallel quick exit with pit (PSR). PL data were analyzed using the Minitab 18 statistical package, by means of the Wilcoxon nonparametric test, and the Ergoniza Tool Box 3.0 software was used for ERE. **Results:** There were differences ($p < 0.0001$) in PL, with an average of 28.9 and 35.3 kg/cow/day for 2X and 3X, respectively, indicating an increase of 22%. According to the ERE, milking in SEP generates very high and harmful risks for the musculoskeletal system compared to PSR due to the uncomfortable postures adopted by the milker when the activities are performed in squatting position and for prolonged periods of time. **Conclusion:** Milking frequency has an influence on LP as long as adequate management is applied; on the other hand, the milking parlor should be adapted so that the milker performs the work at an adequate height to avoid bending and/or twisting and to prevent the worker from having to stretch or squat.

Key words: Ergonomics, milking frequency, milking parlor, human resources, occupational risk.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La ganadería lechera es una actividad importante en el Valle de Huaura, desarrollada por ganaderos en diferentes niveles (pequeños, medianos y grandes empresas), quienes ofrecen la leche fresca como producto principal. Siendo un aspecto importante, la gestión del ordeño y del personal encargado de realizar dicha labor (Esguerra et al., 2018), ya que la variación en la calidad de la leche producida puede deberse a factores como la personalidad de los ganaderos, actitudes, creencias, valores, intenciones, habilidades y conocimientos.

La gestión del ordeño incluye la adopción de un sistema de ordeño que permita realizar esta actividad de forma eficaz, donde los animales, el personal y las instalaciones aseguren un trabajo eficiente (Callejo, 2018). La sala de ordeño es la infraestructura que se utiliza para mejorar la producción de leche de calidad para satisfacer las demandas del mercado, estas instalaciones deben proporcionar las dimensiones correctas para el tránsito fluido de los animales y el desplazamiento de los ordeñadores. Por lo tanto, el diseño de la sala de ordeño, debe tener en cuenta las características del proceso y de los recursos disponibles, principalmente de los recursos humanos, ya que será el ambiente de trabajo y por lo tanto debe asegurar las facilidades que el ordeñador necesita para realizar su labor sin riesgos.

Por otro lado, la producción de leche puede mejorar incrementando la frecuencia de ordeño (Deiros et al., 2005) ya que existen incrementos variables en el volumen de leche producido, sin embargo, también incrementan los costos de producción y el trabajo en el establo. Las frecuencias de ordeño mayores a dos veces por día pueden incrementar la producción de leche de un 10,4 a un 21% (Andrade et al., 2016). Sin embargo, se debe tener en cuenta que es una labor rutinaria, por lo que un aspecto importante es la evaluación del riesgo ergonómico del personal, ya que pueden sufrir desgaste físico, fatiga y afectar negativamente el rendimiento del ordeñador (Campos et al., 2020).

Según lo mencionado en el Portal multimedia para la Prevención de Riesgos Ergonómicos en el Sector Agrario (2015), el sector ganadero es una de las actividades laborales más

peligrosas, sobre todo cuando hay labores que se debe realizar de forma manual, con intensa carga física y en posturas incómodas.

En el caso del ordeño, el trabajador se encuentra de pie, adopta posiciones repetitivas, realiza esfuerzos intensos durante el traslado y manejo de las vacas, y según el diseño de la sala de ordeño, pueden exponerse a temperaturas extremas y adoptar posiciones incómodas como el estar agachado ocasionando cansancio y predisponiendo a la presencia de enfermedades musculoesqueléticas. Lamentablemente, estas consideraciones muchas veces no son tomadas en cuenta, disminuyendo el rendimiento de los trabajadores e incrementando el tiempo requerido para realizar las labores.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, resultó necesario analizar el impacto que tiene el incrementar las frecuencias de ordeño sobre el rendimiento productivo, además del impacto que tiene el diseño de la sala de ordeño sobre el confort de los trabajadores, ya que de esta forma se pueden plantear mejoras para realizar un ordeño más eficiente que favorezca el rendimiento de los animales y de los ordeñadores. Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivo analizar el impacto del sistema de ordeño sobre la producción de leche y el riesgo ergonómico en un establo del Valle de Huaura.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida el sistema de ordeño impacta sobre la producción de leche y el riesgo ergonómico en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿En qué medida la frecuencia de ordeño impacta sobre la producción de leche en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura?
- ¿En qué medida el tipo de instalación de ordeño impacta sobre el riesgo ergonómico en los ordeñadores en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Analizar el impacto del sistema de ordeño sobre la producción de leche y el riesgo ergonómico en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar el impacto de la frecuencia de ordeño sobre la producción de leche en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura.
- Analizar el impacto del tipo de instalación de ordeño sobre el riesgo ergonómico en los ordeñadores en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura.

1.4. Justificación de la investigación

Según la Resolución Ministerial N° 375-2008-TR del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, la evaluación ergonómica deberá formar parte de los procesos preventivos en las empresas, cualquiera que sea su actividad, teniendo como concepto amplio de bienestar y confort para la mejora de la productividad. Por ello, la presente investigación se realizó para analizar el impacto del sistema de ordeño sobre la producción de leche y el riesgo ergonómico en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura. Desde el punto de vista teórico, se basa en permitir conocer los fundamentos del sistema de ordeño, los efectos que conlleva el incrementar la frecuencia de ordeño, las características de diferentes diseños de instalaciones y el impacto que tiene en la ergonomía de los trabajadores.

Desde el punto de vista práctico, esta investigación permitió evaluar a los ordeñadores que laboran en un establo lechero del valle de Huaura, para observar el comportamiento de los trabajadores en dos sistemas de ordeño diferentes, y analizar el impacto productivo de incrementar la frecuencia de 2 a 3 ordeños. El establo elegido, es una mediana empresa, en el año 2021, realizó mejoras en la infraestructura destinada al ordeño, así como el incremento a 3 ordeños por día.

Si bien existen estudios sobre evaluación de frecuencias de ordeño y su efecto en producción de leche, existen escasos estudios sobre los riesgos ergonómicos de los trabajadores en el sector agricultura y ganadería. En nuestro país, son muy pocos los estudios que abarcan el análisis del bienestar de los recursos humanos frente a las prácticas implementadas en estos sectores, ya que, generalmente se centran en el impacto a nivel productivo. Sin embargo, se debe tomar conciencia de que los recursos humanos, son parte fundamental de cualquier empresa, ya que son los responsables de realizar las labores y, por lo tanto, están expuestas a sufrir riesgos al estar en contacto con los animales, al realizar tareas repetitivas pueden padecer de dolores corporales, y pueden estar expuestos al frío, calor y humedad constante al laborar en instalaciones no adecuadas.

Los resultados pueden ayudar a identificar los riesgos en el área de ordeño, su posterior control y establecimiento de mejores prácticas. Es importante que se realicen investigaciones para conocer los riesgos ergonómicos en otras empresas del rubro pecuario, fomentar la importancia de los recursos humanos y evaluarlos continuamente y controlarlos en cada situación particular, mejorando así, la gestión de la empresa y el rendimiento de los trabajadores, sin dejar de lado su bienestar. Finalmente, esto se reflejará en un mejor proceso de ordeño, animales mejor tratados y leche de mejor calidad. Y, desde el punto de vista metodológico, esta investigación puede ser referente para futuros trabajos de investigación.

1.5. Delimitaciones del estudio

- **Delimitación temporal:** Esta investigación se realizó con información correspondiente a los meses de abril del 2021 a enero del 2022.
- **Delimitación espacial:** La información necesaria para realizar esta investigación, fue obtenida del distrito de Végueta, provincia de Huaura, región Lima.
- **Delimitación de la unidad de estudio:** Los datos fueron recolectados de un establo lechero ubicado en la zona descrita anteriormente.
- **Delimitación conceptual:** Se abordó conceptos sobre frecuencia de ordeño, diseño de salas de ordeño y los riesgos ergonómicos a los que están expuestos los trabajadores.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Para conocer el tema con mayor profundidad se requiere realizar la búsqueda de información proveniente de investigaciones y estudios a nivel nacional e internacional relacionados con el sistema de ordeño y su impacto en la producción de leche y el riesgo ergonómico en el ámbito de ganadería. A continuación, se describen algunas investigaciones que se aproximan al tema planteado en este trabajo.

2.1.1 Investigaciones internacionales

Diversas investigaciones han evaluado el efecto de la frecuencia de ordeño sobre la producción en animales productores de leche como las cabras, ovejas y vacas. En ganado vacuno, la mayoría de investigaciones sobre frecuencia de ordeño se llevaron a cabo durante los años de 1980 y 1990, y reportaban incrementos en la producción de leche al aumentar la frecuencia de ordeño.

Años más tarde, se puede mencionar la investigación de **Erdman & Varner (1995)** “Fixed yield Responses to Increased Milking Frequency” en la Universidad de Maryland. Objetivo: medir el efecto de la frecuencia de ordeño sobre la producción de leche. Metodología: Se resumieron 19 publicaciones para generar una base de datos para la estimación de las respuestas de la producción de leche a la frecuencia de ordeño. Los estudios resumidos variaron en duración desde 72 días hasta lactancias completas, todos los rendimientos totales de leche, grasa y proteína se convirtieron a rendimientos diarios para poder compararlos. Resultados: el rendimiento del ordeño tres veces al día fue 3.5 kg/d superior, con un intervalo de confianza del 95% de 3.1 a 3.9 kg/d. La respuesta del rendimiento graso al aumento de la frecuencia de ordeño, fue de 92 g/d, y el intervalo de confianza del 95% fue de 67 a 117 g/d. El aumento de la frecuencia de ordeño de dos a tres veces al día resultó en un aumento fijo de 3.5 kg/d de producción de leche y 92 g/d de producción de grasa. Conclusión: las respuestas de la producción de leche al aumento de la frecuencia de ordeño parecen describirse mejor como aumentos fijos en kilogramos que en

porcentajes, lo que puede proporcionar a los productores una mayor certeza a la hora de realizar evaluaciones económicas de los cambios en la frecuencia de ordeño.

McNamara et al. (2008) con su investigación “Effect of milking frequency in early lactation on energy metabolism, milk production and reproductive performance of dairy cows” en Irlanda. Objetivo: evaluar el efecto de imponer diferentes frecuencias de ordeño durante las primeras 4 semanas de lactación sobre el balance energético, los perfiles metabólicos sanguíneos y el rendimiento reproductivo. Metodología: Dos semanas antes de la fecha prevista de parto 63 vacas Holstein-Friesian multíparas se asignaron a los tratamientos según las frecuencias de ordeño: un ordeño diario durante las primeras 4 semanas de lactación y posteriormente dos veces al día (X1), dos veces al día durante toda la lactación (X2) y tres veces al día durante las primeras 4 semanas de lactación y posteriormente dos veces al día durante toda la lactación (X3). Resultados: El rendimiento lechero fue inferior ($p < 0.05$) en X1 que en X2 y X3 (24.1, 31.9 y 31.4 kg/día) de las semanas 1 a 4 y en la semana 10 de lactación (30.9, 33.9 y 33.7 kg/día), pero no fue diferente en la semana 20. La frecuencia de ordeño no tuvo un efecto significativo en la concentración de grasa o proteína de la leche, pero la concentración de lactosa en la leche fue mayor ($p < 0.05$) en X1 que en X2. Las vacas en X1 experimentaron un balance energético negativo menor que las de X2 y X3 de la semana 1 a la 4, sin diferencias entre X2 y X3. Conclusión: La reducción de la frecuencia de ordeño disminuye la producción de leche y mejora el balance energético y el estado metabólico al principio de la lactación.

Deiros (2011) realizó una investigación titulada: “Efecto del incremento del ordeño sobre la capacidad productiva de vacas lecheras. Aplicación al uso Robots de Ordeño” en Lugo, España. Objetivo: determinar el efecto de incrementar de 2 a 4, el número de ordeños sobre la producción de leche y el contenido en grasa, proteína y lactosa. Metodología: consideró 66 vacas de raza Frisona, entre el segundo y cuarto parto, las cuales fueron dispuestas en 4 grupos: Control-Dieta 1 (C1), Control-Dieta 2 (C2), Tratamiento-Dieta 1 (T1), Tratamiento-Dieta 2 (T2), los grupos “Control” fueron sometidos a dos ordeños, mientras que los grupos “Tratamiento” fueron ordeñados 4 veces al día. Resultados: las vacas ordeñadas dos veces al día produjeron más leche que aquellas que fueron ordeñadas 4 veces, siendo este efecto más marcado en la primera mitad de la lactación. El número de ordeños no influyó en el porcentaje de grasa ni lactosa, pero sí en el de proteína, ya que era

mayor en las vacas ordeñadas cuatro veces al día. Conclusión: El incremento en el número de ordeños no influyó de forma positiva en la producción de leche, mientras que la influencia sobre el contenido en grasa, proteína y lactosa de la leche varió en función de la producción, es así que, vacas con menor volumen de producción de leche, mostraron mayores porcentajes de grasa y proteína.

Por su parte, **Andrade et al. (2016)** realizó la evaluación del “Efecto de la frecuencia de ordeño en la producción y comportamiento de vacas lecheras en lactancia” en Colombia. Objetivo: determinar el efecto de la frecuencia de ordeño en los patrones de comportamiento y la productividad de vacas lecheras. Metodología: 18 vacas Holstein lecheras fueron alojadas en un establo y se distribuyeron en uno de los tres tratamientos por 21 días, según las frecuencias de ordeño por día de 1X a las 6:00 h, 2X a las 6:00 y 18:00 h ó 3X a las 6:00, 12:00 y 18:00 h. Resultados: El incrementar el número de ordeños por día dió como resultado que las vacas de 2X produjeran 4,1 kg más de leche que las vacas de 1X, mientras que las vacas ordeñadas 3 veces produjeron 2,9 kg más leche que las vacas de 2X. Por el contrario las vacas de 1X produjeron leche con más contenido de grasa que las vacas ordeñadas 3 veces. Las vacas ordeñadas 1X no pierden peso mientras que las vacas ordeñadas 3X pierden peso ligeramente. Conclusión: Ordeñar 3 veces al día se puede utilizar para incrementar la producción de leche; sin embargo, una mayor frecuencia de ordeño provoca efectos variables sobre el comportamiento de las vacas, por lo que se deben agrupar según el número de parto.

Sanchez-Duarte et al. (2020) desarrolló el estudio “Production response in dairy cows milked two or three times a day: A meta-analysis”. Objetivo: evaluar los efectos de ordeñar dos (2x) versus tres (3x) veces diarios sobre la producción y composición de la leche en vacas lecheras. Metodología: Se analizaron 14 artículos científicos que contenían datos de producción, en los que se ordeñaron vacas lecheras 2x o 3x y se analizaron mediante un metanálisis considerando efectos fijos y aleatorios con el programa estadístico R. El efecto estimado de la frecuencia de ordeño se calculó para el consumo de materia seca (DMI), la producción y composición de la leche. El consumo de materia seca, la producción de leche y los rendimientos de grasa y proteína de la leche. Resultados: Las vacas ordeñadas 2 veces produjeron 2.23 kg menos leche por día, menos grasa láctea (0.06 kg/d) y menos proteína láctea (0.05 kg/d). No hubo efecto de la frecuencia de ordeño sobre el DMI y el porcentaje

de proteína de la leche. Conclusión: la producción de leche y los rendimientos de grasa y proteína en la leche mejoran cuando se ordeña 3 veces al día comparado a 2 veces, sin afectar el DMI, sin embargo, se debe tener en cuenta el manejo de las vacas lecheras, la mano de obra y la infraestructura de la sala de ordeño, particular para cada establo lechero.

Sharipov et al. (2020) en su investigación “The effect of milking frequency and intervals on milk production and functional properties of the cows' udder in automatic milking systems” en Rusia. Objetivo: describir la asociación entre la frecuencia de ordeño y la producción de leche y determinar el efecto de los intervalos entre ordeños sobre las propiedades funcionales de la ubre de vacas en sistemas de ordeño automático. Metodología: Los datos utilizados en este estudio se obtuvieron de un establo lechero de vacas Holstein con sistema robótico, en total se observaron 106 vacas y mil ocho registros de ordeño. Resultados: la producción de leche por vaca/día fue de 22.0 ± 0.6 kg, la frecuencia de ordeño fue 2 veces (13.5 % del número total de ordeños), 32.7 ± 0.4 kg – 3 veces (57.2 %), 37.7 ± 0.6 kg – 4 veces (28.0 %), 51.3 ± 4.1 kg – 5 veces (1.3 %). Los caudales de leche promedio y máximo aumentaron con el aumento del intervalo entre ordeños y alcanzaron los valores más altos en el intervalo de 7,50 a 8,99 horas: 2,36 y 3,36 kg/min, respectivamente ($P < 0,001$). Conclusión: las vacas con una frecuencia de ordeño más alta en un sistema de ordeño automático exhiben una productividad de leche más alta y más rápida. Los diferentes intervalos de ordeño también afectan la producción de leche.

Gutiérrez (2021) en su investigación “Impacto de la frecuencia de ordeño sobre la producción de leche de vacas Holstein experimentando lactancias prolongadas debido a fallas reproductivas” al norte de México, tuvo como Objetivo: determinar el efecto ordeñar 2 y 3 veces al día (2X y 3X) sobre la producción de leche y la reproducción de vacas Holstein con lactancias prolongadas de 600 días sobre la producción de leche y la reproducción. Metodología: Se evaluaron dos establecimientos lecheros de mismo tamaño y manejo, en uno de los establos (214 vacas) se realizó 2 ordeños al día, mientras que en el otro establo (245 vacas) se ordeñó 3 veces al día, en ambos casos se ordeñó por 600 días. Resultados: Entre los efectos del incremento del número de ordeño, se menciona la llegada al pico de producción, el autor indicó que las vacas llegaron a su pico productivo a los 79 y 64 días (2X y 3X, respectivamente), es decir el incrementar la frecuencia de ordeño disminuyó los días de llegada al pico (periodo de lactancia, donde las vacas logran los mayores niveles de

producción por día). Sin embargo, la producción de leche reportada al pico fue menor para vacas de 3x comparadas a 2X. Por otro lado, al comparar la producción acumulada a 305 días, el incrementar la frecuencia de ordeño (2X a 3X) dió como resultado un incremento del 6% en la producción de leche, este porcentaje equivale a 648 kg de diferencia ($p < 0.01$). Conclusión: dos ordeños al día es igual de efectiva que ordeñar tres veces al día para alcanzar producciones de leche aceptables en lactancias más allá de los 600 días

Si bien es cierto, el incrementar la frecuencia de ordeño influye de forma positiva en la producción de leche y comportamiento de las vacas, también se debe considerar el ambiente en donde se realizará la actividad, ya que esto afecta al rendimiento de los trabajadores. Entre los autores que desarrollaron este tema, se puede mencionar a **Cecchini et al. (2005)** con su investigación: “Workers’ Safety in Milking Premises” en Italia, cuyo Objetivo fue: conocer las condiciones de trabajo (nivel de ruido, microclima y movimientos repetitivos) en los locales de ordeño, con el fin de obtener indicaciones para planificar locales de ordeño más funcionales y/o para adaptar los locales existentes. Metodología: Se entrevistó a un ordeñador de 10 granjas lecheras en el centro de Italia. Las granjas tenían entre 40 y 60 animales en ordeño durante todo el año. Las salas de ordeño eran en espiga con una fosa central para los ordeñadores, tenían puertas de entrada y salida para los animales en sitios opuestos. Los 10 ordeñadores eran varones, no italianos, de entre 30 y 45 años, de 1,65 a 1,80 m de altura y con un peso de 70 a 85 kg. Tenían de 5 a 15 años de experiencia en ordeño. Se entrevistó a los ordeñadores, se midieron las condiciones de trabajo, mediante una cámara se registraron las actividades realizadas y se realizó la evaluación del riesgo de estrés biomecánico en las extremidades superiores de los ordeñadores. Resultados: el nivel de sonido y condiciones microclimáticas fueron aceptables, sin embargo para los movimientos repetitivos de miembros superiores, se calcularon valores significativos de riesgo ya que incluyen el movimiento hacia arriba y hacia abajo durante el lavado, limpieza y desinfección de los pezones, y la instalación y extracción de los dispositivos de ordeño. Conclusión: se debe prestar mayor atención a los movimientos y posturas repetitivos y al uso de EPP adecuado durante el ordeño y la limpieza del sistema de tuberías. Además de no descuidarse aspectos como las superficies del piso, los sistemas eléctricos, los baños y los vestuarios.

Nonnenmann et al. (2010) en su investigación “Dairy Farm Worker Exposure to Awkward Knee Posture During Milking and Feeding Tasks” tuvo como objetivo: Cuantificar la exposición a la postura incómoda de la rodilla entre los trabajadores de las granjas lecheras durante las tareas de ordeño y alimentación en dos tipos comunes de instalaciones de ordeño (soporte y sala). Metodología: Se evaluaron 23 trabajadores de que realizaron tareas de ordeño y alimentación; 11 trabajaban en una instalación de ordeño montante (sin fosa, a nivel de las vacas) y 12 trabajaban en una sala de ordeño con fosa. Se utilizó un electrogoniómetro para medir la flexión de la rodilla durante 30 min de las tareas de ordeño y alimentación. Resultados: El ordeño en una instalación de montante da como resultado una mayor duración de la exposición a una postura incómoda de la rodilla en comparación con el ordeño en una sala con fosa, se observaron resultados similares con otras categorías de postura incómoda de la rodilla tanto en tareas de ordeño como de alimentación. Conclusión: trabajar en una instalación de ordeño montante da como resultado una mayor exposición a una postura incómoda de la rodilla en comparación con trabajar en una sala de ordeño con fosa.

Groborz et al. (2010) con su investigación “Analysis of Postural Load During Tasks Related to Milking Cows - A Case Study”. Objetivo: analizar la carga postural durante las tareas relacionadas con el ordeño de vacas. Metodología: se evaluaron de 2 ordeñadores en 2 granjas diferentes (una con un sistema de transporte de leche manual, la otra con un sistema de transporte de leche totalmente automatizado), se utilizó el sistema de análisis de la postura de trabajo de Ovako (OWAS) para evaluar la carga postural y el riesgo postural. Resultados: La carga postural fue media para el ordeñador en la granja con un sistema de transporte de leche manual y alta para el granjero que trabajaba en la granja con un sistema de transporte de leche totalmente automatizado. Conclusión: un mayor nivel de mecanización de la granja no siempre significa que la carga postural del agricultor sea menor, sino que se debe considerar la limitación de OWAS.

Martínez (2016), realizó la investigación denominada “Identificación y Evaluación de Riesgos Ergonómicos Relativos a la Carga Física en una Explotación Vacuna” en Murcia, España. Objetivo: identificar las actividades más significativas que realizan los trabajadores en la explotación ganadera e identificar los riesgos ergonómicos ligados a la carga física en estas actividades. Metodología: se utilizó el método REBA (Rapid Entire Body Assessment-

Evaluación Rápida de Todo el Cuerpo), el cual permite determinar el nivel de riesgo de padecer lesiones mediante la selección de las posturas más representativas teniendo en cuenta por su repetición en el tiempo. Resultados: la postura final de alcanzar la botella de desinfectante para pezones es del nivel de riesgo alto ya que se encuentra a 2,15 m de altitud colgada en una barra metálica. Por otro lado, la acción de colocar las pezoneras requiere coordinación de movimiento de los miembros superiores con un nivel de riesgo medio. Conclusión: el trabajo desarrollado en un establo de vacas lecheras es difícil, debido a la carga física que implica, las posturas forzadas que adoptan los trabajadores, así como la realización de movimientos repetitivos, traen como consecuencia la aparición de trastornos músculo esqueléticos (TME).

Douphrate et al. (2016) realizó la investigación “Work-Related Musculoskeletal Symptoms and Job Factors among Large-Herd Dairy Milkers”. Objetivo: proporcionar pruebas preliminares de la asociación las condiciones de trabajo de ordeño de grandes rebaños con síntomas musculoesqueléticos (SMS). Metodología: Se aplicó una versión modificada del Cuestionario Nórdico Estandarizado para para evaluar la prevalencia del SMS entre 450 trabajadores de 32 granjas lecheras de Estados Unidos entre 680 y 6000 animales. Resultados: los SMS relacionados con el trabajo son frecuentes entre los trabajadores entrevistados, ya que casi el 80% declaran prevalencias de uno o más síntomas que se localizan principalmente en las extremidades superiores, en los hombros y la muñeca/mano. Las condiciones laborales específicas de las salas de ordeño como la realización de la misma tarea repetidamente, los descansos insuficientes, el trabajo cuando se está lesionado, las posturas estáticas, las condiciones ambientales adversas y los estiramientos por encima de la cabeza se asocian a los SMS en múltiples regiones corporales. Conclusión: Es necesario soluciones administrativas y de ingeniería dirigidas a reducir la exposición a los factores de riesgo de SMS relacionados con el trabajo entre los trabajadores de grandes granjas lecheras.

Caldas de Oliveira et al. (2018) en Brasil desarrolló la investigación “Health in the rural environment: a postural evaluation of milking workers in Brazil”. Objetivo: evaluar las posturas de los trabajadores durante las actividades de ordeño y manejo de ganado lechero en la Comunidad de Municipios de Campo Mourão, en Brasil. Metodología: el estudio se dividió en dos etapas: la primera para identificar el perfil demográfico de la muestra a través

de un Cuestionario Nórdico Estandarizado para obtener información sobre los problemas de dolor y molestias. La segunda etapa consistió en analizar la actividad de seis fincas para identificar los factores naturales de riesgo ergonómico, se utilizó el método REBA para correlacionar la prevalencia de dolor/malestar con las posiciones adoptadas por los trabajadores en un sistema de producción. Resultados: el 87% de los trabajadores tenían dolores debido principalmente a posturas como la inclinación y flexión del tronco, con alto nivel de esfuerzo, contribuyendo al desarrollo de lesiones musculoesqueléticas. El método REBA también señaló un alto nivel de riesgo. Conclusión: los diagnósticos proporcionados por el análisis ergonómico y el método REBA indican que los trabajos realizados en todos los establecimientos evaluados son generalmente inadecuados, exigiendo constantemente la postura en cuclillas y varias desviaciones laterales (torsión/flexión) de la columna, en muchos casos sin condiciones adecuadas de salud o seguridad. Estos trabajos requieren un esfuerzo físico y repetitivo que puede causar trastornos del sistema musculoesquelético, en particular dolores vertebrales.

2.1.2 Investigaciones nacionales

En nuestro país, las investigaciones relacionadas al análisis de riesgo ergonómico en el sector agricultura y ganadería son escasas, a pesar de ser consideradas actividades de gran riesgo. Por ello **Chavez & Zamora (2019)**, en Trujillo evaluaron la “Implementación de un Plan Ergonómico para disminuir los Riesgos en la Empresa Producciones Ganaderas Andinas S.A.C, 2019”. Como resultados reportaron niveles de “Riesgo alto y muy alto” con el 32 % de las actividades denominadas “riesgo alto en levantamiento y transporte de carga”, el 43 % “de riesgo alto en movimientos repetitivos” y el 89 % “de riesgo muy alto en posturas estáticas y dinámicas”. Además implementaron un plan ergonómico, el cual mostró efectos positivos en la disminución de los riesgos en las diferentes evaluaciones. Finalmente, estos investigadores indican que “el cuidado del trabajador es importante ya que es la herramienta principal de la empresa para su funcionamiento continuo y satisfactorio” (p. 28).

Se puede mencionar otro autor como **Gogin (2017)**, quien realizó su trabajo de investigación “Riesgos ergonómicos en trabajadores agrícolas de tambo de Mora, Chíncha”, para ello utilizó el método REBA para analizar el riesgo de lesiones asociadas a una postura. Este autor indica que los agricultores realizan varias actividades que pueden implicar realizar

movimientos repetitivos muchas veces, además de mantenerse por mucho tiempo en una posición incómoda. Por otro lado, trabajadores del sexo masculino, mayores a 41 años tienen mayor porcentaje de riesgos ergonómicos, siendo los dolores más frecuentes aquellos que se manifiestan en las piernas y brazos. Los antecedentes recopilados en esta investigación muestran la escasa existencia de estudios sobre el tema de frecuencia de ordeño y ergonomía en establos lecheros a nivel nacional.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Lactancia y ordeño

La lactancia es el proceso de secreción y extracción de leche para las crías. Siendo la glándula mamaria, la estructura anatómica encargada de dicha secreción. La vaca posee una estructura denominada ubre, ubicada en la región inguinal, la cual agrupa cuatro glándulas mamarias (cuartos). La unidad funcional de producción es el alvéolo mamario, el cual está rodeados de capilares sanguíneos, células mioepiteliales y células especializadas en secretar leche. A su vez, estos alvéolos en grupos de 150 a 220 forman lobulillos formados por células mioepiteliales, los lobulillos se unen mediante conductos lácteos que se agrandan hasta llegar a una cisterna glandular y después a la cisterna del pezón por donde sale la leche al momento del amamantamiento o durante el ordeño. La mayor parte de la leche presente entre ordeños se encuentra en las células epiteliales y en la luz alveolar (Gorewit, 1988; Boeris et al., 2016).

El ordeño es la acción de extraer la leche contenida en la glándula mamaria, el proceso de expulsión o eyección de la leche es dependiente de un reflejo neuro hormonal. La vaca recibe estímulos nerviosos como el masaje manual de los pezones de la ubre, el sonido de la máquina de ordeño, el amamantamiento, el ver y oler a su ternero, estimulando al sistema nervioso central y hace que el lóbulo posterior de la hipófisis libere oxitocina que actúa sobre las células mioepiteliales haciendo que se contraigan y de esta forma liberar la leche al lumen de los alvéolos (Gorewit, 1988).

Durante el ordeño se liberan glucocorticoides, oxitocina y prolactina. Las concentraciones de prolactina (PRL), glucocorticoides y hormona del crecimiento (GH) van

decreciendo con el avance de la lactancia, mientras que las concentraciones de oxitocina van incrementándose hacia el final de la lactancia (Wall & McFadden, 2012).

La oxitocina es la hormona principal responsable de la eyección de leche. Para que continúe la abundante secreción de leche, la leche debe extraerse efectivamente de la ubre. En condiciones normales, del 15 al 30% de la leche producida por la ubre puede quedar en la ubre después del ordeño (Schmidt, 1971). Por otro lado, la (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 1989) señala que al menos el 10% de la leche secretada quedará retenida en la ubre como leche residual. Parece haber un sistema de retroalimentación negativa en el que la leche residual puede influir negativamente en tasas de secreción adicionales, por lo que, al optimizar la eyección de leche para disminuir la cantidad de leche residual, la producción de leche se puede aumentar significativamente.

Generalmente, las glándulas ubicadas en la parte posterior de la ubre, son ligeramente más desarrolladas y producen entre el 55 y 60% de leche, mientras que las glándulas de la ubre anterior producen entre el 40 y 45% de leche (Rivera, 2004; Penry et al., 2018).

Es importante mencionar que la producción de leche depende del número y la actividad metabólica de las células secretoras, los cuales están regulados por el sistema endocrino y el estado fisiológico de la vaca, además de factores locales que incluyen la absorción de nutrientes por parte de la glándula mamaria, el tejido conectivo que rodea el epitelio, la frecuencia y el grado de eliminación de la leche (Wall & McFadden, 2012). La secreción de leche requiere la interacción de procesos hormonales, nutricionales y neuro-hormonales, además de la extracción de la leche mediante el ordeño. Además, la tasa de secreción influye en la frecuencia requerida para el ordeño de las vacas y los intervalos aceptables entre ordeños. Singh (2020) indica que el periodo de ordeño puede variar entre 2 a 8 minutos, según la producción de leche con un caudal que varía entre 2 y 5 kg de leche por minuto.

2.2.2 Frecuencia de ordeño y producción de leche

La frecuencia de ordeño se refiere al número de ordeños realizado en un período de 24 horas (Stelwagen, 2001). Por otro lado, la producción de leche es regulada por varios

factores (Figura 1), las cuales incluyen la cantidad de tejido secretor (número de células secretoras y de su actividad metabólica), estos factores cambian durante el periodo de lactancia. La tasa de cambio puede estar influenciado por la composición genética de la vaca, duración de la lactancia (persistencia), la gestión del establo lechero, cambios en las prácticas de alimentación (disponibilidad y calidad del alimento), fotoperíodo, condiciones extremas de temperatura, aplicación de un tratamiento hormonal (por ejemplo, somatotropina bovina), y frecuencia de ordeño (Stelwagen, 2001; Collier et al., 2017).

Esto es reafirmado por Hidalgo et al., (2021) quienes señalan que la producción de leche es resultado de la interacción de varios factores, por lo que se puede mejorar los niveles productivos a través de la selección de ganado especializado en producción de leche, junto a las buenas prácticas de gestión que favorezcan un adecuado medio ambiente, el cual incluye el entorno físico del animal, las instalaciones, el manejo de la alimentación, sanidad, bienestar animal, entre otros.

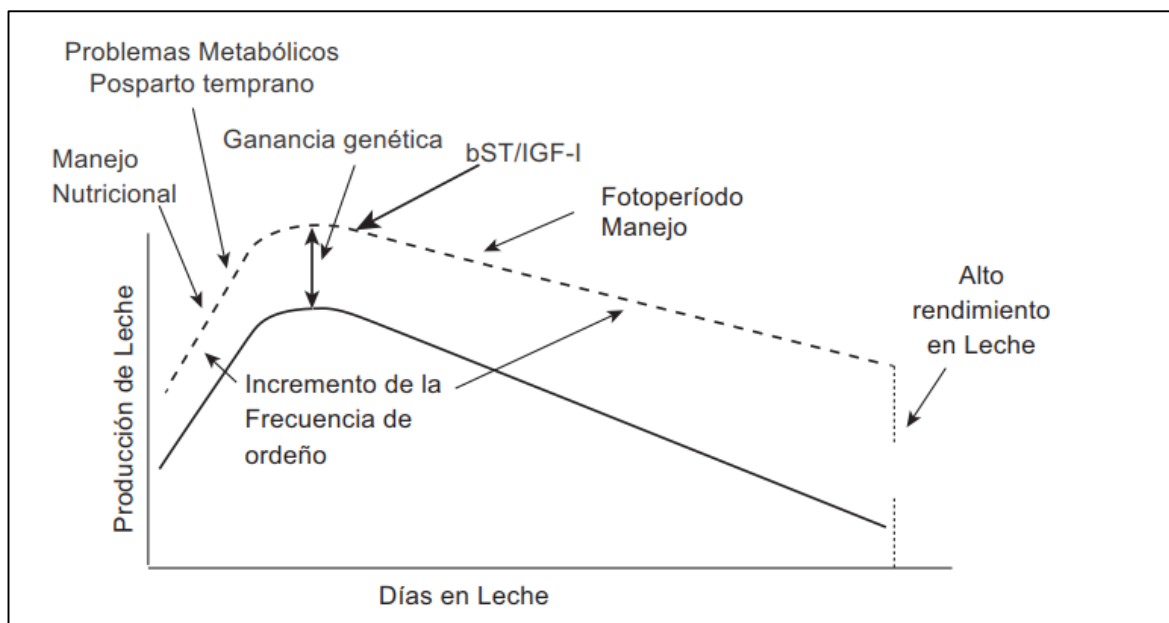


Figura 1. Factores que afectan la producción de leche durante la lactancia en vacas lecheras. La línea discontinua indica una mejora estimada en la producción de leche debido a la ganancia genética y aplicación de prácticas de manejo en diferentes etapas del período de lactancia.

Fuente: Tomado y Adaptado de Annen et al. (2004). *Effects of Dry Period Length on Milk Yield and Mammary Epithelial Cells* (p. E67).

Además, para lograr la máxima expresión del potencial productivo y rentabilidad económica de las vacas, se pueden aplicar otras técnicas como la aplicación de somatotropina bovina (rbST) y el incremento de la frecuencia de ordeños, teniendo en cuenta los cambios en el manejo que incluyan el aplicar estas técnicas para lograr los resultados esperados. Es decir, el ganadero o productor de leche puede aplicar diferentes prácticas o una combinación de ellas en cualquier momento de la lactancia, de tal forma que, tiene herramientas para alterar la forma de la curva de lactancia. Para Stelwagen (2001), estas prácticas pueden ser aplicadas después del pico de lactancia para aumentar la producción de leche y quizás ralentizar la disminución de la producción de leche después del pico.

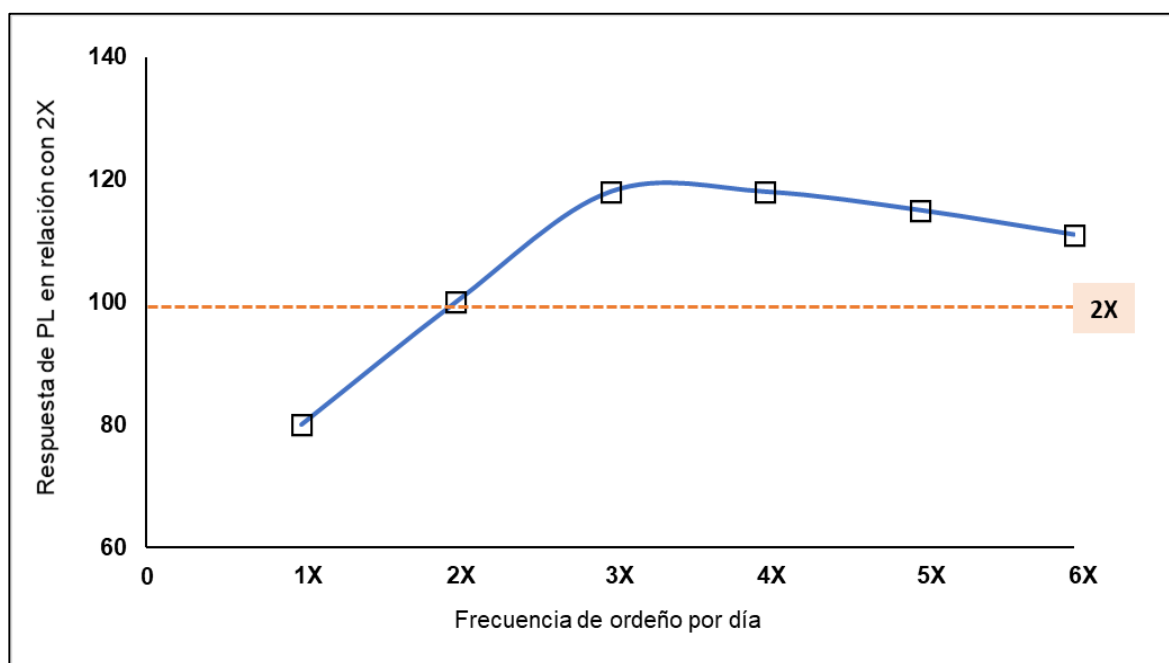


Figura 2. Efecto de la frecuencia de ordeño en la respuesta de producción de leche, en relación con 2 ordeños -2X (es decir, 100%). Las diferencias en la respuesta pueden depender de las diferencias en la etapa de lactancia, el nivel de producción, la raza, la duración del régimen de ordeño y las características individuales de la ubre.

Fuente: Tomado y Adaptado de Stelwagen (2001). *Effect of Milking Frequency on Mammary Functioning and Shape of the Lactation Curve* (p. E209).

Investigaciones en la década de los 20, demostraron que la secreción de leche es un proceso continuo. A medida que la ubre se llena de leche, la presión ejercida por la leche controla la secreción, es decir, a mayor presión, se controla la secreción de leche de los alvéolos mamarios. Por lo tanto, el ordeñar más de dos veces al día, ocasiona un rápido

“vaciado” de la ubre, una menor presión y por lo tanto los alvéolos mamarios continúan con la secreción de leche (Swett, 1927). Se tiene documentado que ordeñar 3 o más veces al día, estimula la producción de leche, por ende, las vacas ordeñadas más veces al día producirán más leche (Figura 2) en comparación con las que son ordeñadas 2 veces, lo que es variable es la cantidad exacta de incremento (Woodward, 1931).

Tres ordeños frente a dos ordeños

El ordeño más frecuente se practica comúnmente para aumentar la producción de leche en establos lecheros comerciales. Desde el año 1920 se comenzó a evaluar el impacto de incrementar la frecuencia de 2 a 3 ordeños.

Diversos autores han evaluado este aspecto, reportando incrementos de leche entre el 4 y 20% para vacas que fueron ordeñadas 3 veces en comparación con aquellas que sólo tuvieron 2 ordeños (Tabla 1). Sin embargo, algunos autores como Poole (1982) y Amos et al. (1985) han informado un incremento en la persistencia de la lactancia como efecto del ordeño frecuente, mientras que autores como Gisi et al. (1986), no reportaron ningún efecto. Estas discrepancias en los resultados pueden deberse a diferencias en la medición de la persistencia, la duración de la evaluación del ordeño frecuente, el estado fisiológico de los animales (estado de gestación, etapa de lactancia).

Según la FAO (1989), realizar 3 ordeños al día en lugar de 2, aumentará la producción de leche entre un 10 y 15 % en promedio, pero se requerirá hasta un 10 % de este incremento para cubrir costos adicionales. Por otro lado, Erdman & Varner (1995) indicaron que los incrementos en la producción de leche debido a cambios en la frecuencia de ordeño (FO) son fijos y expresados en kg/d más no en porcentajes. Al comparar 2X y 3X, la producción de leche se incrementó en una cantidad fija de 3,5 kg/d. Además, la literatura también menciona que al realizar más ordeños al día en la etapa temprana de lactación puede estimular la producción de leche durante el resto de la lactancia gracias a un efecto de arrastre (Hale et al., 2003; Wall & McFadden, 2008).

Tabla 1.

Estudios sobre el efecto de incrementar la frecuencia de 2 a 3 ordeños al día en la producción de leche de vacas Holstein con lactancias completas.

N°	Autor(es), año	N° de vacas	Parto evaluado	Incremento en PL a 305d
1	Riford, 1922	-	-	8,8% (4 lbs) (*)
2	Woodward, 1931	8	≥1	20%
3	Poole, 1982	11	1	8,5%
		18	≥2	13,8%
4	DePeters et al., 1985	38	1	6%
		15	≥2	17%
5	Amos et al., 1985	14	1	25,2%
		14	≥2	18,5%
6	Allen et al., 1986	14	1	19,4%
			2	13,5%
			3	11,7%
			4	13,4%
7	Barnes et al., 1990	100	1	21%
			2	15%
8	Campos et al., 1994	4293	1	17,3 %
9	Klei et al., 1997	25	≥1	10,4%
10	Smith et al., 2002	10 438 lactaciones	≥1	16%
11	Atashi, 2015	141 364 (324 establos)	1	12,3%
			2	14%
			3	12,8%
			4	14,8%
12	Andrade et al., 2016	18	≥2	8,3%
13	Boujenane, 2019	14 272 (194 establos)	1	4,4%
			≥2	3,1%
14	Gutiérrez, 2021	286	1	6,1%
		173	≥2	5,9%

Autoría propia

2.2.3 Efectos de la frecuencia de ordeño

a. Sobre la funcionalidad mamaria

La producción de leche está muy influenciada por el tamaño de las células secretoras mamarias. Para Knight & Wilde (1987) una mayor frecuencia de ordeño mejora la producción de leche y reduce la pérdida de células secretoras. La FAO (1989) indicó que la mayor frecuencia de ordeño, probablemente también esté relacionada con la eliminación más frecuente de sustancias inhibitoras que inician el proceso de secado y por ende existe un incremento de la producción de leche.

Lo mencionado anteriormente, es confirmado por Knight et al. (1998), quienes indican que la tasa de secreción de leche está directamente relacionada con la frecuencia de ordeño, como resultado de los mecanismos relacionados con el control local de la secreción de leche.

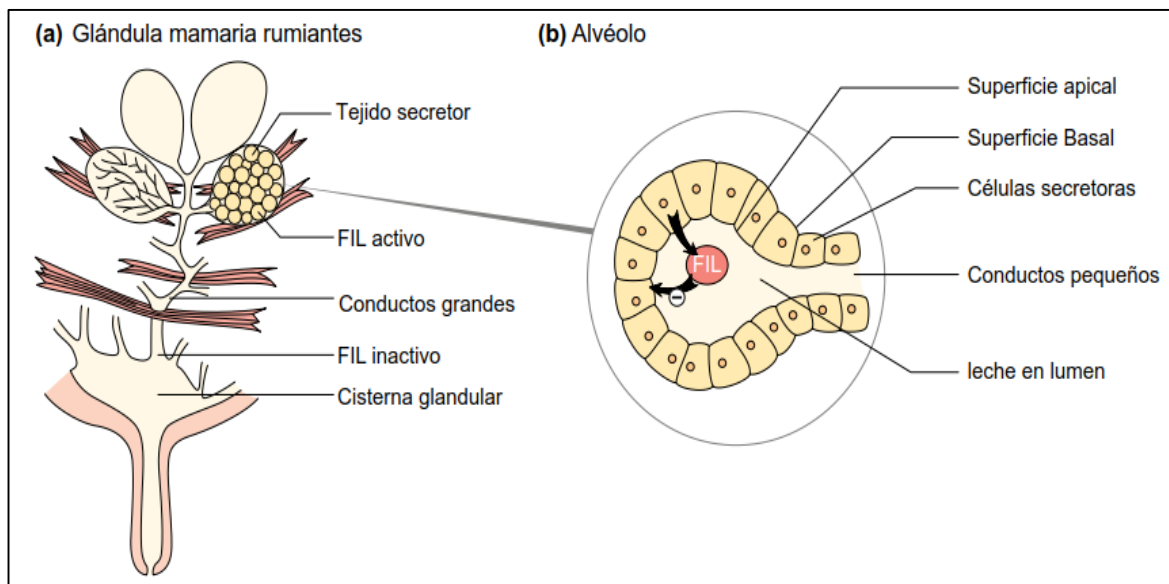


Figura 3. (a) Representación esquemática de la glándula mamaria de la vaca, (b) Estructura de un alvéolo mamario y acción del FIL.

Fuente: Tomado y Adaptado de Knight et al. (1998). *Local control of mammary development and function* (p. 105).

Existe una proteína inhibidora de la lactancia por retroalimentación (FIL: Feedback Inhibitor of Lactation), cuya función es inhibir la secreción de leche, esta proteína es

secretada por las células epiteliales y tienen acción sobre ellas mismas, es decir tiene un mecanismo autocrino. El FIL es eficaz en la leche almacenada dentro del tejido secretor (alvéolo) pero no en la leche que ya ha sido movida hacia las cisternas de la glándula mamaria (Figura 3).

Los cambios metabólicos resultantes de una mayor frecuencia de ordeños son complejos, ya que intervienen señales nerviosas, hormonales, con mecanismos que regulan a nivel local la disponibilidad de nutrientes necesarios para satisfacer la capacidad de síntesis de leche de las células epiteliales de la glándula mamaria. En vacas con ordeños frecuentes, mayores a 2 veces al día, se encontraron concentraciones plasmáticas elevadas de prolactina, oxitocina, hormona de crecimiento y factor de crecimiento similar a la insulina tipo I (IGF-I) y una disminución de la insulina. Además de observar aumentos en la actividad enzimática, la síntesis de lactosa y el ADN en el tejido alveolar de la glándula mamaria (Sánchez-Duarte et al., 2020).

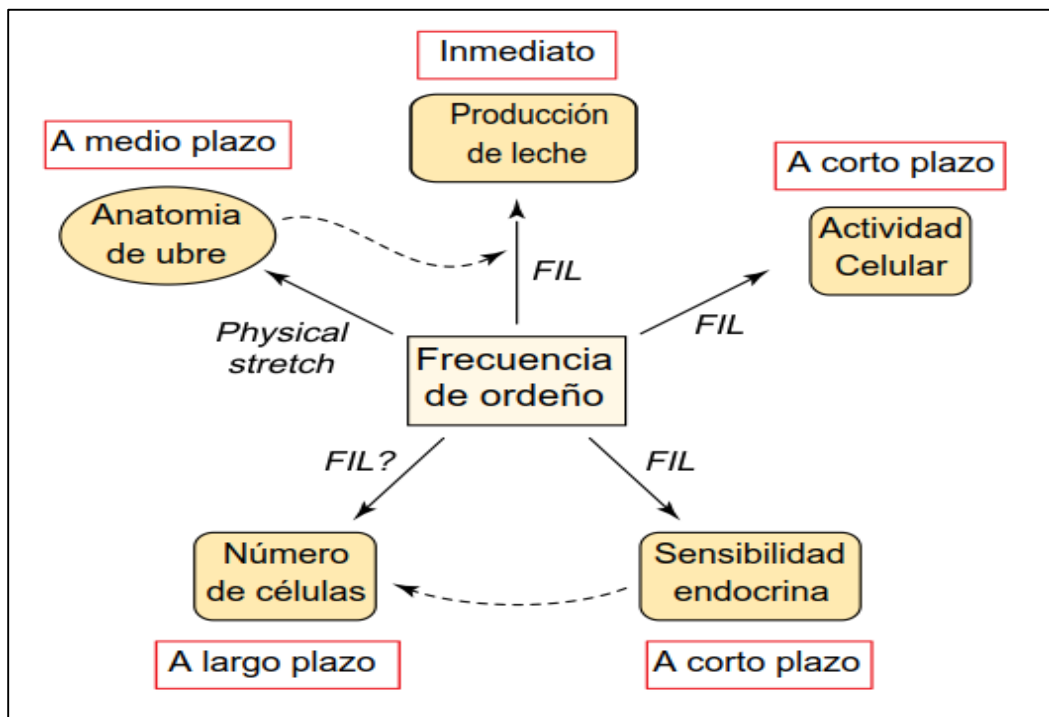


Figura 4. Representación esquemática de los diversos efectos locales de la frecuencia del ordeño sobre la glándula mamaria.

Fuente: Tomado y Adaptado de Knight et al. (1998). *Local control of mammary development and function* (p. 111).

- **Sobre la composición de la leche**

Algunos autores como Amos et al. (1985) no reportaron influencias del ordeño frecuente sobre la composición de la leche. Mientras que, Allen et al. (1986) indicaron que los rendimientos de grasa a los 305 días de lactancia fueron mayores para vacas ordeñadas 3 veces que las ordeñadas 2 veces al día, además esta tendencia se observó para vacas de todos los partos.

Por otro lado, Knight et al. (1998), reportaron que investigaciones basadas en el análisis de registros productivos en establecimientos comerciales, han demostrado que ordeñar 3 veces al día tiene un ligero efecto negativo sobre el contenido de grasa y proteína. Mientras que investigaciones controladas, no han mostrado ningún efecto. Estos autores sugieren que la diferencia se debe a la precisión del muestreo, manejo nutricional, y confirman que la frecuencia de ordeño no suele alterar la composición bruta de la leche.

Andrade et al. (2016) señalan en su estudio que, las vacas ordeñadas 3 veces al día incrementaron sus rendimientos en producción de proteína en la leche (7,8% más). Sin embargo, los autores atribuyen estas mejoras a la genética de la vaca, composición de la dieta y metodología de la evaluación. El rendimiento de grasa no fue afectado por la frecuencia de 3 ordeños.

2.2.4 Consideraciones para incrementar la frecuencia de ordeños

La extracción frecuente de leche de la glándula mamaria (3 o más veces al día), se ha aplicado en diversos establos lecheros como una práctica exitosa para aumentar la eficiencia de la producción de leche. Sin embargo, es importante tener en cuenta algunos criterios para practicar el incremento en la frecuencia de ordeño, como analizar y ajustar las dietas proporcionadas y tener en cuenta la Condición Corporal del animal (CC).

Se ha reportado que vacas ordeñadas 3 veces al día con incrementos del 18,5 y 25,2 % más de leche que las ordeñadas 2 veces requirió de 92 kg más de CMS (consumo de materia seca), esto podría deberse a una aparente utilización de los nutrientes del alimento

para la producción de leche o una mayor tasa de catabolismo tisular en vacas ordeñadas 3 veces al día (Amos et al., 1985).

McNamara et al. (2008) mencionan que otro de los efectos de la frecuencia de ordeño es la movilización de las reservas corporales, es decir, existe pérdida de la CC debido a la movilización de grasa, elevando las concentraciones plasmáticas de los Ácidos Grasos no Esterificados (NEFA) y betahidroxibutirato (BHB).

Por otro lado, para Sharipov et al. (2020), el principal criterio para determinar la frecuencia del ordeño es la producción de leche, es decir, la capacidad de la ubre. Sin embargo, también es importante considerar el comportamiento que adoptan las vacas frente a una frecuencia de ordeño mayor, ya que se ha descrito que ordeñar 3 veces al día puede aumentar la producción de leche, pero al mismo tiempo provoca variaciones sobre el comportamiento alimenticio de las vacas, por lo que sería beneficioso realizar la agrupación y gestión de vacas según el número de parto (Andrade et al., 2016).

Para que un establo lechero pueda adoptar la estrategia de ordeñar con más frecuencia, debe considerar como se realizará el manejo de las vacas, la disponibilidad de personal, el tipo y diseño de la sala de ordeño. Por otro lado, teniendo en cuenta los resultados económicos, quizás no se justifica realizar el ordeño de 3 veces al día para todas las vacas del establo, por lo que se debe evaluar los grupos de vacas que tienen mayor nivel productivo, buen estado de salud, adecuada condición corporal, etc., las cuáles tengan mayor probabilidad de responder. Por lo tanto, investigaciones futuras deben considerar el balance energético de las vacas, la salud animal, la raza y la viabilidad económica cuando se implementa una frecuencia de 3 ordeños al día en vacas lecheras (Sánchez-Duarte et al., 2020).

2.2.5 Intervalo entre ordeños y producción de leche

El intervalo entre ordeños es el paso de tiempo que separa un ordeño del otro y afectan la cantidad de leche residual sobrante entre ordeños. Schmidt (1971) explica que, cuando la leche se acumula durante un período de tiempo lo suficientemente largo, la presión se acumula hasta un nivel suficiente para inhibir la secreción y la sangre reabsorbe la leche.

La leche residual pasa de los alvéolos a las cisternas de los pezones y de las glándulas ocasionando un aumento gradual de la presión. La tasa de secreción de leche es lineal durante unas 10 a 12 horas después del último ordeño, después de lo cual disminuye ligeramente. Continúa disminuyendo hasta que finalmente llega a cero unas 35 horas después del último ordeño.

Según la FAO (1989), los rendimientos más altos en producción de leche se dan con intervalos entre ordeños de 12 horas. Además, el efecto de intervalos irregulares no es grande hasta las 8 y 16 horas, y se puede minimizar ordeñando a las vacas más productoras primero por la mañana y por último por la tarde. Stelwagen et al. (1997) indica que el intervalo entre un ordeño y otro debe ser inferior a 18 horas para evitar efectos negativos en la producción y calidad de la leche. Esto se debe a la reducción en la absorción de nutrientes por parte de la glándula mamaria debido a la disminución del flujo sanguíneo mamario, Delamaire & Guinard-Flament (2006) reportaron que intervalos a partir de 16 horas, ocasionan la disminución de la absorción de glucosa en 26 %, un 32 % para el nitrógeno, 18 % para el acetato, 24 % para el glicerol y un 24 % para el β - hidroxibutirato.

Por otro lado, Penry et al. (2018), señalan una disminución en la producción de leche de 2% por cada hora creciente de intervalo entre ordeños, para vacas multíparas, mientras que, para vacas primíparas, la disminución es del 1,5% por cada hora más de intervalo.

2.2.6 Ordeño mecánico

La extracción mecánica de la leche se logra cuando fuerzas externas como la succión abren el extremo del conducto del pezón (FAO, 1989). El objetivo de realizar un ordeño mecánico es que se realice la extracción de leche de forma eficiente, rápida y evitando lastimar los pezones y ubre de la vaca con un riesgo mínimo de transmisión de microorganismos patógenos que puedan causar mastitis. Además, es fundamental tener en cuenta el diseño y funcionamiento de la máquina de ordeño (Singh, 2020).

Las vacas se ordeñaban a mano antes de que se inventara la máquina de ordeño, este trabajo generalmente lo realizaba una lechera, esposa o hija del granjero. Las primeras máquinas de ordeño se remontan al siglo XIX, debido a la necesidad de producir alimentos

para la población que estaba en rápido crecimiento por la movilización de población rural hacia las ciudades. En el año 1819 se utilizaron los “ordeñadores con catéter” que consistía en insertar tubos en los pezones, estos tubos podían ser de madera y púas de plumas, esto hacía que el esfínter se abriera y la leche fluyera, pero al mismo tiempo causaba lesiones y daño en los pezones (Van Vleck, 1996). Posteriormente, se presentaron modificaciones en búsqueda de un equipo que facilite el ordeño sin lastimar los pezones (Figura 5).

Los británicos Hodges y Brockenden en 1851 desarrollaron el primer prototipo de máquina de ordeño utilizando el vacío, el cual consistía en una gran copa de gutapercha conectada a una bomba manual. Esta idea fue mejorada en Estados Unidos por Colvin, quien, en 1860 presenta una máquina de ordeño que consistía de una bomba de diafragma con embudos, los cuales se insertaban en los pezones y por la acción de unas palancas eran sometidos al vacío (Quintero, 2010).

Para el año 1889, en Escocia, William Murchland inventó un ordeñador al vacío que colgaba suspendido debajo de la vaca, resultando exitoso (Goulart, 2014). El Departamento de Agricultura (USDA) en 1898, aprobó la máquina de ordeño “Thistle” que incorporaba un pulsador, el cual combinaba una bomba impulsada por vapor para efectuar movimientos de succión y compresión (Baiju, 2020).

Según lo descrito por Baiju (2020), en Nueva Zelanda durante el año 1917, el granjero lechero Norman Daysh, inventó el primer sistema de ordeño mecanizado para vacas lecheras, el cual fue perfeccionado por DeLaval y lanzado comercialmente. Años más tarde, en 1930, se diseñó en Estados Unidos un “Rotolactor” (Number 8 Network, 2012) y en 1952 se inventa la lechería en espiga en Nueva Zelanda (Baiju, 2020).

Actualmente, las máquinas de ordeño tienen un dispositivo de retiro automático, el cual se encarga de retirar las pezoneras cuando se completa el ordeño. Otros sistemas de máquinas de ordeño también están vinculados a un sistema informático que mientras se va ordeñando la vaca, genera datos sobre la producción de leche (Singh, 2020).

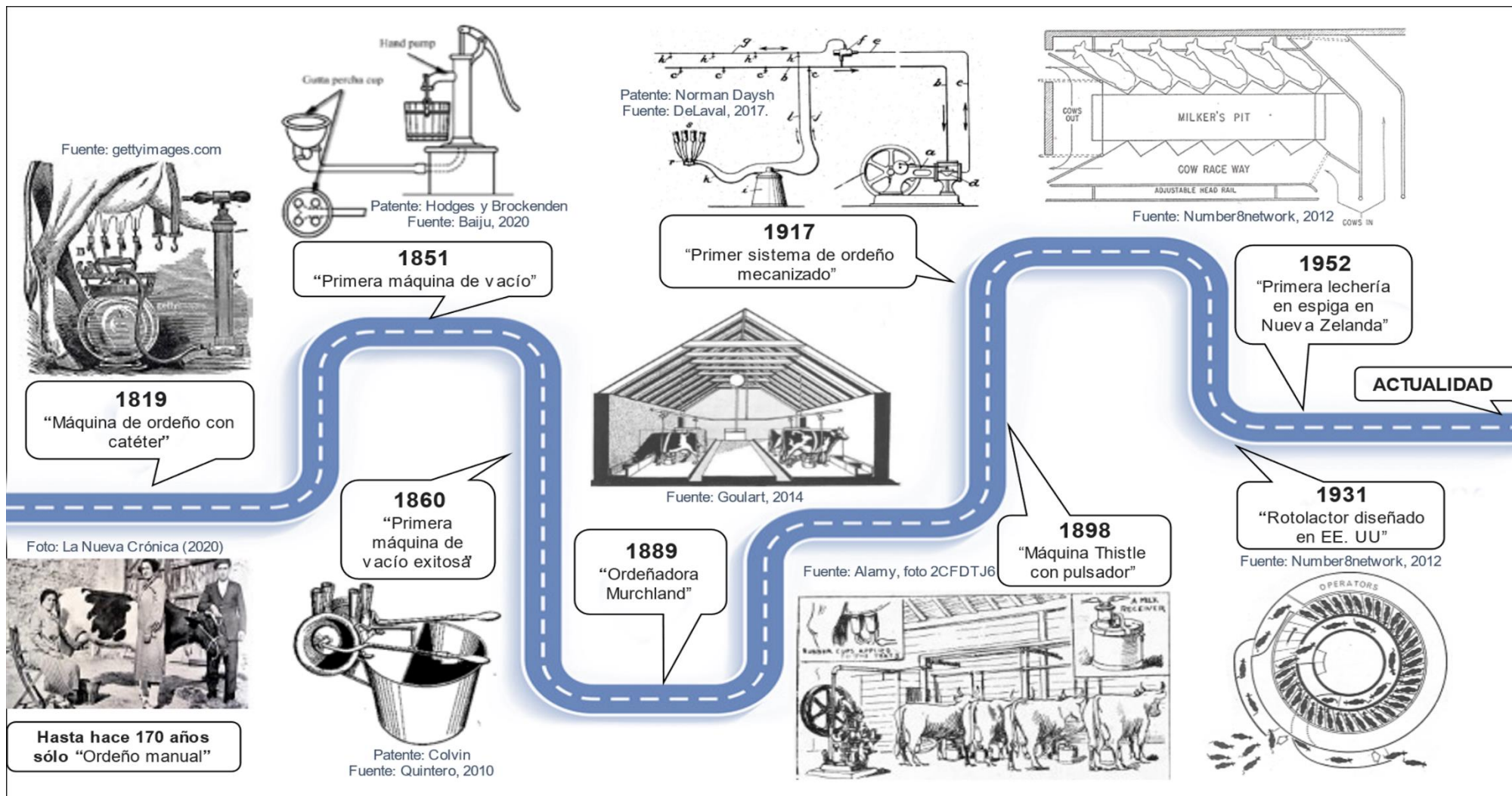


Figura 5. Línea de tiempo del desarrollo de la máquina de ordeño para ganado vacuno lechero.

Fuente: Elaboración propia con información de Quintero (2010), Number 8 Network (2012), Goulart (2014) y Baiju (2020).

Según Singh (2020), la extracción de la leche de la vaca es más compleja que sólo utilizar un equipo de ordeño, es un proceso de tipo biológico-tecnológico complejo en el que es importante tener en cuenta 4 factores: Hombre (ordeñador), animal (vaca), equipo de ordeño y medio ambiente (sala de ordeño).

En el manejo de un establo lechero, el ordeño requiere más tiempo y personal, que cualquier otra área, según lo descrito por Singh (2020), el 33% de la mano de obra neta por día en un establo lechero está asociada con el proceso de ordeño. Por lo tanto, es importante tener en cuenta las dificultades y limitaciones que existen para realizar un ordeño eficiente, se debe procurar optimizar el uso de la mano de obra.

2.2.7 Instalaciones para ordeño mecánico

Existen diferentes tipos de sala de ordeño, según Reinemann & Rasmussen (2011) para tomar decisiones sobre el tipo y tamaño de la sala de ordeño para en un establo lechero, se debe:

- Definir la rutina de ordeño, ya que esto determinará el tiempo necesario de ordeño, así como el número de unidades de ordeño, puestos y personal para un uso efectivo.
- Definir quién operará la sala, lo cual dependerá de la habilidad y motivación del personal.
- Brindar bienestar a las vacas, mediante un trato especial, existen tipos de sala que permiten tener atención individual.
- Plantear el nivel de producción esperado, el intervalo entre ordeños y la estrategia de agrupación de vacas, ya que estos factores influirán en el tiempo necesario para que las unidades de ordeño permanezcan en las vacas.
- Definir el entorno de trabajo de los ordeñadores, algunos tipos de salas de ordeño permiten el uso de brazos de apoyo para las unidades de ordeño y mangueras de leche, mientras que otras salas no. Estos brazos de apoyo favorecen al personal, reduciendo la tensión en los hombros y la espalda baja de los operadores.

Tipos de sala de ordeño

A continuación, se describen los principales tipos de sala de ordeño:

- **Sala espina de pescado**

En este tipo de sala de ordeño, las vacas se ubican a ambos lados (extremos) de una plataforma elevada, en un ángulo en forma de espiga de espaldas de 30° con respecto al eje longitudinal de la fosa (Figura 6). Se ubican al final del área de espera y permite que las vacas ingresen en fila a uno de los lados de la sala, al terminar el ordeño, las vacas salen en fila caminando en línea recta y fuera de la sala (Reinemann & Rasmussen, 2011). Según explica Callejo (2008), las vacas ingresan en grupos según el número de plazas que hay en cada lado. Este autor recomienda para salas con más de 10 plazas en cada lado la instalación de salidas rápidas para agilizar la salida de las vacas y evitar el congestionamiento en la sala.

Para Allen (2017) este tipo de sala de ordeño en “espiga” es la más común, las vacas se paran en un ángulo de 45° que permite ordeñar a la vaca desde el costado, ya que queda expuesta la mitad trasera de la vaca.

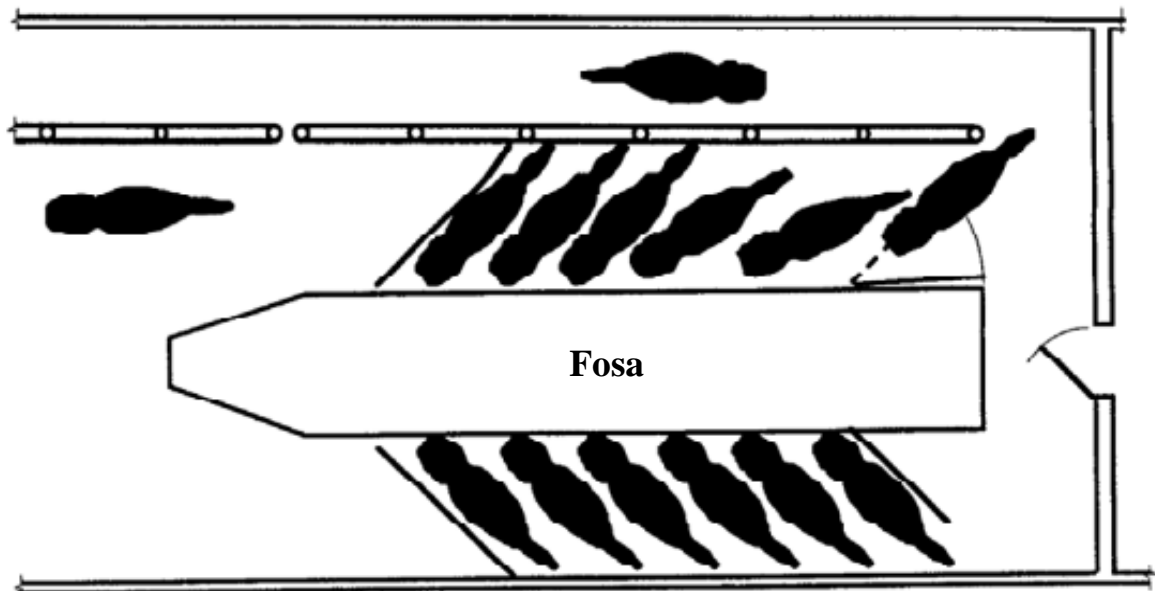


Figura 6. Sala de ordeño en espina de pescado 2 x 6 (2 lados con 6 puestos de ordeño en cada lado) con carril único de retorno.

Fuente: Tomado de Reinemann & Rasmussen (2011). *Milking Parlor Types* (p.3).

- **Sala paralela con salida rápida**

En este caso, las vacas se colocan perpendicular a la fosa y usan puestos de salida rápida con carriles de retorno dobles, de tal manera que las vacas salen hacia adelante y de ahí salen de la sala de ordeño. La colocación de las unidades de ordeño se realiza por detrás de la vaca, aunque esto puede reducir la visibilidad de los pezones delanteros dificultando la limpieza de la ubre y colocación de pezoneras (Reinemann & Rasmussen, 2011; Callejo, 2008). La plataforma para las vacas es más ancha que una sala en espina de pescado, ya que debe adaptarse a la longitud de la vaca, aunque es más difícil equilibrar las unidades de ordeño en la ubre en este tipo de sala. En las salas paralelas, el ordeño inicia cuando todas las vacas están en sus respectivos puestos y todas salen de la sala al mismo tiempo (Allen, 2017). El ordeño puede durar alrededor de 10 minutos.

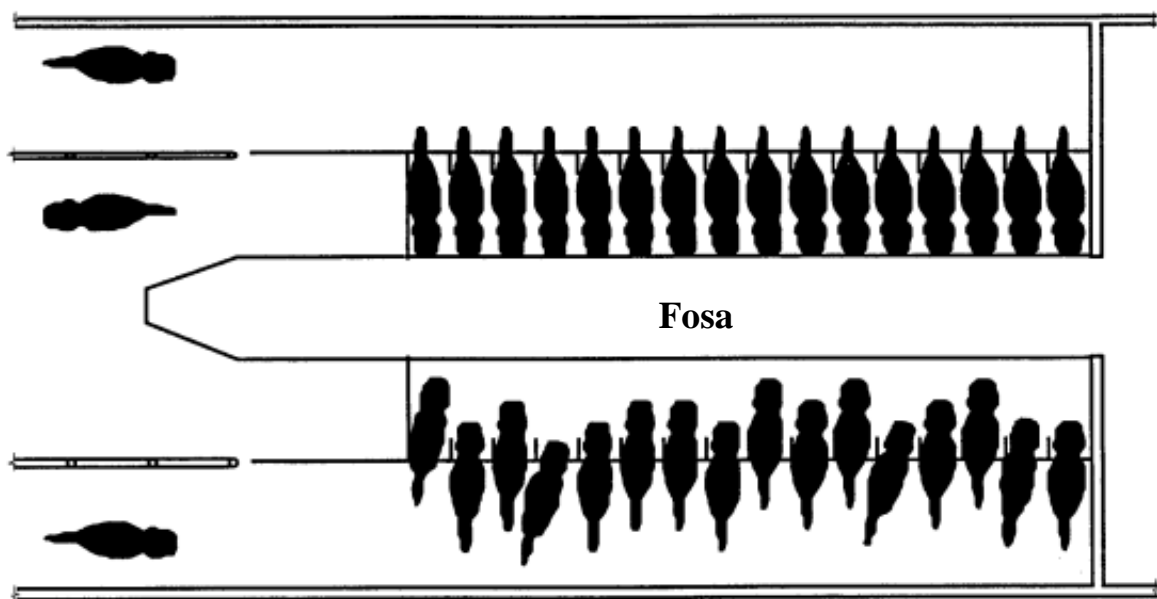


Figura 7. Sala de ordeño paralela 2 x 12 (2 lados con 12 puestos de ordeño en cada lado) con salida rápida y dos carriles de regreso.

Fuente: Tomado de Reinemann & Rasmussen (2011). *Milking Parlor Types* (p.4).

- **Sala en tándem**

En esta sala, las vacas se paran frente a frente dentro de los puestos individuales, proporcionando una vista lateral de la ubre. Según explica Allen (2017), las vacas pueden

soltarse de una en una, si una vaca es más lenta que otra, no hay problema porque no debe esperar a todas las vacas para salir de la sala de ordeño (Figura 8).

Una puerta en el punto de entrada entre el área de espera y la sala de ordeño retiene a la vaca hasta que un puesto de ordeño quede vacío, se recomienda el uso de un sólo carril de retorno en un lado, esto reduce el costo de la sala y no atrasa el flujo de las vacas porque las vacas se van soltando individualmente. Por lo que este tipo de salas son ideales para establos que quieren prestar más atención a las vacas individualmente, pero se limitan de 4 a 8 puestos para un solo ordeñador y de 8 a 12 puestos para dos ordeñadores. Se puede adicionar la automatización controlada por una computadora, de tal forma se pueden usar retiradores automáticos, el separador puede indicar cuando se ha terminado el ordeño y permitir la salida de la vaca, cerrar la puerta y dejar que entre otra vaca (Reinemann & Rasmussen, 2011).

El mismo autor indica que este tipo de sala de ordeño tiene un uso en los establos de 7 a 8 vacas por establo por hora, adaptándose bien en establos con 400 vacas con un alto nivel de gestión.

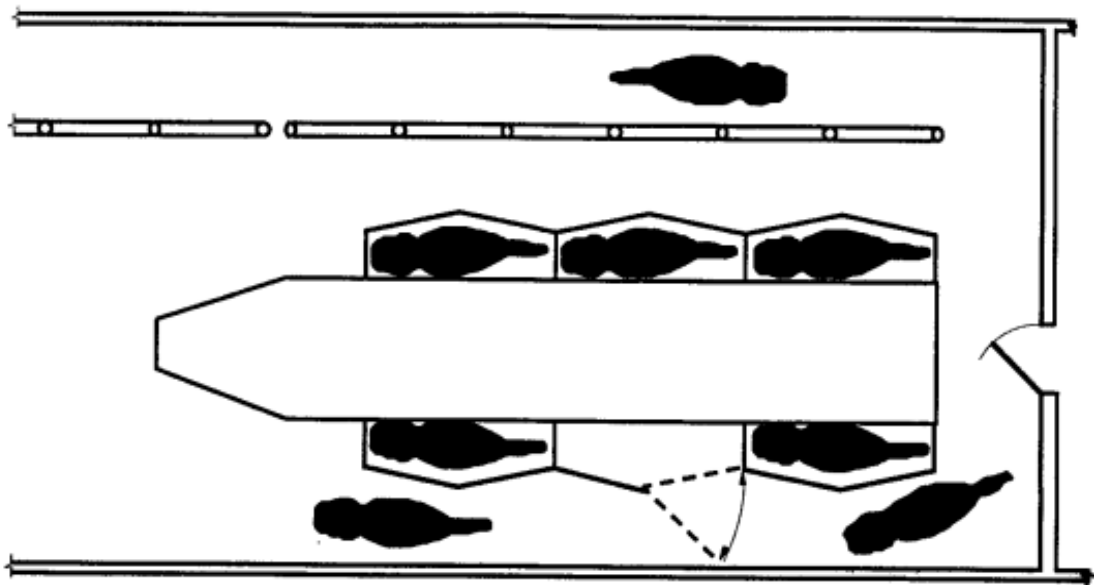


Figura 8. Sala de ordeño tándem 2 x 3 (2 lados con 3 puestos de ordeño en cada lado) con un carril de regreso único.

Fuente: Tomado de Reinemann & Rasmussen (2011). *Milking Parlor Types* (p.2).

2.2.8 Ergonomía

Desde la antigüedad, la seguridad ocupacional ha sido un aspecto importante en las actividades productivas, pues los trabajadores realizaban labores arduas y riesgosas que requerían gran esfuerzo físico, siendo Egipto una de las civilizaciones con importantes aportes en temas de seguridad y salud ocupacional (EHSQ Group, 2018). Según el Department of Health and Human Services (2001), la ergonomía es una ciencia cuyo objetivo es asegurar que el trabajador se sienta seguro, cómodo en su entorno laboral y que a su vez sea productivo. Para ello evalúa las capacidades físicas y limitaciones del cuerpo humano y su relación con las actividades realizadas por una persona en su centro laboral, así como de las herramientas que utiliza y su entorno. Según el Portal multimedia para la promoción de la ergonomía en el sector agrario (2015), la ergonomía trata los siguientes aspectos:

- Características de las personas, físico, sexo, edad, motivación, etc.
- Características de las máquinas, materiales, equipos, herramientas, instalaciones que la persona utiliza en su trabajo.
- Características del entorno donde se desarrolla el trabajo, temperatura, ruido, iluminación, etc.
- Características de información y organización, relación de los componentes del sistema, toma de decisiones, forma de trabajo, etc.

En el Perú, el Ministerio del Trabajo promueve la ley de Seguridad y Desarrollo del Trabajo 1738 y también su reglamento de aplicación en el Decreto Supremo 005 2012. También existe una norma de evaluación de riesgos ergonómicos según Resolución Ministerial 375 (CENEA, 2019).

2.2.9 Factores de riesgo ergonómico

Desde el punto de vista de la Ergonomía, como lo explica el Portal multimedia para la promoción de la ergonomía en el sector agrario (2015), al analizar los puestos de trabajo, los principales problemas que se pueden indicar son:

Diseño del puesto de trabajo: Relacionado con las medidas del ambiente de trabajo, alturas, espacio disponible, herramientas utilizadas, etc.

Carga física: Se pueden mencionar aquellas relacionadas al manejo manual de cargas, fuerzas, posturas forzadas, movimientos repetitivos.

- a) **Manipulación manual de cargas:** Durante el ordeño, según Lundqvist et al. (1997): “Los ordeñadores adoptan varias posturas y movimientos de trabajo como caminar, sentarse, levantarse, ponerse en cuclillas, arrodillarse, agacharse, doblarse, torcerse y estirarse”. Los trabajadores del ordeño sostienen pezoneras (carga de 3 a 6 kg) en una mano debajo de la ubre de la vaca a una distancia relativamente larga del cuerpo. Y, según el Portal multimedia para la promoción de la ergonomía en el sector agrario (2015), cuando se requiere levantar, transportar o empujar un objeto que pesa más de 3 kg sin ningún tipo de ayuda, es considerada una actividad de manipulación de cargas.
- b) **Posturas forzadas de trabajo:** Son aquellas posturas que los trabajadores van adoptando según las actividades que realizan, pueden ser posiciones consideradas extremas que afectan la columna vertebral y de las articulaciones. Se puede mencionar, las flexiones, giros, que resultan dañinas y si se realizan por mucho tiempo causan dolores de espalda, cuello, piernas, brazos (Portal multimedia para la promoción de la ergonomía en el sector agrario, 2015).
- c) **Movimientos repetitivos:** Durante el ordeño mecánico existe mayor carga "estática" durante momentos cortos, los ordeñadores expuestos a posiciones extremas y movimientos repetitivos de las manos, contribuyen al desarrollo de lesiones en las muñecas y manos (Pinzke et al., 2001).

Según la Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid (2016), las posturas repetitivas son aquellas que:

- Se sostiene en el tiempo, se repiten con frecuencia, dificultando la circulación sanguínea de los tejidos y originan molestias.
- Se mantienen en los límites de la articulación, es decir realizar posturas de máxima flexión.
- Para mantenerla, el trabajador ha de luchar contra la gravedad, como mantener el brazo estirado a la altura del hombro.
- Las partes del cuerpo trabajan de manera inapropiada, como trabajar con las muñecas flexionadas (p.12).

Condiciones ambientales del puesto de trabajo: relacionada al ambiente de trabajo, las condiciones de temperatura (frío, calor), humedad, iluminación, ruido, vibraciones, etc. Se debe tener en cuenta este aspecto, por ejemplo, cuando se realiza trabajo al aire libre, donde el personal se encuentra expuesto a las variaciones del clima.

Factores psicosociales del trabajo: Aquellas relacionadas no sólo al aspecto físico, sino también a factores que pueden alterar los aspectos emocionales del trabajador como el tiempo de descanso, tiempos, participación en la toma de decisiones, relaciones interpersonales con sus compañeros, jefes, dueños responsables (Portal multimedia para la promoción de la ergonomía en el sector agrario, 2015).

Estos factores son aquellos relacionados a la organización del trabajo, como la variedad de tareas, ya sea por exceso o por falta (trabajo monótono y repetitivo), la falta de control sobre el propio trabajo, ritmos elevados de trabajo, largas jornadas de trabajo, tiempo de descanso inapropiado (Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid, 2016).

2.2.10 Riesgos ergonómicos durante el Ordeño

“Son un conjunto de atributos de la tarea o del puesto, que inciden en aumentar la probabilidad de que un trabajador, expuesto a ellos, desarrolle una lesión en su trabajo” (Portal multimedia para la promoción de la ergonomía en el sector agrario, 2015).

Investigadores como Douphrate et al. (2016) y Jakob et al. (2012) indican que la incidencia de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo en las salas de ordeño se ha incrementado mientras las salas de ordeño se hacían más amplias, además de la falta de coincidencia entre la altura del trabajador y la profundidad de la fosa de ordeño (Worksafe New Zeland, 2014).

Por otro lado, Kolstrup & Jakob (2016) informaron que los trabajadores de establos lecheros sufren de muchos trastornos musculoesqueléticos debido a actividades que involucran levantamiento y transporte de cargas pesadas además de estar expuestos a movimientos repetitivos y posturas incómodas que pueden ocasionar lesiones de espalda asociados con las posturas de trabajo inclinadas hacia adelante, como en el ordeño.

Caldas de Oliveira et al. (2018) mencionan que, durante su rutina de trabajo, el personal de los establos adopta posiciones que son perjudiciales para ellos, porque provocan dolor y malestar. Es necesario proponer recomendaciones ergonómicas para reducir las posturas incómodas y mejorar su calidad de vida del trabajador en establos lecheros.

Las salas de ordeño donde se usan porongos en lugar de líneas de leche, predisponen a que el trabajador tenga posturas inadecuadas durante realiza sus tareas, por ejemplo, al momento de vaciar la leche del porongo a otro recipiente, al vaciar la leche de un recipiente al tanque de leche, siendo consideradas de riesgo alto, mientras que el lavado y desinfección de la ubre se pueden ser consideradas de riesgo medio (Mokarami et al., 2019).

De acuerdo al tipo de sistema de ordeño, el riesgo ergonómico puede variar. Así, en un sistema de amarre, el ordeñador tiene que caminar de una vaca a otra, llevando el equipo de ordeño de 6 kg de peso aproximado, y al conectar la unidad de ordeño (1,8 a 3,5 kg) al conducto de leche, el antebrazo del ordeñador se eleva en una posición de máxima y al colocar las pezoneras la parte superior del brazo se eleva a unos 90° y el codo se extiende casi por completo, los dedos están extendidos y la muñeca está en una posición de máxima extensión. Esta acción de colocar las pezoneras puede tardar entre 8 y 10 segundos (Stål et al., 2000).

El ordeño en el sistema de amarre implica tareas (transportar una o dos máquinas, conectar tubos a la tubería, limpiar, ordeñar, conectar, desconectar, sumergir y desconectar) donde el ordeñador debe ponerse en cuclillas, arrodillarse o sentarse. Por lo que implica más posturas riesgosas que otras actividades como alimentar y limpiar el establo (Figura 9).

Por el contrario, según el New York Center for Agricultural Medicine and Health ([NYCAMH], 2022) en las salas de ordeño donde las vacas se ordeñan en un área elevada, los trabajadores ya no deban agacharse o ponerse en cuclillas, para el lavado de los pezones, los rociadores cuelgan del techo, y colocan la unidad de ordeño que pesan alrededor de 2,7 kg. En el sistema de ordeño de alojamiento suelto, el ordeñador se para con la espalda recta, en un nivel aproximadamente 0,8 a 0,9 m por debajo del nivel de la plataforma para vacas y debido a que el equipo de ordeño está fijo, ya no se realiza el transporte, conectar y desconectar los tubos (Stål et al., 2000).

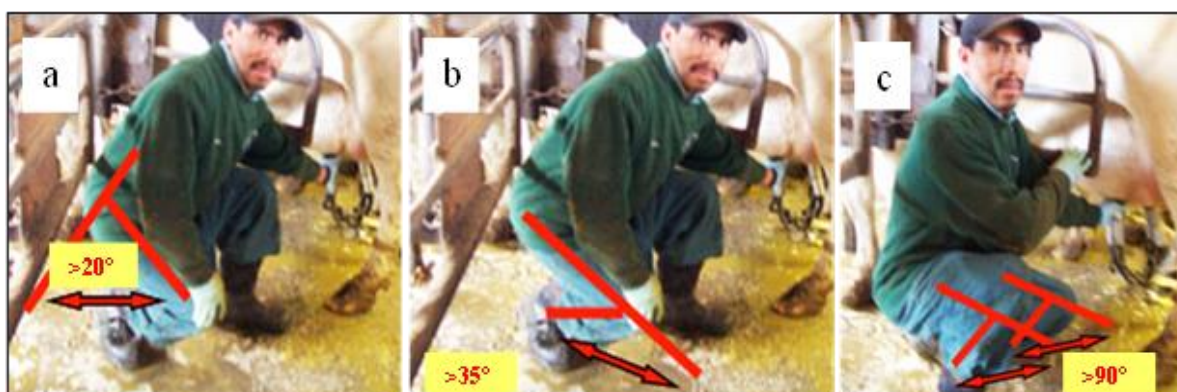


Figura 9. Posturas de riesgo durante el ordeño. (a) Parte superior de la pierna doblada más de 20°, (b) Rodilla en posición doblada, al menos una rodilla doblada 35° o más, (c) Rodilla en posición de cuclillas con ángulo de ambas rodillas de al menos 90°.

Fuente: Adaptado de NYCAMH (2022). *Ergonomic Considerations in Dairy Work*.

Al sujetar el colector, desde el punto de vista ergonómico, puede existir una gran contracción de los músculos del "exterior del dedo" cuando no se adapta al manejo por parte del ordeñador. Se debe tener en cuenta el diámetro del colector, que puede variar entre 11 a 15 cm, en el caso de mujeres difícilmente encaja en sus manos (Stål et al., 2000).

El Portal multimedia para la promoción de la ergonomía en el sector agrario (2015), mencionan que las actividades relacionadas a la rutina de ordeño (despuntado, limpieza de

pezones, desinfección de pezones, colocación de las pezoneras y sellado de los pezones) presentan los siguientes riesgos ergonómicos:

- Movimientos repetitivos de mano/muñeca y brazo.
- Postura flexión de cuello y espalda durante la colocación de pezoneras, depende de la altura donde se realizan las actividades.
- Postura de flexión de la espalda, cuando abastece de desinfectante pre sellador a los recipientes (Figura 10a). También adopta estas posturas, alargando el brazo para sumergir los pezones en el desinfectante para el pre-sellado como el sellado (Figura 10b).
- Posturas inadecuadas de brazos y hombros, cuando utilizan el papel situado a una altura inadecuada.

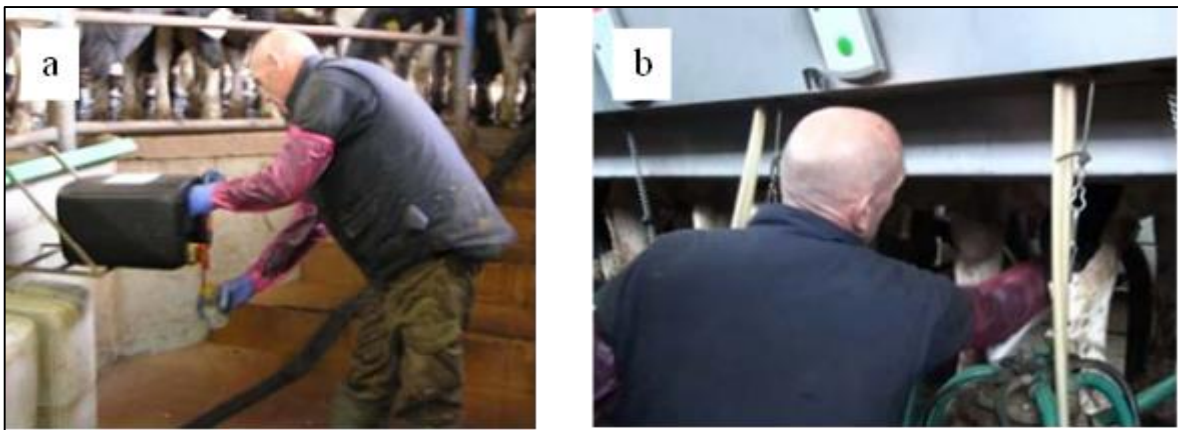


Figura 10. (a) Postura de flexión de la espalda por abastecimiento de desinfectante, (b) Postura de flexión de la espalda y alargamiento de brazos mientras realiza el sellado.

Fuente: Tomado del Portal multimedia para la promoción de la ergonomía en el sector agrario (2015). *Riesgo Ergonómico En Vacuno De Leche, Pre ordeño* (p.1).

2.2.11 Evaluación de riesgos ergonómicos

La evaluación de riesgos ergonómicos consiste en evaluar tareas concretas, ciclos de trabajo e incluso operaciones simples y subtareas Además de evaluar un factor de riesgo determinado (movimientos repetidos, posturas forzadas, levantamiento de carga, etc.).

Existen diversos métodos de evaluación ergonómica, pero ninguno evalúa de manera conjunta todos los factores de riesgo, por lo que deben evaluarse por separado utilizando diferentes métodos (Fundación para la prevención de riesgos laborales, 2015).

Según la Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid (2016), para evaluar correctamente un puesto de trabajo, es necesario aplicar diferentes métodos, debido a que en un mismo puesto existen diferentes tareas y en cada una de ellas, diferentes factores de riesgo, por lo tanto, antes de elegir un método de evaluación se debe evaluar la presencia de riesgos ergonómicos.

La Tabla 2, describe las principales herramientas metodológicas para realizar la Evaluación ergonómico, se describen los factores de riesgo, así como las partes del cuerpo que son evaluadas.

Tabla 2.

Lista de Herramientas Metodológicas para la Evaluación Ergonómica de puestos de trabajo.

Factor de riesgo evaluado	Partes del cuerpo evaluadas	Método de evaluación	Complejidad
Comprobación Inicial	Todo el cuerpo	LCE: Lista de Comprobación Ergonómica	Baja
Global	Todo el cuerpo	LEST: Método del Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo	Moderada
Posturas	Todo el cuerpo	EPR: Evaluación Postural Rápida	Baja
	Miembros superiores	RULA: Rapid Upper Limb Assessment (Evaluación rápida de miembros superiores)	Baja
	Todo el cuerpo	REBA: Rapid Entire Body Assessment (Evaluación rápida de todo el cuerpo)	Baja
	Todo el cuerpo	OWAS: Ovako Working Analysis System (Sistema de análisis de trabajo Ovako)	Media

Movimientos repetitivos	Brazo/Hombro Mano/Muñeca	JSI: Job Strain Index (Índice de tensión laboral)	Baja
	Miembros superiores	OCRA CHK: Occupational Repetitive Actions Check-List (Lista de verificación de acciones repetitivas ocupacionales)	Alta
Levantamiento manual de carga	Todo el cuerpo	NIOSH: Ecuación de levantamiento de NIOSH	Media
	Todo el cuerpo	GINSHT: Guía de levantamiento de carga del INSHT	Baja
Psicosocial	Todo el cuerpo	ROSA: Método ROSA para la evaluación de tareas en oficinas	Baja
Fuerzas	Todo el cuerpo	BIO-MEC: Análisis Biomecánico Estático	Moderada
	Todo el cuerpo	FUERZAS: Evaluación de fuerzas ejercidas EN1005-3	Media
Ambiente	Todo el cuerpo	FANGER: Estimación de la sensación térmica	Moderada

Autoría propia

A continuación, se describirán las metodologías que se aplicarán en esta investigación, en función a los factores de riesgo que se pueden evaluar en un sistema de ordeño. En este caso, se considera un factor de riesgo global, posturas y movimientos repetitivos.

a) Método LEST (Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo):

Fue desarrollado en 1978, por F. Guélaud, M.N. Beauchesne, J. Gautrat y G. Roustang en Francia y evalúa de la forma más objetiva y global posible, las condiciones de trabajo. Su objetivo es evaluar un grupo de factores que pueden repercutir en la salud y vida personal del trabajador.

El LEST es de carácter global, es decir, evalúa aspectos del puesto de trabajo de manera general, y es un buen método para obtener una primera valoración del puesto que permitirá establecer si se requiere un análisis más profundo con otros métodos más específicos (Jiménez, 2011; Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid, 2016, p. 18,23)

Tabla 3.

Dimensiones y variables del Método LEST.

Entorno físico	Carga física	Carga mental	Aspectos psicosociales	Tiempos de trabajo
Ambiente térmico	Carga estática	Apremio de tiempo	Relación con el mando	Tiempo de trabajo
Iluminación	Carga dinámica	Atención	Estatus social	
Ruido		Complejidad	Iniciativa	
Vibraciones			Comunicaciones	

Fuente: Tomado de Diego-Mas (2015a). *Análisis ergonómico global mediante el método LEST.*

Por otro lado, Diego-Mas (2015a), para aplicar el método LEST es necesario información para cada una de las 6 dimensiones que considera, a su vez cada dimensión se subdivide en variables, las cuales se presentan en la Tabla 3. Riesgolab (2022), indica que este método se utiliza para la evaluación de aspectos mentales y psicosociales, busca evaluar si el trabajador se siente satisfecho o insatisfecho en su puesto de trabajo, utilizando indicadores como: la iniciativa, el estatus social, la posibilidad de comunicación, la cooperación en el trabajo y la identificación del producto.

b) Método EPR (Evaluación Postural Rápida):

Las posturas incómodas que se repiten durante el trabajo, generan fatiga y puede originar trastornos en el sistema musculoesquelético, siendo un aspecto que se debe tener en cuenta en la búsqueda de mejorar las condiciones laborales. Este método mide la carga estática en función al tipo de postura y tiempo que permanece el trabajador, obteniendo un valor numérico proporcional al nivel de carga, siendo los valores entre 1 y 5, donde el método propone un Nivel de acción (Riesgolab, 2022).

Para la Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid (2016), el método EPR es una herramienta que permite realizar una evaluación superficial de las posturas que adoptan los trabajadores durante su jornada laboral. Este método considera que son 14 posibles posturas que el trabajador puede adoptar: Sentado normal, inclinado, brazos por encima de los

hombros. De pie normal, brazos en extensión frontal, brazos por encima de los hombros, inclinado, muy inclinado. Arrodillado normal, inclinado, brazos sobre los hombros. Agachado normal, brazos sobre los hombros y tumbados brazos sobre los hombros (Diego-Mas, 2015b).

c) Método REBA (Rapid Entire Body Assessment - Evaluación rápida de todo el cuerpo):

Diego-Mas (2015c) indica que REBA es uno de los métodos de evaluación de posturas más utilizado. Este método incluye la evaluación de las extremidades inferiores. Según este autor, REBA divide el cuerpo en dos grupos (Figura 11), el Grupo A (piernas, el tronco y el cuello) y el Grupo B (brazos, antebrazos y muñecas). Mediante el uso de tablas específicas de este método, se asigna puntuaciones a cada parte del cuerpo, y según esas puntuaciones se asignan valores totales a ambos grupos.



Figura 11. Grupos evaluados en el método REBA.

Fuente: Tomado de Diego-Mas (2015c). *Evaluación postural mediante el método REBA*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia.

El REBA previene el riesgo de lesiones relacionadas con una postura, en especial las de tipo músculo-esquelético, además indican el nivel de urgencia que se debe aplicar. Evalúa

posturas forzadas que se adoptan con frecuencia en los miembros superiores (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas (Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid, 2016).

Por otro lado, Riesgolab (2022) señala que este método puede aplicarse antes o después de una intervención para validar que se disminuyó el riesgo de sufrir una lesión; brinda resultados rápidos y sistemáticos del riesgo postural del cuerpo entero que puede tener el trabajador debido a su trabajo.

d) Método OWAS (Ovako Working Analysis System - Sistema de análisis de trabajo Ovako):

Desarrollado en Finlandia, por Osmo Karhu, Pekka Kansu y Liikka Kuorinka en 1977, es un método sencillo y útil para la evaluación de riesgo ergonómico relacionado a la carga postural (Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid, 2016).

El Owas es un método observacional de las distintas posturas que adopta el trabajador mientras realiza una tarea. Estas “posturas son clasificadas en 252 posibles combinaciones según la posición de la espalda, los brazos, y las piernas del trabajador, además de la magnitud de la carga que manipula mientras adopta la postura” (Diego-Mas, 2015d). Además de evaluar el riesgo de la carga postural en términos de frecuencia y gravedad, analiza el efecto combinado de fuerza, frecuencia y porcentaje de acción sobre los segmentos corporales (Riesgolab, 2022).

e) Método JSI (Job Strain Index - Índice de tensión laboral):

Este método fue desarrollado en Estados Unidos por Moore y Gard en 1995, y permite evaluar de forma sencilla y mediante la observación directa (vídeo) si los trabajadores están expuestos a desarrollar lesiones en las extremidades superiores, debido a movimientos repetitivos. Se evalúa la mano, muñeca, antebrazo y el codo (Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid, 2016, p. 23).

El método JSI se basa en la medición de seis variables, de estas variables, 4 de ellas son valoradas de forma cuantitativa y los 2 restantes son evaluadas subjetivamente (Diego-Mas, 2015e). A su vez, estas variables generan seis factores multiplicadores de una ecuación que proporciona el Strain Index, a mayor valor de este índice, existe un riesgo mayor de aparición de lesiones en las extremidades superiores (Riesgolab, 2022).

Las variables consideradas en la medición son:

La intensidad del esfuerzo, la duración del esfuerzo por cada ciclo de trabajo, el número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo, la desviación de la muñeca respecto a la posición neutral, la velocidad con la que se realiza la tarea y la duración de la misma por jornada de trabajo. (Asensio-Cuesta, Bastante-Ceca, Diego-Más, 2012, p. 219).

2.2.12 Medidas preventivas

Muchos de los problemas musculoesqueléticos son causados por las tensiones físicas de levantar y agarrar con fuerza, arrodillarse, ponerse en cuclillas, etc. Siendo el rediseño de herramientas y el proceso de trabajo, bajo las bases de la ergonomía, la mejor forma de reducir la presentación de estos problemas. Para el Department of Health and Human Services (2001), las lesiones se previenen fomentando una mejor postura de trabajo, menor fuerza o menor repetición. Además, se debe realizar la capacitación de los trabajadores sobre cómo trabajar de manera segura.

Según el Worksafe New Zeland (2014), las formas de gestionar los riesgos del ordeño incluyen:

- Diseñar la sala de ordeño teniendo en cuenta que los ordeñadores adopten una posición cómoda, donde no tengan la necesidad de estirarse demasiado o agacharse constantemente.
- El área de colocación/desconexión de pezoneras debe estar a la altura a la que trabajan los ordeñadores, de lo posible se debe mantener todo al alcance entre los hombros y las caderas.

- Usar retiradores automáticos de pezoneras, esto mantendrá el trabajo delante del cuerpo.
- Se recomienda un piso de goma en la fosa para reducir la tensión por permanecer de pie durante el ordeño.
- Debe ser un acceso despejado a las ubres con protecciones contra salpicaduras y proteger a los ordeñadores de las patadas.
- Se recomienda que el dispensador de desinfectante para el pre sellado y sellado debe poseer un sistema de caños que facilite su uso y evite que el trabajador deba agacharse y levantar carga para obtener el producto.
- Los trabajadores deben utilizar la indumentaria adecuada, botas ligeras, aislantes y que protejan de pisotones.
- Los materiales necesarios para el ordeño deben ser colocados en lugares adecuados considerando la altura, acceso y diseño de las instalaciones.
- Reducir los ruidos, realizando procesos más silenciosos, se pueden utilizar materiales de amortiguación de ruido y protección auditiva para los trabajadores.
- Variar los trabajos para reducir las actividades de manejo manual repetitivas.

2.3. Definiciones de términos básicos

- ✓ **Ergonomía:** Es una ciencia cuyo objetivo es comprender cómo interactúan las personas y otros elementos de un sistema. También estudia el comportamiento, habilidades y limitaciones del ser humano, y planificar el diseño de herramientas, máquinas, tareas, trabajos y entornos.
- ✓ **Lactancia:** Período de la vaca en el que hay secreción de leche.
- ✓ **Leche residual:** Es el 10 a 20% de la leche secretada que no se extrae del tejido secretor y se retiene en la ubre cuando se completa el ordeño.
- ✓ **Máquinas de ordeño:** Maquinaria utilizada para extraer la leche de las vacas. Las máquinas de ordeño utilizan un vacío pulsante que simula el efecto del

amamantamiento del ternero. Las máquinas no causan ningún daño o molestia a las vacas y mantienen la leche a salvo de la contaminación externa.

- ✓ **Ordeño:** Proceso de extracción de la leche de la glándula mamaria de la vaca u otro mamífero.
- ✓ **Pre sellado:** parte de la rutina de ordeño que consiste en desinfectar los pezones antes del ordeño.
- ✓ **Pezonera:** es el componente del equipo de ordeño que entra en contacto directo con los pezones de la vaca. Su función es transmitir las pulsaciones de vacío para extraer la leche de la glándula mamaria sin causar daños o lesiones.
- ✓ **Riesgo:** Probabilidad de que un trabajador sufra un determinado daño para la salud.
- ✓ **Rutina de ordeño:** consiste en una serie de medidas higiénicas y de manejo desde que el animal entra a la sala de ordeño hasta que sale una vez finalizada la ordeña.
- ✓ **Sala de ordeño:** Área especializada del establo donde las vacas se ordeñan dos o más veces al día. Existen diversos tipos como los paralelos, oscilantes, giratorios, etc.
- ✓ **Unidad de ordeño:** Es la base del sistema de ordeño e incluye las pezoneras, las mangueras de ordeño y un colector.

2.4. Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis general

H₀: El Sistema de Ordeño no tiene un impacto positivo sobre la producción de leche y el riesgo ergonómico en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura.

H₁: El Sistema de Ordeño tiene un impacto positivo sobre la producción de leche y el riesgo ergonómico en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La frecuencia de ordeño tiene un impacto positivo sobre la producción de leche en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura.
- El tipo de instalación de ordeño tiene un impacto positivo sobre el riesgo ergonómico en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura.

2.5. Operacionalización de las variables

La tabla 4 presenta las variables de estudio, así como su definición conceptual, dimensiones e indicadores.

Tabla 4.

Operacionalización de las variables de estudio.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador
Independiente (X)	<p>Sistema de ordeño</p> <p>Entre los factores que pueden incrementar la producción de leche está la frecuencia de ordeño (Deiros et al., 2005). Un sistema de ordeño adecuado es aquel donde los animales, el personal y las instalaciones aseguren un trabajo eficiente (Callejo, 2018).</p>	<p>X1. Frecuencia de ordeño X2. Tipo de sala de ordeño</p>	<p>X1.1. 2X (2 ordeños/día) X1.2. 3X (3 ordeños/día) X2.1. Sala de ordeño espina de pescado sin fosa de ordeño X2.2. Sala de ordeño paralela con salida rápida.</p>
Dependientes (Y)	<p>Y1. Producción de leche</p> <p>Y2. Riesgo ergonómico</p> <p>Y1. La producción de leche es un proceso que resulta de un impulso o estimulación sensorial, que origina la secreción y eyección de la leche. Y2. Son un conjunto de características del puesto de trabajo que incrementan la posibilidad de que un trabajador desarrolle una lesión (Portal multimedia para la promoción de la ergonomía en el sector agrario, 2015).</p>	<p>Y1.1. Producción de leche por vaca al día Y2.1. Riesgo Global Y2.2. Riesgo por Posturas Y2.3. Riesgo por Movimientos repetitivos</p>	<p>Y1.1.1. Producción de leche kg/vaca/día (abril del 2021 a enero 2022) según frecuencia de ordeño. Y2.1.1 Valoración del Método LEST Y2.2.1 Valoración del Método REBA Y2.2.2 Valoración del Método OWAS Y2.3.1 Valoración del Método JSI</p>

Autoría Propia.

CAPITULO III. METODOLOGIA

3.1. Diseño metodológico

Esta investigación se analizó bajo un enfoque mixto, es decir combina los enfoques cuantitativo y cualitativo:

- Cuantitativo porque la investigación tuvo como objetivo explicar cómo se concibe la realidad, evaluando la relación causa-efecto (frecuencia de ordeño sobre la producción de leche).
- Cualitativo, porque no se realizó una medición numérica y se basó en la recolección de datos mediante una entrevista aplicada a los trabajadores (Hernández et al., 2014).

Por otro lado, el diseño de esta investigación fue de tipo no experimental y transversal.

- No experimental porque no hubo intervención directa del investigador y no se manipularon adrede las variables de la investigación. Se recolectaron los datos ya registrados desde abril del año 2021 a enero del año 2022 para su análisis.
- Transversal, porque se recopiló la información de producción de leche ya registrada según la frecuencia de ordeños por día y porque se aplicó una encuesta a los mismos ordeñadores para evaluar el riesgo ergonómico cuando laboraron en los dos tipos de sala de ordeño (Hernández et al., 2014).

La evaluación consistió en recolectar los datos provenientes de dos fases:

Primero: correspondiente a los meses de abril – agosto del 2021, donde el establo realizaba dos ordeños por día: 2X (1 am – 8 am y de 1 pm – 7 pm) en una Sala de ordeño en espina de pescado (SEP), tal como se observa en la Figura 12. Posterior a ello, el establo cambia el tipo de sala de ordeño y la frecuencia.

Segundo: corresponde a los meses de setiembre del 2021 – enero del 2022, el establo pasó a realizar tres ordeños por día: 3X (1:30 am – 6 am, 8 am – 11.30 am y 3 pm – 6 pm) en una Sala de ordeño en Paralelo con salida rápida (PSR). tal como se observa en la Figura 13.

- **SEP:** Sala de ordeño en espina de pescado (SEP) de 1 x 15 (1 lado con 15 puestos de ordeño en cada lado) sin fosa, es decir, la plataforma donde se ubicaron las vacas durante el ordeño se encuentra al mismo nivel del ordeñador (Figura 12).

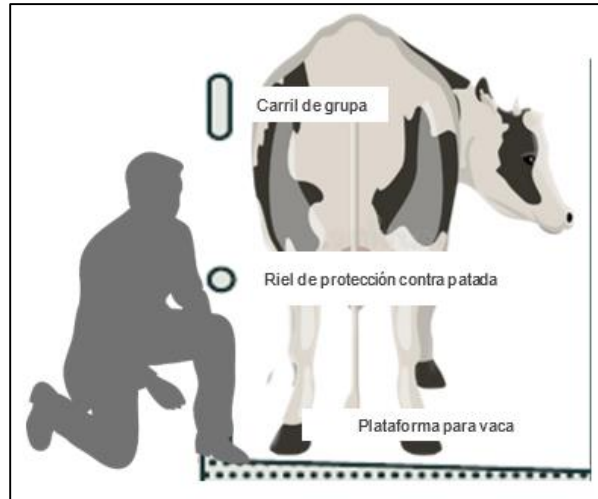


Figura 12. Esquema de la sala de ordeño sin fosa.

Fuente: Autoría propia.

- **PSR:** Sala de ordeño en Paralelo con salida rápida (PSR) de 2 x 15 (2 lados con 15 puestos de ordeño en cada lado) con fosa de 0,90 metros, es decir los ordeñadores se ubicaron por debajo del nivel de la plataforma donde se ubican las vacas para el ordeño (Figura 13).

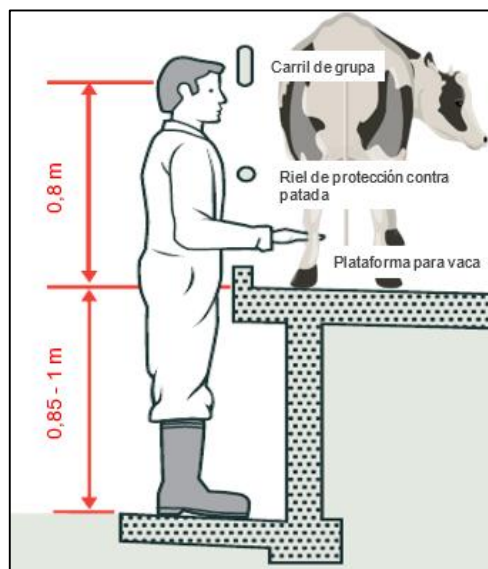


Figura 13. Esquema de la sala de ordeño con fosa.

Fuente: Adaptado de Worksafe New Zeland (2014). Staying safe in and around farm dairies (p.11).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población estuvo representada por la totalidad de registros de producción de leche y los 6 ordeñadores que laboran en el Establo que brindaron la información necesaria para la ejecución de esta investigación.

3.2.2. Muestra

Para el análisis cuantitativo, la muestra estuvo representada por los datos de producción de leche por vaca/día del establo, correspondiente a los meses abril 2021 a enero del 2022.

Por otro lado, para el análisis cualitativo (evaluación del riesgo ergonómico), se consideró a los 6 ordeñadores del establo (muestreo censal), ya que laboraron en ambos sistemas de ordeño en el periodo indicado (SEP: abril – agosto del 2021; PSR: setiembre del 2021 – enero del 2022).

3.3. Técnicas de recolección de datos

Para esta investigación, se analizó información de diferentes fuentes. Para el análisis cuantitativo, se revisaron los registros de producción diaria de leche correspondientes a los meses de abril 2021 a enero del 2022, que brindaron datos como niveles de producción, número de vacas ordeñadas por día y frecuencia de ordeño.

Para el análisis cualitativo, se realizó una entrevista a los 6 ordeñadores y al jefe del Área de Producción. El instrumento fue un cuestionario que incluyó preguntas relacionadas sobre las condiciones laborales en el área de ordeño y que fueron necesarias para utilizar el Software Online para la gestión ergonómica de puestos de trabajo “Software Ergoniza Tool Box 3.0” desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia (Anexo 1).

También se observaron videos de las rutinas de trabajo específicamente las realizadas antes, durante y después del ordeño. Según Hernández et al. (2014): “siempre y cuando el tiempo

y los recursos lo permitan, es conveniente tener varias fuentes de información y métodos para recolectar los datos” (p. 417), por ello se utilizaron materiales que permitieron la recolección de información, como útiles de escritorio, cámara fotográfica, indumentaria necesaria para ingresar al establo (mameluco, botas y mascarilla).

3.4. Técnicas para el procedimiento de la información

- Los datos obtenidos sobre producción de leche por día, fueron registrados en hojas de cálculo de Microsoft Excel (Office 2019), luego se ordenaron y clasificaron según los meses de evaluación y frecuencia de ordeño. Posterior a ello se realizaron gráficos de tendencia.
- Para el análisis estadístico de la producción de leche (kg/vaca/día) según la frecuencia de ordeño 2X y 3X por día (antes y después de la instalación de una nueva sala de ordeño) se utilizó el paquete estadístico Minitab 18, mediante la prueba no paramétrica de rango con signo de Wilcoxon para comparar la media y determinar si existe diferencia entre dos muestras relacionadas (Quispe et al., 2019). Esta prueba se utilizó como alternativa a la prueba de t de Student debido a que no existió normalidad de las muestras. Las hipótesis planteadas fueron: $H_0: u_2 = u_1$ (no hay diferencias de medias); $H_1: u_2 < u_1$ (hay diferencias de medias).
- Para el análisis del riesgo ergonómico se utilizó el Software Online para la gestión ergonómica de puestos de trabajo “Software Ergoniza Tool Box 3.0” y se obtuvieron gráficos de resultados según el método de evaluación aplicado.
- Para la evaluación del riesgo global se aplicó el método LEST (Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail), y se tendrá en la puntuación detallada en la Tabla 5.
- Para la evaluación del riesgo por posturas se aplicó el método REBA (Rapid Entire Body Assessment), y se tendrá en la puntuación detallada en la Tabla 6. También se

aplicará el método OWAS (Ovako Working Analysis System) cuya puntuación se muestra en la Tabla 7.

- Para la evaluación del riesgo por movimientos repetitivos se aplicó el método JSI (Job Strain Index), cuya puntuación con valores inferiores o iguales a 3 indican que la tarea es probablemente segura, mientras que puntuaciones superiores o iguales a 7 indican que la tarea es probablemente peligrosa

Tabla 5.

Puntuaciones y valoración según el método LEST para evaluación del riesgo global.

Puntuación	Valoración
0,1,2	Situación satisfactoria
3,4,5	Débiles molestias
6,7	Molestias medias
8,9	Molestias fuertes
10	Nocividad

Fuente: Tomado de Diego-Mas (2015a). *Análisis ergonómico global mediante el método LEST.*

Tabla 6.

Puntuaciones y valoración según el método REBA para evaluación del riesgo por posturas.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación.
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Fuente: Tomado de Diego-Mas (2015c). *Evaluación postural mediante el método REBA.*

Tabla 7.

Puntuaciones y valoración según el método OWAS para evaluación del riesgo por posturas.

Puntuación	Efecto de la postura
1	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema musco-esquelético
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema musco-esquelético
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema musco-esquelético
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema musco-esquelético

Fuente: Tomado de Diego-Mas (2015d). *Evaluación postural mediante el método OWAS.*

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Producción de leche y frecuencia de ordeño

En la Tabla 8 se presentan los estadísticos descriptivos para la producción de leche en kg/vaca/día para ambas frecuencias de ordeño. La prueba de rango con signo de Wilcoxon indicó que existe diferencias ($p < 0.001$) aceptando la $H_1: u_2 < u_1$ ($2X < 3X$).

Tabla 8.

Estadísticos descriptivos para la producción de leche (kg/vaca/día) en ambos sistemas de ordeño.

Frecuencia de ordeño	Mes	Vacas en producción (n)	Vacas en seca (n)	% Vacas en seca	DEL	(*) Producción de leche (kg/vaca/día)	D.E.	Mín.	Máx.
2X	1	524	79	15	212	26.8	1.1	22.9	28.6
	2	521	92	18	210	28.5	0.8	26.4	30.0
	3	529	93	17	203	28.5	0.9	26.7	30.2
	4	518	97	19	203	30.1	1.0	28.6	32.1
	5	518	92	18	204	30.9	1.6	28.0	34.3
Media		522	90	17	206	28.9 a	1.1	26.5	31.0
3X	1	506	91	18	202	34.7	1.0	31.0	37.4
	2	510	78	15	201	35.9	0.7	34.2	37.9
	3	513	72	14	207	36.4	1.1	34.1	38.0
	4	503	87	17	207	36.0	0.9	33.6	37.6
	5	499	92	18	203	33.6	1.5	28.4	35.7
Media		506	84	17	204	35.3 b	1.0	32.3	37.3

DEL: Días en leche; D.E.: Desviación estándar; Mín.: mínimo; Máx.: máximo.

(*) Letras diferentes indican diferencias estadísticas según la prueba de rango con signo de Wilcoxon ($p < 0.0001$) para producción de leche (kg/vaca/día).

4.2. Evaluación ergonómica

4.2.1 Evaluación del riesgo global

La Figura 14 muestra la primera valoración mediante el método LEST que evaluó el riesgo global para SEP y PSR, se presentan las puntuaciones obtenidas para cada dimensión (carga física, tiempo de trabajo, carga mental y aspectos psicosociales).

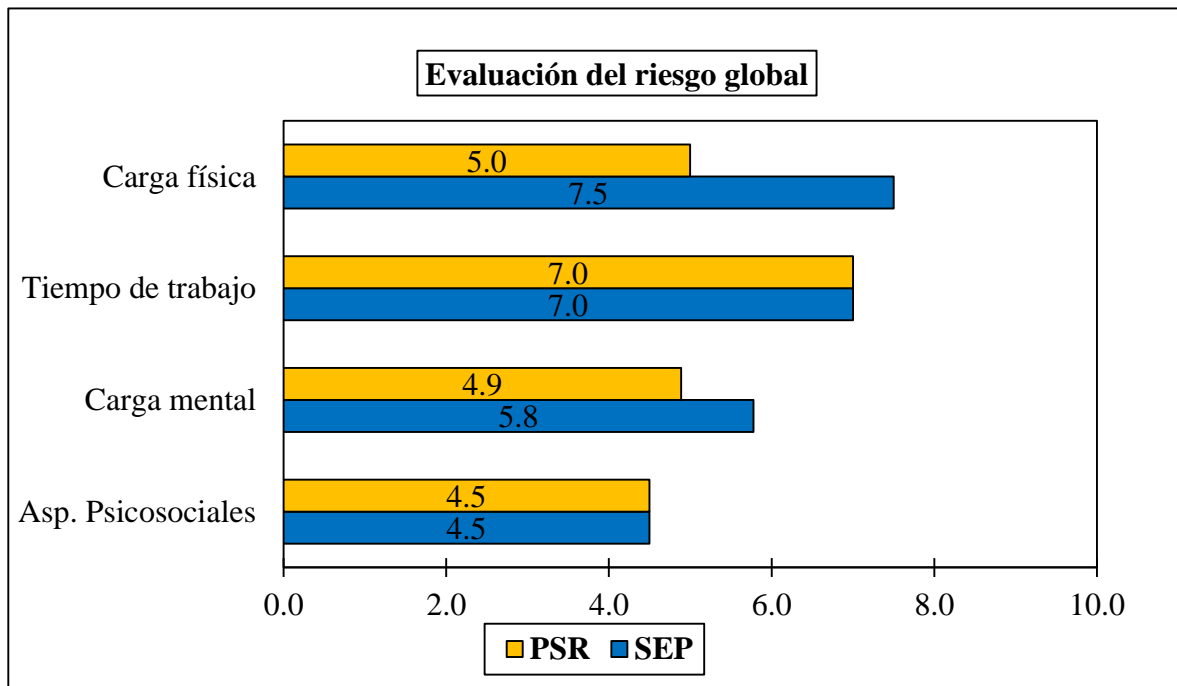


Figura 14. Puntuaciones para valoración del riesgo global mediante el método LEST para ambos sistemas de ordeño.

Fuente: Autoría propia.

4.2.2. Evaluación del riesgo por posturas

La Figura 15 y Tabla 9 muestran la valoración mediante el Método REBA que evaluó el riesgo por posturas para SEP y PSR en las diferentes actividades de la rutina de ordeño.

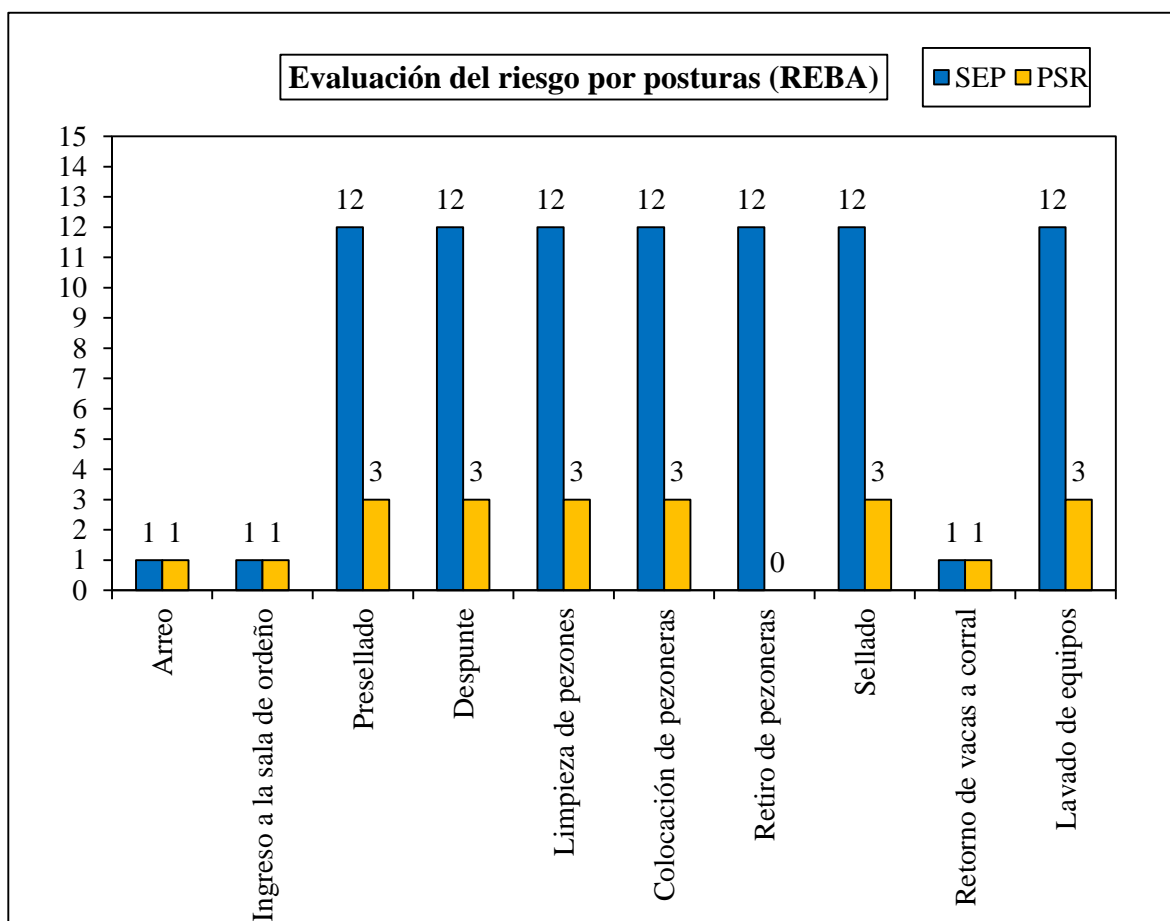


Figura 15. Puntuaciones para valoración del riesgo por posturas según el método REBA en ambos sistemas de ordeño. (*) El retiro de pezoneras no se consideró para el sistema de ordeño PSR porque tiene retiradores automáticos.

Fuente: Autoría propia.

Tabla 9.

Distribución en % del riesgo por posturas en ambos sistemas de ordeño mediante el método REBA.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Distribución de posturas (%)	
			SEP	PSR
1	0	Inapreciable	30%	33%
2 o 3	1	Bajo	0	67%
4 a 7	2	Medio	0	0
8 a 10	3	Alto	0	0
11 a 15	4	Muy alto	70%	0
Total			100%	100%

La Figura 16 y Tabla 10 muestran la valoración mediante el Método OWAS que evaluó el riesgo por posturas para SEP y PSR en las diferentes actividades de la rutina de ordeño.

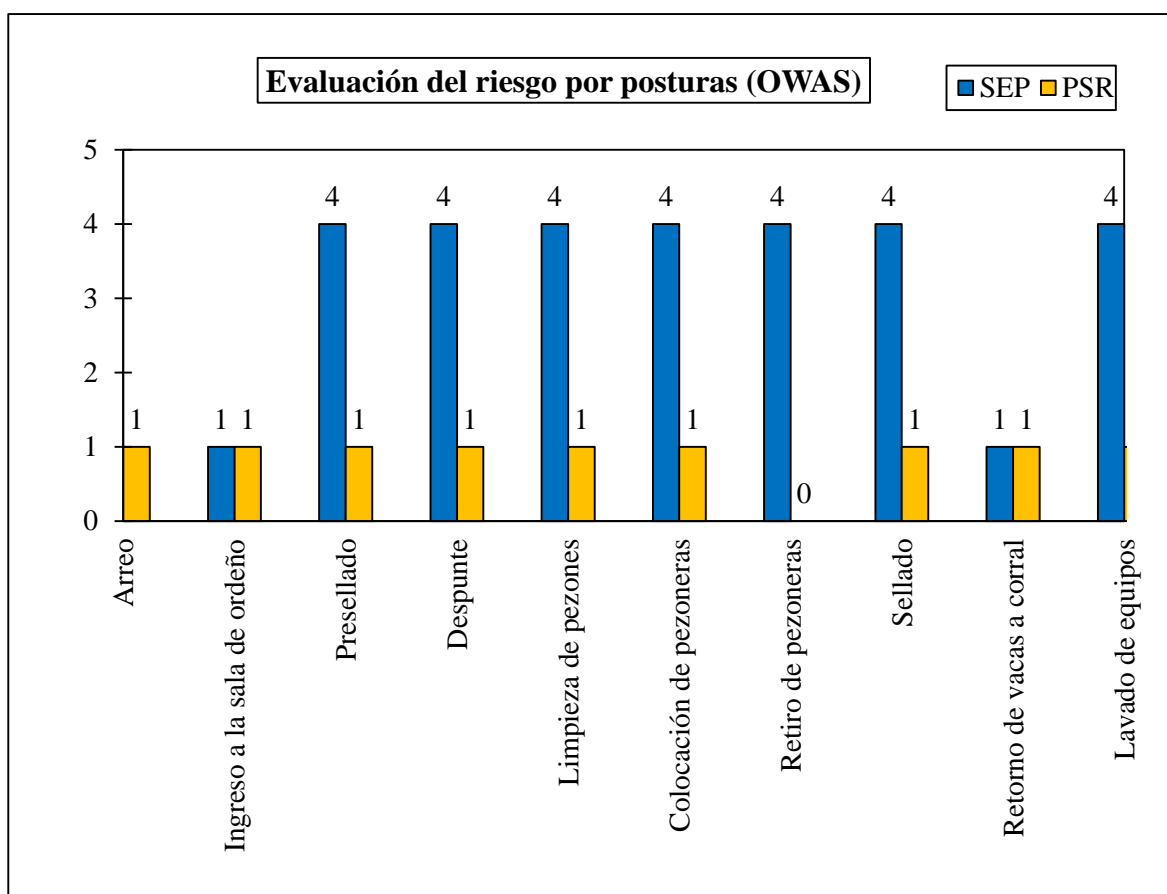


Figura 16. Puntuaciones para valoración del riesgo por posturas según el método OWAS en ambos sistemas de ordeño.

Fuente: Autoría propia.

Tabla 10

Distribución en % del riesgo por posturas en ambos sistemas de ordeño mediante el método OWAS.

Puntuación	Efecto postura	Distribución de posturas (%)	
		SEP	PSR
1	Normal	30%	100%
2	Con posibilidad de causar daño al SME	0	0
3	Dañinos sobre el SME	0	0
4	Sumamente dañinos sobre el SME	70%	0
		100.0	100.0

SME: Sistema musco-esquelético

En la sala de ordeño SEP, las se caracteriza porque el trabajador adopta una posición que tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema musco-esquelético (Figura 17).

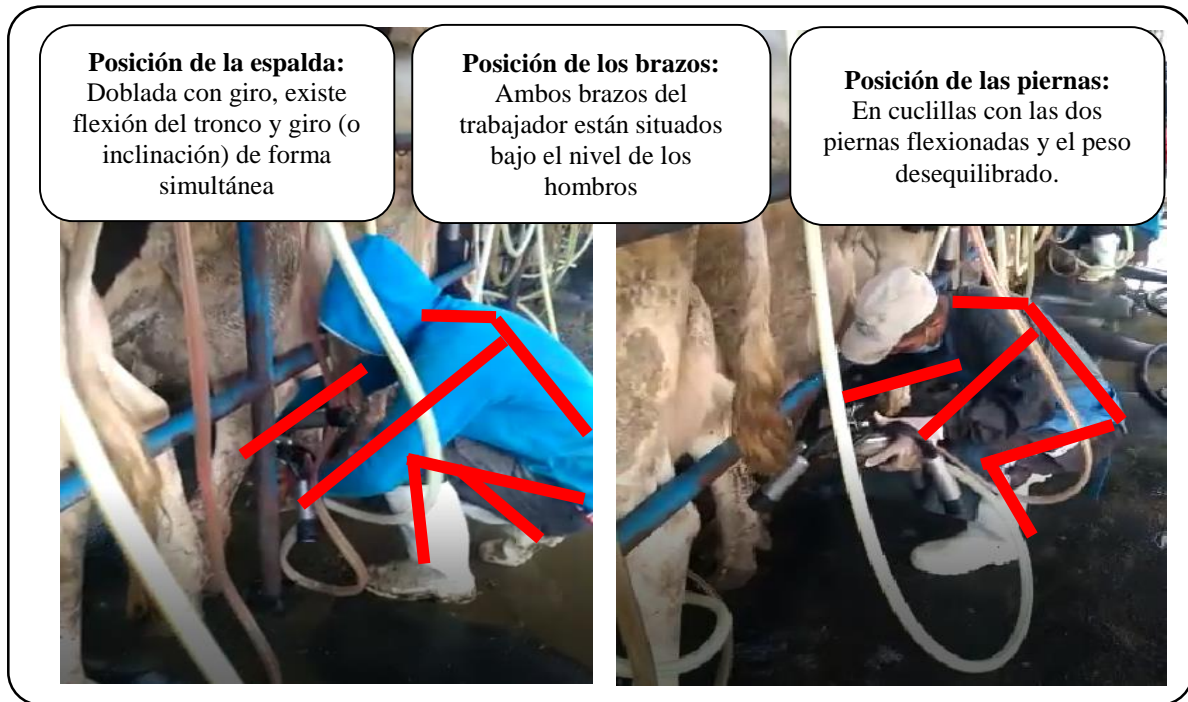


Figura 17. Postura adoptada con mayor riesgo para el sistema de ordeño SEP del establo del Valle de Huaura.

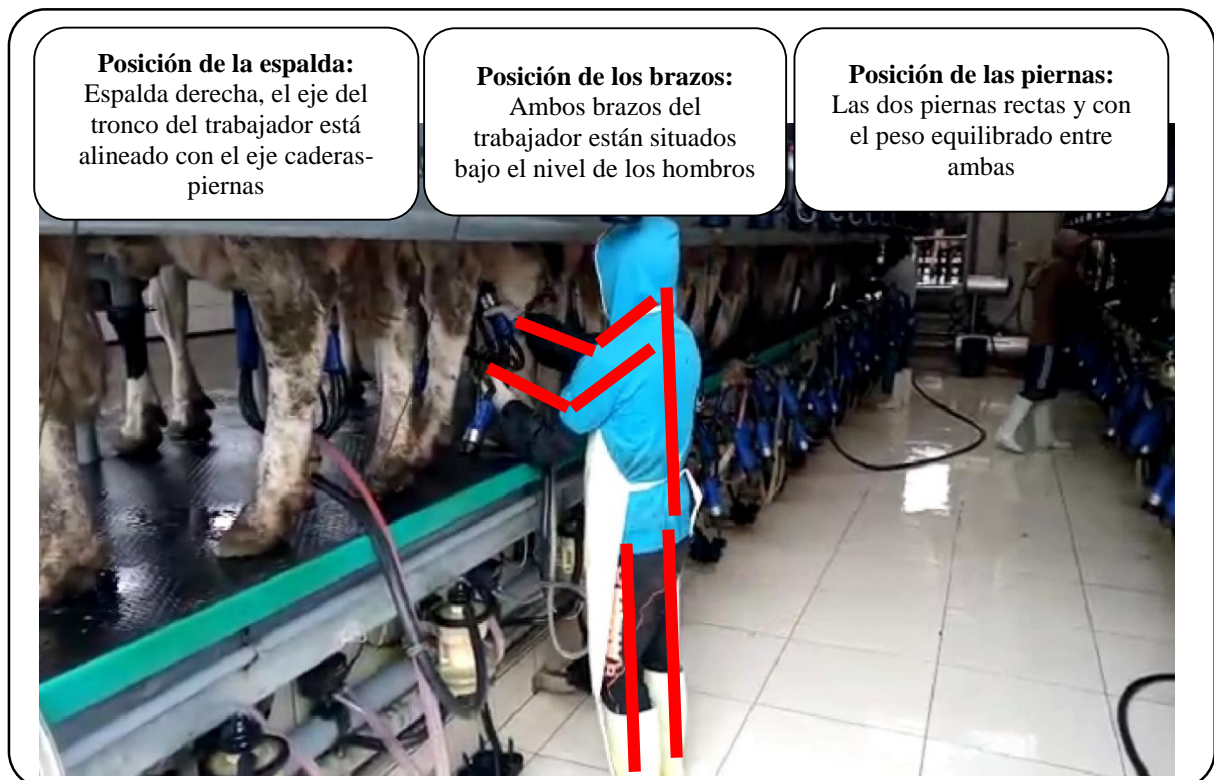


Figura 18. Postura adoptada con mayor riesgo para el sistema de ordeño PSR del establo del Valle de Huaura.

En el ordeño realizado en la sala PSR, se observó que el 100 % de las fases de la rutina de ordeño obtuvieron la categoría 1, donde el trabajador adopta una posición normal que no es capaz de causar daño al sistema musco-esquelético (Figura 18).

4.2.3. Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos

La Figura 19 muestra la valoración mediante el Método JSI que evaluó el riesgo por movimientos repetitivos para SEP y PSR.

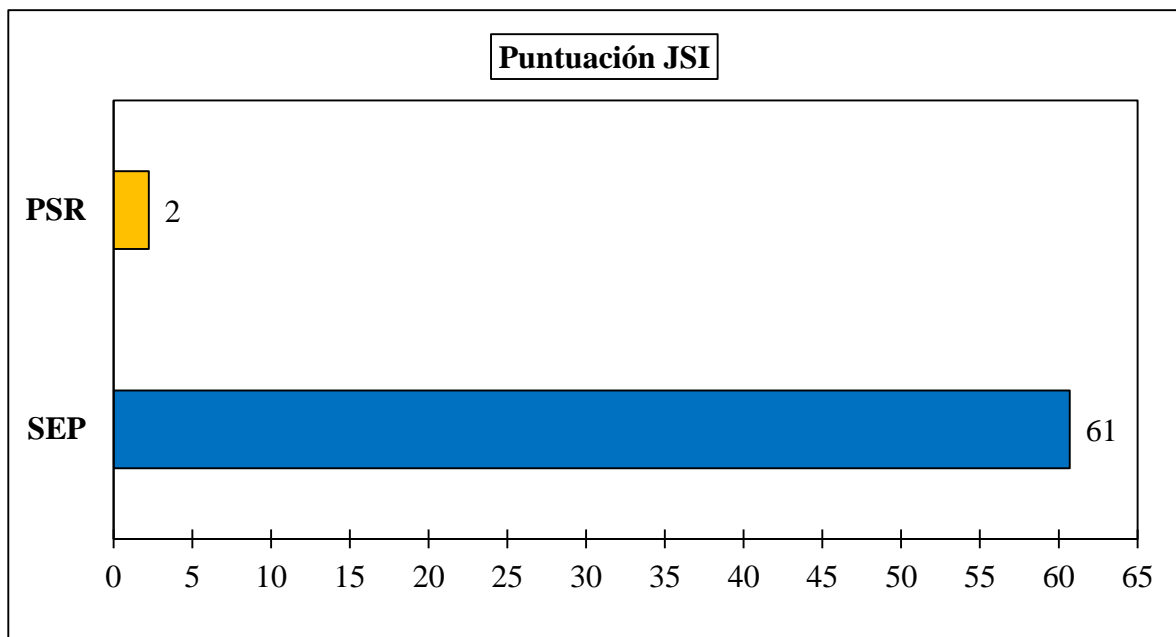


Figura 19. Puntuaciones para valoración del riesgo por movimientos repetitivos para ambos sistemas de ordeño mediante el método JSI.

Fuente: Autoría propia.

CAPITULO V. DISCUSIÓN

4.3. Producción de leche y sistema de ordeño

La producción de leche puede variar según las condiciones de manejo que se apliquen en el establo como la alimentación, época del año, aplicación de tratamientos hormonales y la frecuencia de ordeño. En esta investigación, existieron diferencias significativas para la producción de leche (kg/vaca/día) según la frecuencia de ordeño ($p < 0.0001$). Se obtuvo un promedio de 28.9 kg/día para las vacas que fueron ordeñadas dos veces al día (2X) y 35.3 kg para las vacas ordeñadas 3 veces al día (3X), es decir, en comparación con el ordeño 2X, ordeñar tres veces al día aumentó la producción de leche en un 6.4 kg/día (22 %).

Las vacas ordeñadas 3X incrementaron su promedio de producción comparadas con las vacas ordeñadas 2X, debido a la mayor estimulación de la actividad de las células mamarias (Stelwagen, 2001), renovación y proliferación de las células mamarias (Hale et al., 2003) y mayor actividad enzimática y liberación de hormonas lactogénicas (Ayadi, 2019). Este resultado es consistente con otras investigaciones, sin embargo, el incremento obtenido es superior a lo reportado por Erdman & Varner (1995) al evaluar el efecto de la frecuencia de ordeño 2X y 3X sobre la producción de leche con un incremento fijo de 3.5 kg/día, mientras que estudios más recientes como el de Sharipov et al. (2020) y Sánchez-Duarte (2020) reportaron que las vacas con 2X produjeron 10.7 y 2.2 kg de leche menos al día comparado con aquellas de 3X, respectivamente.

Por otro lado, la magnitud de incremento de 22% se encuentra dentro del rango esperado para un aumento del 3 al 39 % al ordeñar tres veces en comparación con dos veces al día, en vacas lecheras (Ayadi, 2019). Este resultado fue mayor a lo indicado previamente por otros autores (Tabla 1) para producción de leche al pasar de 2X a 3X.

Andrade et al. (2016) reportaron un incremento de 2.9 kg/día equivalente a 8.3 % para 6 vacas con 149 ± 31 días de lactancia. Según lo mencionado por Sharipov et al. (2020), la fase de lactación y el número de parto también afectan la frecuencia de ordeño. Al incrementar la frecuencia de ordeño, el balance energético se vuelve más negativo ya que existe mayor demanda de nutrientes y el incremento en la producción de leche tiende a

disminuir la condición corporal de las vacas (Sánchez-Duarte, 2020), además según la fase de lactación, la disminución en la producción de leche es mayor durante la lactación temprana (Ayadi, 2019) que al final de la lactación (-38 vs. -28%). Esto podría explicar la diferencia con el incremento obtenido en esta investigación, ya que el promedio de días en lactancia fue mayor (204.9 ± 3.7).

Por el contrario, McNamara et al. (2008) y Gutiérrez (2021) no reportaron incrementos para la producción de leche de vacas ordeñadas 2 y 3 veces al día. Cabe indicar que las respuestas al incrementar la frecuencia de ordeño son variables dependiendo si el manejo y alimentación son adecuados para aportar sus requerimientos y mantener a las vacas saludables, de lo contrario, los resultados pueden verse afectados. Esto es demostrado por Deiros (2011) quien obtuvo un descenso en la producción de leche para vacas ordeñadas 4 veces comparadas con aquellas que fueron ordeñadas 2 veces, debido al estado energético negativo más severo en vacas ordeñadas más veces.

4.4. Evaluación ergonómica

Los ordeñadores llevan una media de 8 años laborando en la empresa, con un tiempo mínimo de trabajo de 4 años y el máximo de 18 años. Se aplicaron las diferentes metodologías para la evaluación ergonómica de los ordeñadores bajo los dos sistemas de ordeño, considerando el riesgo global, por posturas y movimientos repetitivos.

4.4.1 Evaluación del riesgo global

El método LEST evaluó de manera general los aspectos de carga física, tiempo de trabajo, carga mental y aspectos psicosociales para el puesto de trabajo de “ordeñador” en el establo.

Respecto a la carga física, el ordeño en SEP indica que existe molestias fuertes y existe fatiga mientras que al pasar a una sala de ordeño PSR indica débiles molestias. Esta evaluación tuvo en cuenta las posturas, el tiempo de trabajo y si las actividades son repetitivas o no. Sin embargo, existen pruebas específicas para un mejor análisis del riesgo por posturas y movimientos repetitivos que se explican más adelante.

En ambos tipos de sala de ordeño, la evaluación para tiempo de trabajo indicó molestias medias, esta evaluación considera la organización del tiempo de trabajo, ya que considera la duración semanal, el horario de los turnos de ordeño, la tolerancia o no a retrasos, la fijación de descansos y si el trabajador puede fijar el horario de término. Para ambos casos, la rutina tiene tiempos definidos para cada actividad, por lo tanto, el ordeñador no puede acelerar ni retrasar su trabajo, no puede realizar pausas en la rutina y debe mantener un ritmo constante.

Otro aspecto evaluado de importancia es la carga mental del trabajador que considera la presión de tiempos, la atención que debe poner a las actividades y la complejidad. Para el SEP se obtuvo que pueden existir molestias medias, esta puntuación mejoró al cambiar a un ordeño en salas PSR donde las molestias fueron clasificadas como “débiles”. La diferencia radica en la atención que deben poner en actividades debido a los riesgos de accidentes que pueden afectar al trabajador, siendo mayor en el caso de SEP, debido a que los ordeñadores se encuentran en cuclillas todo el tiempo y pueden sufrir algún golpe por parte de los animales si no prestan la atención debida. Al pasar al sistema PSR, este riesgo fue menor debido a que existe mejor protección del trabajador y se encuentra al nivel de la ubre facilitando las actividades a realizar.

Finalmente, la evaluación de los aspectos psicosociales está relacionado con el clima organizacional o el ambiente donde el trabajador se desenvuelve, por lo que considera aspectos como la iniciativa, comunicación con sus compañeros, la relación que tiene con el responsable o persona al mando y la condición social. Para ambos casos, la puntuación indica que pueden existir débiles molestias, y que algunas mejoras podrían dar más comodidad a los trabajadores. Esto se debe a que la estructura organizacional del establo se mantuvo durante el periodo evaluado, el ordeñador no puede modificar el orden de las actividades del ordeño porque la calidad del producto obtenido se ve influenciado por su desempeño; por otro lado, el ordeñador puede interactuar con sus compañeros cuando sea necesario, el ordeñador recibe indicaciones de un responsable y existe una jerarquía en los puestos. Las relaciones interpersonales y la relación con el responsable tienen influencia positiva sobre el desempeño de los trabajadores, por ello es necesario implementar mejoras continuas que permitan mantener o mejorar la relación de los ordeñadores con el responsable, también el

desarrollo de actividades recreacionales que permitan interacción entre los trabajadores (Chagray et al. 2020).

Respecto a la condición social, hace referencia a la formación general que debe poseer la persona interesada en el puesto, en este caso el establo requiere de un periodo menor a 3 meses para capacitar técnicamente al ordeñador.

4.4.2. Evaluación del riesgo por posturas

La valoración mediante el Método REBA dio como resultado que el 30 y 33 % para SEP y PSR, respectivamente, obtuvieron la puntuación de 1, riesgo “inapreciable” donde no es necesaria la acción para las actividades de arreo, ingreso a sala de ordeño y retorno al corral, ya que son actividades donde el operario no adopta posturas inestables ni incómodas, ya que consiste en movimientos de desplazamiento.

El 70 % de las actividades de la rutina de ordeño (pre sellado, despunte, limpieza de pezones, colocación de pezoneras, retiro de pezoneras, sellado y limpieza de equipos) tuvieron una puntuación entre 11 a 15, es decir, riesgo por posturas de “**muy alto**” cuando el ordeño se realizó en una sala de tipo espina de pescado sin fosa (SEP), según esta valoración es necesario actuar de inmediato para reducir el riesgo. Mientras que, al pasar a un ordeño en la sala paralela de salida rápida con fosa (PSR) de 0,90 metros, el 67 % de las actividades (pre sellado, despunte, limpieza de pezones, colocación de pezoneras, sellado y limpieza de equipos) obtuvieron una puntuación de 2 a 3, un riesgo “**bajo**”, donde puede ser necesario actuar para evitar futuras complicaciones (Tabla 6), en este tipo de sala no se consideró la actividad de “retiro de pezoneras” ya que dispone de retiradores automáticos.

Resultados similares a esta investigación son mencionados en Brasil, por Caldas de Oliveira et al. (2018), ya que la actividad de colocar las pezoneras obtuvo una puntuación de 8 a 10, de “**alto riesgo**” cuando el trabajador se encuentra de pie, comparado a una puntuación de 11 a 15 de “**muy alto riesgo**” cuando el trabajador se encuentra de cuclillas. Por el contrario, la puntuación REBA obtenida por Martínez (2016) para una sala de ordeño con fosa 0,90 metros de profundidad fue de 4 a 7, es decir “**media**” ya que indicaron que el trabajador realiza mayor coordinación de movimiento de los miembros superiores por la

sujeción de las pezoneras, además de estirar los brazos para poder alcanzar las copas selladoras.

Según el método OWAS, para el ordeño en SEP, los resultados indicaron que el 70 % de las actividades del ordeño (pre sellado, despunte, limpieza, de pezones, colocación de la unidad de ordeño, retiro de la unidad de ordeño, sellado, lavado de equipos y sala de ordeño) tenían un efecto sobre la postura considerablemente dañino sobre el sistema musculo-esquelético (SME) ya que obtuvieron una puntuación de 4, según el método OWAS se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente. Por otro lado, las actividades de arreo de vacas, ingreso a la sala de ordeño y retorno de vacas a corral obtuvieron una puntuación de 1. Estas puntuaciones mejoraron al pasar al sistema PSR, donde todas las actividades obtuvieron la puntuación de 1, considerada normal y natural sin efectos dañinos por lo que no requiere acción.

Resultados similares fueron reportados por Groborz et al. (2011) quienes obtuvieron una puntuación de 3 para las actividades de limpieza de pezones, colocación y retiro de la máquina de ordeño, estas tareas eran realizadas en cuclillas, por lo que era una postura incómoda y podría causar fatiga y daños sobre el SME.

En un sistema de ordeño con fosa, se puede observar mayor trabajo por encima de la cabeza y trabajo a la altura de los hombros ya que existe cierta flexión y extensión de los brazos, aunque este tipo de sala permite al ordeñador estar a la altura de la ubre de la vaca y favorecer actividades como la colocación de las pezoneras (Stål et al., 2000; NYCAMH, 2022) evitando que el ordeñador se encuentre agachado o en cuclillas como era el caso en el SEP. Por ello, la sala de ordeño debe estar adaptada para reducir la flexión, torsión o carga, el trabajo debe estar frente al ordeñador, entre el hombro y la mitad del muslo, para estar en una posición de mantener la curvatura lumbar natural de la espalda, además los implementos deben mantenerse cerca para evitar que el trabajador tenga que estirarse o agacharse (Worksafe New Zeland, 2014).

Los trabajadores del establo indicaron que mientras realizaban el ordeño bajo el SEP, sufrían de dolores de rodilla, espalda y cintura debido a la posición incómoda. Esto concuerda con lo indicado por Nonnenmann et al. (2010) sobre el mayor riesgo que el

trabajador sufra de osteoartritis de rodilla cuando adopta posiciones de cuclillas comparado a un ordeño realizado en una sala con fosa donde no existe flexión de las rodillas. Por otro lado, uno de los problemas posibles bajo el tipo de sala PSR sería la postura de los pies, ya que deben mantenerse erguidos y de pie durante toda la rutina de ordeño Cecchini et al. (2005) indicaron que este problema puede disminuirse dando un pequeño periodo de descanso entre turnos o disponiendo de más ordeñadores por turno.

4.4.3. Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos

Caldas de Oliveira et al. (2018) indican que el riesgo ergonómico es causado principalmente por posturas forzadas y movimientos repetitivos sobre todo en las muñecas y las manos. El método JSI implica la valoración la mano, la muñeca, el antebrazo y el codo. Se obtuvo una puntuación mayor a 7 para SEP, lo que indica que la tarea de ordeño mediante este sistema es de alto riesgo para la salud del trabajador, sobre todo en las tareas que incluyen el movimiento hacia arriba y hacia debajo de los miembros superiores durante la limpieza de los pezones, y la colocación y extracción de las pezoneras. Esto es reafirmado por Douphrate et al. (2016), quienes reportaron que más del 80% de ordeñadores encuestados indicaron padecer de uno o más síntomas en las extremidades superiores, concretamente en los hombros y la muñeca/mano durante todo el año. Por lo que es necesario tener en cuenta mejorar las condiciones laborales específicas de las salas de ordeño, ya que la realización de la misma tarea repetidamente, los descansos insuficientes, el trabajo cuando se está lesionado, las posturas estáticas, las condiciones ambientales adversas y los estiramientos por encima de la cabeza incrementan los problemas musculo esqueléticos.

Para el caso del establo evaluado, los trabajadores se encontraban distribuidos en dos grupos de 3 ordeñadores, el grupo 1 realizaba un turno de ordeño de 1 am – 8 am (7 horas), mientras el grupo 2 realizaba el ordeño de 1 pm – 7 pm (6 horas). Siendo necesario disminuir la intensidad, velocidad y duración de las tareas realizadas por el trabajador, además de tratar de cambiar la posición de la muñeca a una posición más neutral, ya que una inclinación del tronco mayor a 20° aumenta la carga física sobre la parte inferior de la espalda cuando se trabaja por debajo de la altura de los hombros (Jakob et al., 2012).

Al cambiar el ordeño en una sala de tipo PSR, el grupo 1 realizaba el ordeño de 1:30 am – 6 am (4,5 horas el turno), mientras el grupo 2 realizaba el ordeño en dos turnos de 8 am – 11:30 am y de 3 pm – 6:30 pm (3,5 horas por turno), el grupo 1 y 2 rotaban los horarios cada semana, por lo que entre turnos de ordeño tenían periodos de descanso que podrían evitar el exceso de esfuerzo realizado por los ordeñadores. Al realizar la evaluación con este sistema, se obtuvo una puntuación menor a 3, considerada como probablemente segura.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Después de analizar el impacto del sistema de ordeño sobre la producción de leche y el riesgo ergonómico en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura, se puede concluir:

- La frecuencia de ordeño tuvo una influencia positiva significativa en la producción diaria de leche, se obtuvo un promedio de 28.9 y 35.3 kg/vaca/día para 2X y 3X, respectivamente, representando un incremento del 22 %.
- El tipo de sala de ordeño empleado tiene un impacto directo sobre el riesgo ergonómico de los ordeñadores en todas las evaluaciones realizadas para el riesgo global, riesgo por posturas y movimientos repetitivos. La sala de ordeño en espina de pescado sin fosa obtuvo puntuaciones que indicaron riesgos muy altos y dañinos para el sistema musco-esquelético comparado al ordeño realizado en una sala paralela de salida rápida con fosa que obtuvo puntuaciones que indicaron riesgos inapreciables, bajos y posiblemente seguros para el sistema musco-esquelético.

6.2. Recomendaciones

- Para incrementar la frecuencia de ordeño se debe tener en cuenta el manejo de la alimentación, condición corporal, etapa de lactancia para obtener resultados favorables.
- La instalación de una sala de ordeño debe adaptarse a las necesidades de los trabajadores, teniendo en cuenta la altura de trabajo, cercanía de los objetos, seguridad del trabajador, así como brindar las condiciones necesarias para minimizar los riesgos de sufrir trastornos musco-esqueléticos.
- Tener en cuenta la Resolución Ministerial N° 375-2008-TR e implementar la evaluación ergonómica en empresas del rubro pecuario para garantizar el bienestar de los trabajadores e incrementar la productividad.

CAPITULO VII. REFERENCIAS

- Allen, D. B., DePeters, E. J., & Laben, R. C. (1986). Three times a day milking: effects on milk production, reproductive efficiency, and udder health. *Journal of Dairy Science*, 69(5), 1441-1446. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80553-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80553-7)
- Allen, S. (2017). 4 Modern milking parlor designs. Recuperado de <https://www.dairydiscoveryzone.com/blog/4-modern-milking-parlor-designs>
- Amos, H. E., Kiser, T., & Loewenstein, M. (1985). Influence of milking frequency on productive and reproductive efficiencies of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 68(3), 732-739. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)80880-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)80880-8)
- Andrade, R., Caro, Z. E., & Porras, J. L. (2016). Efecto de la frecuencia de ordeño en la producción y comportamiento de vacas lecheras en lactancia. *Revista Científica*, 26(1), 33-40.
- Annen, E. L., Collier, R. J., McGuire, M. A., & Vicini, J. L. (2004). Effects of dry period length on milk yield and mammary epithelial cells. *Journal of Dairy Science*, 87, E66-E76. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70062-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70062-4)
- Asensio-Cuesta, S., Bastante-Ceca, J., Diego-Más, (2012). *Evaluación ergonómica de puestos de trabajo*. Madrid, España: Paraninfo. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=v5kFfWOUh5oC&lpg=PP1&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=true>
- Atashi, H. (2015). Effect of milking frequency on the lactation performance and lactation curve of Holstein dairy cows in Iran. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 5(2), 273-278.

- Ayadi, M. (2019). Optimization of milking frequency in dairy ruminants. Lactation in Farm Animals - Biology, Physiological Basis, Nutritional Requirements, and Modelization. doi: 10.5772/intechopen.87303
- Baiju, N. T. (2020). History of automatic milking systems (AMS) – Timeline. Recuperado de <https://roboticsbiz.com/history-of-automatic-milking-systems-ams-timeline/>
- Barnes, M. A., Pearson, R. E., & Lukes-Wilson, A. J. (1990). Effects of Milking Frequency and Selection for Milk Yield on Productive Efficiency of Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 73, 1603-1611.
- Boeris, M. A., Meglia, G. E., & Genero, G. A. (2016). *Glándula mamaria y lactación*. La Pampa, Argentina: EdUNLPam.
- Boujenane, I. (2019). Effects of milking frequency on milk production and composition of Holstein cows during their first three lactations. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 9(1), 25-29.
- Callejo, A. (2008). Centros de ordeño: elección, tipos y diseños. *Revista Ganadería*, 5, 24-27.
- Caldas de Oliveira, C., de Paula, A. A., Ulbricht, L., Pereira, A. R., & Belinelli, M. M. (2018). Salud en el medio rural: evaluación postural de los trabajadores del ordeño en Brasil. *Cah. Agric.*, 27, 35004. <https://doi.org/10.1051/cagri/2018021>
- Campos, M. S., Wilcox, C. J., Head, H. H., Webb, D. W., & Hayen, J. (1994). Effects on production of milking three times daily on first lactation Holsteins and Jerseys in Florida. *Journal of Dairy Science*, 77, 770-773.
- Campos, I. M., Pinillos, W. R., & Martínez, G. S. (2020). Factores que influyen en el cambio del ordeño manual al ordeño mecánico medido por productividad, infraestructura e

- higiene. En W. R. Pinillos Castillo (Ed.), *Procesos de investigación con mirada translocal* (pp. 73-97). Universidad de Cundinamarca.
- Cecchini, M., Monarca, D., & Porceddu, P. R. (2005). Workers' safety in milking premises. *Journal of Agricultural Safety and Health*, 11(3): 293–300
- CENEA (2019). Ergonomía en las empresas de Perú. Recuperado de <https://www.cenea.eu/ergonomia-ocupacional-peru/>
- Chagray N. H., Ramos Y Yovera, S. E., Neri, A. C., Maguiña, R. M., & Hidalgo, Y. N. (2020). Clima organizacional y desempeño laboral, caso: empresa lechera peruana. *Revista Nacional De Administración*, 11(2), e3297. <https://doi.org/10.22458/rna.v11i2.3297>
- Chavez, D. J. P., & Zamora, R. L. L. (2019). *Implementación de un plan ergonómico para disminuir los riesgos en la empresa Producciones Ganaderas Andinas S.A.C, 2019* (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Trujillo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39970>
- Collier, R. J., Xiao, Y., & Bauman, D. E. (2017). Chapter 1. Regulation of factors affecting milk yield. *Nutrients in Dairy and their Implications on Health and Disease*, 3-17. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809762-5.00001-2>
- Deiros, J., Quintela, L. A., Peña, A. I., Becerra, J. J., Barrio, M., Rey, C., & Herradón, P. G. (2005). Incremento de la frecuencia de ordeño em vacuno lechero de alta producción, influencia sobre el metabolismo y la eficacia reproductiva. *Buiatría Española*, 10(1), 161-167.

- Deiros, J. (2011). *Efecto del incremento del ordeño sobre la capacidad productiva de vacas lecheras. Aplicación al uso "Robots de Ordeño"* (tesis de posgrado). Universidad de Santiago de Compostela, España.
- Delamaire, E., & Guinard-Flament, J. (2006). Increasing milking intervals decreases the mammary blood flow and mammary uptake of nutrients in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89, 3439-3446.
- Department of Health and Human Services (2001). *Simple solutions: ergonomics for farm workers*. Recuperado de <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2001-111/default.html>
- DePeters, E. J., Smith, N. E., & Acedo-Rico, J. (1985). Three or two times daily milking of older cows and first lactation cows for entire lactations. *Journal of Dairy Science*, 68, 123-132.
- Delamaire, E., & Guinard-Flament, J. (2006). Increasing Milking Intervals Decreases the Mammary Blood Flow and Mammary Uptake of Nutrients in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 89(9), 3439-3446. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72381-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72381-5)
- Diego-Mas, J. A. (2015a). *Análisis ergonómico global mediante el método LEST*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/lest/lest-ayuda.php>
- Diego-Mas, J. A. (2015b). *EPR - Evaluación postural rápida*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/epr/epr-ayuda.php>

- Diego-Mas, J. A. (2015c). *Evaluación postural mediante el método REBA*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- Diego-Mas, J. A. (2015d). *Evaluación postural mediante el método OWAS*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>
- Diego-Mas, J. A. (2015e). *Evaluación de la repetitividad de movimientos mediante el método JSI*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/jsi/jsi-ayuda.php>
- Douphrate, D. I., Nonnenmann, M. W., Hagevoort, R., & Gimeno Ruiz de Porras, D. (2016). Work-Related Musculoskeletal Symptoms and Job Factors Among Large-Herd Dairy Milkers. *Journal of Agromedicine*, 21(3), 224-233. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2016.1179612>
- EHSQ Group (2018). Historia de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Recuperado de <http://ehsqgroup.com/noticias/2018/04/27/historia-de-la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>
- Erdman, R. A., & Varner, M. (1995). Fixed yield responses to increased milking frequency. *Journal of Dairy Science*, 78(5), 1199-1203. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76738-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76738-8)
- Esguerra, J. C., Cassoli, L. D., Múnera-Bedoya, O. D., Cerón-Muñoz, M. F., & Machado, P. F. (2018). Calidad de la leche: Factores asociados al personal vinculado al ordeño. *Revista MVZ Córdoba*, 6461-6473. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1241>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. (1989). *Milking, milk production hygiene and udder health*. Recuperado de <https://www.fao.org/3/T0218E/T0218E00.htm#TOC>.
- Fundación para la prevención de riesgos laborales. (2015). *Métodos de Evaluación Ergonómica*. Recuperado de https://istas.net/sites/default/files/2019-12/M4_MetodosEvaluaci%C3%B3nErgo.pdf
- Gisi, D. D., Depeters, D., & Pelissier, C. L. (1986). Three Times Daily Milking of Cows in California Dairy Herds. *Journal of Dairy Science*, 69, 863-868.
- Gorewit, R. C. (1988). Lactation biology and methods of increasing efficiency. En W. R. Committee on Technological Options to Improve the Nutritional Attributes of Animal Products, National Research Council (Ed.), *Designing Foods: Animal Product Options in the Marketplace* (pp. 208-220). National Academy Press.
- Goulart, M. M. (2014). *A history, description, and comparison of different brands of dairy parlor equipment and which designs are the best fit for different sized dairy operations* (Tesis de posgrado). California Polytechnic State University, San Luis Obispo.
- Groborz, A., Tokarski, T., & Roman-Liu, D. (2011) Analysis of postural load during tasks related to milking cows—a case study. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 17:4, 423-432. doi: 10.1080/10803548.2011.11076905
- Gutiérrez, H. L. (2021). Impacto de la frecuencia de ordeño sobre la producción de leche de vacas Holstein experimentando lactancias prolongadas debido a fallas reproductivas. Recuperado de Ganaderia.com

- Hale, S. A., Capuco, A. V., & Erdman, R. A. (2003). Milk yield and mammary growth effects due to increased milking frequency during early lactation. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2061-2071. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73795-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73795-3)
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Hidalgo, Y. N., García, M. E. C., Gutiérrez, G. A., & Chagray, N. H. (2021). Tendencia genética y fenotípica de la producción de leche: Caso de un establo comercial del valle de Huaura, Perú. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 22(1). https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num1_art:1892
- Jakob, M., Liebers, F., & Behrendt, S. (2012). The effects of working height and manipulated weights on subjective strain, body posture and muscular activity of milking parlor operatives—Laboratory study. *Applied Ergonomics*, 43(4), 753-761. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.11.009>
- Jiménez, C. (2011). *Investigación y evaluación del riesgo ergonómico orientado a las posiciones y posturología, a la cual están expuestos los trabajadores de los puestos oscar 2 y victor turno de la empresa ADC&HAS Mangement Ecuador S.A., operadora del aeropuerto internacional Mariscal Sucre de la ciudad de Quito*. (Tesis de maestría). Universidad Internacional SEK, Quito. Recuperado de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/347/1/TESIS%20C%3%89SAR%20EDUARDO%20JIM%20C%3%89NEZ%20ROSERO.pdf>
- Klei, L.R., Lynch, J. M., Barbano, D. M., Oltenacu, P. A., Lednor, A. J., & Bandler, D. K. (1997). Influence of Milking Three Times a Day on Milk Quality. *Journal of Dairy Science*, 80, 4727-436.

- Knight, C. H., & Wilde, C. J. (1987). Mammary Growth During Lactation: Implications for Increasing Milk Yield. *Journal of Dairy Science*, 70(9), 1991-2000. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(87\)80241-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(87)80241-2)
- Knight, C. H., Peaker, M., & Wilde, C. J. (1998). Local control of mammary development and function. *Reviews of Reproduction*, 3(2), 104-112. <https://doi.org/10.1530/ror.0.0030104>
- Kolstrup, L. C., & Jakob, M. (2016). Epidemiology of musculoskeletal symptoms among milkers and dairy farm characteristics in Sweden and Germany. *Journal of Agromedicine*, 21(1), 43-55. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2015.1106373>
- Lundqvist, P., Stål, M., & Pinzke, S. (1997). Ergonomics of Cow Milking in Sweden. *Journal of Agromedicine*, 4(1-2), 169-176. https://doi.org/10.1300/J096v04n01_21
- Martínez, E. (2016). *Identificación y Evaluación de Riesgos Ergonómicos Relativos a la Carga Física en una Explotación Vacuna* (tesis de posgrado). Universidad Miguel Hernández De Elche, España.
- McNamara, S., Murphy, J. J., O'Mara, F. P., Rath, M., & Mee, J. F. (2008). Effect of milking frequency in early lactation on energy metabolism, milk production and reproductive performance of dairy cows. *Livestock Science*. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.11.013>
- Mokarami, H., Varmazyar, S., Kazemi, R., Taghavi, S. M., Stallones, L., Marioryad, H., & Farahmand, F. (2019). Low cost ergonomic interventions to reduce risk factors for work related musculoskeletal disorders during dairy farming. *Work (Reading, Mass.)*, 64(2), 195-201. <https://doi.org/10.3233/WOR-192986>

- New York Center for Agricultural Medicine and Health, NYCAMH. (2022). *Ergonomic considerations in dairy work: Explanation of Work Tasks*. Recuperado de <http://www.farmworkercliniciansmanual.com/index.php/patient-farm-type/dairy/common-dairy-hazards/ergonomic-conditions/>
- Nonnenmann, M.W., Anton, D.C., Gerr, F., & Yack, H.J. (2010). Dairy Farm Worker Exposure to Awkward Knee Posture During Milking and Feeding Tasks. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 7, 483-489.
- Number 8 Network. (2021). The changing face of the NZ cow shed. Recuperado de <https://www.number8network.co.nz/2021/05/24/the-changing-face-of-the-nz-cow-shed/>
- Paredes Gogin, C. S. (2017). Riesgos ergonómicos en trabajadores agrícolas de tambo de mora, chincha, 2017. *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10907>
- Penry, J. F., Crump, P. M., Hernandez, L. L., & Reinemann, D. J. (2018). Association of milking interval and milk production rate in an automatic milking system. *Journal of Dairy Science*, 101(2), 1616-1625. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12196>
- Pinzke, S., Stal, M., & Hansson, G.-Å. (2001). Physical workload on upper extremities in various operations during machine milking. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 8(1), 63-70.
- Poole, D. A. (1982). The effects of milking cows three times daily. *Animal Production*, 34, 197-201. <https://doi.org/10.1017/S0003356100000672>
- Portal multimedia para la Prevención de Riesgos Ergonómicos en el Sector Agrario. (2015). Riesgos ergonómicos en el sector agrario. Recuperado de <https://agrario.ibv.org/>

- Quintero, J. C. (2010). *Diseño de un sistema de ordeño mecánico portátil* (tesis de pregrado). Universidad EAFIT, Colombia.
- Reinemann, D. J., & Rasmussen, M. D. (2011). Milking Parlor Types. *Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)*, 959-964. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00361-7>
- Riesgolab. (2022). *Herramientas metodológicas para la evaluación del riesgo ergonómico en el trabajo*. Recuperado de <https://www.riesgolab.com/index.php/component/k2/item/964-con-que-evaluar-el-riesgo-ergonomico>
- Riford, L. S. (1922). Does it pay to milk three times a day. *Hoard's Dairyman* 19, 661-681.
- Rivera, M. S. (2004). *La ubre de la vaca*. Recuperado de <https://ganaderiasos.files.wordpress.com/2016/05/la-ubre-de-la-vaca.pdf>
- Sanchez-Duarte, J. I., Garcia, A., Rodríguez-Hernández, K., Reta-Sánchez, D. G., Salinas-Gonzalez, H., Ochoa-Martínez, E., & Reyes-González, A. (2020). Production response in dairy cows milked two or three times a day: A meta-analysis. *Veterinaria México OA*, 7(2). <https://doi.org/10.22201/fmvz.24486760e.2020.2.562>
- Schmidt, G. H. 1971. *Biology of Lactation*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid. (2016). *Métodos de evaluación ergonómica*. Madrid, España: Unigraficas GPS. Disponible en <https://madrid.ccoo.es/54c00d40d3dea466094a35e6b6a867d9000045.pdf>
- Sharipov, D., Kayumov, R., Akhmetov, T., Ravilov, R., & Akhmetzyanova, F. (2020). The effect of milking frequency and intervals on milk production and functional

- properties of the cows' udder in automatic milking systems. *BIO Web of Conferences*, 17, 00036. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700036>
- Singh, R. (2020). *Concept of milking machine in dairy cattle (Modus operandi, Advantages & Disadvantages)*. Disponible en <https://www.pashudhanpraharee.com/concept-of-milking-machine-in-dairy-cattlemodus-operandi-advantages-disadvantages/>
- Smith, J. W., Ely, L. O., Graves, W. M., & Gilson, W. D. (2002). Effect of Milking Frequency on DHI Performance Measures. *Journal of Dairy Science*, 85, 3526–3533.
- Stål, M., Hansson, G.-Å., & Moritz, U. (2000). Upper extremity muscular load during machine milking. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26(1), 9-17. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(99\)00059-1](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(99)00059-1)
- Stelwagen, K., Farr, V. C., McFadden, H. A., Prosser, C. G., & Davis, S. R. (1997). Time course of milk accumulation-induced opening of mammary tight junctions, and blood clearance of milk components. *The American Journal of Physiology*, 273(1 Pt 2), R379-386. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1997.273.1.R379>
- Stelwagen, K. (2001). Effect of Milking Frequency on Mammary Functioning and Shape of the Lactation Curve. *Journal of Dairy Science*, 84(E. Suppl.), E204-E211.
- Swett, W. W. (1927). Relation of Conformation and Anatomy of the Dairy Cow to Her Milk and Butterfat Producing Capacity. *Journal of Dairy Science*, 10(1), 1-14. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(27\)93810-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(27)93810-7)
- Van Vleck, R. (1996). *Early Cow Milking Machines*. Recuperado de <http://www.americanartifacts.com/smma/milker/milker.htm>

- Wall, E. H., & McFadden, T. B. (2008). Use it or lose it: Enhancing milk production efficiency by frequent milking of dairy cows¹. *Journal of Animal Science*, 86(suppl_13), 27-36. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0318>
- Wall, E., & McFadden, T. (2012). Regulation of Mammary Development as It Relates to Changes in Milk Production Efficiency. En *Milk Production—An Up-to-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/50777>
- Woodward, T. E. (1931). *The production of dairy cows as affected by frequency and regularity of milking and feeding*. Circular 180. USDA.
- Worksafe New Zealand (2014). Good practice guidelines Staying safe in and around farm dairies. Recuperado de <https://tinyurl.com/23cyr2jz>

ANEXOS

Anexo 1. Instrumento aplicado

Tesis “Sistema de ordeño y su impacto en la producción de leche y el riesgo ergonómico en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura”

Nombre del trabajador:

Tiempo de labor como ordeñador:

Por favor responda las siguientes preguntas, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Sistema de ordeño anterior: Sala de ordeño en espina de pescado (SEP) sin fosa con 2X (2 ordeños/día).
- Sistema de ordeño actual: Sala de ordeño en Paralelo con salida rápida (PSR) con fosa con 3X (3 ordeños/día).

I. Repetitividad de movimientos

- 1) El esfuerzo necesario para realizar el ordeño era:
a) Ligero b) Un poco duro c) Duro d) Muy duro e) Cercano al máximo
- 2) ¿A qué ritmo desempeñaba su trabajo?
a) Muy lento b) Lento c) Regular d) Rápido e) Muy rápido
- 3) ¿Cuánto tiempo diario dedicaba al ordeño?
a) < 1 hora b) 1 a 2 h c) 2 h a 4 h d) 4 h y 8 h e) >8 horas

II. EVALUACIÓN GLOBAL

Carga Física

- 4) Marque las posturas que adoptaba durante su labor:
a) Sentado: Normal [] Inclinado [] Brazos por encima de los hombros []

- b) De pie: Normal [] Inclinado [] Muy inclinado []
 Brazos por encima de los hombros [] Brazos extendidos
 frontalmente []
- c) Arrodillado: Normal [] Inclinado [] Brazos por encima de los
 hombros []
- d) Agachado: Normal [] Inclinado [] Brazos por encima de los
 hombros []

5) Tipo de esfuerzos realizados:

- a) Continuos b) Breves pero repetidos

** Si marcó **continuos**, responder cuánto tiempo realizaba el esfuerzo en minutos por hora (min/h):

- a) 5 min/h b) 5 a 10 min/h c) 10 a 20 min/h d) 20 a 35 min/h e) 35 min/h f) 50 min/h a más

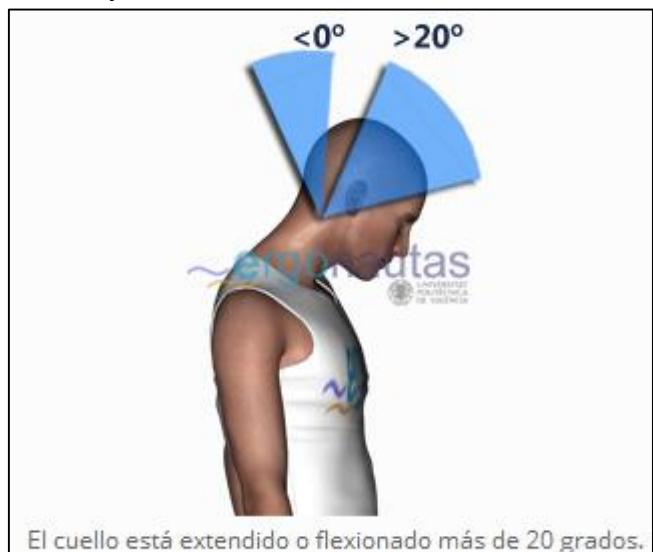
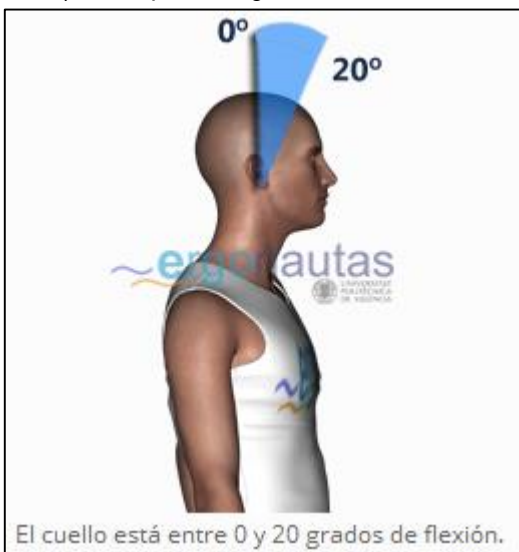
** Si marcó **breves pero repetidos** responder, cuántas vacas ordeñaba por hora:

- a) <30 b) 30 a 40 c) 40 a 50 d) más de 50 e) Especificar:

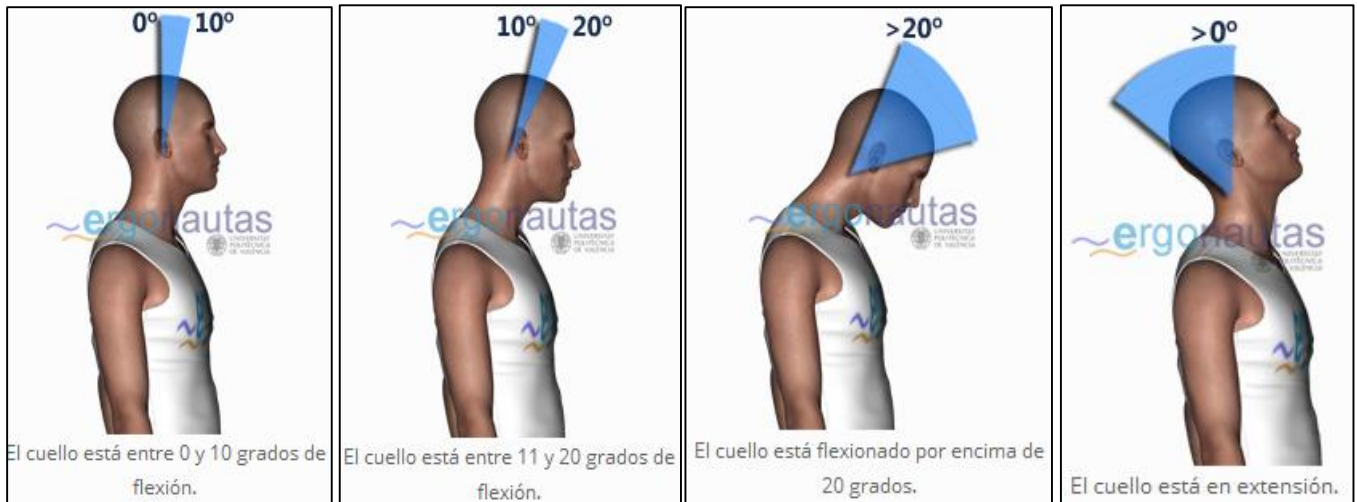
- a) Peso de la unidad de ordeño aproximado en kilogramos:

Carga Postural

6) Marque el ángulo de flexión del cuello del trabajador cuando ordeñaba en el sistema anterior



7) Marque el ángulo de flexión del cuello del trabajador cuando ordeñaba en el sistema anterior

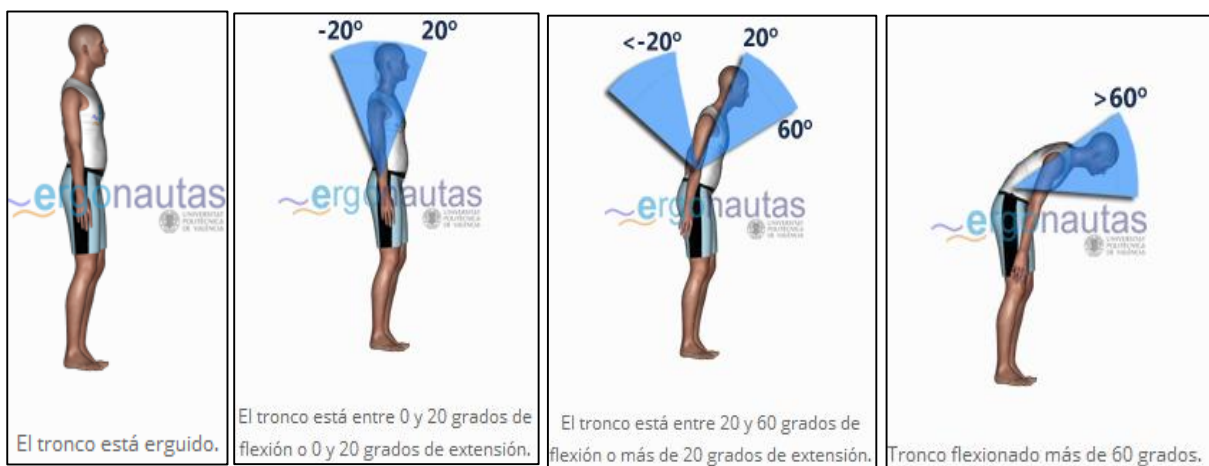


8) Marque la imagen si existía torsión lateral del cuello, o marque si no existía:



O No existía
torsión []

9) Marque el ángulo de flexión del del tronco del trabajador cuando ordeñaba en el sistema anterior



10) Marque la imagen, si existía torsión lateral del tronco, o marque si no existía:



O No existía
torsión []

11) Marque la imagen que indica la posición de las piernas del trabajador cuando realizaba el ordeño en el sistema anterior.

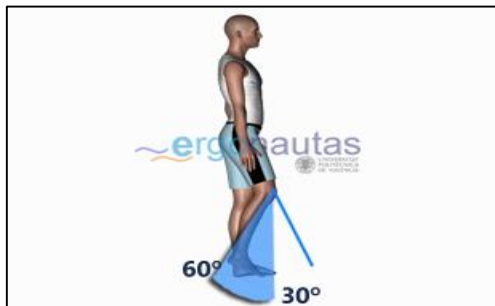


Soporte en ambas piernas

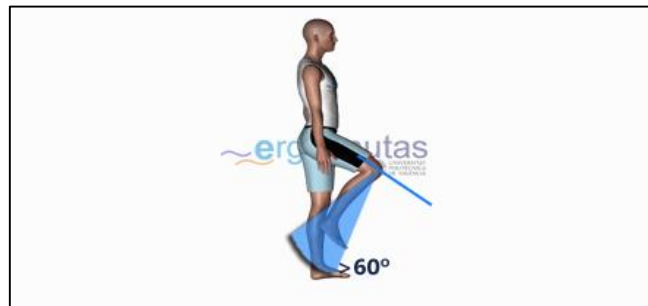


Soporte ligero en una pierna,

12) Marque la imagen que indica la posición de las piernas del trabajador cuando realizaba el ordeño en el sistema anterior.



Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.



Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).

Grupo B: Extremidades superiores

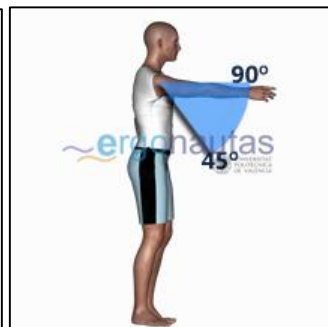
13) Marque el ángulo de flexión del brazo del trabajador cuando ordeñaba en el sistema anterior



El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.



El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.



El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.



El brazo está flexionado más de 90 grados.

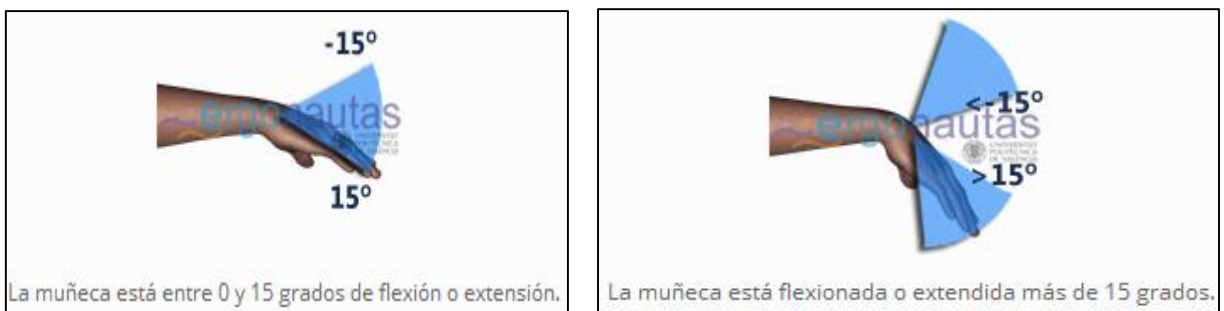
14) Marque la imagen según la posición que adoptaban los brazos cuando ordeñaba en el sistema anterior



15) Marque el ángulo de flexión del antebrazo del trabajador cuando ordeñaba en el sistema



16) Marque el ángulo de flexión de la muñeca del trabajador cuando ordeñaba en el sistema anterior



17) Marque la imagen, si existía torsión de la muñeca, o marque si no existía:



O No existía
torsión []

III. Evaluación global

Aspectos psicosociales: Iniciativa

- 18) ¿El ordeñador puede organizar su trabajo alterando el orden en que realiza las operaciones?
a) SI b) NO
- 19) ¿El ordeñador puede controlar el ritmo de su trabajo?
a) Ritmo constante b) Puede adelantarse
- 20) ¿El ordeñador tiene la posibilidad de adelantar su trabajo sin tener que mantener un ritmo en sus actividades?
a) SI b) NO
- 21) ¿El ordeñador es responsable del buen acabado del producto?
a) SI b) NO
- 22) El ordeñador puede corregir imperfecciones
a) SI b) NO
- 23) Definición de la norma de calidad
a) Muy estricta b) Con márgenes de tolerancia a errores
- 24) El trabajador puede influir positivamente en la calidad del producto o proceso que realiza
a) Ninguna b) Débil c) Sensible d) Casi total
- 25) En caso de errores, indicar si son posibles los errores y qué repercusión tienen.
a) Incidente menor: mismo ordeñador
b) Incidente menor: otro ordeñador
c) Incidente importante y menor: ordeñador
- 26) La regulación de la maquinaria a cargo de:
a) El mismo ordeñador b) Otro

Aspectos psicosociales: Comunicación con los demás trabajadores

- 27) Número de personas en un radio de 6 metros
a) 0 b) 1 a 2 c) 3 a 9 d) 10 a 19

- 28) Durante su labor, el ordeñador puede hablar:
- a) Si
 - b) No
 - c) Algunas palabras
- 29) Indicar si existe necesidad de hablar para realizar el ordeño
- a) Ninguna necesidad
 - b) Intercambio poco frecuente
 - c) Intercambios frecuentes
- 30) Indicar si existe responsables en el grupo de ordeño
- a) Ningún responsable
 - b) Un responsable activo
 - c) Más de un responsable activo

Aspectos psicosociales: Relación con el mando

- 31) Frecuencia de las órdenes de los mandos a lo largo de la jornada
- a) Muchas órdenes
 - b) Órdenes al inicio y a petición del ordeñador
 - c) No hay órdenes
- 32) Número de trabajadores dependientes de cada responsable en el primer nivel de mando.
- a) <10
 - b) Entre 11 y 20
 - c) >20
- 33) Indicar la dependencia de puestos de categoría superior (no jerárquica).
- a) Depende de varios puestos
 - b) Depende de un solo puesto
 - c) Puesto independiente
- 34) ¿Cuánto tiempo de aprendizaje requiere el trabajador para ocupar el puesto?
- a) 1h
 - b) 1día
 - c) 1 semana
 - d) 2 semanas
 - e) 1 mes
 - f) 1 a 3 meses
 - g) Más de 3 meses
- 35) Nivel de formación general requerido para ocupar el puesto.
- a) Ninguna
 - b) Saber leer, escribir y contar, pero no estudios técnicos.
 - c) Formación técnica en el establo (menor a 3 meses)
 - d) Formación técnica en el establo (mayor a 3 meses)
 - e) Formación profesional o bachillerato

Carga Mental

- 36) El tipo de trabajo es:
a) Repetitivo b) No repetitivo
- 37) ¿Cuál es el tiempo que necesita el trabajador para alcanzar el ritmo al que trabaja normalmente?
a) Menos de media hora b) Media hora a 1d c) Más de 1d
- 38) Modo de remuneración
a) Salario fijo
b) Salario según rendimiento grupal
c) Salario según rendimiento individual
- 39) Existen pausas (sin contar refrigerio)
a) Más de una en una jornada
b) Una en media jornada
c) No hay pausas
- 40) ¿El trabajo realizado es en cadena?, es decir, el ordeñador dispone de un tiempo determinado para realizar el ordeño, de tal forma que los retrasos causan perturbaciones.
a) Si b) No
- 41) ¿El ordeñador puede recuperar las horas retrasadas de trabajo?
a) Si b) No
- 42) ¿El ordeñador puede ausentarse de su puesto en su horario establecido?
a) Si b) No
- 43) En caso de ausentarse momentáneamente el trabajador debe hacerse sustituir.
a) Si b) No
- 44) La ausencia del trabajador retrasa la producción o trae consecuencias.
a) Si b) No
- 45) El nivel de atención requerido para el ordeño es:
a) Débil b) Medio c) Elevado d) Muy elevado
- 46) El mantenimiento de atención por cada hora de trabajo es:
a) <10 min b) 10 a 20 min c) 20 a 40 min d) Más de 40 min
- 47) Riesgos por no atender:
a) Accidentes ligeros b) Accidentes severos c) Accidentes graves

Espalda

Espalda derecha



Espalda doblada



Espalda con giro



Espalda doblada con giro



Brazos

Los dos brazos bajos



Un brazo bajo y el otro elevado



Los dos brazos elevados



Piernas

Sentado



De pie



Sobre pierna recta



Sobre rodillas flexionadas



Sobre rodilla flexionada



Arrodillado



Andando



Anexo 2. Matriz de consistencia

SISTEMA DE ORDEÑO Y SU IMPACTO EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y EL RIESGO ERGONÓMICO EN UN ESTABLO DEL VALLE DE HUAURA					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿En qué medida el sistema de ordeño impacta sobre la producción de leche y el riesgo ergonómico en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura?	Analizar el impacto del sistema de ordeño sobre la producción de leche y el riesgo ergonómico en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura	La producción de leche y el riesgo ergonómico están influenciados por el Sistema de Ordeño en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura.	Identificación de Variables: Variable independiente (X): Sistema de ordeño. Variable dependiente (Y): Y1. Producción de leche Y2. Riesgo ergonómico	X. Sistema de ordeño. X1. Frecuencia de ordeño X2. Tipo de sala de ordeño Y1. Producción de leche Y1.1 Volumen de leche producido. Y2. Riesgo ergonómico Y2.1. Riesgo Global Y2.2. Riesgo por Posturas Y2.3. Riesgo por Movimientos repetitivos	Tipo: Cuantitativo y cualitativo. Diseño: No experimental y transversal. Tratamientos: Se evaluarán dos sistemas de ordeño: SEP: Sala de ordeño en espina de pescado sin fosa con 2X (2 ordeños/día). PSR: Sala de ordeño en Paralelo con salida rápida (PSR) con fosa con 3X (3 ordeños/día). Técnicas de recolección de datos: Registros y entrevistas a los trabajadores del establo (ordeñadores y jefe del área de producción). Procesamiento de datos: Análisis estadístico: prueba de wilcoxon, usando Minitab 18. Análisis del riesgo ergonómico mediante el Software Online “Software Ergoniza Tool Box 3.0” de la Universidad Politécnica de Valencia.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS			
1. ¿En qué medida la frecuencia de ordeño impacta sobre la producción de leche en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura?	1. Analizar el impacto de la frecuencia de ordeño sobre la producción de leche en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura.	1. La producción de leche está influenciada por el Sistema de Ordeño en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura.			
2. ¿En qué medida el tipo de instalación de ordeño impacta sobre el riesgo ergonómico en los ordeñadores en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura?	2. Analizar el impacto del tipo de instalación de ordeño sobre el riesgo ergonómico en los ordeñadores en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura.	2. El riesgo ergonómico está influenciado por el Sistema de Ordeño en un establo de vacas Holstein del valle de Huaura.			