



UNIVERSIDAD DE CHILE



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**PRODUCCIÓN DIARIA DE LECHE Y ACTIVIDAD FÍSICA
COMO INDICADORES DEL ESTADO DE SALUD DE
VACAS LECHERAS DE ALTA PRODUCCIÓN, EN EL
PERIODO DE TRANSICIÓN POSPARTO.**

OSCAR IGNACIO SEBASTIAN LÓPEZ

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento Ciencias Clínicas

PROFESOR GUÍA: CARLOS NÚÑEZ POBLETE

SANTIAGO, CHILE
2013



UNIVERSIDAD DE CHILE



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

PRODUCCIÓN DIARIA DE LECHE Y ACTIVIDAD FÍSICA COMO INDICADORES DEL ESTADO DE SALUD DE VACAS LECHERAS DE ALTA PRODUCCIÓN, EN EL PERIODO DE TRANSICIÓN POSPARTO.

OSCAR IGNACIO SEBASTIAN LÓPEZ

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento Ciencias Clínicas

NOTA FINAL:

	NOTA	FIRMA
PROFESOR GUÍA : CARLOS NÚÑEZ P.
PROFESOR CONSEJERO: MARIA SOL MORALES S.
PROFESOR CONSEJERO: MARIO DUCHENS A.

SANTIAGO, CHILE
2013

*Dedicada a todos quienes de una u otra manera influyeron en hacer posible
superar exitosamente esta importante etapa de mi vida.*

*A todos los integrantes de mi núcleo familiar que han sido, son y serán mi
cable a tierra.*

*Y en especial a todos quienes han decidido tomar el camino difícil, pues:
“ningún mar en calma, hizo experto a un marinero”.*

Oscar Ignacio Sebastián López

AGRADECIMIENTOS

Esta memoria de título no podría haberse realizado sin el apoyo ni la colaboración de las siguientes personas:

-Docentes de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Chile de los cuales he obtenido grandes lecciones teóricas y prácticas sobre la carrera profesional que he emprendido y sobre la vida:

-Dr. Luis Moraga B.

-Dr. Carlos Núñez P.

-Dr. Mario Duchens A.

-Dra. Sol Morales S.

-Personal de lechería agrícola Pahuilmo S.A. en especial Carlos González, Francisco Mallea y “Don Segundo”, con los cuales compartí muy gratos momentos de convivencia laboral y de la vida cotidiana, haciéndome sentir siempre bajo un ambiente de confianza.

-A todos los funcionarios de mi casa de estudios quienes de distintas formas han estado presentes en facilitar o guiarme en los distintos procesos requeridos para la presentación de esta memoria de título.

-Muy especialmente a quienes por un tiempo fueron los que consideraba “mis compañeros tesis de Moraga”: Pabla Morales, Marlene Ortiz y Felipe Beñaldo, de quienes recibí gran apoyo y con los que compartí la complicidad de trabajar juntos para el mismo “jefe”.

-Agradezco a todas las personas quienes a pesar de no estar conscientes del apoyo que estaban brindándome, estuvieron ahí cuando los necesité.

RESUMEN

La detección precoz de enfermedades es de interés debido a que disminuye las pérdidas, aumenta la posibilidad de recuperación, disminuye los gastos en tratamientos y mejora el bienestar animal. Se debe considerar que, el período de mayor riesgo de cursar con enfermedades es el posparto temprano, debido al estrés fisiológico que conlleva ese evento. Por lo tanto, es muy importante contar con técnicas que nos ayuden a identificar precozmente a las vacas enfermas especialmente en ese período.

En este estudio se analiza el uso de una metodología para la detección precoz de enfermedades en el período posparto temprano, que considera la disminución o mantención de la producción diaria de leche y las variaciones de actividad física diaria de la vaca como indicadores de enfermedad.

El método considerado consistió en utilizar las mediciones diarias de producción de leche de 362 vacas que comenzaron su lactancia, de las cuales fueron seleccionadas para examen clínico las que disminuían o mantenían su producción láctea a lo menos por un período de tres días (DPL), entre los días 10 y 35 de lactancia. A estas se les realizó un examen clínico orientado a encontrar enfermedades como: mastitis (en su estado clínico o subclínico), cetosis (en su estado clínico o subclínico), desplazamiento de abomaso a la izquierda y metritis puerperal, adicionalmente se encontraron casos de cojera o diarrea.

Del total de vacas que comenzaron su lactancia en el periodo de estudio un 17,8% no pudo ser monitoreada en el período de 10 a 35 días posparto, de ellas cerca del 40% (24 animales) murió antes de los 10 días de lactancia por enfermedades metabólicas e infecciosas. De las que fueron monitoreadas (82,3%), un 60,1% presentó al menos un episodio de DPL en el período de 10 a 35 días, y de ellas un 72,1% presentó signos clínicos en al menos un episodio de DPL. De los episodios de DPL totales, en un 67,7% se encontraron signos clínicos.

Las multíparas presentaron una mayor frecuencia relativa de DPL y una mayor cantidad de repeticiones de DPL que las primíparas, y además presentaron mayor frecuencia relativa de animales y episodios de DPL con signos clínicos. Esto nos indicaría que las multíparas están más expuestas a presentar episodios de DPL y que en ellos es más probable encontrar signos clínicos, que en las primíparas.

También se observó que la actividad física de las vacas es mayormente influenciada por manejos como cambio de corral, número de lactancia, tipo de superficie y tamaño del corral. Al analizar los episodios de DPL según nivel de actividad física se presenta una distribución aproximadamente normal y no se determinó asociación entre el nivel de actividad física de los episodios de DPL y la presentación de signos clínicos, sin embargo, los casos de desplazamiento de abomaso a la izquierda en multíparas estuvieron asociados a la presentación de actividad física baja.

La utilidad de la metodología de detección precoz de patologías, basada en la mantención y disminución de producción de leche por al menos tres días, fue satisfactoria. Sin embargo, con el objetivo de cuantificar la utilidad para poder posteriormente comparar esta y otras metodologías de detección precoz, sería un gran aporte contar con estudios de especificidad y sensibilidad de ellas. Con respecto a la actividad física, como apoyo para la detección precoz de patologías los resultados de este estudio no muestran gran utilidad, lo que muy probablemente se debe al tipo de análisis realizado, el que en estudios futuros podrían dirigirse a encontrar el criterio adecuado en el cual se maximice su utilidad.

ABSTRACT

In order to evaluate a method for the early detection of diseases in dairy cattle, the decline or maintenance of daily milk production and variations in daily physical activity were considered as indicators of disease, in the early postpartum period. The early detection of diseases results in preventing the progression of them and their detrimental effects on health and production.

Data of daily milk production of 362 cows were used, of which were selected for clinical examination, cows which decreased or maintained milk production for at least three days (DPL), between days 10 and 35 of lactation. These cows underwent a clinical examination oriented to diagnose mastitis (clinical or subclinical), ketosis (clinical or subclinical), left displaced abomasum, puerperal metritis, lameness and diarrhea.

Of the total of cows that began their lactation in the study period, 17.8% could not be monitored, of which about 40% (24 animals) died before the first 10 days postpartum by metabolic or infectious diseases. In animals studied, 298 cows, 60.1% had at least one episode of DPL, and 72.1% of them showed clinical signs in at least one of them, presenting clinical signs in 69.7% of total episodes of DPL.

Multiparous cows had a higher relative frequency of DPL, a greater number of repetitions of DPL than primiparous cows, and also had higher relative frequency of events DPL and animals with clinical signs.

During the same period physical activity was assessed using pedometers, showing that physical activity of cows is mostly influenced by maneuvers as change of corral, surface type, size of the corral and lactation number. By associating the episodes of DPL with physical activity level a normal distribution of episodes of DPL, with no, relationship between the level of physical activity and the presence of clinical signs, except in cases of left displaced abomasum in multiparous cows, which were associated with low physical activity.

The utility of the methodology of early detection of pathologies based on the maintenance and decreased milk production for at least 3 days, used in this study was satisfactory. However, in order to quantify and then compare the usefulness of this and other methods of early detection of disease, studies should be conducted that analyze the

sensitivity and specificity of these procedures. With respect to physical activity, as a support for the early detection of pathologies, the results of this study show no great utility, however, another type of analysis could be performed with the objective to get more benefit of the activity data.

INDICE

1. Introducción	1
2. Revisión Bibliográfica	2
2.1. Período de Transición	2
2.2. Cambios fisiológicos y patológicos del período de transición	3
2.3. Enfermedades del período posparto temprano	4
2.3.1. Enfermedades metabólicas	5
2.3.1.1. Hígado graso	6
2.3.1.2. Cetosis o Acetonemia	6
2.3.2. Enfermedades infecciosas	9
2.3.2.1. Mastitis	9
2.3.2.2. Metritis puerperal	9
2.3.3. Desplazamiento de abomaso a la izquierda	10
2.3.4. Cojera	11
2.3.5. Diarrea	12
2.4. Detección precoz de enfermedades	12
2.5. Estrategias de detección precoz de enfermedades	13
2.5.1. Producción diaria de leche como indicador de enfermedades	14
2.5.2. Actividad física como indicador de enfermedades	16
3. Objetivos	19
3.1. Objetivo general	19
3.2. Objetivos específicos	19
4. Materiales y métodos	20
4.1. Ubicación y descripción general del rebaño estudiado	20
4.2. Sistema de identificación	21
4.3. Animales en estudio	21
4.4. Evaluación de la producción de leche	21
4.5. Actividad física de la vaca	23
4.6. Análisis de los datos y análisis estadístico	23

5. Resultados y discusión	24
5.1. Resultados de disminución o mantención de la producción de leche	24
5.1.1. Análisis general de la presentación de DPL en vacas en estudio	24
5.1.1.1. Presentación de DPL según lactancia en las vacas en estudio	24
5.1.1.2. Distribución de animales según cantidad de episodios de DPL	25
5.1.1.3. Distribución de la presentación de DPL según días de lactancia	27
5.1.2. Episodios de DPL por diagnóstico	29
5.2. Resultados de actividad física	34
5.2.1. Descripción general de la actividad física de las vacas en estudio	34
5.2.2. Promedio de actividad física de los grupos en estudio	36
5.2.3. Nivel de actividad física en episodios de DPL en las vacas en estudio	38
5.2.3.1. Nivel de actividad física en episodios de DPL en relación a presencia o ausencia de signos clínicos	38
5.2.3.2. Nivel de actividad física en relación a presencia o ausencia de signos clínicos, en primíparas	39
5.2.3.3. Nivel de actividad física en relación a presencia o ausencia de signos clínicos, en multíparas	40
5.2.3.4. Nivel de actividad física en episodios de DPL, según diagnóstico	41
5.2.3.5. Asociación entre nivel de actividad física y diagnóstico	42
5.3. Implicancias de los resultados en relación a la metodología de detección de enfermedades	44
5.3.1. Detección de enfermedades utilizando la disminución en la producción diaria de leche	44
5.3.2. Detección de enfermedades utilizando variaciones en la actividad física diaria	46
6. Conclusiones	48
7. Bibliografía	49
Anexo 1	57
Anexo 2	58
Anexo 3	59

1. INTRODUCCIÓN

El aumento del tamaño de los rebaños lecheros ha incrementado la presión a las capacidades de manejo en los planteles. El mayor tamaño de los rebaños trae consigo menor tiempo de observación de cada animal por parte del personal de la lechería. Por otra parte, la mayor producción de los animales tiene como resultado una mayor exigencia productiva que lleva a mayor presentación de enfermedades. Debido a lo anterior se han desarrollado herramientas técnicas para ayudar al productor lechero a monitorear a los animales. Algunas como la producción diaria y conductividad de la leche son usadas actualmente como indicadores de mastitis en las vacas. Otra medición disponible es la actividad física diaria de la vaca, la cual se utiliza para ayudar en la detección del celo. Varios estudios señalan que la producción de leche y actividad física de la vaca pueden variar unos días antes de la presentación de determinadas enfermedades, y por lo tanto, pueden usarse como predictores de enfermedad.

La etapa del ciclo productivo en que las vacas lecheras están más expuestas a presentar enfermedades es el período de transición, que va desde las tres semanas previas al parto hasta las tres semanas posparto. En este período se presenta la mayor cantidad de enfermedades y, debido a ello, es conveniente disponer de indicadores precoces de enfermedad, particularmente en este período, en que las vacas son más vulnerables. Algunos autores mencionan la disminución en la producción diaria de leche como un signo de variadas enfermedades, sin embargo, el uso de esta información no es de rutina en planteles lecheros.

Considerando esto, el propósito de este estudio es asociar la presentación de enfermedades en el período posparto temprano a reducciones en la producción diaria de leche y en variaciones de la actividad física diaria.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Durante los últimos años el promedio del tamaño de rebaño y la producción de leche por vaca han aumentado dramáticamente, incrementando las exigencias metabólicas de las vacas y las habilidades de manejo del personal de lechería (Leblanc *et al.*, 2006). En Chile la tendencia ha sido similar (Anrique *et al.*, 1999). Como consecuencia del aumento de la producción por vaca, la magnitud del desafío metabólico al parto se ha incrementado, algunas vacas son capaces de hacer frente a este reto sin dificultad, lo que indica que las adaptaciones metabólicas necesarias para soportar la alta producción son un componente de los factores genéticos que acompañan la selección por alta producción de leche. Sin embargo, el hecho de que, en promedio, una de cada dos o tres vacas curse con algún problema de salud durante el período de transición, pone de relieve la fragilidad de estos mecanismos adaptativos (Drackley *et al.*, 2005).

El incremento de la producción de leche y el estrés productivo se han asociado a la incidencia de trastornos de la salud en vacas lecheras (González *et al.*, 2008), los cuales resultan en pérdida de producción de leche durante el tiempo que dura la enfermedad y a menudo por la lactancia completa (Drackley, 1999).

2.1. Período de Transición.

Goff y Horst (1997), dentro del ciclo productivo de la vaca lechera, definen al período de transición, como el cambio desde la preñez (estado no lactante) al de no preñada (estado lactante), y va desde tres semanas preparto hasta tres semanas posparto (Spain y Scheer, 2001).

Durante el período de transición, la vaca lechera experimenta numerosos cambios endocrinos, nutricionales y metabólicos. Uno de ellos corresponde a una intensa disminución en el consumo de materia seca, estableciéndose un balance energético negativo (BEN) que puede causar enfermedades del metabolismo energético, como hígado graso y cetosis (Spain y Scheer, 2001). Por otra parte, el desequilibrio en el metabolismo mineral durante el período periparto puede causar desórdenes, especialmente del calcio, causando hipocalcemia (Correa *et al.*, 1993). Estas enfermedades son costosas por sus efectos directos en la salud de la vaca, producción de leche, reproducción y como factores de riesgo en la presentación de otros desórdenes del periparto (Spain y Scheer, 2001).

2.2. Cambios fisiológicos y patológicos del período de transición.

Existen antecedentes que indican que los mecanismos de defensa inmune innato y adquirido están deprimidos desde tres semanas preparto hasta tres semanas posparto (Mallard *et al.*, 1998). Neutrófilos obtenidos de vacas durante la primera semana de lactancia muestran una capacidad disminuida para fagocitar y eliminar bacterias. La habilidad de los linfocitos para responder a factores mitógenos y para producir anticuerpos está también disminuida alrededor del parto. Las concentraciones séricas de inmunoglobulinas, factores del complemento y conglutininas están también disminuidas al parto (Goff y Horst, 1997).

Conforme las secreciones mamarias cambian a calostro, las concentraciones de lactoferrina en la glándula mamaria declinan, incrementándose el hierro disponible para el crecimiento bacteriano. Además, el tapón de queratina que sella los pezones se rompe entre 7 y 10 días antes del parto, permitiendo que las bacterias accedan fácilmente al parénquima glandular. Por otro lado, al parto muchas vacas lecheras sufren hipocalcemia subclínica, lo que afectaría la contracción del músculo liso, vital para el cierre del esfínter del pezón después de la ordeña (Goff y Horst, 1997). La mencionada habilidad disminuida del sistema inmune, es probablemente la responsable de la alta incidencia de mastitis ambientales alrededor del parto, así como también de metritis (Drackley *et al.*, 2005). El hecho de que enfermedades como paratuberculosis y salmonelosis se hagan clínicamente evidentes durante las dos primeras semanas de lactancia podría tener el mismo origen (Goff y Horst, 1997).

Durante las últimas tres semanas de preñez, las demandas de nutrientes por parte del feto y la placenta alcanzan su máximo, mientras el consumo de materia seca puede disminuir en 10 a 30%, comparado con el consumo durante el inicio del período seco. Inmediatamente después del parto, el inicio de la síntesis de leche y el rápido incremento de producción, aumentan las demandas de glucosa para la síntesis de lactosa, al tiempo que el consumo de materia seca no ha llegado a su máximo. El consumo de energía de las vacas después del parto usualmente es menor que los requerimientos, incluso en vacas sanas (Drackley *et al.*, 2005). La secreción láctea tiene una alta prioridad metabólica y es claramente mantenida al costo de otros procesos reproductivos y metabólicos (Fleischer *et al.*, 2001). La máxima producción de leche se alcanza a las cuatro a siete semanas después del parto, pero los niveles más elevados de ingesta voluntaria no se logran hasta las 8 a 10 semanas de lactancia. Como resultado se produce el mencionado BEN, el cual determina que la vaca movilice sus reservas

corporales para la producción de leche, pudiendo perder gran cantidad de peso corporal (Radostits, 2002). Prácticamente todas las vacas lecheras desarrollan el citado fenómeno en el posparto, sin embargo, no todas las vacas experimentan alteraciones evidentes ya que la presentación de alguna patología dependerá de la magnitud y la duración de ese BEN (Van Winden y Kuiper, 2003).

Otros factores que pueden exacerbar la reducción en el consumo de alimento y que frecuentemente se presentan al inicio de la lactancia son la hipocalcemia, que incrementa el riesgo de hígado graso y cetosis, y la acidosis ruminal subaguda (SARA) (Goff, 1997). La reducción en el consumo de alimento es un factor de riesgo para el desplazamiento de abomaso a la izquierda (LeBlanc *et al.*, 2005). Otros desórdenes de la salud, que generalmente se hacen más evidentes hacia el final de la lactancia, como la laminitis, pueden llevar a complicaciones durante las primeras dos semanas después del parto (Spain y Scheer, 2001).

2.3. Enfermedades del período posparto temprano.

Aproximadamente 75% de las enfermedades en vacas lecheras ocurren típicamente en el primer mes después del parto (LeBlanc *et al.*, 2006). La incidencia de enfermedades en este período, reportada en la literatura es variada. Una revisión, establece que varía entre 1,2 y 5,5% para desplazamiento de abomaso a la izquierda (DAI) y entre 3,3 y 41,9% para cetosis (Kocak y Ekiz, 2006), Cook *et al.* (2006) plantean que la incidencia de metritis debiera ser menor que el 15%, de cetosis menor al 20% y desplazamiento de abomaso menor al 5%.

En relación al período de presentación de las enfermedades, Mottram (1997) establece que el período de riesgo para la cetosis va desde el día 1 al 42 posparto, mientras que para acidosis ruminal, mastitis producidas por *S. aureus*, *Str. uberis* y coliformes son los primeros días de lactancia.

Spain y Scheer (2001) plantean en su revisión las incidencias y días promedio de presentación de algunas patologías posparto, lo que se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Incidencia y día promedio de presentación de algunas patologías comunes del periodo postparto (Spain y Scheer, 2001).

Enfermedad	incidencia %	Día promedio de ocurrencia
Metritis	7,5	11
Cetosis	4,6	8
DAI	6,3	11
Mastitis	9,7	59

Adaptado de Spain y Scheer (2001).

2.3.1. Enfermedades metabólicas.

Las enfermedades metabólicas corresponden a desórdenes de origen nutricional, con incidencias que pueden ser altas durante el período de transición posparto y hasta el peak de lactancia (Goff y Horst, 1997). Planos de alimentación insuficientes para cubrir los requerimientos de energía para la etapa final de gestación o la producción de leche en el posparto temprano pueden llevar a BEN, incrementando la movilización de grasa y el riesgo de cetosis (Detilleux *et al.*, 1994). En estos estados el tejido adiposo provee precursores de energía en forma de ácidos grasos no esterificados (NEFA). Las concentraciones de NEFA en plasma se incrementan hasta el doble durante los últimos 17 días de gestación, ocurriendo un peak alrededor del parto, y manteniéndose más altos que los niveles preparto hasta pasadas dos semanas posparto. El hígado oxida NEFA a cuerpos cetónicos y dióxido de carbono vía ciclo de los ácidos tricarbóxicos o los esterifica a triacilglicérols, los que son exportados desde el hígado como lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). En situaciones extremas estos fenómenos pueden causar enfermedades como hígado graso y cetosis (Spain y Scheer, 2001). Así, cuando se sobrepasa la capacidad hepática para oxidar y exportar ácidos grasos, los triglicéridos se acumulan en los hepatocitos, pudiendo llegar a alterar su función. Además, el Acetil-Co A (derivado de la oxidación de los ácidos grasos que no son incorporados en el ciclo de los ácidos tricarbóxicos) es convertido en cuerpos cetónicos (como acetona, acetoacetato y B-hidroxibutirato). Estos cuerpos cetónicos aparecen luego en sangre, leche y orina. Concomitantemente disminuye la gluconeogénesis, causando estados de hipoglicemia. Consecuentemente la vaca se deprime, reduciendo el consumo de alimento y la producción de leche (Goff y Horst, 1997; Spain y Scheer, 2001). La presentación clínica de este estado se conoce como enfermedad del hígado graso o coma

puerperal hepático. Su patogénesis es similar a la de la degeneración hepática debida a cetosis (Rosenberger, 1983), sin embargo, el cuadro de hígado graso es más común en los primeros días después del parto, mientras que, las vacas están más susceptibles a cetosis a las tres semanas posparto (Spain y Scheer, 2001).

2.3.1.1. Hígado graso.

Este cuadro es ocasionado por la movilización de cantidades excesivas de grasa de los depósitos corporales al hígado. Se produce por la reducción en el consumo de alimento y/o una demanda súbita de energía en el período cercano al parto, situación frecuente en vacas lecheras de alta producción con buena condición corporal (Radostits, 2002).

La forma grave de infiltración grasa del hígado, que ocurre inmediatamente antes o después del parto, se conoce como hígado graso o síndrome de la vaca gorda. Este cuadro puede ser extremadamente letal debido a que produce la acumulación de triglicéridos en el citoplasma de los hepatocitos. Esto se acompaña de alteraciones en la estructura y función del órgano que pueden conducir a hipoglicemia y cetonemia, desarrollándose insuficiencia hepática que es refractaria al tratamiento, y que evoluciona a debilidad, postración (decúbito) y muerte. En casos moderados, los hallazgos clínicos son muchos menos intensos y se recuperan en algunos días si los animales siguen comiendo, incluso pequeñas cantidades de heno (Radostits, 2002).

La excesiva ganancia de peso corporal durante la lactancia tardía o en el período seco predispone a las vacas al desarrollo de hígado graso posterior al parto, debido a que la acumulación de grasa en este órgano altera su función, el cual en una vaca de alta condición corporal, tiene una habilidad limitada para oxidar los ácidos grasos. Además en vacas con alta condición corporal, la lipidemia tiende a ser más alta y a consecuencia de ello se produce una mayor reducción en el consumo de alimento en el período preparto (Spain y Scheer, 2001).

2.3.1.2. Cetosis o Acetonemia.

La Cetosis es una enfermedad de vacas lecheras de alta producción que ocurre por lo general pocas semanas después del parto. Un factor ampliamente aceptado en la etiología de la cetosis es el inadecuado suministro de energía necesario para la producción de leche, lo que lleva a un BEN, incrementando la movilización de grasa y

generación de cuerpos cetónicos en el hígado (Detilleux *et al.*, 1994). Estos últimos al aumentar en el torrente sanguíneo, generan la cetosis (Spain y Scheer, 2001).

La enfermedad se produce principalmente durante el primer mes de lactancia, con menor frecuencia en el segundo mes, y sólo de forma ocasional al final de la gestación. En diferentes estudios el promedio de inicio tras el parto varía entre los 10 y 28 días, pudiendo afectar a vacas de cualquier edad, por otra parte, la enfermedad aumenta desde una prevalencia baja en el primer parto hasta un máximo en el cuarto, pudiendo recurrir en la misma lactancia (Radostits, 2002).

Se describen dos formas de cetosis: caquética y nerviosa, aunque se trata de los dos extremos de un rango de síndromes en los que los signos de inanición y nerviosos están presentes en grados variables. La forma caquética (o digestiva) es la más común de ambas, y se manifiesta por un descenso gradual pero moderado del apetito y de la producción láctea. Rápidamente, se pierde peso corporal, generalmente a una mayor velocidad de lo esperado sólo por la disminución del apetito. Muy pocos animales afectados fallecen, pero en ausencia de tratamiento la producción láctea desciende, aunque se suele producir una recuperación espontánea en aproximadamente un mes. En esta presentación, los signos nerviosos suelen aparecer en pocos casos, y raras veces son algo más que ataques de tambaleo transitorios y ceguera parcial (Radostits, 2002).

En la forma nerviosa los signos clínicos suelen aparecer de forma bastante brusca, siendo característicos: caminar en círculos, patas separadas o cruzadas, empuje o inclinación de la cabeza sobre el dispositivo de sujeción, ceguera evidente, movimientos sin sentido y erráticos, lametazos enérgicos de la piel y objetos inanimados, apetito depravado y movimientos de rumiación con salivación. Habitualmente los signos nerviosos aparecen en forma de episodios cortos que duran una ó dos horas, y que pueden recurrir a intervalos de aproximadamente 8 a 12 horas (Radostits, 2002).

Si bien, la medición de B-hidroxibutirato (cuerpo cetónico) sérico es útil para la evaluación periódica del rebaño o para propósitos de investigación, no es ni conveniente ni rentable para el uso como test de rutina para la detección de cetosis. La leche y orina también contienen cuerpos cetónicos y pueden ser usadas para el diagnóstico en vacas: se reporta que las concentraciones totales de cuerpos cetónicos son aproximadamente cuatro veces mayor en orina que en la sangre (Carrier *et al.*, 2004). El tenor normal en la orina de animales no expuestos, de ácido acetoacético, acetona y ácido B-hidroxibutirico, es inferior a 15 mg/dl (Rosenberger, 1983). Niveles sobre 80 mg/dl de

cuerpos cetónicos en orina se consideran diagnósticos para la enfermedad (Radostits, 2002).

Análisis de campo están disponibles como polvos (generalmente usados en leche) y como tiras para urianálisis (Carrier *et al.*, 2004). Respecto a lo anterior, el cuadro 2 señala los niveles de glucosa y cuerpos cetónicos encontrados en distintos líquidos orgánicos del bovino en estado normal y cuando se presenta cetosis subclínica o clínica (Rosenberger, 1983).

Cuadro 2. Niveles de glucosa y cuerpos cetónicos en líquidos orgánicos del bovino.

Líquido orgánico	Glucosa (mg/dl)	Cuerpos Cetónicos (mg/dl)		
	Sangre	Sangre	Orina	Leche
Normal	40 a 60	2 a 5	3 a 15	0 a 3
Cetosis Subclínica	30 a 50	5 a 10	15 a 70	3 a 10
Cetosis Clínica	menos de 35	10 a 120	80 a 3500	10 a 120

Adaptado de Rosenberger (1983).

La eliminación de cuerpos cetónicos se puede presentar durante varias semanas, consecuentemente se puede detectar la cetosis clínica antes que los signos clínicos sean evidentes y conforme se instale el tratamiento se logra limitar las pérdidas económicas y el malestar en el animal (Nielsen *et al.*, 2005).

La cetosis evoluciona durante varios días e incluso semanas, por lo cual puede ser posible detectar la enfermedad en su etapa subclínica antes que la vaca desarrolle síntomas clínicos y, por lo tanto, limitar las pérdidas económicas y el malestar en el animal (Nielsen *et al.*, 2005). La cetosis subclínica se produce con mayor frecuencia que la cetosis clínica. Diversos estudios han demostrado que la cetosis subclínica es común en las vacas de alta producción, entre las dos y siete semanas posparto, con un registro de prevalencia que oscila entre 7 y 34% (Radostits, 2002; Carrier *et al.*, 2004). La cetosis subclínica en el ganado lechero puede llevar a pérdidas por disminución de la producción de leche, disminución en el rendimiento reproductivo, incremento del riesgo de desplazamiento de abomaso e incremento en el riesgo de cetosis clínica (Carrier *et al.*, 2004). La cetosis subclínica es común en vacas de alta producción, presentando hipercetonemia moderada, algo de pérdida de producción y baja concentración de glucosa en sangre (Veenhuizen *et al.*, 1991), en este estado sólo se requiere un pequeño

desbalance adicional, nutricional o metabólico, para que se desarrolle una cetosis clínica (Radostits, 2002).

2.3.2. Enfermedades infecciosas.

2.3.2.1. Mastitis.

La mastitis es la inflamación del parénquima de la glándula mamaria, independiente de su causa. Este proceso conduce a diversos cambios físicos y químicos en la secreción láctea y alteraciones patológicas en el tejido glandular. Los cambios más importantes que se producen en la secreción láctea incluyen la modificación del color, la densidad y la presencia de flóculos o coágulos. En muchas ocasiones la glándula mamaria presenta aumento de temperatura, dolor, induración, hiperemia y aumento de tamaño. Las alteraciones anteriores se consideran como el cuadro clínico de mastitis, sin embargo, un gran número de glándulas afectadas no se detectan mediante palpación ni por examen visual de la leche, lo que constituye la forma subclínica de mastitis (Radostits, 2002), asociado a algunos agentes etiológicos específicos se puede presentar compromiso sistémico del animal.

Debido al elevado número de casos subclínicos, el diagnóstico de mastitis depende principalmente de las pruebas indirectas, que estiman el contenido de leucocitos en la leche (Radostits, 2002, Olde Riekerink *et al.*, 2007).

La mastitis clínica tiene un efecto detrimental en la producción de leche. Se ha observado que después de episodios de mastitis clínica, la producción de leche resultó afectada durante toda la lactancia (Hagnestam *et al.*, 2007). La mastitis subclínica o alto recuento de células inflamatorias en la secreción láctea, también ha sido asociada con disminución de producción de leche (Rajala-Schultz *et al.*, 1999), ya que durante la eliminación de patógenos, los neutrófilos pueden dañar los tejidos de la glándula, liberando sustancias que exacerban el proceso inflamatorio, lo que resulta en daño del tejido alveolar y consecuente fibrosis, disminuyendo la producción de leche (Boulet *et al.*, 2004; Sorensen *et al.*, 2009).

2.3.2.2. Metritis puerperal.

La metritis puerperal es definida semiológicamente en la vaca como un útero anormalmente aumentado de tamaño y con descarga acuosa, fétida, café-rojiza, asociada a signos de enfermedad sistémica (disminución de producción de leche, depresión u

otros signos de toxemia) y fiebre por sobre los 39,5°C, durante los primeros 21 días después del parto (Sheldon *et al.*, 2006).

Desde el punto de vista patológico la metritis puerperal es una enfermedad inflamatoria caracterizada por una infección bacteriana masiva del útero, sin embargo, la contaminación bacteriana del órgano es usual, en los primeros 10 a 14 días posparto, y puede ser detectada en más del 90% de las vacas, pero no siempre resulta en un cuadro inflamatorio, dependiendo del estado inmune del hospedero (Földi *et al.*, 2006).

2.3.3. Desplazamiento de abomaso a la izquierda.

Este padecimiento se caracteriza por la dislocación parcial o total del abomaso dilatado, y su ubicación entre el rumen y la pared abdominal izquierda, extendiéndose hacia caudodorsal a causa del acúmulo de gas en su interior (Rosenberger, 1983). El desplazamiento de abomaso a la izquierda (DAI) se observa con mayor frecuencia en las vacas adultas de gran tamaño y alta producción de leche, inmediatamente después del parto (Radostits, 2002) y se asocia positivamente con la producción de leche (a mayor producción de leche, el riesgo de desarrollar DAI es mayor). El período de mayor riesgo es el primer mes después del parto, reduciendo su frecuencia conforme avanza la lactancia. Se describe un aumento del riesgo de contraer la enfermedad en la medida que avanza la edad del animal, sin embargo, también se reporta que la primera lactancia es un período de alto riesgo para el desarrollo del cuadro, asociado a una pobre adaptación social y nutricional de las primíparas en lactancia. Un BEN severo, incrementa el riesgo de desarrollar la enfermedad (Van Winden y Kuiper, 2003).

La patogénesis de la enfermedad se asocia a una depresión del consumo de alimento previo al desplazamiento del órgano. Se sugiere que una disminución en el llenado del rumen permite al abomaso moverse a la izquierda pasando por debajo de este órgano (Van Winden y Kuiper, 2003), el omento adjunto al abomaso se elonga y permite su desplazamiento (Goff y Horst, 1997). La acumulación de gas en el abomaso es un fenómeno crítico, en el órgano funcionando normalmente el gas producido es conducido en dirección oral y aboral, cuando la motilidad del abomaso es inadecuada puede ocurrir la acumulación de gas y consecuentemente su desplazamiento lateral y dorsal. Se considera que altas concentraciones de ácidos grasos volátiles en el rumen y abomaso, endotoxinas, alcalosis metabólica y bajos niveles de calcio sérico influyen en la disminución de la motilidad abomasal (Van Winden y Kuiper, 2003). Además, la presencia de metritis y cojeras pueden aumentar el riesgo de desarrollo de DAI, ya que

las endotoxinas y mediadores de inflamación liberados en estas patologías pueden ser una causa directa de disfunciones de la motilidad o indirecta por inducción de hipocalcemia. Numerosos estudios han determinado que rebaños con alta incidencia de cojeras presentan mayor frecuencia de DAI, situación que podría asociarse también al reducido consumo de alimento de las vacas cojas (Van Winden y Kuiper, 2003).

Como consecuencia del DAI se presenta inapetencia que evoluciona en ocasiones a una anorexia completa con disminución importante en la producción de leche y grados variables de cetosis (con cetonuria y otras alteraciones clínicas de cetosis). Por lo general, la zona del flanco izquierdo suele estar hundida; si el abomaso dilatado no se ubica en ella. Si el abomaso se ubica más caudal a la última costilla, puede producir una hinchazón visible y palpable en esa zona (Rosenberger, 1983).

En los animales afectados la percusión digital y la auscultación simultánea, sobre la zona entre la 9ª y 12ª costillas del tercio medio y superior de la pared abdominal, permite habitualmente descubrir ruidos timpánicos de alta frecuencia que son característicos del DAI (Radostits, 2002).

2.3.4. Cojera.

La cojera es conocida como el tercer trastorno más caro en lecherías, siguiendo a la mastitis y a los desórdenes reproductivos (Holzhauer *et al.*, 2006), siendo las complicaciones de laminitis y la dermatitis digital las principales causas de este tipo de patologías. Para compensar el menor consumo de materia seca, y en consecuencia energía, que se produce al principio de la lactancia, una práctica común en lecherías de alta producción es aumentar la densidad energética de la ración a través de la inclusión de carbohidratos de rápida fermentación. Este manejo trae consigo una disminución del contenido relativo de fibra en la dieta, lo que disminuye la actividad de rumia y en consecuencia la producción de saliva, la cual aporta importantes cantidades de bicarbonato que tiene un efecto buffer y evita la disminución del pH en el contenido ruminal. Al disminuir el pH ruminal se produce la destrucción de determinadas poblaciones de microorganismos, lo que determina la liberación de endotoxinas e histamina a la sangre. Estos causan vasodilatación periférica, la que afecta particularmente a la red de vasos sanguíneos de la pezuña. A consecuencia de lo anterior, se altera la función de las células que producen el tejido córneo en la pezuña, disminuyendo su calidad y resistencia. Como resultado final se pueden presentar condiciones patológicas como úlcera de la suela y erosión del talón, las que producen

cojeras, y se reportan más comúnmente durante los primeros 50 días de lactancia (Collard *et al.*, 2000; Bicalho *et al.* 2007).

De acuerdo a Holzhauer *et al.* (2006), otra causa común de cojera es la dermatitis digital, enfermedad infecciosa de la piel que afecta la mayoría de las veces al bulbo del talón y la corona de la pezuña. El síntoma clínico más importante es dolor representado por cojera, levantamiento del pie y caminar en la punta del dedo. El período con mayor riesgo de cursar con dermatitis digital es el primer mes de lactancia y es menor a medida que aumentan el número de partos. Las vacas afectadas por dermatitis digital disminuyen su producción de leche (Holzhauer *et al.*, 2006).

2.3.5. Diarrea.

La diarrea es la eliminación de heces de aspecto líquido o semi-líquido. Puede tener distintas causas entre las que se encuentran cuadros que afectan directamente al canal digestivo y las que se producen secundariamente sin afección del tubo digestivo. Entre ellas las más comunes son producidas por causas inespecíficas como ingestión de alimento descompuesto o alimento rápidamente fermentable en el rumen, además de causas específicas como infecciones virales o bacterianas, invasiones parasitarias o tóxicos (Rosenberger, 1983).

2.4. Detección precoz de enfermedades.

El diagnóstico precoz y el tratamiento de las vacas enfermas son fundamentales para controlar las enfermedades. Un retraso en el tratamiento de una vaca enferma no sólo reduce las posibilidades de una recuperación completa, sino que también resulta en pérdida de producción de leche y puede perjudicar el rendimiento reproductivo, especialmente si la enfermedad ocurre temprano en el postparto. A pesar de que se han realizado progresos en los manejos de la vaca en ese período mediante la implementación de estrategias de monitoreo de la salud de la vaca, como en el examen posparto, frecuentemente no se detectan animales enfermos tempranamente en el curso de la enfermedad, lo que da lugar a una demora en el tratamiento (Risco *et al.*, 2005). Esto es debido a que la identificación precoz de los problemas de salud en vacas lecheras es difícil mediante las metodologías tradicionales y generalmente se basa en una percepción subjetiva por parte del personal de lechería (González *et al.*, 2008). Para lo anterior, el monitoreo individual del estado de salud de vacas es de especial interés, pero resulta dificultoso de implementar en rebaños grandes, donde una mayor cantidad

de animales deben ser manejados por cada operario (Nielsen *et al.*, 2005), volviéndose más complejo el monitoreo y, por lo tanto, la detección de animales enfermos (Guterbock, 2004). En estas circunstancias es posible que en rebaños de gran tamaño se reduzca la posibilidad de detectar tempranamente a los animales enfermos. Sin embargo, por su naturaleza y disponibilidad de recursos, las lecherías grandes tienen mayor probabilidad de éxito, al aplicar consistentemente mejores prácticas de manejo (LeBlanc *et al.*, 2006).

Desde mediados de la década de los setenta, a consecuencia del desarrollo de la electrónica y los computadores, se utilizan crecientemente los sistemas de información en las lecherías. En las grandes explotaciones ganaderas, los informes computacionales del rebaño resultan útiles para evitar sobrecargar al personal de la lechería y al veterinario con tareas repetitivas de recolección y análisis de datos, pudiendo servir como base para un sistema de vigilancia de enfermedades (Moallem *et al.*, 2002). Es así que, en la medida que los sistemas de manejo e interpretación de datos se perfeccionen ayudarán al personal en la identificación temprana de signos de enfermedad (Nielsen *et al.*, 2005), lo que puede mejorar el bienestar animal al ofrecer mayor posibilidad de curación (Mottram, 1997), minimizar la duración del problema de salud (Urton *et al.*, 2005), reducir de los costos (González *et al.*, 2008) y frenar las pérdidas económicas tempranamente. En general, una mejora en la probabilidad de identificar o predecir enfermedades en las vacas en período de mayor riesgo, como lo es el posparto temprano, puede ser especialmente útil (Urton *et al.*, 2005).

2.5. Estrategias de detección precoz de enfermedades.

Para un programa de detección precoz de enfermedades en vacas posparto, el monitoreo debe ser el primer paso. La vaca detectada como sospechosa de estar enferma debiera ser examinada y administrarse un tratamiento sobre la base del diagnóstico. Por lo tanto, un programa de monitoreo no debe ser instituido a menos que exista un plan para los próximos pasos (Guterbock, 2004). Un adecuado examen clínico es la prueba de oro para la detección de enfermedades, sin embargo, estos procedimientos son infrecuentes en la mayoría de las lecherías (comúnmente una vez cada dos semanas durante el posparto, por parte del veterinario) y muchos casos de enfermedad pasan desapercibidos. Por otra parte, existe la posibilidad de utilizar cambios en la producción de leche, test de orina o leche para monitorear la salud de sus animales, pero estas herramientas pueden resultar costosas y consumidoras de tiempo debido a su uso

frecuente y a gran escala en el rebaño. Por lo tanto, sería beneficioso contar con métodos sencillos y económicos para el seguimiento continuo de las vacas en período de transición, a fin de evaluar su estado de salud o riesgo de enfermedad (Urton *et al.*, 2005). Esto significa que el veterinario y el administrador del predio deben capacitar al personal que ejecuta la detección y examen, proporcionándoles protocolos simples para su diagnóstico y tratamiento (Guterbock, 2004).

Actualmente, es posible la implementación de sensores que miden por ejemplo, la producción, la temperatura, la conductividad eléctrica de la leche, y la actividad física de la vaca (Maatje *et al.*, 1997). Los datos obtenidos a partir de las mediciones de estos sensores pueden ser procesadas según diferentes modelos matemáticos, resultando en alertas de estro, mastitis y otras enfermedades (de Mol y Woldt, 2001). Edward y Tozer (2004) señalan que para la detección temprana de ciertos estados patológicos que afectan a las vacas lecheras en el período posparto, pueden usarse cambios en la producción diaria de leche y la actividad física de la vaca, medida por podómetro.

2.5.1. Producción diaria de leche como indicador de enfermedades.

Con el desarrollo de sistemas computarizados que permiten el monitoreo diario de producción de leche individual de las vacas, se cuenta con una herramienta para ayudar a evaluar el efecto de las enfermedades en la producción láctea. A su vez, la disminución en la producción de leche puede servir como alerta de una posible enfermedad (Deluyker *et al.*, 1991; Moallem *et al.*, 2002; Bareille *et al.*, 2003).

Los valores de producción de leche están relacionados con la salud de las vacas (Lucey *et al.*, 1986); una vaca enferma reduce su consumo de alimento y consecuentemente su producción de leche. Además las vacas lecheras sanas en período posparto presentan un constante y progresivo incremento diario en la producción de leche (Risco *et al.*, 2005; Pollot, 2006). Desde otro punto de vista, la secreción láctea en la vaca tiene una alta prioridad metabólica, siendo mantenida, en detrimento de otros procesos metabólicos y reproductivos, y como resultado se pueden desarrollar enfermedades (Fleischer *et al.*, 2001).

Los sistemas de monitoreo (como el sistema Afimilk) se pueden programar para informar cuando las desviaciones de los datos registrados (producción de leche, conductividad de la leche y actividad física) se escapan de ciertos rangos en comparación con la media de los diez días anteriores (Moallem *et al.*, 2002). La

efectividad de este razonamiento como ayuda para detectar enfermedades en las vacas, no ha sido reportado científicamente (Mottram, 1997). Por otra parte, si vacas sanas se indican como enfermas por una incorrecta identificación o por pérdida de datos (lo cual es indicado como producción de leche igual a cero), el personal malgasta tiempo en examinar y tratar a vacas que no necesitan ese cuidado (Guterbock, 2004).

Para que la producción de leche pueda ser utilizada como indicador del estado de salud, los datos de las mediciones tienen que basarse en la exacta identificación de la vaca, lo cual puede ser un verdadero problema en algunas explotaciones. Si hay retraso en aplicar el identificador electrónico (por ejemplo: podómetro) el beneficio de las mediciones para seleccionar a vacas sospechosas de cursar una enfermedad se pierde, particularmente en vacas recién paridas (Guterbock, 2004).

Dentro de los protocolos electrónicos de detección de vacas enfermas, basados en variaciones de la producción láctea, los algoritmos que determinan la alarma de enfermedad son difíciles de establecer debido a la variación diaria, que se presenta normalmente, en la producción en vacas sanas, porque la producción de leche de las vacas recién paridas cambia rápidamente, también es complejo establecer una producción de leche basal, como patrón para la vaca en los primeros días de lactancia, además los animales de primera lactancia comienzan con una menor producción de leche y generalmente su incremento en producción es menor que el de vacas multíparas. Es probable que análisis simples, sobre la base de valores mínimos de producción de leche para primíparas y multíparas, o incorporando en el modelo de detección, el normal incremento de producción en la lactancia temprana, funcionen mejor que comparar con el promedio de los diez días anteriores. Además, debido a que los niveles de producción varían entre predios, es probable que los algoritmos de monitoreo, deban ser ajustados para cada rebaño. Por lo tanto, es posible que una persona, que analice los datos de producción diariamente para las vacas recién paridas, sea un mejor dispositivo de monitoreo, en lugar de un computador usando reglas rígidas (Guterbock, 2004).

Aún, considerando las posibles limitaciones descritas en los planteamientos anteriores, efectivamente las variaciones de la producción láctea pueden ser de utilidad de sospecha de algunas patologías. Las reducciones súbitas de producción de leche, epidémicas o esporádicas, pueden tener diferentes causas como cetosis, acidosis ruminal o episodios infecciosos. Para esas súbitas reducciones en la producción de leche se usa comúnmente el término “milk drop”, que se presentan a menudo en ausencia de otros

signos clínicos visibles (Gunning, 2002). Algunas causas de estas súbitas reducciones de producción de leche planteadas por Gunning (2002) se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Causas infecciosas y no infecciosas de caída súbita de la producción de leche (“milk drop”).

Causas infecciosas	Fiebre aftosa
	Diarrea viral bovina
	Rinotraqueitis infecciosa bovina
	Pneumonía por virus sincitial respiratorio bovino
	Pleuropneumonia por Mannheimia (Pasteurella) hemolítica
	Fiebre recurrente transmitida por garrapatas
	Leptospirosis
	Salmonellosis
Causas no infecciosas	Cetosis
	Acidosis ruminal
	Desplazamiento de abomaso
	Reticuloperitonitis traumática

Adaptado de Gunning (2002).

2.5.2. Actividad física como indicador de enfermedades.

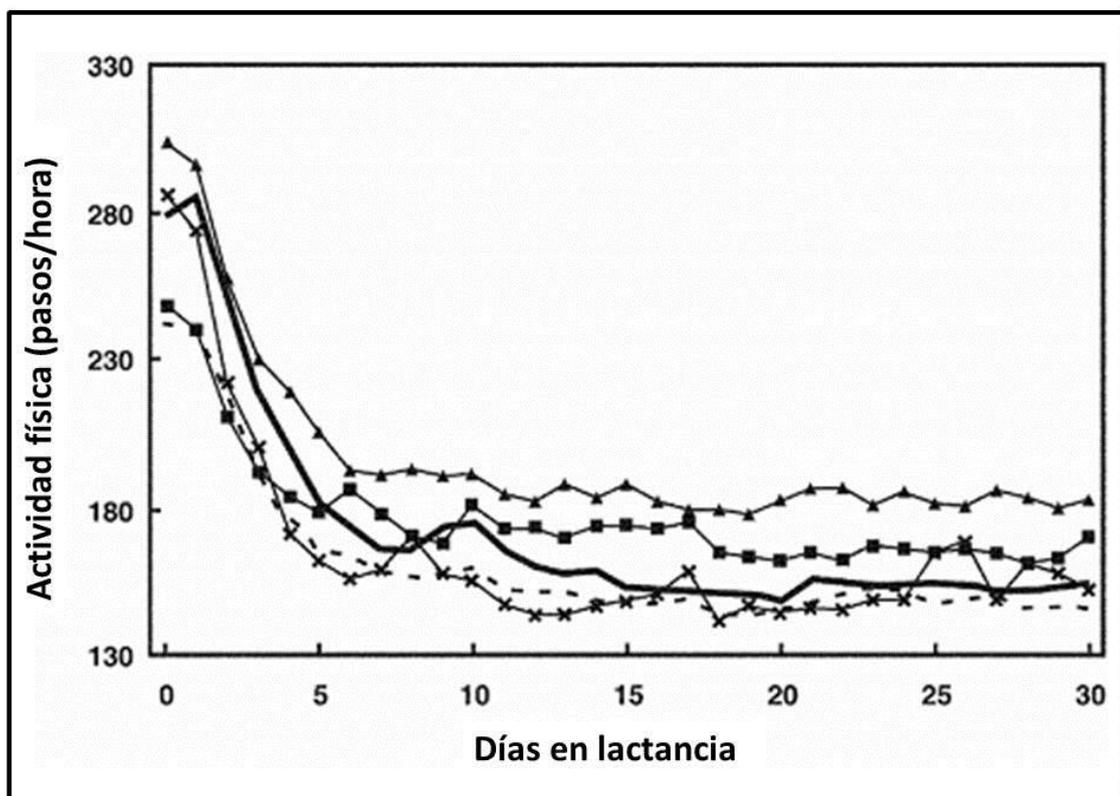
El registro automático de la actividad física de la vaca puede ser lograda por una variedad de métodos, en los que se incluye el uso de podómetros (Müller y Schrader, 2003), que es un dispositivo que cuenta el número de pasos de un animal en un cierto período. Desde hace años, el incremento en actividad física es usado para identificar el estro en vacas; mediante una vigilancia continua y automática de la vaca (Yániz *et al.*, 2006). Existen numerosas publicaciones sobre la eficiencia y la exactitud de los podómetros utilizados para la detección de celo en el ganado bovino, pero sólo unos pocos estudios describen al podómetro como una ayuda potencial para la vigilancia de los disturbios de la actividad ovárica, o bien para trastornos de locomoción (Moallem *et al.*, 2002).

Mazrier *et al.* (2006) estudiaron el uso de la actividad física medida por podómetro para detectar tempranamente cojera en vacas, sin embargo, su metodología no resultó eficiente para detectar la totalidad de los casos.

Por otro lado, Edwards y Tozer (2004) determinaron curvas de actividad física asociadas a la presentación de algunas enfermedades, durante los primeros 30 días de lactancia, las que se muestran en la figura 1.

Figura 1. Curvas de actividad física promedio de vacas durante los primeros 30 días de lactancia, asociada a su estado de salud.

La línea continua representa a las vacas sanas, las otras curvas representan a animales con distintas patologías: la línea unida con triángulos representa la actividad física de vacas con DAI, la línea unida con cuadrados la actividad física de vacas con cetosis y con la línea con x la actividad física de vacas con trastornos digestivos (Edwards y Tozer, 2004).



De acuerdo a los hallazgos de estos autores, en general, la actividad física en vacas afectadas por las enfermedades estudiadas fue de 15 pasos/hora menos que las vacas sin enfermedad, concluyendo finalmente que parámetros como la producción diaria de leche y la actividad física de la vaca medida por podómetro pueden usarse como predictores de cetosis, desplazamiento de abomaso a la izquierda y desórdenes digestivos generales, detectándose estos cambios 5 a 6 días previos al diagnóstico de la enfermedad (Edwards y Tozer, 2004).

Considerando la información anterior, este estudio tiene por objetivo aportar nuevos antecedentes que puedan ser de utilidad en la implementación de metodologías para la detección precoz de enfermedades, en el período de posparto temprano.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer la frecuencia de vacas enfermas, seleccionadas por disminución absoluta o relativa en la producción de leche, y asociar la actividad física de la vaca con estados patológicos durante los primeros 35 días de lactancia.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la frecuencia de vacas enfermas, seleccionadas por disminución absoluta o relativa de la producción de leche, durante los primeros 35 días de lactancia.

- Asociar la actividad física diaria de la vaca con su estado sanitario durante los primeros 35 días de lactancia.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación y descripción general del rebaño estudiado.

El estudio fue realizado en el plantel lechero de Agrícola Pahuilmo, ubicado en la provincia de Melipilla, Región Metropolitana, Chile. El plantel funciona en un sistema de confinamiento permanente con distintos grupos de acuerdo a la cantidad de partos, estado sanitario, estado fisiológico y productivo de los animales. Durante el período de estudio, se encontraban en lactancia aproximadamente 830 vacas Holstein Friesian, con una producción promedio de 34 litros diarios de leche por animal.

El plantel cuenta con una sala de ordeña de tipo giratoria de 40 puestos, en la que se ordeñaban las vacas 3 veces al día. La primera ordeña fue a las 4 AM, la segunda a las 12 PM y la tercera a las 7 PM.

Los animales se alojaron en corrales de concreto con cubículos individuales con cama de arena (“free stall”) y corrales de tierra (“dry lot”), sin cubículos.

La alimentación consiste en una ración completa formulada de acuerdo a los requerimientos según NRC, según el número de la lactancia, estado fisiológico y nivel de producción. La ración se entregaba 2 veces al día con carro mezclador en comederos colectivos ubicados a lo largo del corral.

Para efectos del estudio, en particular para el análisis de la actividad, se seleccionaron 4 grupos:

MT: Multíparas en corral de tierra.

PT: Primíparas en corral de tierra.

MC: Multíparas en corral de concreto con cubículos.

PC: Primíparas en corral de concreto con cubículos.

Inmediatamente después del parto las vacas pertenecientes a los grupos MC y PC permanecen juntas en un corral de concreto con cubículos hasta el día 21, luego son cambiadas a dos corrales de características similares según número de partos.

Las vacas pertenecientes a los grupos MT y PT, inmediatamente después del parto son distribuidas en dos corrales de tierra según número de partos, en el cual permanecen durante todo el período de estudio.

4.2. Sistema de identificación.

Las vacas cuentan con autocrotales en las orejas para su identificación visual, además de una identificación electrónica mediante un podómetro, el cual se fija justo por encima de la articulación metatarso-falángica izquierda y generalmente es instalado el tercer día de lactancia.

Un sistema de lectura dentro de la sala de ordeña (Afimilk®) identifica el podómetro al momento en que la vaca ocupa un puesto y registra su producción individual, también se registran otros datos como la actividad física de la vaca y conductividad eléctrica de la leche. Los datos obtenidos se almacenan por medio del software de manejo de rebaños Afifarm™.

Para este estudio se recopilaron los datos de producción diaria de leche (suma de las 3 ordeñas del día, expresada en litros por día) y la actividad física diaria de la vaca (actividad física media diaria, expresada en pasos por hora).

4.3. Animales en estudio.

Se incluyeron las vacas que parieron en un período de 6 meses y que generaron datos entre los 10 y 35 días posparto. De ellas las que presentaron disminución o mantención de su producción diaria de leche se consideraron como sospechosas de cursar con alguna patología y se sometieron a un examen clínico detallado.

Los animales que no tuvieron continuidad en el registro de su producción diaria de leche, ya sea por colocación tardía del podómetro (posterior a 10 días de lactancia) o muerte no se incluyeron en el estudio para efectos analíticos y se consideraron como **vacas sin registro**, así también los animales que presentaron cuadros de DAI y que fueron sometidos a cirugía, durante los primeros 10 días de lactancia. Por el contrario, las vacas con registros continuos corresponden a la población efectivamente estudiada denominándose **vacas en estudio**.

4.4. Evaluación de la producción de leche.

Se consideró anormal la evolución de la producción de leche cuando los animales presentaran al menos durante tres días consecutivos mantención o disminución de la producción diaria de leche (disminución de producción láctea: **DPL**).

Los animales que presentaron DPL fueron sometidos a un examen clínico individual con el objeto de detectar signos clínicos de patologías, el cual incluía los siguientes aspectos:

1.- Inspección: se observó al animal a distancia con el objeto de pesquisar la presencia evidente de cambios o alteraciones morfológicas detectables, presencia de exudado o secreciones, alteraciones de la conducta que pudieran indicar alguna patología.

2.- Medición de constantes: se registró únicamente la temperatura rectal, no se consideró relevante ni pertinente el registro de la frecuencia ruminal, frecuencia cardíaca y respiratoria.

3.- Examen Regional: se exploró mediante maniobras clínicas específicas según sistema la presencia de signos clínicos de afecciones de los sistemas respiratorio, cardiovascular, digestivo, mamario, reproductivo y locomotor. Estas correspondieron a las siguientes:

- a) Auscultación-percusión simultánea en hipocondrio izquierdo
- b) Inspección directa de la leche
- c) Determinación indirecta de células somáticas en leche mediante “California Mastitis Test” (CMT).
- d) Determinación semicuantitativa de cuerpos cetónicos en orina (Anexo 2)
- e) Inspección de heces
- f) Examen directo de descarga uterina (en caso de sospecha de metritis).

De acuerdo a los hallazgos del examen clínico se asignaron las vacas con signos clínicos como afectadas por las siguientes enfermedades:

Cetosis: medición de cuerpos cetónicos en orina con tira reactiva en el rango Alto y Muy Alto (80 mg/dl y 160 mg/dl) (Rosenberger, 1983).

Cetosis subclínica: medición de cuerpos cetónicos en orina con tira reactiva en rango Bajo y Moderado (15 mg/dl y 40 mg/dl) (Rosenberger, 1983).

Mastitis clínica: Alteración de las características físicas de la leche, incluyendo cambios en consistencia, coloración, elementos como flóculos o grumos de pus, sangre, etc.

Mastitis subclínica: reacción positiva al CMT en cualquiera de sus grados.

Metritis puerperal: presencia de secreción uterina purulenta y/o pútrida asociada a un alza de temperatura corporal de la vaca (39,5° C o más).

Desplazamiento de abomaso a la izquierda: Percusión y auscultación en hipocondrio izquierdo con resultado de sonido timpánico metálico.

Diarrea: eliminación de heces de aspecto líquido o semi-líquido en gran cantidad.

Cojera: presencia de un arqueamiento notorio del lomo al caminar o al estar en estación. No apoyo o apoyo suave de un miembro, al caminar o en estación (Bicalho *et al.* 2007).

Sin signos clínicos: cuando no se encontraron signos clínicos ni signos subclínicos considerados por la metodología de detección de este estudio.

4.5. Actividad física de la vaca.

En el predio la actividad física de cada vaca se midió automática y diariamente por medio de un podómetro electrónico. Los datos obtenidos fueron procesados y almacenados en cada ordeña mediante el sistema Afimilk®, expresados en actividad física media medida en pasos por hora.

Para efectos del estudio se clasificaron los animales según su actividad física en tres estratos considerando la actividad individual respecto al promedio de su grupo a días equivalentes en lactancia. De esta forma se consideró actividad física MEDIA a los animales cuyo registro de actividad física correspondía al promedio de sus equivalentes más/menos una desviación estándar (DE). En consecuencia los grupos de actividad física ALTA y BAJA correspondieron a los animales que se encontraban por sobre y bajo el grupo de actividad física media, respectivamente.

4.6. Análisis de los datos y análisis estadístico.

De las observaciones realizadas se obtuvieron las frecuencias absolutas y relativas de vacas que presentaron disminución de su producción (DPL) en relación a su estado de salud.

La actividad física de las vacas, que presentaron DPL, se asoció al estado de salud por medio de la prueba de independencia χ^2 .

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período de estudio se iniciaron 362 lactancias, donde 298 de ellas (82,3%) contó con registros adecuados a la metodología empleada (**Vacas en estudio**). El restante 17,7% (n=64) no pudo ser estudiado debido a la ausencia de registros completos de producción o actividad física por al menos 3 días (**Vacas sin registro**), a animales que no tenían instalado u operativo el podómetro, o que murieron antes de ser instalado este dispositivo. De las 298 vacas en estudio, 131(44,0%) correspondieron a primíparas y 167 (56,0%) a multíparas.

5.1. Resultados de disminución o mantención de la producción de leche.

5.1.1. Análisis general de la presentación de DPL en vacas en estudio.

5.1.1.1 Presentación de DPL según lactancia en las vacas en estudio:

De las 298 vacas incluidas en el estudio, 179 (60,1%) presentaron DPL por lo menos en una ocasión. La distribución según el número de lactancia se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Frecuencia de vacas con o sin disminución o mantención de la producción láctea.

	Primíparas		Multíparas	
	n	%	n	%
con DPL	66	50,4	113	67,7
sin DPL	65	49,6	54	32,3
Total	131	100	167	100

Se observó una asociación significativa entre la presentación de DPL con el número de lactancias ($p=0,003$), donde una mayor proporción de las vacas multíparas cursa con DPL en el postparto.

La relación entre disminución de producción y presencia de signos de enfermedad, tendió a ser mayor en multíparas que en primíparas, sugiriendo que las multíparas están más expuestas a las patologías monitoreadas por la metodología de este estudio.

5.1.1.2. Distribución de animales según cantidad de episodios de DPL.

Como se mencionó, 179 vacas presentaron DPL; sin embargo, el total de episodios de DPL fue mayor, ya que cerca de la mitad de los animales presentaron estos en más de una ocasión, situación que se expone en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Frecuencia de animales según episodios de disminución o mantención de la producción de leche (DPL).

Cantidad de episodios de DPL	n	Frecuencia relativa	Frecuencia de episodios de DPL	Animales con signos clínicos	Frecuencia relativa de animales con signos clínicos
1	97	54,2%	97	57	58,8%
2	60	33,5%	120	52	86,7%
3	16	8,9%	48	14	87,5%
4	5	2,8%	20	5	100%
5	1	0,6%	5	1	100%
Total	179	100%	290	129	72,1%

En la tabla anterior se muestra que 97 animales (54,2%) presentaron DPL una vez, 60 lo hicieron 2 veces y así sucesivamente. En consecuencia el número total de exámenes clínicos practicados correspondió a 290, a pesar de que el número total de vacas con DPL fue de 179. Esto significa que hubo un promedio de 1,62 episodios de DPL por vaca, con su consecuente examen clínico.

Un 72,1% de las vacas con DPL presentó signos clínicos en al menos uno de los exámenes clínicos. Un 58,8% de las vacas que tuvieron un episodio de DPL mostraron signos clínicos, en la medida que las vacas presentaban un mayor número de episodios de DPL, fue más probable que en alguno de los exámenes clínicos presentara signos de alguna patología. Así, en las vacas con dos episodios de DPL, la proporción de animales con enfermedad fue de 86,7%, y un 100% de las vacas que presentaron cuatro ó cinco episodios de DPL, mostraron signos clínicos. Lo anterior sugiere una relación entre la disminución de la producción y presencia de signos de enfermedad. Según Edwards y Tozer (2004), las vacas sanas tienen una menor variación en producción que las vacas enfermas. Los resultados expuestos son consistentes con lo anterior, ya que las vacas

que presentaron disminución en la producción de leche estuvieron en la mayoría de los casos efectivamente afectadas por alguna enfermedad y presentaron mayor frecuencia de episodios de DPL.

Al distribuir los datos anteriores de acuerdo al número de partos, se obtiene lo que muestra el cuadro 6.

Cuadro 6. Frecuencia de animales según episodios de disminución o mantención de la producción de leche (DPL), de acuerdo al número de partos.

Cantidad de episodios de DPL	Múltiparas	Primíparas	Múltiparas con signos clínicos	Primíparas con signos clínicos
1	54 (47,8%)	43 (65,2%)	30 (55,6%)	27 (62,8%)
2	41 (36,3%)	19 (28,8%)	38 (92,7%)	14 (73,7%)
3	13 (11,5%)	3 (4,5%)	11 (84,6%)	3 (100%)
4	4 (3,5%)	1 (1,5%)	4 (100%)	1 (100%)
5	1 (0,9%)	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)
Total	113	66	84 (74,3%)	45 (68,2%)

En primíparas hubo 94 DPL en 66 vacas, lo que resulta en un promedio de 1,42 DPL por vaca. En tanto que en múltiparas, hubo 196 DPL en 113 vacas, promediando 1,73 DPL por vaca.

Un 34,8% de las primíparas presentó más de 1 DPL, en cambio en múltiparas el porcentaje fue de 52,2%, lo que es significativamente mayor ($p=0,03$), estos datos indican que es más frecuente encontrar DPL en las múltiparas, siendo además común que estas presenten más de un DPL en el periodo de estudio. Un 68,2% de las primíparas presentó signos clínicos en al menos una ocasión, en tanto que un 74,3% de las múltiparas presentó signos clínicos en al menos una ocasión ($p= 0,39$).

En general, las múltiparas presentan significativamente una mayor frecuencia y repetición de episodios de DPL respecto a las primíparas. Esto podría indicar que los factores involucrados, ya sean fisiológicos, patológicos o de manejo, que afectan la producción de leche en este período tienen un mayor impacto en múltiparas.

Al respecto, Guterbock (2004) señala que la producción de leche puede presentar normalmente variaciones diarias de unos 4,5 kg de leche, consecuentemente pudiera ser frecuente encontrar episodios de DPL en vacas lecheras. Según Edwards y Tozer

(2004), este fenómeno debiera ser menos frecuente en vacas sanas que en vacas enfermas. Lo anterior indicaría que los animales que presentaron DPL podrían estar cursando un cuadro patológico, lo cual, además, se presenta con mayor frecuencia en vacas multíparas.

5.1.1.3. Distribución de la presentación de DPL según días de lactancia:

De acuerdo a la progresión de la lactancia se observó la siguiente distribución de la aparición de los episodios de DPL en las vacas en estudio, lo que se muestra en las figuras 2 y 3.

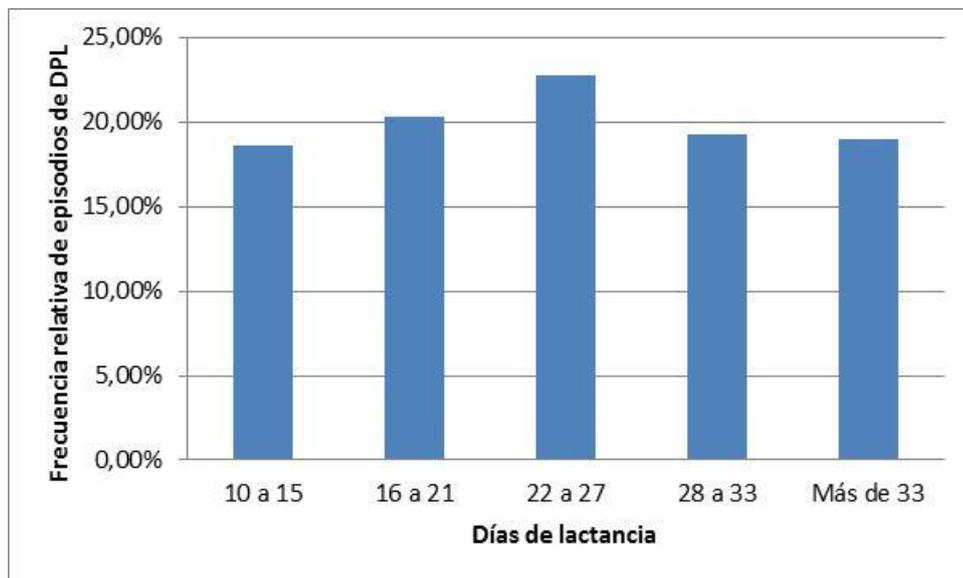


Figura 2. Frecuencia relativa de episodios de disminución o mantención de la producción de leche por al menos tres días (DPL) según día de presentación, entre los 10 a 35 días posparto.

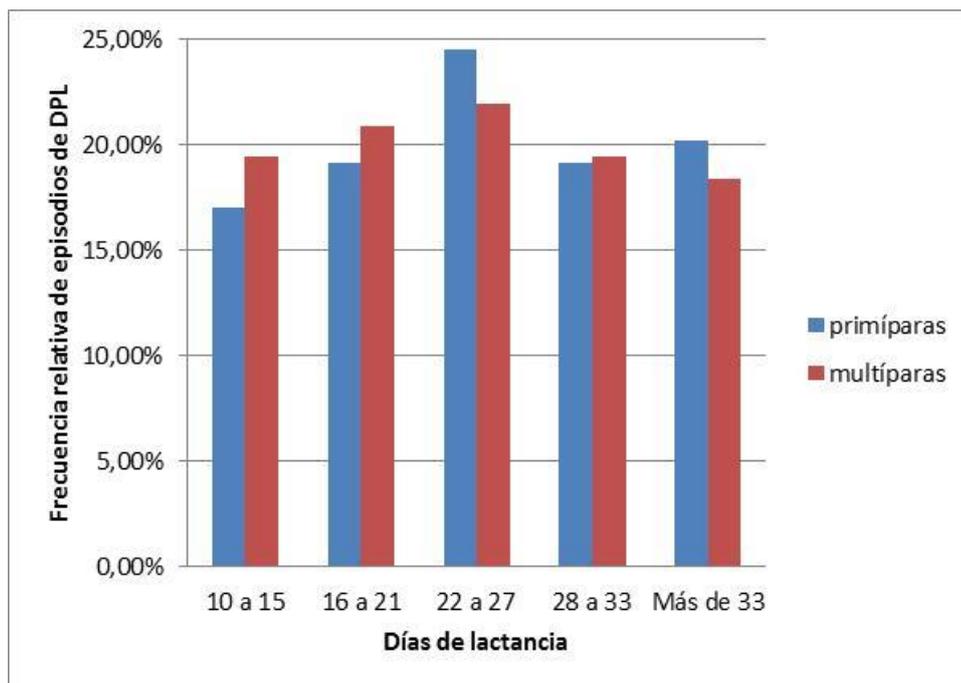


Figura 3. Frecuencia relativa de episodios de disminución o mantención de la producción de leche por al menos tres días (DPL) según día de presentación en primíparas y multíparas, entre los 10 y 35 días posparto.

En el período de estudio se observa escasa variación temporal en la frecuencia de presentación de DPL, observándose cierta tendencia a concentrar los episodios alrededor de los 22 a 27 días de lactancia, lo que no es diferente en términos estadísticos a lo observado en los otros períodos. Al distribuir según partos, la tendencia es similar, no determinándose diferencias estadísticamente significativas.

El moderado aumento de episodios de DPL entre los 22 a 27 días podría asociarse al cambio de corral al que fueron sometidas las vacas de uno de los grupos estudiados, al respecto, Von Keyserlingk *et al.* (2008) señalan que se ha descrito una disminución en la producción de leche por corto tiempo en vacas que han sido mezcladas en otro grupo social, posiblemente como un resultado del aumento de interacciones competitivas en el comedero, Coppock (1977) describe que los disturbios sociales generados por el cambio de grupo de vacas traería consigo una disminución de entre un 0,5% a un 5,5% de la producción de leche, lo que no se extendería más allá del primer día del cambio, señala además que las consecuencias serían más severas en vacas de alta producción.

La pesquisa de reducciones en la producción de leche en el período estudiado no es una herramienta utilizada comúnmente, los resultados obtenidos hasta aquí indican que se presentan con frecuencia, pudiendo estar asociado a cuadros patológicos, lo cual se analiza a continuación.

5.1.2. Episodios de DPL por diagnóstico:

Cada animal que presentó DPL fue sometido a un examen clínico orientado a detectar signos de enfermedad, donde los diagnósticos obtenidos se muestran en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Frecuencia de episodios de disminución de la producción de leche (DPL) según diagnóstico.

	Total de vacas		Primíparas		Multíparas	
	Frecuencia absoluta (relativa)	Frecuencia relativa de los DPL con signos	Frecuencia absoluta (relativa)	Frecuencia relativa de los DPL con signos	Frecuencia absoluta (relativa)	Frecuencia relativa de los DPL con signos
Sin signos clínicos	88 (30,3%)		37 (39,4%)		51 (26,0%)	
Mastitis Subclínica	59 (20,3%)	29,2%	19 (20,2%)	33,3%	40 (20,4%)	27,6%
Cetosis	45 (15,5%)	22,3%	18 (19,1%)	31,6%	26 (13,3%)	17,9%
Mastitis clínica	29 (10,0%)	14,4%	3 (3,2%)	5,3%	27 (13,8%)	18,6%
Cetosis Subclínica	26 (9,0%)	12,9%	10 (10,6%)	17,5%	16 (8,2%)	11,0%
Diarrea	21 (7,2%)	10,4%	3 (3,2%)	5,3%	18 (9,2%)	12,4%
Cojera	13 (4,5%)	6,4%	3 (3,2%)	5,3%	10 (5,1%)	6,9%
DAI	9 (3,1%)	4,5%	1 (1,1%)	1,8%	8 (4,1%)	5,5%
DPL totales	290 (100%)	100% (202)	94 (100%)	100% (57)	196 (100%)	100%

En 202 de 290 episodios de DPL se diagnosticaron enfermedades, lo que representa un 69,7%. Las multíparas presentaron una proporción significativamente mayor ($p=0,03$) de DPL con signos clínicos que las primíparas (74,0% y 60,6% respectivamente).

Varios estudios reportan una alta frecuencia de enfermedades clínicamente detectables en este período (Mottram, 1997; Spain y Scheer, 2001; Cook *et al.*, 2006; Kocak y Ekiz, 2006; LeBlanc *et al.*, 2006), con la confirmación de ellas mediante exámenes clínicos específicos. Sin embargo, no se reportan estudios como este, en que se utilice la presencia de DPL como indicador genérico de enfermedad, por lo tanto, es

complejo comparar los resultados, sin embargo, se puede señalar que en una gran proporción de los exámenes se detectaron signos clínicos, lo cual indica una alta frecuencia de patologías en este período asociadas a disminuciones en la producción de leche, lo que es más evidente en multíparas que en las primíparas.

Mastitis.

Signos de mastitis (clínica y subclínica) se detectaron en el 43,6% de las vacas que presentaron DPL, siendo la enfermedad más frecuentemente diagnosticada. Mastitis subclínica se diagnosticó en el 29,2% y mastitis clínica en el 14,4% de los episodios de DPL con signos clínicos. En multíparas la mastitis representó un 45,5% de las patologías encontradas, en tanto que en primíparas representó 38,6% ($p=0,43$). La mastitis clínica fue más frecuente en multíparas (17,9%) que en primíparas (5,3%), diferencia estadísticamente significativa ($p=0,01$). La proporción de mastitis subclínica en multíparas no fue estadísticamente diferente a la observada en primíparas (27,6% y 33,3%, respectivamente, $p=0,49$).

Jones *et al.* (1984) señalan que la disminución en la producción de leche fue de 4,5 a 12,7 kilos, 24 horas anteriores a la presentación de los signos clínicos de mastitis, y que los cuartos afectados produjeron 15 a 17% menos leche que los cuartos opuestos aparentemente sanos, además, señalan que las pérdidas en producción son más pronunciadas en multíparas que en primíparas. Hagnestam *et al.* (2007) concuerdan con lo anterior, agregando que en multíparas las pérdidas en el corto plazo fueron más severas cuando la vaca desarrollaba mastitis en el inicio de la lactancia, señalando además que la mastitis clínica es más frecuente en multíparas. En contraste, Barkema *et al.* (1998) señalan que la mastitis clínica periparto es de incidencia mayor en primíparas que en multíparas del mismo rebaño.

Cetosis.

La cetosis representa el 35,2% de los episodios de DPL con signos clínicos, un 22,3% de ellos correspondió a cetosis clínica y un 12,9% a cetosis subclínica. La cetosis presentó una frecuencia relativa significativamente mayor ($p=0,01$) en primíparas (49,1%) que en multíparas (29,6%).

La presentación de cetosis clínica mostró una fuerte tendencia ($p=0,06$) a ser mayor en multíparas (31,6%) que en primíparas (18,6%), por otra parte, la proporción

de cetosis subclínica en primíparas (17,5%) no fue estadísticamente diferente a la observada en multíparas (11,0%) ($p=0,24$).

Los resultados obtenidos dan cuenta de la alta frecuencia de presentación de las distintas formas de cetosis en el período estudiado, asociada en este caso particular a disminución en producción de leche. Al respecto, Fourichon *et al.* (1999) señalan que la reducción de producción el día de diagnóstico alcanza 4 a 10 kg/día para la cetosis clínica y a 3 kg/día para la cetosis subclínica. Por otra parte, Veenhuizen *et al.* (1991) encontraron que el promedio de disminución de producción diaria de leche en vacas con cetosis subclínica fue de 0,5 kg. Detilleux *et al.* (1994) encontraron que, en el caso de la cetosis clínica, las pérdidas a corto plazo fueron mayores en vacas multíparas que en primíparas. Lo anterior podría indicar que en multíparas es más probable detectar episodios de cetosis en animales que disminuyen su producción, siendo más probable en el caso de la cetosis clínica que en la subclínica, debido a que presenta una mayor disminución en producción. Veenhuizen *et al.* (1991) señalan que existirían dificultades para detectar la cetosis subclínica con esta metodología, ya que la pérdida de producción es pequeña y gradual. Esto concuerda con los resultados obtenidos, que muestran que la cetosis clínica fue más frecuentemente encontrada que la cetosis subclínica. Al respecto Radostits (2002) señala que la cetosis subclínica se produce con mayor frecuencia que la cetosis clínica, considerando esto, la metodología usada en este estudio podría no estar detectando los casos en su estado subclínico y los detectaría en su mayoría cuando progresan a clínicos, o que la metodología no es satisfactoria para detectar la cetosis subclínica, puesto que el efecto de la enfermedad no es aun suficiente para manifestarse con la reducción en la producción de leche.

Diarrea.

La diarrea se presentó en 10,4% de los episodios de DPL con signos clínicos. La proporción de multíparas con diarrea fue numéricamente mayor que en primíparas (12,4% vs 5,3%) aunque esta diferencia no es significativa ($p=0,2$).

Aunque no se estableció la causa se puede sugerir como origen probable la acidosis subaguda, la cual según Krause y Oetzel (2005) puede cursar con diarrea inexplicable y disminución del consumo de materia seca y de la producción láctea. En el presente estudio no se consideró el diagnóstico específico de acidosis subaguda, cuadro frecuente en este periodo, por lo cual no se puede descartar ni afirmar que esa patología sea la causa de las diarreas presentadas.

Cojera.

La cojera se presentó en el 6,4% de los episodios de DPL con signos clínicos. Al distribuir según cantidad de partos, la proporción de multíparas y primíparas afectadas no fue significativamente diferente (6,9% vs 5,3%).

Warnick *et al.* (2001) encontraron que la disminución de producción en vacas cojas fue mayor para vacas de dos o más lactancias que para las de primera lactancia, siendo más común la cojera al inicio de la lactancia.

Desplazamiento de abomaso a la izquierda.

El DAI se presentó en 4,5% de los episodios de DPL con signos clínicos. Al distribuir según cantidad de partos, la proporción de multíparas con DAI fue mayor que en primíparas, aunque esta diferencia no fue significativa (5,5% vs 1,8%; $p=0,3$), lo anterior es consistente con la bibliografía consultada, que reporta una reducción intensa en la producción en animales que cursan con esta patología; por ejemplo, Van Winden *et al.* (2003) encontraron que vacas con DAI tuvieron un menor consumo de alimento (6,5 kg/d) y una producción de leche más baja (8 kg/d), previo al diagnóstico clínico de DAI, que animales sin la enfermedad.

En el caso de esta enfermedad, como para las patologías anteriormente señaladas, en multíparas fue más frecuente el diagnóstico de DAI asociado a disminución en la producción láctea, lo que concuerda con la bibliografía consultada, que señala que las vacas adultas están más expuestas a esta patología (Van Winden *et al.*, 2003).

Metritis puerperal.

En el presente estudio, no se detectaron episodios de esta patología, lo que puede asociarse a la utilización de un sistema de detección y tratamiento precoz de enfermedades en los primeros 10 días, dentro de las cuales se incluye esta enfermedad.

Aunque la literatura reporta que la metritis puerperal se presenta hasta los primeros 21 días de lactancia, Drillich *et al.* (2007) considera que esta patología es menos frecuente después de los primeros 10 días de lactancia. Por otra parte, Fourichon *et al.* (1999) indican que no se asocian pérdidas de producción de leche por metritis.

Episodios de disminución de la producción láctea sin signos clínicos.

En alrededor de un tercio de los episodios de DPL no se presentaron signos al examen clínico, de acuerdo a la metodología empleada. Es posible que algunas de las vacas que no presentaron signos clínicos hayan correspondido a animales que cursan un cuadro con sintomatología no detectable con nuestra metodología, como por ejemplo, acidosis subclínica (Fairfield *et al.*, 2007; Penner *et al.*, 2007). La presencia de este desorden puede resultar en una reducción del consumo de alimento (Huzzey *et al.*, 2005), disminuyendo consecuentemente la producción de leche (Edwards y Tozer, 2004).

Por otra parte, De Mol y Woldt (2001) señalan que algunos indicadores de presencia de enfermedad, entre otros la reducción en la producción de leche, pueden generar alertas falsas, es decir, se presentan en animales que no cursan patología. Esto puede ser generado por las variaciones reales, causada por influencias ambientales o de manejo (Sharma *et al.*, 1988), por ejemplo de cambios en la alimentación o temperatura ambiental y no es necesariamente asociada con la presencia de enfermedad (De Mol y Woldt, 2001). Otras causas podrían ser incorrecta identificación o pérdida de datos (producción de leche igual a 0); de este modo, es posible que el sistema de análisis de datos señale a vacas sanas como sospechosas de estar enfermas. Por otra parte, debe considerarse que la producción de leche puede presentar variaciones fisiológicas diarias, hasta de unos 4,5 kg de leche (Guterbock, 2004).

5.2. Resultados de actividad física.

La actividad física de las 298 vacas que iniciaron sus lactancias durante el período de estudio y cuyos datos fueron incluidos en este estudio, tuvo las características que se señalan a continuación:

5.2.1. Descripción general de la actividad física de las vacas en estudio.

El promedio de actividad física, de todas las vacas en estudio, entre los 10 y 35 días de lactancia se muestra en la Figura 4.

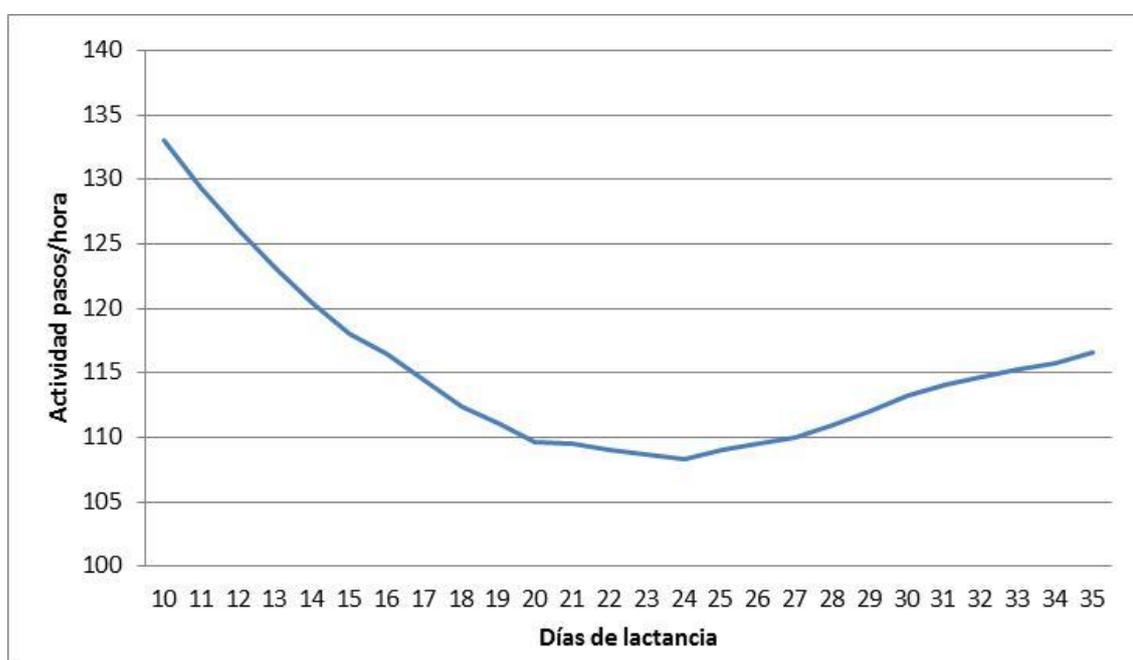


Figura 4. Actividad física promedio del total de animales.

El promedio de actividad física de todo el período de estudio fue de 115 pasos/hora. La tendencia general, durante los primeros 21 días fue en disminución, iniciándose en 133 pasos/hora, llegando a 108 pasos/hora el día 24, para aumentar gradualmente hasta 117 pasos/hora el día 35.

Según el estudio de Edwards y Tozer (2004), en vacas sanas la actividad física a los 10 días se encuentra en un nivel alto (alrededor de los 180 pasos/hora), y luego disminuye hasta mantenerse alrededor de los 150 pasos/hora a los 35 días. Esta tendencia en el tramo inicial es similar a la observada en el presente estudio. Lo anterior concuerda con Huzzey *et al.* (2005), quienes describen que luego del parto la actividad física es alta y posteriormente disminuye. De igual manera, Firk *et al.* (2002) señalan

que la actividad física de las vacas se encuentra en un nivel alto en la segunda semana de lactancia y alcanza su mínimo valor durante la cuarta semana. La curva general resultante de este estudio muestra un aumento después de los 24 días lo que coincide con un cambio de corral al que fueron sometidos dos de los cuatro grupos de animales, lo que podría distorsionar la curva en ese período.

El aumento que se aprecia en la actividad física asociado al cambio de corral puede explicarse a que el reagrupamiento disminuye el tiempo que las vacas permanecen echadas, probablemente porque las vacas que se cambian de corral no desplazan a otras para ganar el espacio en los cubículos, caminando más en su búsqueda y, en consecuencia, aumentan su actividad física. Además, Von Keyserlingk *et al.* (2008) señalan que la competencia social es más intensa en el comedero, afectando los tiempos de alimentación y el consumo, lo que se traduciría en mayor actividad física, situación que se aprecia en la curva promedio obtenida, por otra parte, según la misma publicación, las conductas sociales demorarían en volver a niveles basales entre 5 y 15 días después del reagrupamiento.

5.2.2. Promedio de actividad física de los grupos en estudio.

Las actividades físicas de los cuatro grupos se puede observar para su comparación en la Figura 5.

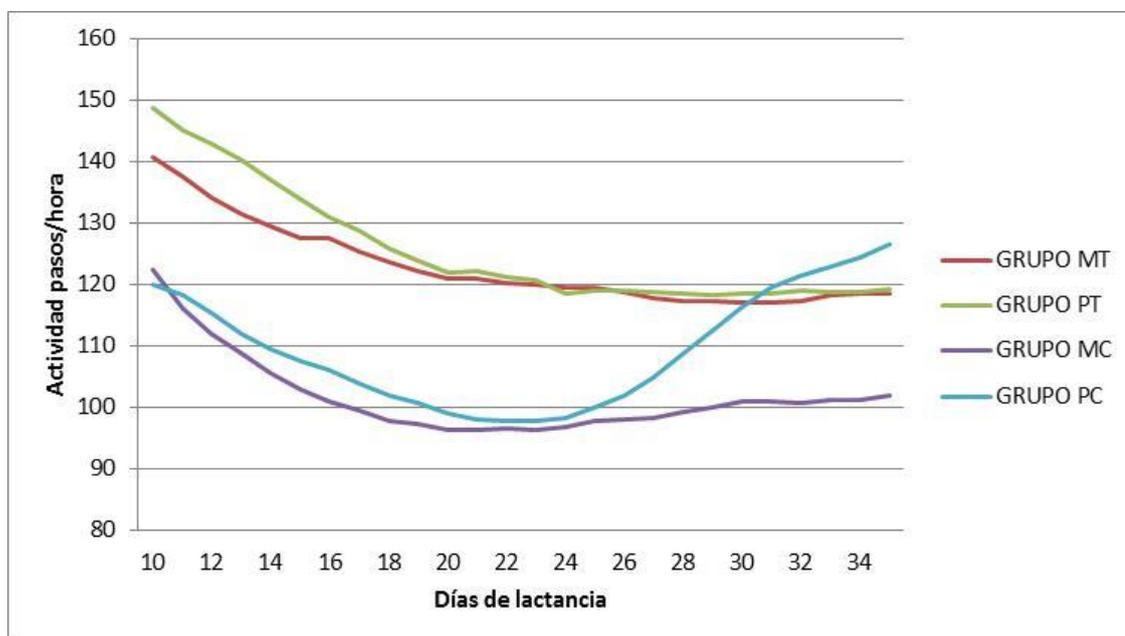


Figura 5. Actividades físicas promedio, entre los 10 y 35 días posparto, según grupos de estudio: MT (multíparas en corral de tierra), PM (primíparas en corral de tierra), MC (multíparas en corral de concreto con cubículos) y PC (primíparas en corral de concreto con cubículos).

La evolución de las curvas de actividad de los grupos MT y PT son similares, diferenciándose de las curvas de los grupos MC y PC, las que adicionalmente luego del día 24 presentan un aumento gradual asociado al cambio de corral. Al comparar las curvas de MT con PT, las primíparas tienen un mayor nivel de actividad, que es lo mismo que ocurre al comparar MC con PC.

Considerando lo anterior, las similitudes de la actividad física entre los grupos MT y PT, se debe a que tuvieron sistemas de alojamiento similares (corral de tierra), presentando actividad física de mayor magnitud que los grupos MC y PC, los que compartieron el mismo corral hasta el día 21 (corral con cubículos y de menor tamaño). Además los grupos MT y PT se ubicaban a una mayor distancia de la sala de ordeña, lo que sumado al tipo y tamaño del corral explican las diferencias con los animales en el otro sistema de alojamiento.

Respecto a las diferencias observadas entre los grupos que se encontraban en condiciones de alojamiento similares (MT con PT y MC con PC), Grant y Albright (1995) señalan que las diferencias observadas en promedios de actividad física y el patrón de las curvas se asocian entre otros factores a la cantidad de partos. Respecto a ello, Edwards y Tozer (2004) señalan que las primíparas tienen mayor actividad física que las vacas de más lactancias, lo que concuerda con lo observado por Firk *et al.* (2002), quienes señalan que la actividad física disminuye a mayor número ordinal de parto. Esta diferencia es probablemente explicada por la jerarquización dentro del rebaño (Firk *et al.* 2002; Edwards y Tozer, 2004), donde las primíparas deben competir más por el espacio para echarse y por el espacio en el comedero, por lo que se reflejaría en una mayor actividad física.

Por otra parte, el aumento de actividad física de los grupos MC y PC observado a partir del día 24 se atribuye al cambio de corral. Particularmente, la forma de la curva de actividad física del grupo PC se diferencia claramente de la de los otros grupos, lo cual podría deberse a que el nuevo corral tenía el doble de tamaño que el anterior, lo que no fue así para las del grupo MC que pasó a un corral de características similares al anterior. Se agrega a esto el mayor estrés que provocan los reagrupamientos en primíparas, que se traducen en una mayor actividad física.

En resumen, las diferencias en actividad física observadas entre los grupos se deberían a diferencias en el sistema de alojamiento, tamaño del corral, a la distancia a la sala de ordeña, cantidad de partos y algunos manejos, como el cambio de corral mencionado anteriormente. Estos resultados son concordantes con los presentados por otros autores, presentando mayor actividad física las primíparas que las multíparas, en las mismas condiciones. Además, se observa una mayor actividad física en los corrales de mayor espacio, más lejanos a la sala de ordeña y de superficie de tierra.

Así como se observaron variaciones en la actividad física entre grupos, también se evidenciaron entre los individuos de cada grupo, con coeficientes de variación entre los 21,6% y 28,6% dentro de los grupos, diferencias que no son significativas (ver ANEXO 3). Lo anterior sugiere que las variaciones individuales son relativamente similares y constantes dentro de los grupos. Referido a estas variaciones, Müller y Schrader (2005) plantean que es probable que la diferencia de actividad física en los animales, se base en rasgos de conducta propia, similares a las diferencias en reactividad frente a una situación desafiante por estímulos internos o externos. Es así como en distintos estados

ya sea dentro de lo fisiológico o patológico se pueden ver variaciones en los niveles de actividad física, situación que se analizará a continuación para distintas condiciones.

5.2.3. Nivel de actividad física en episodios de DPL en las vacas en estudio.

Se verificó la actividad física de todos los episodios de DPL (290), de los que 287 DPL presentaron registros de actividad física del día anterior al examen clínico.

5.2.3.1. Nivel de actividad física en episodios de DPL en relación a presencia o ausencia de signos clínicos.

La distribución según presencia de signos clínicos fue la que se presenta en el cuadro 8.

Cuadro 8. Nivel de actividad física previa al examen clínico según presencia de signos clínicos.

Diagnóstico	n	NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA		
		BAJA	MEDIA	ALTA
Con signos clínicos	201	23 (11,4%)	136 (67,7%)	42 (20,9%)
Sin signos clínicos	86	8 (9,3%)	64 (74,4%)	14 (16,3%)
Total	287	31 (10,8%)	200 (69,7%)	56 (19,5%)

No se observó asociación estadística entre el nivel de actividad física y la presencia o ausencia de signos clínicos ($p > 0,05$).

La distribución de las vacas según los niveles de actividad física se presentó muy similar a una distribución normal, es decir la mayor cantidad de episodios de DPL no fue precedida por un cambio en la actividad física durante los tres días previos al episodio de disminución de la producción. Esto se observa tanto en vacas en las que se detectaron signos de enfermedad como en las que no se observaron. Los episodios de DPL que presentaron actividad física BAJA fueron un 10,8% y los episodios de DPL en que hubo un aumento de actividad física en los días previos correspondieron a 19,5%. Como primer hallazgo puede constatar que la mayoría de los episodios de DPL se presentaron en rangos de actividad física MEDIA y ALTA.

Las vacas lecheras son animales gregarios en que la rutina de alimentación juega un rol importante en la sincronización de la actividad física, referente a esto, distintos autores (Mottram, 1997; DeVries *et al.*, 2003; González *et al.*, 2008; Goldhawk *et al.*,

2009) señalan que la conducta de alimentación puede ser usada para la identificación precoz de animales que después desarrollan alguna enfermedad. Goldhawk *et al.* (2009) señalan que la conducta social en el comedero puede diferir entre vacas sanas y enfermas antes del comienzo de la fase clínica de la enfermedad. Las vacas enfermas tienen un menor apetito y están menos tiempo en el comedero, tienen movimientos restringidos y ocupan más tiempo echadas (Edwards y Tozer, 2004); en consecuencia se esperaría que animales enfermos tuvieran un menor nivel de actividad física, sin embargo, en el presente estudio la mayoría de los episodios de DPL presentaron un nivel de actividad física MEDIA, es decir sin cambios significativos en la actividad física. Esta aparente contradicción puede explicarse por la metodología usada en este estudio, en que se consideró como parámetro diferenciador una desviación estándar (DE) sobre o bajo el promedio de actividad física del grupo estudiado para considerarla diferente. La desviación estándar de la actividad física, obtenida en este estudio fue en promedio de 30 pasos/hora, Edwards y Tozer (2004) proponen como indicativo de estados patológicos, desviaciones del promedio superiores a 15 pasos/hora. Esto explicaría que en el presente estudio el análisis, no mostró asociación entre nivel de actividad física y la presencia o ausencia de signos clínicos. Por otra parte, en él se incluyen distintas enfermedades las cuales pueden afectar a la actividad física de distintas formas.

5.2.3.2. Nivel de actividad física en relación a presencia o ausencia de signos clínicos, en primíparas.

En primíparas, la distribución de episodios de DPL según la presencia o ausencia de signos clínicos y el nivel de actividad física se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9. Nivel de actividad física previa al examen clínico según presencia de signos clínicos, en primíparas.

Diagnóstico	NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA			
	n	BAJA	MEDIA	ALTA
Con signos clínicos	56	7 (12,5%)	37 (66,1%)	12 (21,4%)
Sin signos clínicos	36	5 (13,9%)	26 (72,2%)	5 (13,9%)
Total	92	12 (13,0%)	63 (68,5%)	17 (18,5%)

En primíparas, el mayor porcentaje de casos de DPL se asoció a actividad física MEDIA (68,5%), es decir no fue acompañado de cambios importantes en la actividad física. Esta tendencia fue observada tanto en los casos de DPL en que se detectaron signos de enfermedad como en los que no se detectaron. En general, no existe asociación estadística entre el nivel de actividad física y la presencia o ausencia de signos clínicos en primíparas ($p>0,05$).

5.2.3.3. Nivel de actividad física en relación a presencia o ausencia de signos clínicos, en múltiparas.

En múltiparas, la distribución de episodios de DPL según presencia o ausencia de signos clínicos y el nivel de actividad física fue la que se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Nivel de actividad física previa al examen clínico según presencia de signos clínicos, en múltiparas.

Diagnóstico	n	NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA		
		BAJA	MEDIA	ALTA
Con signos clínicos	145	16 (11,0%)	99 (68,3%)	30 (20,7%)
Sin signos clínicos	50	3 (6,0%)	38 (76,0%)	9 (18,0%)
Total	195	19 (9,7%)	137 (70,3%)	39 (20,0%)

En vacas múltiparas, en la mayoría de los casos de DPL (70,5%), las vacas mantuvieron su actividad física, seguido de un 20% de casos en que hubo actividad superior a la del grupo y aproximadamente 10% en que se produjo una menor actividad física. Las distribuciones en vacas con DPL que presentaron signos y en las que no los presentaron fueron similares ($p=0,45$).

5.2.3.4. Nivel de actividad física en episodios de DPL, según diagnóstico.

De acuerdo al diagnóstico y el nivel de actividad física, la distribución de episodios de DPL se muestra a nivel general en el cuadro 11 y para primíparas y multíparas en los cuadros 12 y 13, respectivamente.

Cuadro 11. Nivel de actividad física previa al examen clínico según diagnóstico.

Diagnóstico	NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA				p
	n	BAJA	MEDIA	ALTA	
Sin signos	86	8 (9,3%)	64 (74,4%)	14 (16,3%)	
Mastitis subclínica	59	8 (13,6%)	35 (59,3%)	16 (27,1%)	0,16
Cetosis	45	4 (8,9%)	28 (62,2%)	13 (28,9%)	0,23
Mastitis clínica	29	2 (6,9%)	24 (82,8%)	3 (10,3%)	0,65
Cetosis subclínica	26	2 (7,7%)	17 (65,4%)	7 (26,9%)	0,48
Diarrea	20	1 (5,0%)	18 (90,0%)	1 (5,0%)	0,31
Cojera	13	3 (23,1%)	9 (69,2%)	1 (7,7%)	0,28
DAI	9	3 (33,3%)	5 (55,6%)	1 (11,1%)	0,10

Cuadro 12. Nivel de actividad física previa al examen clínico según diagnóstico, en primíparas.

Diagnóstico	n	BAJA	MEDIA	ALTA	p
Sin signos	36	5 (13,9%)	26 (72,2%)	5 (13,9%)	
Mastitis subclínica	19	4 (21,1%)	14 (73,7%)	1 (5,3%)	0,54
Cetosis	18	2 (11,1%)	9 (50,0%)	7 (38,9%)	0,11
Mastitis clínica	3	0 (0%)	2 (66,7%)	1 (33,3%)	0,57
Cetosis subclínica	10	0 (0%)	8 (80,0%)	2 (20,0%)	0,44
Diarrea	2	0 (0%)	1 (50%)	1 (50%)	0,37
Cojera	3	1 (33,3%)	2 (66,7%)	0 (0%)	0,57
DAI	1	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	0,83

Cuadro 13. Nivel de actividad física previa al examen clínico según diagnóstico, en multíparas.

Diagnóstico	n	BAJA	MEDIA	ALTA	p
Sin signos	50	3 (6,0%)	38 (76,0%)	9 (18,0%)	
Mastitis subclínica	40	4 (10,0%)	21 (52,5%)	15 (37,5%)	0,06
Cetosis	27	2 (7,4%)	19 (70,4%)	6 (22,2%)	0,87
Mastitis clínica	26	2 (7,7%)	22 (84,6%)	2 (7,7%)	0,48
Cetosis subclínica	16	2 (12,5%)	9 (56,3%)	5 (31,3%)	0,31
Diarrea	18	1 (5,6%)	17 (94,4%)	0 (0,0%)	0,15
Cojera	10	2 (20,0%)	7 (70,0%)	1 (10,0%)	0,31
DAI	8	3 (37,5%)	4 (50,0%)	1 (12,5%)	0,03

5.2.3.5. Asociación entre nivel de actividad física y diagnóstico:

Mastitis.

La distribución de los episodios de DPL diagnosticados con mastitis clínica y subclínica, ya sea en conjunto e individualmente, en los distintos niveles de actividad física no es diferente a lo observado en las vacas que no presentan signos. Esta tendencia se observa tanto en vacas primíparas como multíparas, aunque se observó una fuerte tendencia ($p=0,06$) a que vacas multíparas diagnosticadas con mastitis subclínica muestren una actividad física mayor al promedio de su grupo.

La literatura consultada, sólo establece que la actividad basada en la conducta de alimentación por sí sola, no es un indicador adecuado de mastitis (Bareille *et al.*, 2003), porque no todos los tipos de mastitis llevan a reducción del consumo de alimento y del tiempo de alimentación (González *et al.*, 2008) y, consecuentemente, a disminución de la actividad física.

Cetosis.

La distribución de los casos en los niveles de actividad para cetosis clínica y subclínica, ya sea en conjunto e individualmente, tendió a mostrar una mayor cantidad de episodios en nivel de actividad física ALTA que en las vacas con DPL sin signos, pero esta diferencia no es significativa. Esto es consistente con el estudio de Edwards y Tozer (2004), en que la actividad física promedio de vacas con cetosis fue mayor que la de vacas sanas desde el día 12 posparto. Además, los autores señalan que al día de

diagnóstico el promedio de actividad física de vacas con cetosis fue mayor que el de vacas sanas.

La mayor actividad física observada en algunos de los episodios de cetosis pudiera deberse a la signología neurológica descrita para esta patología, como el caminar en círculos o movimientos erráticos (Radostits, 2002), por otra parte, González *et al.* (2008) observaron disminución en el tiempo de alimentación tres a cinco días antes del diagnóstico de cetosis, lo que pudiera traducirse en una disminución de actividad física. Por lo tanto, el nivel de actividad de vacas con cetosis podría ser la expresión del factor predisponente, como lo es la disminución del consumo de alimento, o también podría serlo de algunos de los signos de esta patología, o también la combinación de ellos.

Diarrea.

La distribución de los casos de DPL con diarrea no es diferente a la de vacas sin signos de enfermedad observados. Prácticamente todos los episodios de DPL con diarrea se encontraron en el nivel de actividad física MEDIA, por lo que podría afirmarse que la diarrea no tendría mayor efecto sobre la actividad física. Esto contrasta con lo encontrado por Edwards y Tozer (2004) para vacas con desórdenes digestivos generales, que tuvieron una menor actividad física que las vacas sanas.

Cojera.

Los episodios de DPL que tuvieron diagnóstico de cojera se distribuyeron de manera similar a los episodios de DPL sin signos clínicos. En general, los episodios de cojera se presentaron mayormente en los rangos de actividad física BAJA y MEDIA. Esto se debería a que la cojera es un estado que causa dolor al caminar, esperándose que la actividad física disminuya. Consistentemente con esto, González *et al.* (2008) encontraron que durante los 3 a 15 días previos al diagnóstico de desórdenes locomotores agudos, el tiempo que las vacas estaban en el comedero disminuyó gradualmente, así como la cantidad de bocados y el número de visitas al comedero. Así lo corroboran Collard *et al.* (2000) que señalan que las vacas tienden a pasar más tiempo echadas y menos tiempo comiendo cuando la cojera causa un malestar severo. Esto se traduciría en un menor nivel de actividad física, como el observado en el presente estudio.

Desplazamiento de abomaso a la izquierda.

Se observó una gran proporción de episodios de DAI que mostraban una menor actividad física que la observada en vacas sin enfermedad diagnosticada, diferencia que fue estadísticamente significativa en las vacas multíparas. En primíparas se observó solamente un caso de DAI, lo que impide un manejo estadístico de esta distribución. Esto concuerda con lo reportado por Van Winden y Kuiper (2003), que señalan que la actividad física de vacas con DAI debiera ser menor que la de vacas sanas. La explicación para ello es que las vacas que desarrollan DAI muestran una depresión en el consumo de alimento previo al diagnóstico y cuando lo están cursando, como consecuencia tendrían una menor actividad física dedicada a la alimentación. Sin embargo, Edwards y Tozer (2004) encontraron que la actividad física de vacas con DAI al momento del diagnóstico fue mayor que la de vacas sanas, lo que en este estudio se observó solamente en un animal.

5.3. Implicancias de los resultados en relación a la metodología de detección de enfermedades.

5.3.1. Detección de enfermedades utilizando la disminución en la producción diaria de leche.

El método de detección de anomalías propuesto en este estudio, donde se realiza examen clínico a vacas que presentan disminución en su producción de leche permitió detectar una gran cantidad de casos de vacas que cursaron con DPL, muchos de los cuales se diagnosticaron con patologías específicas, que con los procedimientos usados rutinariamente en los planteles lecheros, no hubieran sido detectados. Es así como en aproximadamente el 70% de los episodios de DPL se encontraron signos, siendo la mayoría asociados a mastitis (clínica y subclínica) y cetosis (clínica y subclínica), las cuales corresponden a las patologías a las que están más expuestas las vacas en el período de estudio representando en conjunto aproximadamente el 80% de los episodios de DPL con signos. Los anteriores hallazgos permiten recomendar el empleo de este tipo de metodologías, siempre que exista la tecnología disponible, para establecer un diagnóstico precoz y permitir el tratamiento oportuno de las enfermedades de este período.

Por otra parte, en un 30% de los episodios de DPL no se encontró signología, lo que según trabajos como el de De Mol y Woldt (2001) correspondería a alertas falsas,

es decir, aparece disminución de producción láctea en animales que no presentan patología alguna, pudiendo ser generadas por influencias ambientales o de manejo, así como también por incorrecta identificación o datos perdidos. Además se debe considerar que la producción de leche puede presentar normalmente variaciones diarias, de unos 4,5 kg de leche Guterbock (2004).

Respecto a la comparación de primíparas y multíparas se observaron diferencias, tanto en la frecuencia de DPL como en la signología asociada a ellos. En multíparas se presentó una mayor frecuencia de episodios de DPL y a su vez una mayor cantidad de episodios de DPL con signos, lo cual es consistente con su mayor exposición, asociada a su mayor nivel de producción láctea. En primíparas fue relativamente más frecuente encontrar cetosis (clínica y subclínica) y mastitis subclínica que en multíparas, mientras que en multíparas hubo mayor presentación de mastitis clínica, diarrea, cojera y DAI que en primíparas.

El primer lugar en frecuencia de presentación de las patologías lo ocupan las mastitis (clínica y subclínica), siendo mayor la presentación de mastitis subclínica que del cuadro clínico, lo que sugeriría que con el método usado se detectan precozmente las mastitis. Sin embargo, hay que recordar que no todos los tipos de mastitis tienen igual progresión, por lo tanto, en algunos casos podría no detectarse el estado subclínico.

En el segundo lugar en frecuencia de presentación de las patologías, para el período estudiado, se encuentra la cetosis (clínica y subclínica), siendo de mayor presentación la cetosis clínica que el cuadro subclínico, lo que sugeriría que esta metodología se adapta mejor a la detección del cuadro clínico, al contrario de lo que ocurrió con la mastitis.

El DAI fue la patología menos diagnosticada con la metodología de este estudio, el cual comienza con la recopilación de datos a partir de los 10 días de lactancia. Una razón es que la gran mayoría de los casos diagnosticados en este predio se presentaron antes del día 10, en un examen diario y de rutina que se realiza en los días posteriores al parto, por lo cual las vacas diagnosticadas previamente con esa patología no se incluyeron en el estudio.

5.3.2. Detección de enfermedades utilizando variaciones en la actividad física diaria.

La actividad física, es utilizada actualmente como una ayuda en la detección de celo, normalmente en el periodo de lactancia estudiado (10 a 35 días) la proporción de vacas ciclando y mostrando conducta de celo es muy baja (Yániz *et al.*, 2006), sin embargo, ya que los podómetros se colocan al inicio de la lactancia, como método de identificación electrónica para efectos de recopilar datos relativos a la producción láctea, podrían además ser utilizados para contribuir al diagnóstico temprano de algunas enfermedades, como se plantea en este estudio. Este supuesto no pudo confirmarse categóricamente con los resultados obtenidos, sin embargo, se evidencian algunas tendencias que podrían ser de utilidad en la medida que se analicen modelos lógicos que permitan asociar la actividad física con la presentación de enfermedades. Respecto a lo anterior, en el presente estudio se propuso el uso de un rango en el cual los puntos de corte, estaban determinados por una desviación estándar sobre y bajo la media de actividad física de los grupos. Aparentemente, este criterio es muy estricto y podría considerarse variaciones menores.

Cuando se utiliza la actividad física para la detección de celo, las variaciones conductuales son mucho más evidentes y por lo tanto más diferenciables que lo observado en este estudio respecto a la presentación de enfermedades. El celo supone un brusco aumento en la actividad y de corta duración (Nebel *et al.*, 2000), lo que lo hace fácilmente diferenciable de la tendencia de los días previos y de los demás animales. Por el contrario, muchas enfermedades se presentan primero en forma subclínica, afectan al animal de forma menos brusca y con episodios que pueden durar varios días, donde el efecto sobre la actividad física puede ser de progresión lenta y de escasa intensidad. Finalmente los resultados obtenidos con nuestra metodología sólo entregaron asociación estadísticamente significativa al analizar DAI en múltiparas, mientras en los demás casos sólo se apreciaron algunas tendencias.

El diagnóstico de casos mediante el empleo de indicadores genéricos y precoces de enfermedad, permite recomendar la implementación de metodologías similares a la descrita en el manejo rutinario de predios lecheros, en forma similar a la adopción, desde hace más de una década, del examen rutinario que se realiza en el posparto temprano (primeros 10 días) orientado a diagnosticar y tratar patologías comunes en este periodo.

Como procedimiento rutinario, en la medida que se disponga de la información, los animales seleccionados pueden ser examinados cuando se encuentren concentrados en algún lugar del predio, como por ejemplo la salida de la sala de ordeña. Además, los requerimientos de tecnología y capacitación del examen complementario son mínimos, de bajo costo y de rápida ejecución. Finalmente, esta metodología permite detectar patologías precozmente en su estado subclínico, lo que lleva a obtener diagnósticos tempranos que permiten aplicar un tratamiento curativo para evitar la progresión, lo cual es altamente beneficioso tanto desde el punto de vista económico como del bienestar animal (Van Haelst *et al.*, 2008).

Si bien la implementación de estas metodologías de examen trae beneficios evidentes, también deben considerarse algunos requerimientos con los que deben contar los predios para poder desarrollar este procedimiento, partiendo por la necesidad de contar con sistemas de registro diario de la producción láctea y un adecuado procesamiento de ellos. Cabe mencionar que el programa utilizado (Afimilk) no entrega en su versión los datos de producción tal como fueron utilizados para el análisis en este estudio, debiendo ser reprocesados para obtener la información requerida. Además con frecuencia algunos animales no tienen registros diarios, por falla en la operación de podómetros, incluyendo la pérdida o caída de estos, además del retardo en su instalación. Por otra parte, se requiere una infraestructura adecuada para facilitar la ejecución de los análisis, la que incluso pudiera estar controlada directamente a través del software.

En conclusión, la utilidad de la metodología de detección precoz de patologías, basada en la mantención y disminución de producción de leche por al menos tres días, utilizada en este estudio resultó satisfactoria, sin embargo, con el objetivo de cuantificar y posteriormente comparar la utilidad de esta y otras metodologías de detección precoz de enfermedades, deben realizarse estudios que analicen la sensibilidad y especificidad de este tipo de procedimientos.

Con respecto a la actividad física, como apoyo para la detección precoz de enfermedades los resultados de este estudio no muestran gran utilidad, lo que muy probablemente se debe al tipo de análisis realizado, en particular el punto de corte de los diferentes estratos, en consecuencia se hace necesario estudios de metodologías analíticas orientadas a superar esta limitación, con el objetivo de maximizar la utilidad de los datos de actividad física.

6. CONCLUSIONES

1. La frecuencia relativa de vacas que presentó disminución de producción de leche que presentó signos clínicos de enfermedad correspondió a 69,7%.
2. Las multíparas presentaron mayor frecuencia de episodios de disminución de producción láctea y mayor frecuencia de presentación de signos clínicos de enfermedad, que las primíparas.
3. Las enfermedades más frecuentemente diagnosticadas, en el período de 10 a 35 días posparto, fueron mastitis y cetosis.
4. El nivel y evolución de la actividad física de las vacas fue mayormente influenciado por el número de lactancia, manejos como cambio de corral, tipo de superficie y tamaño del corral.
5. No se determinó asociación entre el nivel de actividad física y la presentación de enfermedades, a excepción de desplazamiento de abomaso a la izquierda en multíparas.

7. BIBLIOGRAFÍA

BAREILLE, N.; BEAUDEAU, F.; BILLON, S.; ROBERT, A.; FAVERDIN, P. 2003. Effects of health disorders on feed intake and milk production in dairy cows. *J Dairy Sci* 83:53-62

BARKEMA, H.W.; SCHUKKEN, Y.H.; LAM, T.; BEIBOER, M.L.; WILMINK, H.; BENEDICTUS, G.; BRAND, A. 1998. Incidence of clinical mastitis in dairy herds grouped in three categories by bulk milk somatic cell counts. *J Dairy Sci* 81:411-419

BICALHO, R.C.; VOKEY, F.; ERB, H.N.; GUARD, C.L. 2007. Visual locomotion scoring in the first seventy days in milk: impact on pregnancy and survival. *J Dairy Sci* 90:4586-4591

BOULET, P.; BOULANGER, D.; GILLET, L.; VANDERPLASSCHEN, A.; CLOSSET, R.; BUREAU, F.; LEKEUX, P. 2004. Delayed neutrophil apoptosis in bovine subclinical mastitis. *J Dairy Sci* 87:4104-4114

CARRIER, J.; STEWART, S.; GODDEN, S.; FETROW, J.; RAPNICKI, P. 2004. Evaluation and use of three cow-side tests for detection of subclinical ketosis in early postpartum cows. *J Dairy Sci* 87:3725-3735

COLLARD, B.L.; BOETTCHER, P.J.; DEKKERS, J.C.; PETITCLERC, D.; SCHAEFFER, L.R. 2000. Relationships between energy balance and traits of dairy cattle in early lactation. *J Dairy Sci* 83:2683-2690

COOK, N.; OETZEL, G.; NORDLUND, K. 2006. Modern techniques for monitoring high-producing dairy cows 1. Principles of herd-level diagnoses. In *Practice* 28:510-515

COPPOCK, C. 1977. Symposium: Management of dairy cows in group housing. Feeding methods and grouping systems. *J Dairy Sci* 60:1327-1336

CORREA, M.T.; ERB, H.; SCARLETT, J. 1993. Path analysis for seven postpartum disorders of Holstein cows. *J Dairy Sci* 76:1305-1312

DELUYKER, H.A.; GAY, J.M.; WEAVER, L.D.; AZAR, A.S. 1991. Change of milk yield with clinical diseases for a high producing dairy herd. *J Dairy Sci* 74:436-445

DE MOL, R.M.; WOLDT, W.E. 2001. Application of fuzzy logic in automated cow status monitoring. *J Dairy Sci* 84:400-410

DETILLEUX, J.C.; GRÖHN, Y.T.; QUAAS, R.L. 1994. Effects of clinical ketosis on test day milk yields in finnish ayrshire cattle. *J Dairy Sci* 77:3316-3323

DEVRIES, T.J.; VON KEYSERLINGK, M.A.; WEARY, D.M.; BEAUCHEMIN, K.A. 2003. Measuring the feeding behavior of lactating dairy cows in early to peak lactation. *J Dairy Sci* 86:3354-3361

DRACKLEY, J. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier?. *J Dairy Sci* 82:2259-2273

DRACKLEY, J.; DANN, H.; DOUGLAS, G.; JANOVICK, N.; LITHERLAND, N.; UNDERWOOD, J.; LOOR, J. 2005. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. *Ital J Anim Sci* 4:323-344

DRILLICH, M.; VOIGT, D.; FORDERUNG, D.; HEUWIESER, W. 2007. Treatment of acute puerperal metritis with flunixin meglumine in addition to antibiotic treatment. *J Dairy Sci* 90:3758-3763

EDWARDS, J.L.; TOZER, P.R. 2004. Using activity and milk yield as predictors of fresh cow disorders. *J Dairy Sci* 87:524-531

FAIRFIELD, A.M.; PLAIZIER, J.C.; DUFFIELD, T.F; LINDINGER, M.I.; BAGG, R.; DICK, P. MCBRIDE, B.W. 2007. Effects of prepartum administration of a monensin controlled release capsule on rumen pH, feed intake, and milk production of transition dairy cows. *J Dairy Sci* 90:937-945

FLEISCHER, P.; METZNER, M.; BEYERBACH, M.; HOEDEMAKER, M.; KLEE, W. 2001. The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. *J Dairy Sci* 84:2025-2035

FÖLDI, J.; KULCSÁR, M.; PÉCSI, A.; HUYGHE, B.; DE SA, C.; LOHUIS, J.A.C.M.; COX, P.; HUSZENICZA, GY. 2006. Bacterial complications of postpartum uterine involution in cattle. *Anim Reprod Sci* 96:265-281

FIRK, R.; STAMER, E.; JUNGE, W; KRIETER, J. 2002. Systematyc effects on activity, milk yield, milk flow rate and electrical conductivity. *Arch Tierz* 45:213-222

GOFF, J.P.; HORST R.L. 1997. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J Dairy Sci* 80:1260-1268

GOLDHAWK, C.; CHAPINAL, N.; VEIRA, D.M.; WEARY, D.M.; VON KEYSERLINGK, A.G. 2009. Prepartum feeding behavior is an early indicator of subclinical ketosis. *J Dairy Sci* 92:4971-4977

GONZÁLEZ, L.A.; TOLKAMP, B.J.; COFFEY, M.P.; FERRET, A.; KYRIAZAKIS, I. 2008. Changes in feeding behavior as possible indicators for the automatic monitoring of health disorders in dairy cows. *J Dairy Sci* 91:1017-1028

GRANT, R.J.; ALBRIGHT, J.L. 1995. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *J Dairy Sci* 73:2791-2803

GUNNING, R. 2002. Sporadic milk drop in dairy cows: a new causal agent to consider? *In Pract.* 2002 24:450-467

GUTERBOCK, W.M. 2004. Diagnosis and treatment programs for fresh cows. *Vet Clin N Am Food Anim Pract* 20:605-626

HAGNESTAM, C.; EMANUELSON, U.; BERGLUND, B. 2007. Yield losses associated with clinical mastitis occurring in different weeks of lactation. *J Dairy Sci* 90:2260-2270

HOLZHAUER, M.; HARDENBERG, C.; BARTELS, C.J.; FRANKENA, K. 2006. Herd- and cow-level prevalence of digital dermatitis in the Netherlands and associated risk factors. *J Dairy Sci* 89:580-588

HUZZEY, J.M.; VON KEYSERLINGK, M.A.; WEARY, D.M. 2005. Changes in feeding, drinking, and standing behavior of dairy cows during the transition period. *J Dairy Sci* 88:2454-2461

JONES, G.M.; PEARSON, R.E.; CLABAUGH, G.A.; HEALD, C.W. 1984. Relationships between somatic cell counts and milk production. *J Dairy Sci* 67:1823-1831

KRAUSE, K.M.; OETZEL, G.R. 2005. Inducing subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 88:3633-3639

KOCAK, O.; EKIZ, B. 2006 Effects of left displacement of abomasum, ketosis and digestive disorders on milk yield in dairy cows. *Bulg J Vet Med* 9:273-280.

LEBLANC, S.J.; LESLIE, K.E.; DUFFIELD, T.F. 2005. Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. *J Dairy Sci* 88:159-170

LEBLANC, S.J.; LISSEMORE, K.D.; KELTON, D.F.; DUFFIELD, T.F.; LESLIE, K.E. 2006. Major advances in disease prevention in dairy cattle. *J Dairy Sci* 89:1267-1279

LUCEY, S.; ROWLANDS, G.J.; RUSSELL, A.M. 1986. Short-term associations between disease and milk yield of dairy cows. *J Dairy Research* 53:7-15

MAATJE, K.; DE MOL, R.M.; ROSSING, W. 1997. Cow status monitoring (health and oestrus) using detection sensors. *Comput Electron Agr* 16:245-254

MALLARD, B.A.; DEKKERS, J.C.; IRELAND, M.J.; LESLIE, K.E.; SHARIF, S.; LACEY VANKAMPEN, C.; WAGTER, L.; WILKIE, B.N. 1998. Alteration in immune responsiveness during the peripartum period and its ramification on dairy cow and calf health. *J Dairy Sci* 81:585-595

MOALLEM, U.; GUR, P.; SHPIGEL, N.; MALTZ, E.; LIVSHIN, N.; YACOBY, S.; ANTMAN, A.; AIZINBUD, E. 2002. Graphic monitoring of the course of some clinical conditions in dairy cows using a computerized dairy management system. *Isr J Vet Med* 57(2):43-68

MOTTRAM, T. 1997. Automatic monitoring of the health and metabolic status of dairy cows. *Livest Prod Sci* 48:209-217

MÜLLER, R.; SCHRADER, L. 2003. A new method to measure behavioural activity levels in dairy cows. *Appl Anim Behav Sci* 83:247-258

MÜLLER, R.; SCHRADER, L. 2005. Individual consistency of dairy cows' activity in their home pen. *J Dairy Sci* 88:171-175

NEBEL, R.; DRANSFIELD, M.; JOBST, J.; BAME, J. 2000. Automated electronic systems for the detection of oestrus and timing of AI in cattle. *Anim Reprod Sci* 60-61:713-723

NIELSEN, N.I.; FRIGGENS, N.C.; CHAGUNDA, M.G.G.; INGVARSEN, K.L. 2005. Predicting risk of ketosis in dairy cows using in-line measurements of B-hydroxybutyrate: a biological model. *J Dairy Sci* 88:2441-2453

OLDE RIEKERINK, R.G.; BARKEMA, H.W.; STRYHN, H. 2007. The effect of season on somatic cell count and the incidence of clinical mastitis. *J Dairy Sci* 90:1704-1715

PENNER, G.B., BEAUCHEMIN, K.A.; MUTSVANGWA, T. 2007. Severity of ruminal acidosis in primiparous Holstein cows during the periparturient period. *J Dairy Sci* 90:365-375

POLLOT, G.E. 2006. A biological approach to lactation curve analysis for milk yield. *J Dairy Sci* 83:2448-2458

RADOSTITS, O.; GAY, C.; BLOOD, D.; HINCHCLIFF, K. 2002. Enfermedades metabólicas. **In:** Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. Vol. II McGraw-Hill Interamericana. Madrid, España. pp.1683-1752.

RAJALA-SCHULTZ, P.J.; GRÖHN, Y.T.; MCCULLOCH, C.E.; GUARD, C.L. 1999. Effects of clinical mastitis on milk yield in dairy cows. *J Dairy Sci* 82:1213-1220

RISCO, C.; SMITH, B.; BENZAQUEN, M.; MELENDEZ, P. 2005. Monitoring health and looking for sick cows. **In:** 2º Dairy Road Show Conference. Florida, Estados Unidos 7-11, Febrero, 2005 pp. 1-6

ROSENBERGER, G. 1983. Trastornos del metabolismo de los hidratos de carbono. **In:** Enfermedades de los Bovinos. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. pp. 298-309.

SHARMA, A.K.; RODRIGUEZ, L.A.; WILCOX, C.J.; COLLIER, R.J.; BACHMAN, K.C.; MARTIN, F.G. 1988. Interactions of climatic factors affecting milk yield and composition. *J Dairy Sci* 71:819-825

SHELDON, I.M.; LEWIS, G.S.; LEBLANC, S; GILBERT, R.O. 2006. Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology* 65:1516-1530

SORENSEN, L.P.; MARK, T.; MADSEN, P.; LUND, M.S. 2009. Genetic correlations between pathogen-specific mastitis and somatic cell count in danish holsteins. *J Dairy Sci* 92:3457-3471

SPAIN, J.; SCHEER, W. 2001. The 100-day contract with the dairy cow: 30 days prepartum to 70 days postpartum. **In:** Tri-state Dairy Nutrition Conference. Fort Wayne, Estados Unidos 17-18, Abril, 2001 pp.13-34

URTON, G.; VON KEYSERLINGK, M.A.G.; WEARY, D.M. 2005. Feeding behavior identifies dairy cows at risk for metritis. *J Dairy Sci* 88:2843-2849

VAN HAELST Y.N.; BEECKMAN, A.; VAN KNEGSEL, A.T.; FIEVEZ, V. 2008. Short communication: elevated concentrations of oleic acid and long-chain fatty acids in milk fat of multiparous subclinical ketotic cows. *J Dairy Sci* 91:4683-4686

VAN WINDEN, S.; JORRITSMA, R.; MÜLLER, K.E.; NOORDHUIZEN, J.P. 2003. Feed intake, milk yield, and metabolic parameters prior to left displaced abomasum in dairy cows. *J Dairy Sci* 86:1465-1471

VAN WINDEN, S.; KUIPER, R. 2003. Left displacement of abomasum in dairy cattle: recent developments in epidemiological and etiological aspects. *Vet Res* 34:47-56

VEENHUIZEN, J.J.; DRACKLEY, J.K.; RICHARD, M.J.; SANDERSON, T.P.; MILLER, L.D.; YOUNG, J.W. 1991. Metabolic changes in blood and liver during development and early treatment of experimental fatty liver and ketosis in cows. *J Dairy Sci* 74:4238-4253

VON KEYSERLINGK, M.A.; OLENICK, D.; WEARY, D.M. 2008. Acute Behavioral effects of regrouping dairy cows. *J Dairy Sci* 91:1011-1016

WARNICK, L.D.; JANSSEN, D.; GUARD, C.L.; GRÖHN, Y.T. 2001. The effect of lameness on milk production in Dairy cows. *J Dairy Sci* 84:1988-1997

YÁNIZ, J.L.; SANTOLARIA, P.; GIRIBET, A.; LOPEZ-GATIUS, F. 2006.
Factors affecting walking activity at estrus during postpartum period and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology* 66:1943-1950

ANEXO 1

Figura 6. Curva del promedio de producción de leche durante 305 días de lactancia, tomadas de registros de aproximadamente 4000 lactancias (5 años), de lechería Pahuilmo.

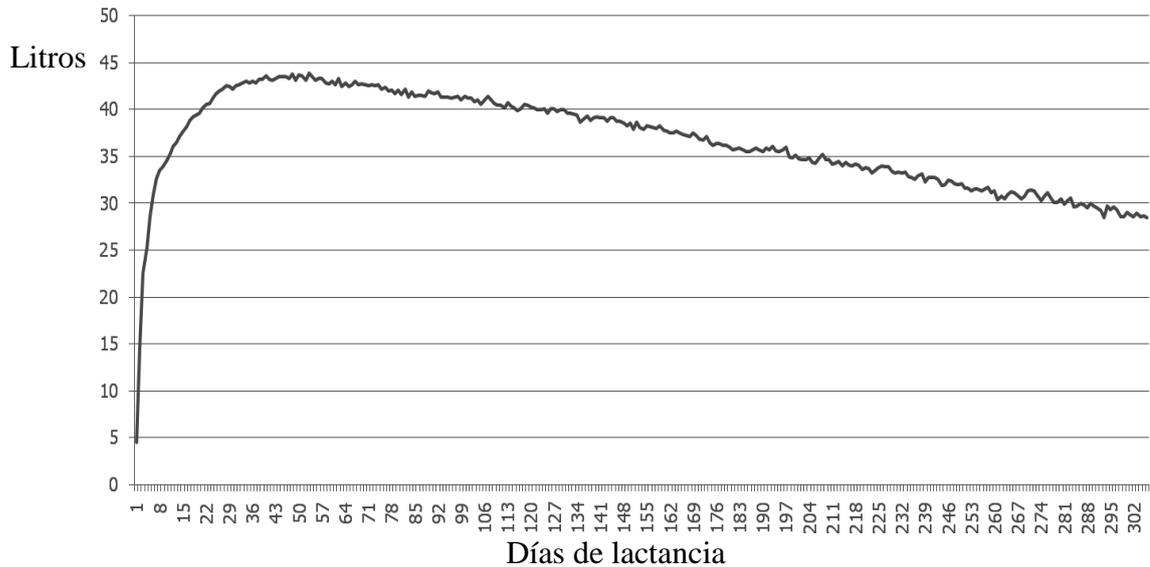
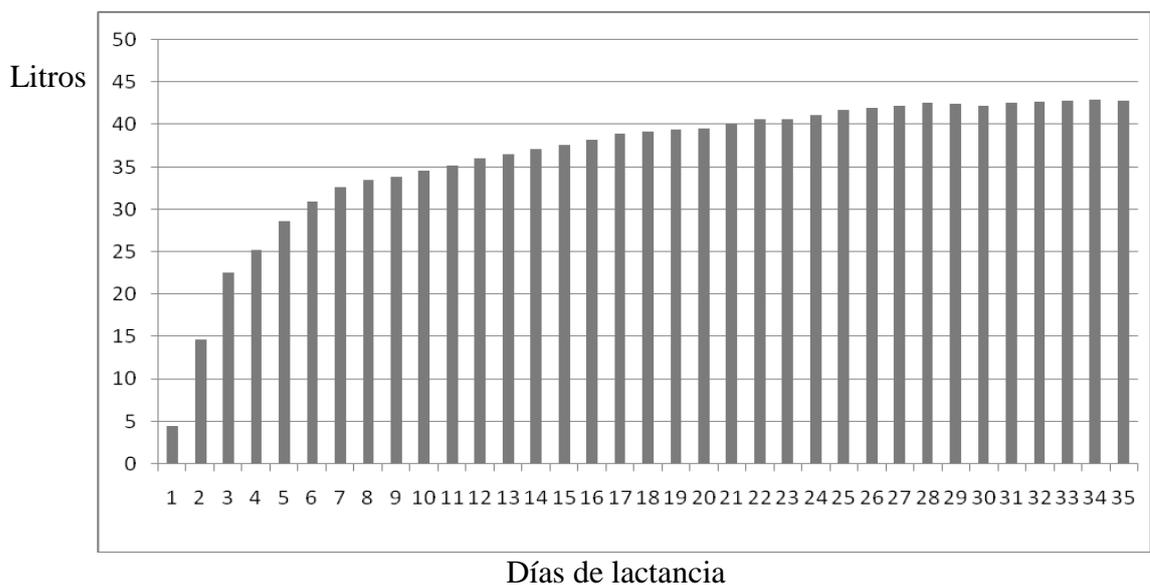


Figura 7. Detalle de los primeros 35 días de lactancia de la curva anterior.

Como se ve en el gráfico, la curva es ascendente y, por lo tanto, no se debieran observar disminuciones ni mantenciones de producción. De aquí se desprende, y se puede definir como disminuciones relativas a las mantenciones en producción (no se llega a la producción esperada) y como disminuciones absolutas a caídas en la curva de producción.



ANEXO 2

Determinación semicuantitativa de cuerpos cetónicos en orina.

Por medio de tiras reactivas para análisis de orina, Multistix 10 SG – 2300 de Bayer.

Esta medición tiene como objetivo pesquisar estados subclínicos y clínicos de cetosis.

El área reactiva para cetonas de la tira, reacciona con ácido acetoacético de la orina. La medición es en base al cambio de coloración del área reactiva:

Los rangos son:

Negativo, Trazas (5 mg/dl), Bajo (15 mg/dl), Moderado (40 mg/dl) y Alto (80 mg/dl) y Muy Alto (160 mg/dl).

ANEXO 3

Actividad física promedio por grupo en estudio:

De acuerdo al sistema de alojamiento y cantidad de partos, la actividad física diaria promedio y su desviación estándar para cada grupo se muestra en las figuras 8, 9, 10 y 11:

Actividad física promedio del grupo MT

Este grupo corresponde al de multíparas en corral de tierra (“dry lot”) durante todo el estudio.

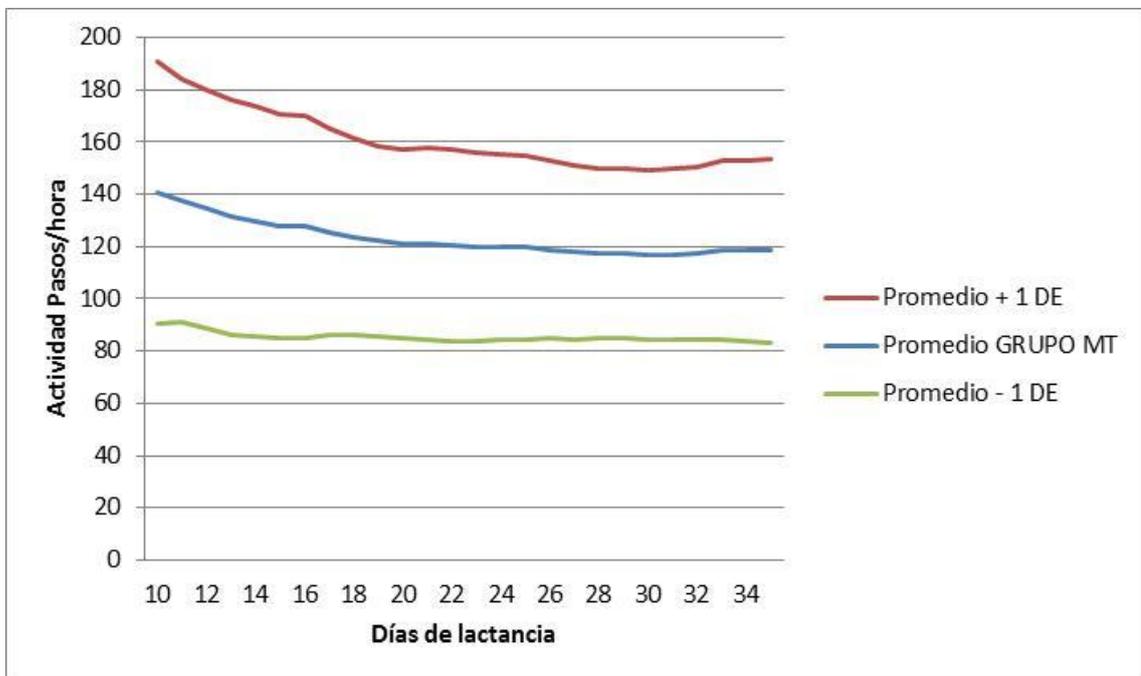


Figura 8. Actividad física promedio del grupo MT (multíparas en corral de tierra), con su desviación estándar, entre los días 10 y 35 posparto.

El promedio para este grupo fue de 125 pasos/hora. El promedio de desviación estándar para este grupo en el período de estudio fue de 36 pasos/hora, con un coeficiente de variación de 28,6%.

Actividad física promedio del grupo PT

Este grupo corresponde al de primíparas en corral de tierra (“dry lot”) durante todo el estudio.

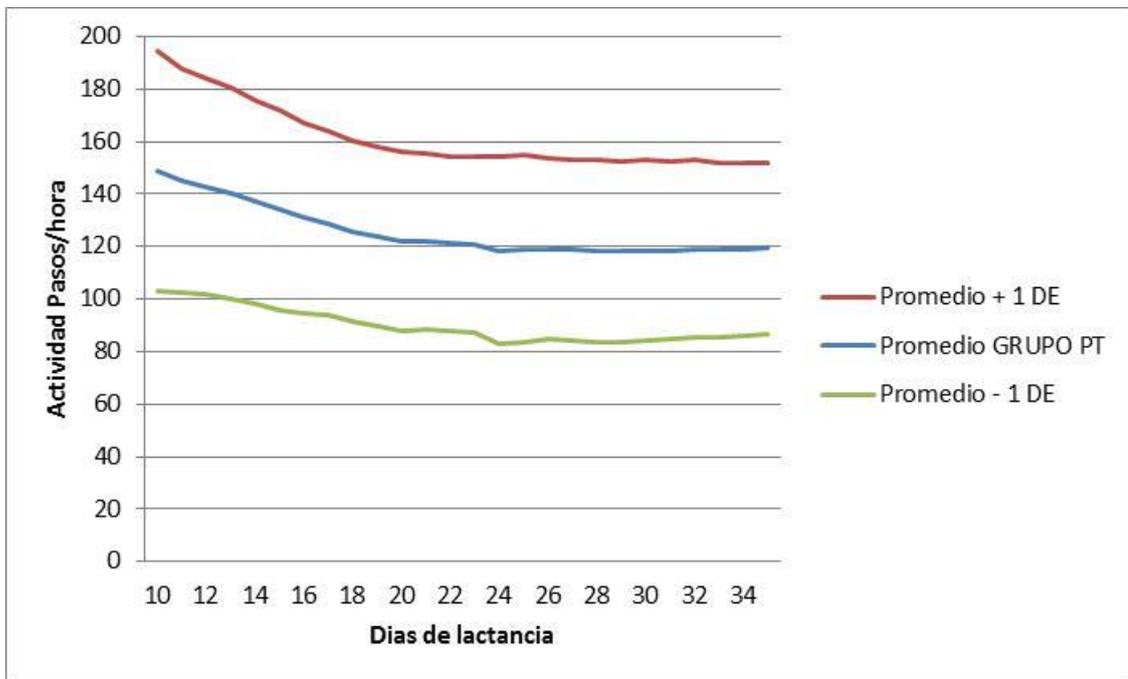


Figura 9. Actividad física promedio del grupo PT (primíparas en corral de tierra), con su desviación estándar, entre los días 10 y 35 posparto.

El promedio para este grupo fue de 131 pasos/hora. El promedio de desviación estándar para este grupo en el período de estudio fue de 28 pasos/hora, con un coeficiente de variación de 21,2%.

Actividad física promedio del grupo MC

Este grupo corresponde al de multíparas en piso de concreto con cubículos con cama de arena, cambiadas de corral el día 21.

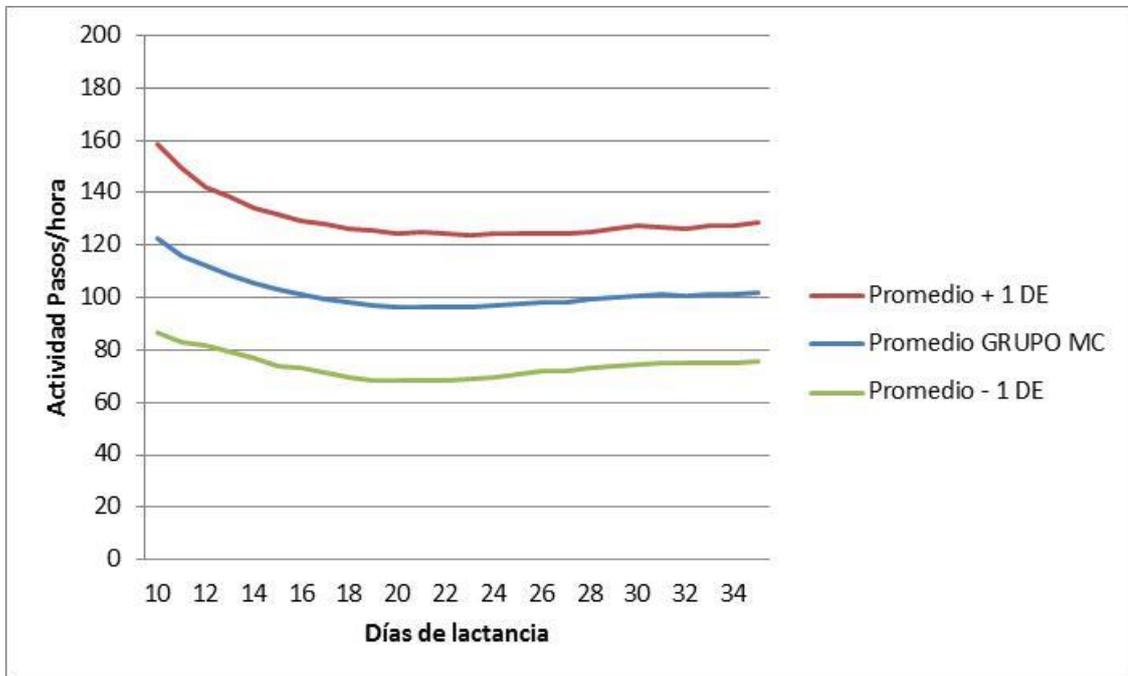


Figura 10. Actividad física promedio del grupo MC (multíparas en corral de concreto con cubículos), con su desviación estándar, entre los días 10 y 35 posparto.

El promedio para este grupo fue de 103 pasos/hora. El promedio de desviación estándar para este grupo en el período de estudio fue de 26 pasos/hora, con un coeficiente de variación de 25,3%.

Actividad física promedio del grupo PC

Este grupo corresponde al de primíparas en piso de concreto con cubículos con cama de arena, cambiadas de corral el día 21.

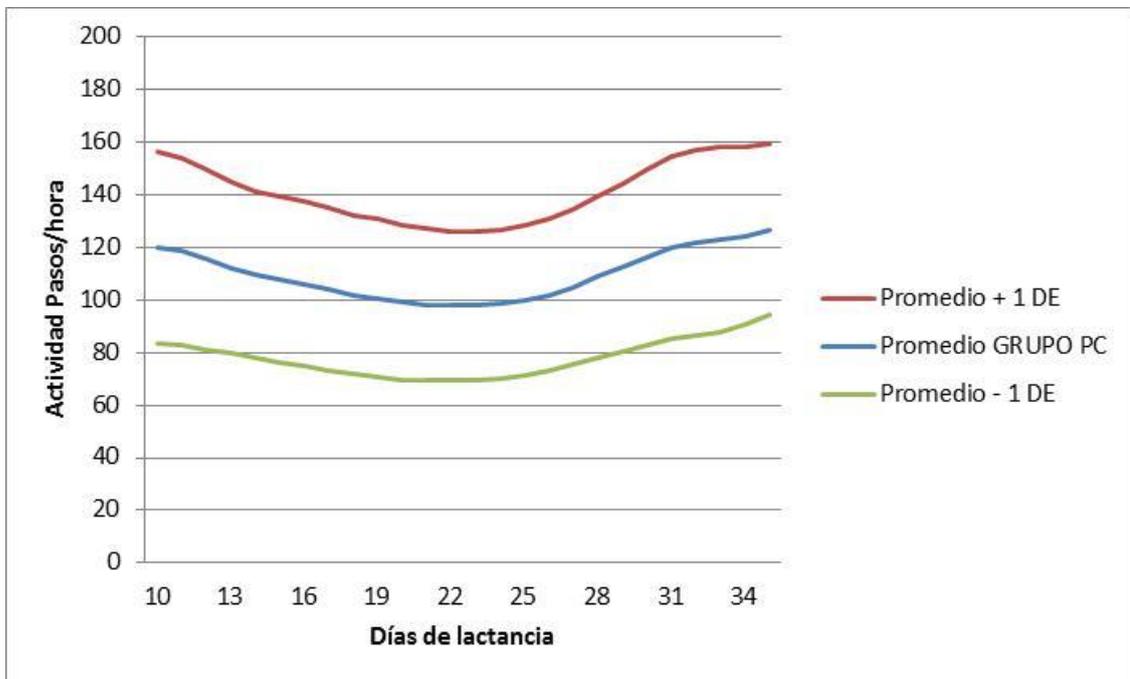


Figura 11. Actividad física promedio del grupo PC (primíparas en corral de concreto con cubículos), con su desviación estándar, entre los días 10 y 35 posparto.

El promedio para este grupo fue de 111 pasos/hora. El promedio de desviación estándar para este grupo en el período de estudio fue de 30 pasos/hora, con un coeficiente de variación de 26,8%.