

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS CON LA OCURRENCIA DE
DESPLAZAMIENTO DEL ABOMASO EN VACAS HOLSTEIN

Tesis

Que presenta LINA ESTRELLA MORGADO CRUZ

como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Torreón, Coahuila

Julio 2023


FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS CON LA OCURRENCIA DE
DESPLAZAMIENTO DEL ABOMASO EN VACAS HOLSTEIN

Tesis

Elaborada por LINA ESTRELLA MORGADO CRUZ como requisito parcial para
obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria con la
supervisión y aprobación del Comité de Asesoría



Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque
Director de Tesis



Dr. José Eduardo García Martínez
Asesor
Asesor



Dr. Jesús Alberto Mellado Bosque



Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Jefa de Departamento de Postgrado



Dr. Antonio Flores Naveda
Subdirector de Postgrado

AGRADECIMIENTOS

A:

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Consejo Nacional de Fomento Educativo.

Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 4 y 126.

A Dios, porque él es bueno; su gran amor perdura para siempre.

Al Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque, por su tiempo y conocimiento compartido; me recuerda que las personas realmente grandes te hacen creer que tú también puedes ser grande.

Al Dr. José Dueñez Alanís y Sra. Nora Martínez, porque en el mundo existen personas buenas, que apoyan, alientan y motivan con sus actos, por siempre gracias.

Al Dr. J. Eduardo García y Jesús Mellado Bosque por su tiempo y atención durante mi formación académica.

DEDICATORIA

A mis padres por heredarme el mejor propósito de vida; su amor, esfuerzo y disciplina fue, es y será mi ejemplo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimientos.....	iv
Dedicatoria.....	v
Índice General.....	vi
Lista de Cuadros.....	vii
Lista de Figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
Introducción.....	1
Impacto del desplazamiento del abomaso.....	1
Desplazamiento del abomaso.....	1
Factores de riesgo del desplazamiento del abomaso	1
Objetivo.....	2
Revisión de literatura.....	3
Materiales y métodos.....	9
Área de estudio.....	9
Manejo de animales.....	9
Manejo sanitario.....	9
Manejo reproductivo.....	10
Análisis estadístico.....	11
Resultados.....	12
Discusión.....	14
Conclusión.....	18
Literatura Citada.....	19

Lista de cuadros

Cuadro 1. Modelo de regresión logística multivariado final para factores asociados con la incidencia de desplazamiento del abomaso a la izquierda (DAI) en vacas Holstein de alto rendimiento en un ambiente caluroso.....	12
---	----

Lista de figuras

Figura 1. Índice de riesgo (Odds Ratio) para la ocurrencia del abomaso desplazado a la izquierda en vacas Holstein en un ambiente cálido, en función del cambio en el puntaje de condición corporal entre el parto y la primera inseminación artificial, considerando el puntaje de condición corporal al parto.....	13
---	----

RESUMEN

Factores de riesgo asociados con la ocurrencia de desplazamiento del abomaso
en vacas Holstein

Lina Estrella Morgado Cruz
Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque
Asesor

El desplazamiento del abomaso es una enfermedad que provoca pérdidas económicas en granjas lecheras; el objetivo de este estudio retrospectivo (n=13,411 lactancias) fue evaluar la prevalencia de DAI en el Noreste de México, evaluar las variables relacionadas a nivel de vaca con la ocurrencia de desplazamiento del abomaso a la izquierda (DAI) en vacas Holstein en un ambiente cálido. Los factores de riesgo considerados fueron la edad al primer parto, el número de lactancia, el índice de temperatura-humedad al parto, ocurrencia de metritis, ocurrencia de aborto, parto distócico, parto prematuro, nacimiento de mellizos, altura a la cruz al parto, peso corporal al parto, puntaje de condición corporal (CC) al parto, cambio de CC entre el parto y la primera inseminación artificial (IA). Los factores de riesgo importantes para DAI fueron el número de partos (5.2 % para primíparas vs 8.3 % para vacas multíparas; OR (índice de riesgo) =1.3, $P < 0.01$), condición corporal al parto (6.6 % para $CC \geq 3.5$ y 8.4 % para $CC < 3.5$; $OR=0.75$, $P < 0.01$), cambio de CC del parto a la primera IA (7.2 % para < 0.85 y 9.2 % para ≥ 0.85 unidades; $OR=1.5$, $P < 0.01$) e inicio de lactancia con aborto (1.6 % para aborto y 10.2 % para no aborto; $OR=0.2$, $P < 0.01$). Se concluyó que la $CC < 3.5$ en el parto y una mayor pérdida de CC desde el parto hasta la primera IA se asociaron con mayor riesgo para DAI. Iniciar la lactancia con aborto se relacionó con una menor incidencia de DAI.

Palabras Clave. *Aborto, prevalencia, Abomaso, Condición corporal, Índice temperatura-humedad*

Abstract

RISK FACTORS ASSOCIATED WITH THE OCCURRENCE OF ABOMASAL DISPLACEMENT IN HOLSTEIN COWS

LINA ESTRELLA MORGADO CRUZ

Master of Science in Agricultural and Livestock production

Autonomous Agrarian University Antonio Narro

Advisor: DR. MIGUEL ÁNGEL MELLADO BOSQUE

Abomasal displacement is a disease that causes economic losses on dairy farms; the objective of this retrospective study (n=13,411 lactations) was to evaluate the prevalence of LDA in Northeastern Mexico, to evaluate variables related at the cow level to the occurrence of left displaced abomasum (LDA) in Holstein cows in a warm environment and to analyze the association between temperature and humidity index at calving; cow-related variables to the occurrence of LDA in a hot environment were, age at first calving, lactation number, temperature-humidity index at calving, metritis, abortion, dystocic parturition, premature calving, twin births, body weight at parturition, wither height at parturition body condition score (BCS) at parturition, BCS change between calving and first artificial insemination (AI). Important risk factors for LDA were number of calvings (5.2 % for primiparous vs 8.3 % for multiparous cows; OR=1.3, P < 0.01), BCS at calving (6.6 % for BCS \geq 3.5 and 8.4 for BCS <3.5; OR=0.75, P < 0.01), BCS change from calving to first AI (7.2 % for <0.85 and 9.2 for \geq 0.85 units; OR=1.5, P < 0.01) and lactation initiated with abortion (1.6 for abortion and 10.2 for no abortion; OR=0.2, P < 0.01). It was concluded that BCS <3.5 at calving and a greater BCS loss from calving to first AI were associated with an increased risk for LDA. On the contrary, initiating lactation with abortion was related to a lower incidence of LDA.

Keywords. *Abortion, Prevalence, Abomasum, Body score condition, Temperature-humidity index*

I. INTRODUCCIÓN

El desplazamiento del abomaso (DA) en una vaca lechera es una condición en la que el abomaso, que normalmente se encuentra ventralmente en el abdomen, se desplaza dorsalmente. DA por lo general ocurre poco después del parto, con una alta proporción de casos ocurriendo en los primeros 14 días posparto (Mueller, 2011). El desplazamiento del abomaso a la izquierda (DAI) es una enfermedad que ocurre en ganado lechero de alta producción en la lactancia temprana (Caixeta *et al.*, 2018). En América del Norte la prevalencia de esta enfermedad es de 3 a 5 % (Gröhn *et al.*, 1998; LeBlanc *et al.*, 2005). La disminución de producción de leche en la lactancia es de 7.5 a 11 % (Radostits *et al.*, 2007) y de acuerdo con Winden *et al.* (2003) el costo del tratamiento o desechar vacas enfermas provocan una mayor pérdida económica. Además, el DA se conoce como una condición posparto inmediata con más de la mitad de los casos de DA que se diagnostican dentro de las 2 semanas posteriores al parto y el 80 % de los casos de DA ocurrieron dentro del primer mes de lactancia (Trent *et al.*, 2004).

Durante el periodo de transición se desarrollan algunas enfermedades relacionadas al balance energético negativo (Herdt, 2000). Los días previos al parto, las vacas experimentan una disminución en el consumo de materia seca (Hayirli *et al.*, 2002) lo cual es un factor de riesgo para DAI (Bertics *et al.*, 1992). El balance energético negativo (NEB) afecta a vacas lecheras posparto, en lactancia temprana, los niveles de insulina y glucosa se reducen, mientras que los niveles de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y β -hidroxibutirato (BHB) aumentan (Shaver, 1997; S. van Winden *et al.*, 2003; Grummer *et al.*, 2004; Serbester *et al.*, 2012).

Los factores de riesgo relacionados con DAI (Constable *et al.*, 1992) incluyen la puntuación de condición corporal al parto (Duffield *et al.*, 1997; Rukkwamsuk *et al.*, 1999), endotoxemia (Wittek *et al.*, 2004), lactancia temprana (Constable *et*

al., 1992), paridad (Rasmussen *et al.*, 1999), alto nivel de gastrina (Sen *et al.*, 2002), trastornos metabólicos como hipocalcemia y cetosis (Correa *et al.*, 1990; Geishauser *et al.*, 2000); componentes y baja fracción de detergente neutro en el alimento (Shaver, 1997), raciones mixtas totales, raciones de alto concentrado y ensilaje de maíz (Stengärde and Pehrson, 2002). Constable *et al.*, 1992 indicaron que los factores como el medio ambiente también afectan la ocurrencia de este trastorno. Stengärde *et al.* (2012) observaron que una alta producción de leche, un tamaño del hato grande, mantener juntas las vacas secas y la plataforma de alimentación sucia son factores de riesgo importantes para una alta prevalencia de esta enfermedad.

Es importante identificar factores de riesgo en hatos lecheros de alto rendimiento, aunque la información de estudios previos es amplia, aún existen dudas en la comprensión de su patogenia. La hipótesis del presente estudio plantea que el estrés térmico al inicio de una lactancia y severas pérdidas de condición corporal desde el parto hasta la primera inseminación artificial (IA) aumentaría el riesgo de desplazamiento del abomaso en vacas Holstein en un ambiente caluroso.

Objetivos

1. Evaluar el efecto del estrés por calor al parto en la ocurrencia de DAI en vacas Holstein en transición.
2. Determinar el efecto de la puntuación de condición corporal (CC) al parto y el cambio de CC del parto a la primer IA sobre la ocurrencia de DAI.
3. Analizar efectos de eventos relacionados con el parto en DAI y determinar el efecto de otros factores de riesgo específicos de la vaca para la ocurrencia de esta enfermedad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Mueller (2011) mencionó que el desplazamiento del abomaso (DA) en vacas lecheras es una condición donde el abomaso se encuentra en el área ventral del abdomen y se desplaza hacia el área dorsal. El DA ocurre poco después del parto, con una alta proporción de casos los primeros 14 días posparto; el útero desplaza el abomaso durante una preñez normal, por lo tanto, debe volver a su posición original después del parto. Sin embargo, si se desarrolla atonía abomasal, la pérdida de contracciones hace que se acumule gas dentro del abomaso, lo que provoca DA. La mayoría de los casos se tratan quirúrgicamente mediante una laparotomía del flanco derecho o izquierdo (Raizman and Santos, 2002; van Winden *et al.*, 2003). Según Caixeta *et al.* (2018) el DA se caracteriza por el desplazamiento del abomaso desde su posición normal en el área ventral derecha del abdomen, hacia el lado derecho o izquierdo del abomaso en el ganado bovino; el desplazamiento del abomaso izquierdo (DAI) es diagnosticado con mayor frecuencia que el DA derecho. Al inicio de la lactancia, las vacas lecheras experimentan una carga metabólica debido al balance energético negativo predominante y son susceptibles a enfermedades infecciosas o metabólicas (Gross *et al.*, 2011; Bruckmaier and Gross, 2017).

De acuerdo con LeBlanc *et al.* (2005), los signos clínicos incluyen una disminución repentina del apetito y una reducción de la producción de leche, depresión y altas concentraciones de cuerpos cetónicos y ácidos grasos no esterificados en sangre. Li *et al.* (2018) mencionaron que la auscultación simultánea y la percusión en la zona del flanco medio izquierdo del abdomen son métodos de diagnóstico tradicionales. El DAI se puede detectar si hay gas presente en el abomaso con un sonido de “ping” timpánico, resonante y agudo; algunas granjas lecheras intensivas están equipadas con sistema de ultrasonido en modo B para diagnosticar DAI. Mueller (2011) identificó el diagnóstico directamente con el sonido de “ping”; se requieren algunos métodos adicionales como el examen rectal, soplar aire en el rumen a través de un tubo estomacal o

abomasocentesis, para diferenciar el síndrome de colapso del rumen, timpanismo del rumen y la peritonitis neumoperitoneo de DAI. El tratamiento de DAI puede ser conservador (rodar la vaca) o quirúrgico estas ayudan a manipular el abomaso para colocarlo en su posición normal; en comparación con la terapia conservadora, la terapia quirúrgica reduce el riesgo de recurrencia y permite evaluar el estado del abomaso. Se debe observar una posible infección secundaria y la reducción de la producción de leche causada por la cirugía (Niederberger *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2018).

Caixeta *et al.* (2018) indicaron que el DA es un trastorno multifactorial; por esta razón, se debe monitorear el DA en asociación con otras enfermedades que conducen a su desarrollo. Serbester *et al.* (2012) indicaron que el balance energético, es la diferencia entre la energía consumida y la suma de la energía utilizada para el mantenimiento y la producción; la diferencia negativa indica que las reservas corporales se movilizan, mientras que la diferencia positiva indica que las reservas corporales se reponen o aumentan. El balance energético negativo (NEB) se acepta como un evento natural en el ganado lechero porque el consumo de materia seca disminuye durante el período seco y aumenta más lento que la producción de leche después del parto. Además, los cambios fenotípicos (cambio del peso corporal y puntaje de condición corporal), también cambian los indicadores metabólicos de la sangre y leche (ácidos grasos no esterificados, cuerpos cetónicos, composición de ácidos grasos de la leche y relación grasa:proteína de la leche), que pueden usarse para estimar la severidad y duración de NEB.

La CC se ha utilizado para evaluar el estado nutricional de las vacas lecheras; en una lactancia temprana se espera una disminución de CC, porque las vacas están movilizandando sus reservas corporales, para cubrir las mayores demandas de energía de la producción de leche; los animales que presentan una mayor disminución de CC durante el primer mes posparto tienen más probabilidades de desarrollar DA y los animales que presentan menor disminución de CC al inicio

de la lactancia tienen un menor riesgo de desarrollar DA (Gearhart *et al.*, 1990; Hoedemaker *et al.*, 2009). De acuerdo con Wolf *et al.* (2001b, 2001a) las vacas después de la tercera lactancia son afectadas con mayor frecuencia, que animales más jóvenes. Una mayor CC y baja paridad fueron factores de riesgo significativos (Winden *et al.*, 2004). Las vacas con mayor puntaje de CC al parto presentan una mayor movilización de lípidos, por lo tanto, presentan DA (Kuiper, 1991; Fürll and Krüger, 1999; van Winden *et al.*, 2003). Las vacas con mayor CC al parto presentan mayor riesgo de desarrollar DA en comparación con vacas delgadas (Shaver, 1997). Ferguson *et al.* (1994) menciona que mantener el ganado en gestación con CC menor o igual a 4.0, usando una escala de 5 puntos, puede disminuir el riesgo de DA porque el ganado con alta CC presenta mayor riesgo de disminución de consumo alimenticio y presentar un balance energético negativo, que está asociado con DA posparto (Cameron *et al.*, 1998; Janovick *et al.*, 2011).

Está ampliamente aceptado que el DA es una enfermedad multifactorial; los factores predisponentes de los animales para desarrollar DA incluyen la raza Holstein, Jersey, Guernsey (Doll *et al.*, 2009; Zerbin *et al.*, 2015), paridad avanzada (Geishauser, 1995; van Winden *et al.*, 2003), preñez gemelar (Pardon *et al.*, 2012), puntaje alto de condición corporal preparto (Cameron *et al.*, 1998), balance energético negativo en el período preparto (Cameron *et al.*, 1998; Heuer, 2000) y condiciones de salud como endometritis y mastitis (Winden *et al.*, 2003). Otros factores son aquellos que causan motilidad abomasal debilitada, incluidos trastornos metabólicos como hipocalcemia y cetosis, enfermedades concurrentes como mastitis, metritis, retención de placenta y fiebre de leche subclínica, predisposición genética y falta de ejercicio (Maden *et al.*, 2012; Mokhber Dezfouli *et al.*, 2013). Las vacas con DAI que parieron mellizos, perdieron un promedio de 700 kg de leche y las pérdidas más altas ocurrieron en vacas de alto rendimiento (Detilleux *et al.*, 1997). La cetosis subclínica afecta el rendimiento y está relacionada con un mayor riesgo de enfermedades asociadas con la producción, como DA, placenta retenida y metritis (Duffield *et al.*, 2009; McArt *et al.*, 2012).

Se ha informado que el riesgo de DA aumenta con la edad (Constable *et al.*, 1992; Detilleux *et al.*, 1997). El DA ocurre en las razas lecheras como Holstein Friesian y la German Holstein (Martin *et al.*, 1978; Geishauser *et al.*, 1996; Wolf *et al.*, 2001b, 2001a) así como en cruzas Simmental-Rojo-Holstein (Eicher *et al.*, 1999), Pardo Suizo, Ayrshires, Guernseys (Constable *et al.*, 1992). Sin embargo, el DAI sigue siendo un hallazgo poco común en vacas Fleckvieh alemanas donde la incidencia es de 0.15 % (Berchtold and Prechtel, 2007) a pesar de un aumento en la producción lechera de 568.9 kg a 685.4 kg entre 1995 y 2006 (ADR, 2007). Los estudios de Wittek *et al.* (2007) han sugerido que la selección de una estatura alta y una mayor profundidad corporal en los hatos pueden explicar esta predisposición a una menor incidencia de DA. Es pertinente señalar que Geishauser *et al.* (1996) y Uribe *et al.* (1995) reportaron una heredabilidad de DA de 0.24 en ganado lechero alemán de color negro y 0.28 en vacas Holstein, respectivamente. Van Dorp *et al.* (1998) sin embargo, no pudieron confirmar este hallazgo en vacas Holstein.

Una exploración de todo el genoma para QTL para DAI en vacas Alemanas Holstein (GH) indicó que motilina (MLN) como un gen candidato en el cromosoma bovino 23; el análisis de la secuencia de ADN genómico de MLN reveló un total de 32 polimorfismos. Todos los polimorfismos informativos utilizados para los análisis de asociación en una muestra aleatoria de 1136 vacas GH confirmaron a MLN como candidato a DAI; un polimorfismo de un solo nucleótido (FN298674:g.90T>C) ubicado dentro del primer exón no codificante de MLN bovino afectó un sitio de unión del factor de transcripción NKX2-5 y mostró asociaciones significativas con DAI; un estudio de expresión arrojó evidencia de una expresión de MLN significativamente disminuida en vacas portadoras del alelo mutante (C); en individuos heterocigotos u homocigotos para la mutación, la expresión de MLN se redujo en un 89 % en relación con el tipo salvaje; por lo tanto, FN298674:g.90T>C puede desempeñar un papel en la DAI bovina a través de la motilidad del abomaso (Mömke *et al.*, 2012).

Un estudio de Huang *et al.* (2019) mostró, en vacas Holstein en China, que ocho QTL que cubren 129 genes en los autosomas 2, 4, 7, 10, 14, 17, 20 de *Bos taurus* mostraron asociaciones con DA; diez genes, a saber, BMP4, SOCS4, GCH1, DDHD1, ATG14, ACBP/DBI, SMO, AHCYL2, CYP7A1 y CACNA1A, implicados en el metabolismo de la insulina y las vías del metabolismo de los lípidos pueden considerarse como genes candidatos de DA en vacas lecheras.

Existen indicios de que los eventos estacionales y meteorológicos pueden inducir la enfermedad; algunos informes indican una influencia del estrés por calor en el DA, los estudios epidemiológicos muestran mayor incidencia en invierno y principios de primavera, así que no puede atribuirse únicamente a una mayor frecuencia de partos (Wallace, 1975; Constable *et al.*, 1992; Cameron *et al.*, 1998; Cannas da Silva *et al.*, 2004). Un estudio en Portugal incluyó 372 casos de DA, mostró una mayor incidencia durante el cambio de clima soleado a condiciones húmedas y frías (Cannas da Silva *et al.*, 2004). La razón hipotética de mayor incidencia en los meses de invierno fue la calidad decreciente del forraje almacenado y la ingesta reducida (Cannas da Silva *et al.*, 2004). Se asumió que los factores que conducen a una disminución del volumen ruminal predisponen a DAI (Windén and Addix, 2002). La incidencia de DA varía de 0 a 20 % de los animales en un hato, pero generalmente se informa un rango de 3.5 a 5 % (Windén 2002; Goff, 2006).

Datos de (Kang *et al.*, 2019) muestran que una mayor paridad, terneros gemelos, y la cetosis son factores de riesgo para DA en vacas lecheras koreanas y que esta condición se asocia con una mayor probabilidad de eliminación del hato, menor producción de leche, un intervalo parto inseminación más largo y concentraciones séricas desfavorables de metabolitos relacionados con la energía y la función hepática.

Bach y McArt (2021) no encontraron evidencia para respaldar una asociación de Ca total en el momento del diagnóstico de DAI con la producción de leche y

cuando las vacas se agruparon por mediana de Ca total en grupos bajos y altos ($tCa \leq 2.1$ y >2.1 mmol/L, respectivamente), la producción de leche posterior fue similar (39.4 ± 1.6 y 40.1 ± 1.4 kg/d para baja y alta, respectivamente); además, estos autores no encontraron evidencia para respaldar una asociación de Ca total en el momento del diagnóstico de DAI con las probabilidades de eliminación del hato (odds ratio = 0.6; intervalo de confianza del 95 % = 0.4–1.7); por lo tanto, el estudio de estos autores no proporcionó evidencia clara para respaldar la asociación de Ca total en el momento del diagnóstico y corrección de DAI con la producción de leche o la eliminación del hato durante las 8 semanas posteriores a la corrección.

Wittek *et al.* (2015) indican que NEB en el período de transición es un factor importante en la patogénesis de DAI; por lo anterior, el control del metabolismo energético es un punto crucial en la explotación lechera; aumentos en los niveles sanguíneos de BHB y NEFA en el período de transición se asocian con el riesgo de DA; altos niveles de NEFA en la última semana antes del parto esperado y en BHB y la concentración de IGF1 en la primera semana después del parto permiten la predicción de DAI posparto.

De acuerdo con McArt *et al.* (2015) el DAI provoca pérdidas económicas relacionadas con costos directos, corrección, medicación, leche desechada e indirectos como la disminución de los rendimientos productivos, reproductivos y riesgo de retirar la vaca del hato. Se ha informado que el costo del tratamiento estimado de DAI es de US \$432 en primíparas y US \$639 en vacas multíparas afectadas (Liang *et al.*, 2017).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El estudio se realizó en un establo lechero comercial (\approx 3000 vacas lactantes) en Torreón, Coahuila, México (25° N, 103° O; temperatura media anual 23.9°C). Se colectaron datos de 13,411 lactancias del año 2015 a 2021.

3.2 Manejo de animales

Las vacas se alojaron en corrales abiertos con piso de tierra, provistos con sombreadores de estructura metálica en el centro de los corrales y otros que cubren los pasillos de alimentación. Las instalaciones incluyen un sistema de ventiladores que mantiene una temperatura adecuada para las vacas y un área cercada para facilitar el manejo de las vacas, también una separación que permite identificar los grupos de vacas de acuerdo a su etapa de crecimiento o de acuerdo a la cantidad de producción de leche.

Las vacas lactantes son alimentadas con raciones mezcladas totales, dos veces al día y diariamente se tiene aproximadamente un 3 % de rechazos de alimento; éstos se eliminan inmediatamente antes de cada alimentación matutina. La ración está calculada para satisfacer los requerimientos nutricionales para sustentar la producción de vacas de 650 kg con una producción de 38 kg de leche/día. Se estima que las vacas consumen 25 kg de MS/d según NRC (2001). Las vacas se ordeñan diariamente a las 06:00, 14:00 y 21:00 h.

3.3 Manejo sanitario

Las vacas son vacunadas anualmente contra rinotraqueítis infecciosa bovina, virus sincitial respiratorio bovino, diarrea viral bovina tipos 1 y 2, parainfluenza 3 y leptospirosis causada por cinco serovares de *Leptospira* (CattleMaster Gold

FP5®, Zoetis, México D.F., México). Las vacas también son vacunadas anualmente contra leptospirosis (5-serovares; LEPTAVOID-H®; Merck Sharp y Dohme Corp., México, D.F.) y la cepa de la vacuna contra la brucelosis RB51 (MSD Salud Animal México, Ciudad de México, México) se aplica alrededor de los 3 meses de vida y posteriormente aproximadamente 30 días después del parto. Las vacas también son vacunadas anualmente para prevenir la pierna negra causada por *Clostridium chauvoei*, edema maligno causado por *C. septicum*, pierna negra causada por *C. novyi*, gangrena caseosa causada por *C. sordellii*, enterotoxemia y enteritis causada por *C. perfringens* Tipos B, C, D y enfermedades causadas por *Histophilus somni* (*Haemophilus somnus*) (Ultrabac 7 Somubac ®, Zoetis, Guadalajara, México). Finalmente, las vacas son vacunadas anualmente contra antrax (Bayovac Thraxol 2 ®, Bayer, CD México, México). La DAI se detectó clínicamente por la presencia de gas en el abomaso con un sonido de "ping" timpánico, resonante y agudo (Li *et al.*, 2018). Los sonidos anormales se producen cuando el abomaso queda atrapado en lo alto del lado izquierdo o derecho y se agranda con el gas acumulado. Además, se consideró la ocurrencia de anorexia y disminución de la producción de leche.

3.4 Manejo reproductivo

La metritis puerperal se registró en vacas que presentaban un útero anormal (más grande) con una secreción uterina fétida y acuosa de color marrón rojizo, relacionada con signos de enfermedad sistémica y fiebre, dentro de los 21 días posteriores al parto Sheldon *et al.* (2006). Se asignó un puntaje de CC a las vacas al parto, usando el sistema de puntaje de 5 puntos donde 1 indica desnutrición severa y 5 indica obesidad severa (Ferguson *et al.*, 1994). Se aplicaron 25 mg de PGF2α (Lutalyse ®, Zoetis, CD México, México) 10 días después del parto para mejorar la involución uterina. Una semana después se aplicó la hormona liberadora de gonadotropinas (Fertagil ®, MSD Salud Animal México). Una semana después, se aplicaron dos inyecciones de PGF2α con 11 días de diferencia para sincronizar el estro. El estro se detectó por observación

directa y con la ayuda de pintura removible en la cola que se aplicaba diariamente; las vacas observadas en celo se inseminaron artificialmente siguiendo la regla de la mañana/tarde. Se utilizaron programas de reproducción controlada (Ovsynch) en todos los animales con dificultades para quedar preñadas; se utilizó semen comercial congelado-descongelado de 70 toros estadounidenses de alto mérito genético. Los diagnósticos de preñez se realizaron a los 45 ± 3 días desde la última IA registrada por el veterinario del hato: La segunda palpación se realizó entre los 105 y 145 días posteriores a la inseminación; la pérdida del feto entre los 42-48 (diagnóstico de la preñez por palpación rectal) y a los 260 días de gestación se consideró un aborto(Thurmond *et al.*, 1990).

3.5 Análisis estadístico

Las variables elegibles para los modelos logísticos fueron la edad al primer parto (<24 meses vs >24 meses), número de lactancia (primípara vs múltiparas), índice de temperatura-humedad al parto (<75 vs >75 unidades), peso corporal al parto (<554 vs > 554 kg), puntuación de condición corporal al parto (<3.5 vs ≥ 3.5 unidades) cambio de puntuación de condición corporal entre el parto y la primera IA (<0.81 vs >0.81 unidades) y altura a la cruz al parto (>132 vs ≥ 132 cm), metritis (sí vs no), aborto (sí vs no), parto distócico (sí vs no), parto prematuro (sí vs no), nacimientos de mellizos (sí vs no). Estas variables explicativas potenciales y las interacciones unidireccionales se incluyeron en un modelo de regresión logística múltiple para la detección de variables significativas que afectan a DAI (rasgo binario), utilizando el procedimiento PROC LOGISTIC de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA), aplicando un procedimiento logístico paso a paso hacia atrás para eliminar todas las variables no significativas. Éstas se iban eliminando continuamente del modelo por el criterio estadístico de Wald si la significancia era mayor que 0.10. Este procedimiento estimó razones de probabilidad e intervalos de confianza del 95 %. Por lo tanto, el modelo final incluyó solo los efectos principales y el año de parto se incluyó como covariable.

IV. RESULTADOS

Cuadro 1. Modelo de regresión logística multivariado final para factores asociados con la incidencia de desplazamiento del abomaso a la izquierda (DAI) en vacas Holstein de alto rendimiento en un ambiente caluroso.

Variables	DAI (%)	Índice de riesgo (IR)	95% IC IR	p
Paridad				<.0001
Múltipara	699/8438 (8.3)	1.3	1.2 – 1.6	
Primípara	294/4973 (5.2)	Referencia		
CC al parto1				<.0001
≥3.5	469/7158 (6.6)	0.75	0.7 – 0.9	
<3.5	524/6253 (8.4)	Referencia		
Cambio en CC2				0.0001
>0.85	122/1390 (9.2)	1.5	1.2 – 1.9	
<0.85	871/12091 (7.2)	Referencia		
Altura a la cruz				<.0001
>132 cm	603/7676 (7.9)	1.3	1.2 – 1.5	
<132 cm	390/5735 (6.8)	Referencia		
Aborto				<.0001
Si	72/4390 (1.6)	0.2	0.1 – 0.2	
No	921/9021 (10.2)	Referencia		

CC= Puntuación de la condición corporal (sistema de puntuación de escala de 1 a 5, incremento de 0,25 puntos).

Cambio en la puntuación de la condición corporal desde el parto hasta la primera inseminación artificial. IC= Intervalo de confianza.

De 2015 a 2021 se registró un 7.4 % de vacas que presentaron DAI (993/13,411; IC 95 %= 6.9-7.9) y el promedio de tiempo desde el parto hasta que se presentó la enfermedad fue de 16 días.

Los factores de riesgo se enumeran en el Cuadro 1. Las vacas múltiparas tenían 1.3 veces mayor riesgo que vacas primíparas. Las vacas con CC ≥3.5 unidades tenían riesgo reducido. La disminución de CC desde el parto hasta la primera IA >0.85 unidades tuvieron 1.5 veces más probabilidad de presentar este trastorno digestivo. Las probabilidades de DAI en vacas con altura a la cruz >132 cm fue 1.3 veces mayor en comparación con vacas de menor estatura. La ocurrencia del aborto sustancialmente disminuyó (P < 0.001) el riesgo de DAI.

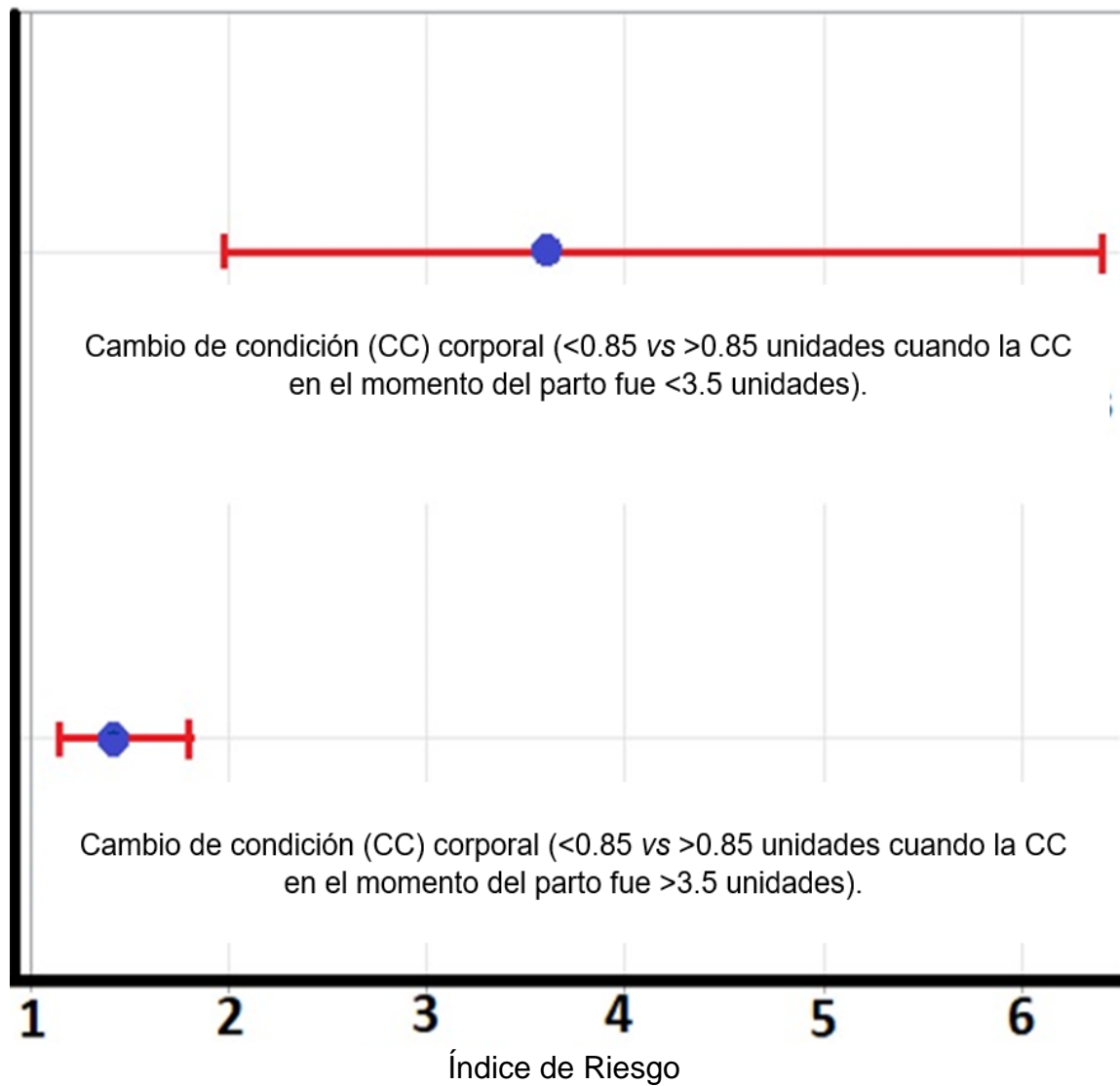


Figura 1. Relación de probabilidades (Índice de Riesgo) para la ocurrencia del abomaso desplazado a la izquierda en vacas Holstein en un ambiente cálido, en función del cambio en el puntaje de condición corporal entre el parto y la primera inseminación artificial, considerando el puntaje de condición corporal al parto.

Hubo una interacción entre la CC al parto y la IA; la incidencia de DAI con CC <math><3.5</math> y un cambio CC >0.85 fue tres veces mayor que las vacas con CC >3.5 y un cambio de CC >0.85 unidades.

V. DISCUSIÓN

La prevalencia promedio de DAI en el estudio actual fue similar a otros estudios en el Reino Unido (Lawrence *et al.*, 2013) y Alemania (Doll *et al.*, 2009); se ha informado una prevalencia menor en USA y Canada (LeBlanc *et al.*, 2005; Chapinal *et al.*, 2012; Dubuc and Denis-Robichaud, 2017); en el NAHMS-USDA (2017) determinaron la incidencia en hatos lecheros de 3.5 % en USA y en Suecia se reportó de 1 a 1.3 % (L. Stengärde *et al.*, 2008).

Un mayor número de partos se asoció con una mayor incidencia de DAI este resultado fue similar a estudios de Suthar *et al.* (2013) y Kang *et al.* (2019), incluso Wolf *et al.* (2001a, 2001b) indicaron que las vacas después de la tercera lactancia fueron afectadas con DA. Stengärde *et al.* (2012) indicaron que la alta producción de leche en vacas multíparas, es un factor de riesgo para una alta prevalencia de DA. Por el contrario Seeger (2004) indicó que las novillas primerizas tienen mayor incidencia de 28 % en comparación con vacas multíparas.

Pehrson y Stengarde (2000) mencionaron que en USA el 54 % de los animales con DA eran novillas primerizas. Las novillas primíparas presentan buena CC al final de la preñez por no haber experimentado una lactancia previa, por lo tanto, se incrementa el riesgo de presentar esta enfermedad en vacas con mayor número de partos. Las vacas multíparas, pueden mejorar o mantener la CC en el último periodo de gestación e inicio de lactancia, aunque no recuperan la CC posterior al nadir con la misma eficacia que las vacas primíparas (Roche *et al.*, 2007).

Las vacas de primer parto movilizan lípidos a menor velocidad (Friggens *et al.*, 2007) y desarrollan un estado menos severo de balance energético negativo (NEB) (Oikawa *et al.*, 2019) que las vacas de segundo y tercer parto, por lo tanto las vacas multíparas son más propensas a presentar DAI, porque el NEB antes

del parto es un factor de riesgo importante para este trastorno (Cameron *et al.*, 1998). Las vacas multíparas son más propensas a desarrollar cetosis e hipocalcemia (Kimura *et al.*, 2006; Seifi *et al.*, 2011) y estas enfermedades están asociadas con DA (Rodríguez *et al.*, 2017).

Las vacas con CC ≥ 3.5 al parto tenían menos probabilidad de presentar DAI. Contrario a lo que describe LeBlanc *et al.* (2005), indicaron que no existe asociación entre la CC y DAI. Estos resultados se inclinan a los registros de Loker *et al.* (2012), donde las vacas con CC ≤ 2.0 presentaron el doble de incidencia de enfermedades metabólicas incluido DA que las vacas con CC > 2.0 . Las vacas que pierden CC durante el período seco aumentan la probabilidad de desarrollar DA (Daros *et al.*, 2020).

Las vacas periparto con un mayor NEB tienen mayor riesgo de DAI (Geishauser *et al.*, 1997; Cameron *et al.*, 1998; LeBlanc *et al.*, 2005), las vacas con puntaje de CC al parto más alto, están predispuestas a una mayor movilización de lípidos, y por lo tanto, a DA (Kuiper, 1991; Fürll and Krüger, 1999; S. van Winden *et al.*, 2003). Estos datos sugieren que las vacas con CC ≥ 3.5 al parto tienen un sistema activo para el catabolismo de ácidos grasos no esterificados y la utilización de glicerol dentro del tejido adiposo, como ha sido observado por Alharthi *et al.* (2018), este catabolismo al parto reduciría DAI.

Se ha postulado que las vacas con CC elevada al parto son propensas a tener enfermedades metabólicas, incluido DA (Roche *et al.*, 2009; Ospina *et al.*, 2010; Rathbun *et al.*, 2017) porque tienden a perder mayor CC durante la primera lactancia que las vacas con bajas reservas corporales de energía (Bewley and Schutz, 2008).

El 2.6 % de las vacas presentó una CC de 4, por lo tanto, las vacas con mayor CC al parto fueron mínimas, mientras que el 83 % de las vacas tenían CC entre 2.5 y 3.5 %. La CC óptima al parto para vacas productoras de leche es de 3.5 %

(Roche *et al.*, 2007), en la escala de 5 puntos, podría ocurrir que las vacas con CC de 3.5 al parto no experimentaron una movilización de grasa severa y NEB prolongado, esto las mantiene menos propensas a tener enfermedades metabólicas y DAI.

Las vacas con alta CC en el parto son más propensas a DAI, las tasas de prevalencia aumentan a medida que aumenta la CC (Dyk, 1995). Las vacas con mayores pérdidas de CC entre el parto y la primera IA tuvieron mayor probabilidad de presentar DAI que las vacas con menores pérdidas de CC posparto. Los cambios en CC posparto son indicadores indirectos de movilización de grasa y balance energético (Roche *et al.*, 2009) y constituyen un buen predictor de riesgo de enfermedades metabólicas posparto (Rodríguez *et al.*, 2017).

Las vacas entre el parto y la primera IA mostraron una mayor movilización de energía y un período prolongado de NEB, lo que conduce a mayor riesgo de DAI, aquellas vacas incapaces de adaptarse al desafío del tiempo al inicio de la lactancia son más propensas a tener el DAI (Ospina *et al.*, 2010). La reducción de CC durante el período seco es un factor predisponente asociado con trastornos de salud, incluido el abomaso desplazado (Chebel *et al.*, 2018). Por el contrario, las vacas con cambios mínimos de CC al iniciar el período preparto presentan una CC más alta posparto (Wang *et al.*, 2019) y niveles más altos de β -hidroxibutirato y ácidos grasos no esterificados en la sangre (Barletta *et al.*, 2017).

Iniciar la lactancia con un aborto evitó DAI. Este resultado se atribuye a una menor movilización de reservas corporales después de la pérdida del feto, durante el primer mes de lactancia; la ausencia del período seco reduce la producción máxima de leche y las vacas pueden satisfacer rápidamente sus necesidades energéticas mediante la ingesta de alimentos (Grummer *et al.*, 2004).

Es probable que con el aborto no se afecte el consumo de alimento. Las vacas con aborto no presentaron una disminución en la ingesta de energía tampoco un cambio drástico en la dieta en poco tiempo, por lo tanto, no tenían cambios significativos en la microbiota del rumen, ya que no tuvieron que adaptarse a una dieta de altos contenidos energéticos (Kumar *et al.*, 2015) estos resultados muestran que las vacas con lactancia derivada del aborto mejoraron el balance energético, es probable que los ácidos grasos no esterificados y los triglicéridos hepáticos disminuyeron en el período peri-aborto en la lactancia subsiguiente, condiciones que no conducen a DAI.

La estatura se asoció con menor probabilidad de presentar DAI, lo cual sugiere que las vacas más bajas tuvieron más probabilidad de desarrollar DAI. El resultado es difícil de explicar para enfermedades digestivas, incluyendo DA ya que no están relacionados (Collard *et al.*, 2000). Las vacas primíparas fueron menos propensas a tener DAI, estos animales son más bajos que las vacas adultas, el efecto de la estatura está relacionado con la reducción de la incidencia de DAI en vacas más jóvenes.

VI. CONCLUSIÓN

Estos resultados muestran que una mayor paridad aumenta el riesgo de DAI; por lo tanto, es necesario ajustar los requerimientos nutricionales adecuados al periparto que permitan proporcionar una alimentación adecuada para evitar trastornos metabólicos que conduzcan a DAI. Es necesario proporcionar la alimentación necesaria antes del parto para lograr una CC de 3.5 para reducir el riesgo de DAI. La pérdida de CC ≥ 0.85 entre el parto y la primera IA constituye un riesgo posparto de DAI en vacas Holstein en un ambiente caluroso. Al iniciar una lactancia con un aborto evitó el DAI, debido a que estas vacas no presentan lipolisis excesiva y alteraciones metabólicas por la ausencia del parto.

VII. REFERENCIAS

- Alharthi, A., Zhou, Z., Lopreiato, V., Trevisi, E., & Loor, J. J. (2018). Body condition score prior to parturition is associated with plasma and adipose tissue biomarkers of lipid metabolism and inflammation in Holstein cows. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, *9*(1). <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0221-1>
- Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter, & Bonn. (2007). *Rinderproduktion in der Bundesrepublik Deutschland*.
- Bach, K. D., & McArt, J. A. A. (2021). Blood calcium as a prognostic indicator of success after surgical correction of left displaced abomasum. *JDS Communications*, *2*(4), 207–211. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0079>
- Barletta, R. V., Maturana Filho, M., Carvalho, P. D., Del Valle, T. A., Netto, A. S., Rennó, F. P., Mingoti, R. D., Gandra, J. R., Mourão, G. B., Fricke, P. M., Sartori, R., Madureira, E. H., & Wiltbank, M. C. (2017). Association of changes among body condition score during the transition period with NEFA and BHBA concentrations, milk production, fertility, and health of Holstein cows. *Theriogenology*, *104*, 30–36. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.07.030>
- Berchtold, J., & Prechtel, J. (2007). Vorkommen von Labmagenverlagerung bei Rindern der Rasse Deutsches Fleckvieh und Deutsche Holsteins in einem Praxisgebiet in Oberbayern. *Proceedings Tagung Der Deutschen Buiatrischen Gesellschaft*. https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=.+Vorkommen+von+Labmagenverlagerung+bei+Rindern+der+Rasse+Deutsches+Fleckvieh+und+Deutsche+Holsteins+in+einem+Praxisgebiet+in+Oberbayern.+In%3A+Proceedings+Tagung+der+Deutschen+Buiatrischen+Gesellschaft%2C+fulda&btnG=
- Bertics, S. J., Grummer, R. R., Cadorniga-Valino, C., & Stoddard, E. E. (1992). Effect of Prepartum Dry Matter Intake on Liver Triglyceride Concentration and Early Lactation. *Journal of Dairy Science*, *75*(7), 1914–1922. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77951-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77951-X)
- Bewley, J. M., & Schutz, M. M. (2008). An Interdisciplinary Review of Body Condition Scoring for Dairy Cattle. *The Professional Animal Scientist*, *24*(6), 507–529. [https://doi.org/10.15232/s1080-7446\(15\)30901-3](https://doi.org/10.15232/s1080-7446(15)30901-3)
- Bruckmaier, R. M., & Gross, J. J. (2017). Lactational challenges in transition dairy cows. In *Animal Production Science* (Vol. 57, Issue 7, pp. 1471–1481). CSIRO. <https://doi.org/10.1071/AN16657>
- Caixeta, L. S., Herman, J. A., Johnson, G. W., & McArt, J. A. A. (2018). Herd-Level Monitoring and Prevention of Displaced Abomasum in Dairy Cattle. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 34, Issue 1, pp. 83–99). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.10.002>
- Cameron, R. E. B., Dyk, P. B., Herdt, T. H., Kaneene, J. B., Miller, R., Bucholtz, H. F., Liesman, J. S., Vandehaar, M. J., & Emery, R. S. (1998). Dry Cow Diet, Management, and Energy

- Balance as Risk Factors for Displaced Abomasum in High Producing Dairy Herds. *Journal of Dairy Science*, 81(1), 132–139. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75560-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75560-2)
- Cannas da Silva, J., Schauburger, G., Oliveira, R., Segao, S., Kümper, H., & aumgartner, W. (2004). Does the weather influence the occurrence of abomasal displacement in dairy cows?. *DTW. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 51–57.
- Chapinal, N., LeBlanc, S. J., Carson, M. E., Leslie, K. E., Godden, S., Capel, M., Santos, J. E. P., Overton, M. W., & Duffield, T. F. (2012). Herd-level association of serum metabolites in the transition period with disease, milk production, and early lactation reproductive performance. *Journal of Dairy Science*, 95(10), 5676–5682. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5132>
- Chebel, R. C., Mendonça, L. G. D., & Baruselli, P. S. (2018). Association between body condition score change during the dry period and postpartum health and performance. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4595–4614. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13732>
- Collard, B. L., Boettcher, P. J., Dekkers, J. C. M., Petitclerc, D., & Schaeffer, L. R. (2000). Relationships between energy balance and health traits of dairy cattle in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 83(11), 2683–2690. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75162-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75162-9)
- Constable, P. D., Miller, G. Y., Hoffsis, G. F., Hull, B. L., & Rings, D. M. (1992). Risk factors for abomasal volvulus and left abomasal displacement in cattle. *American Journal of Veterinary Research*, 53 (7), 1184–1192.
- Correa, M. T., Curtis, C. R., Erb, H. N., Scarlett, J. M., & Smith, R. D. (1990). An Ecological Analysis of Risk Factors for Postpartum Disorders of Holstein-Friesian Cows from Thirty-Two New York Farms. *Journal of Dairy Science*, 73(6), 1515–1524. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(90\)78819-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)78819-4)
- Daros, R. R., Eriksson, H. K., Weary, D. M., & von Keyserlingk, M. A. G. (2020). The relationship between transition period diseases and lameness, feeding time, and body condition during the dry period. *Journal of Dairy Science*, 103(1), 649–665. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16975>
- Detilleux, J. C., Gröhn, Y. T., Eicker, S. W., & Quaas, R. L. (1997). Effects of Left Displaced Abomasum on Test Day Milk Yields of Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 80(1), 121–126. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75919-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75919-8)
- Doll, K., Sickinger, M., & Seeger, T. (2009). New aspects in the pathogenesis of abomasal displacement. In *Veterinary Journal* (Vol. 181, Issue 2, pp. 90–96). <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.01.013>
- Dubuc, J., & Denis-Robichaud, J. (2017). A dairy herd-level study of postpartum diseases and their association with reproductive performance and culling. *Journal of Dairy Science*, 100(4), 3068–3078. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12144>

- Duffield, T. F., Kelton, D. F., Leslie, K. E., Lissemore, K. D., & Lumsden, J. H. (1997). Use of test day milk fat and milk protein to detect subclinical ketosis in dairy cattle in Ontario. . . *The Canadian Veterinary Journal*.
- Duffield, T. F., Lissemore, K. D., McBride, B. W., & Leslie, K. E. (2009). Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *Journal of Dairy Science*, *92*(2), 571–580. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1507>
- Dyk, P. B. (1995). *The association of prepartum non-esterified fatty acids and body condition with peripartum health problems on 95 Michigan dairy farms* (Michigan State University, Ed.).
- Eicher, R., Audigé, L., Braun, U., Blum, J., Meylan, M., & Steiner, A. (1999). Epidemiologie und Risikofaktoren der Blinddarmdilataion und Labmagenverlagerung bei der Milchkuh. *Schweizer Archiv Für Tierheilkunde*, *141*(9), 423–429.
- Ferguson, J. D., Galligan, D. T., & Thomsen, N. (1994). Principal Descriptors of Body Condition Score in Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, *77*(9), 2695–2703. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77212-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X)
- Friggens, N. C., Berg, P., Theilgaard, P., Korsgaard, I. R., Ingvarsten, K. L., Løvendahl, P., & Jensen, J. (2007). Breed and parity effects on energy balance profiles through lactation: Evidence of genetically driven body energy change. *Journal of Dairy Science*, *90*(11), 5291–5305. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0173>
- Fürll, M., & Krüger, M. (1999). Alternative möglichkeiten zur prophylaxe der dislocatio abomasi (DA) beim rind. *Praktizierender Tierarzt*, *80*, 81–90.
- Gearhart, M. A., Curtis, C. R., Erb, H. N., Smith, R. D., Sniffen, C. J., Chase, L. E., & Cooper, M. D. (1990). Relationship of Changes in Condition Score to Cow Health in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, *73*(11), 3132–3140. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(90\)79002-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)79002-9)
- Geishauser, T. (1995). Abomasal Displacement in the Bovine—a Review on Character, Occurrence, Aetiology and Pathogenesis. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, *42*(1–10), 229–251. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1995.tb00375.x>
- Geishauser, T., Diederichs, M., & Beuing, R. (1996). Estimation of the heritability of displacement of the abomasum in hessian black pied cattle. *Journal of Veterinary Medicine Series A: Physiology Pathology Clinical Medicine*, *43*(2), 87–92. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1996.tb00431.x>
- Geishauser, T., Leslie, K., & Duffield, T. (2000). Metabolic aspects in the etiology of displaced abomasum. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, *16*(2). [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30104-3](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30104-3)
- Geishauser, T., Leslie, K., Duffield, T., & Edge, V. (1997). An Evaluation of Milk Ketone Tests for the Prediction of Left Displaced Abomasum in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, *80*(12), 3188–3192. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76291-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76291-X)

- Goff, J. P. (2006). Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. *Journal of Dairy Science*, 89(4), 1292–1301. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72197-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72197-X)
- Gröhn, Y. T., Eicker, S. W., Ducrocq, V., & Hertl, J. A. (1998). Effect of Diseases on the Culling of Holstein Dairy Cows in New York State. *Journal of Dairy Science*, 81(4), 966–978. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75657-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75657-7)
- Gross, J., van Dorland, H. A., Bruckmaier, R. M., & Schwarz, F. J. (2011). Performance and metabolic profile of dairy cows during a lactational and deliberately induced negative energy balance with subsequent realimentation. *Journal of Dairy Science*, 94(4), 1820–1830. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3707>
- Grummer, R. R., Mashek, D. G., & Hayirli, A. (2004). Dry matter intake and energy balance in the transition period. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 20, Issue 3 SPEC. ISS., pp. 447–470). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.013>
- Hayirli, A., Grummer, R. R., Nordheim, E. v., & Crump, P. M. (2002). Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 85(12), 3430–3443. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74431-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74431-7)
- Herdt, T. H. (2000). Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 16(2). [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30102-X](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30102-X)
- Heuer, C. (2000). Negative energy balance in dairy cows: prediction, consequences, prevention. *Utrecht University*, 165–189.
- Hoedemaker, M., Prange, D., & Gundelach, Y. (2009). Body condition change ante- and postpartum, health and reproductive performance in German Holstein Cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 44(2), 167–173. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00992.x>
- Huang, H., Cao, J., Guo, G., Li, X., Wang, Y., Yu, Y., Zhang, S., Zhang, Q., & Zhang, Y. (2019). Genome-wide association study identifies QTLs for displacement of abomasum in Chinese Holstein cattle. *Journal of Animal Science*, 97(3), 1133–1142. <https://doi.org/10.1093/jas/skz031>
- Janovick, N. A., Boisclair, Y. R., & Drackley, J. K. (2011). Prepartum dietary energy intake affects metabolism and health during the periparturient period in primiparous and multiparous Holstein cows 1. *Journal of Dairy Science*, 94(3), 1385–1400. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3303>
- Kang, H. G., Jeong, J. K., & Kim, I. H. (2019). Risk factors for displacement of the abomasum in dairy cows and its relationship with postpartum disorders, milk yield, and reproductive performance. *Journal of Veterinary Clinics*, 36(1), 68–73. <https://doi.org/10.17555/jvc.2019.02.36.1.68>

- Kimura, K., Reinhardt, T. A., & Goff, J. P. (2006). Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, *89*(7), 2588–2595. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72335-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72335-9)
- Kuiper, R. (1991). Abomasal Diseases. *The Bovine Practitioner*.
- Kumar, S., Indugu, N., Vecchiarelli, B., & Pitta, D. W. (2015). Associative patterns among anaerobic fungi, methanogenic archaea, and bacterial communities in response to changes in diet and age in the rumen of dairy cows. *Frontiers in Microbiology*, *6*(JUL). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00781>
- Lawrence, K., Tulley, W., & Laven, R. (2013). Observations on the incidence and seasonality of uterine torsion and left displaced abomasum following the 2001 outbreak of foot-and-mouth disease in the UK. *Veterinary Journal*, *196*(3), 332–338. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.10.034>
- LeBlanc, S. J., Leslie, K. E., & Duffield, T. F. (2005). Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, *88*(1), 159–170. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72674-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72674-6)
- Li, X. W., Xu, Q. S., Zhang, R. H., Yang, W., Li, Y., Zhang, Y. M., Tian, Y., Zhang, M., Wang, Z., Liu, G. wen, Xia, C., & Li, X. B. (2018). Ultrasonographic findings in cows with left displacement of abomasum, before and after reposition surgery. *BMC Veterinary Research*, *14*(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1358-7>
- Liang, D., Arnold, L. M., Stowe, C. J., Harmon, R. J., & Bewley, J. M. (2017). Estimating US dairy clinical disease costs with a stochastic simulation model. *Journal of Dairy Science*, *100*(2), 1472–1486. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11565>
- Loker, S., Miglior, F., Koeck, A., Neuenschwander, T. F. O., Bastin, C., Jamrozik, J., Schaeffer, L. R., & Kelton, D. (2012). Relationship between body condition score and health traits in first-lactation Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, *95*(11), 6770–6780. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5612>
- Maden, M., Ozturk, A. S., Bulbul, A., Avci, G. E., & Yazar, E. (2012). Acute-Phase Proteins, Oxidative Stress and Enzyme Activities of Blood Serum and Peritoneal Fluid in Cattle with Abomasal Displacement. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *26*(6), 1470–1475. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2012.01018.x>
- Martin, S. W., Kirby, K. L., & Curtis, R. A. (1978). A Study of the Role of Genetic Factors in the Etiology of Left Abomasal Displacement. *Canadian Journal of Comparative Medicine* .
- McArt, J. A. A., Nydam, D. v., & Oetzel, G. R. (2012). Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, *95*(9), 5056–5066. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5443>

- McArt, J. A. A., Nydam, D. v., & Overton, M. W. (2015). Hyperketonemia in early lactation dairy cattle: A deterministic estimate of component and total cost per case. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 2043–2054. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8740>
- Mokhber Dezfouli, M., Eftekhari, Z., Sadeghian, S., Bahounar, A., & Jeloudari, M. (2013). Evaluation of hematological and biochemical profiles in dairy cows with left displacement of the abomasum. *Comparative Clinical Pathology*, 22(2), 175–179. <https://doi.org/10.1007/s00580-011-1382-5>
- Mömke, S., Sickinger, M., Rehage, J., Doll, K., & Distl, O. (2012). Transcription factor binding site polymorphism in the motilin gene associated with left-sided displacement of the abomasum in german holstein cattle. *PLoS ONE*, 7(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035562>
- Mueller, K. (2011). Diagnosis, treatment and control of left displaced abomasum in cattle. *In Practice*, 33(9), 470–481. <https://doi.org/10.1136/inp.d6079>
- NAHMS-USDA. (2017). National Animal Health Monitoring System: dairy cattle management practices in the United States. *Agriculture UDo*.
- Niederberger, M. D., Hirsbrunner, G., Steiner, A., Brechbühl, M., & Meylan, M. (2010). In vitro effects of bethanechol on abomasal and duodenal smooth muscle preparations from dairy cows with left displacement of the abomasum and from healthy dairy cows. *Veterinary Journal*, 184(1), 88–94. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.01.018>
- Oikawa, S., Shibata, C., Chisato, K., & Nakada, K. (2019). Peripartum metabolic profiles in a Holstein dairy herd with alarm level prevalence of subclinical ketosis detected in early lactation. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 83 (1), 50–56.
- Ospina, P. A., Nydam, D. V., Stokol, T., & Overton, T. R. (2010). Association between the proportion of sampled transition cows with increased nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate and disease incidence, pregnancy rate, and milk production at the herd level. *Journal of Dairy Science*, 93(8), 3595–3601. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3074>
- Pardon, B., Vertenten, G., Cornillie, P., Schauvliege, S., Gasthuys, F., van Loon, G., & Deprez, P. (2012). Left abomasal displacement between the uterus and rumen during bovine twin pregnancy. *Journal of Veterinary Science*, 13(4), 437–440. <https://doi.org/10.4142/jvs.2012.13.4.437>
- Pehrson B., & Stenga"rde, L. (2000). Ursachen der unterschiedlichen Inzidenz von Dislocatio abomasi in den USA sowie in Schweden. *Leipziger Universita"tsverlag, Leipzig, Germany*, 41–47.
- Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff, K., & Constable PD. (2007). *Veterinary Medicine E-Book: A textbook of the diseases of cattle, horses ... - Google Libros*. https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=JP7TBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT51&dq=Di+seases+of+the+Alimentary+Tract+Veterinary+Medicine,+&ots=Nk15-OzNfy&sig=ndWeoPDa59Z42QretWldEa0FyHE&redir_esc=y#v=onepage&q=Di-%20seases%20of%20the%20Alimentary%20Tract%20Veterinary%20Medicine%2C&f=false

- Raizman, E. A., & Santos, J. E. P. (2002). The Effect of Left Displacement of Abomasum Corrected by Toggle-Pin Suture on Lactation, Reproduction, and Health of Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, *85*(5), 1157–1164. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(02\)74178-7](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(02)74178-7)
- Rasmussen, L. K., Nielsen, B. L., Pryce, J. E., Mottram, T. T., & Veerkamp, R. F. (1999). Risk factors associated with the incidence of ketosis in dairy cows. *Animal Science*, *68*(3), 379–386. <https://doi.org/10.1017/s1357729800050372>
- Rathbun, F. M., Pralle, R. S., Bertics, S. J., Armentano, L. E., Cho, K., Do, C., Weigel, K. A., & White, H. M. (2017). Relationships between body condition score change, prior mid-lactation phenotypic residual feed intake, and hyperketonemia onset in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *100*(5), 3685–3696. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12085>
- Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J., & Berry, D. P. (2009). Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. In *Journal of Dairy Science* (Vol. 92, Issue 12, pp. 5769–5801). American Dairy Science Association. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2431>
- Roche, J. R., Lee, J. M., Macdonald, K. A., & Berry, D. P. (2007). Relationships among body condition score, body weight, and milk production variables in pasture-based dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *90*(8), 3802–3815. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-740>
- Rodríguez, E. M., Arís, A., & Bach, A. (2017). Associations between subclinical hypocalcemia and postparturient diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *100*(9), 7427–7434. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12210>
- Rukkwamsuk, T., Wensing, T., & Kruij, T. A. M. (1999). Relationship between overfeeding and overconditioning in the dry period and the problems of high producing dairy cows during the postparturient period. *Veterinary Quarterly*, *21*(3), 71–77. <https://doi.org/10.1080/01652176.1999.9694997>
- Seeger, T. (2004). Kontrollierte klinische Studie u“ber die laparoskopische Behandlung von Ku“hen mit linksseitiger Labmagenverlagerung (Methode nach Janowitz) im Vergleich zur Reposition mit Omentopexie nach Laparotomie von rechts (Methode nach Dirksen). . *Dissertation Faculty of Veterinary Medicine, Giessen*.
- Seifi, H. A., LeBlanc, S. J., Leslie, K. E., & Duffield, T. F. (2011). Metabolic predictors of post-partum disease and culling risk in dairy cattle. *Veterinary Journal*, *188*(2), 216–220. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.04.007>
- Sen, I., Ok, M., Turgut, K., Birdane, F. M., & G“uzelbektas, H. (2002). Role of gastrin in the aetiology of abomasal displacement in dairy cows. *Veterinary Record*, *151*(1), 26–27. <https://doi.org/10.1136/vr.151.1.26>

- Serbester, U., Çınar, M., & Hayirli, A. (2012). Sütçü ineklerde negatif enerji dengesi ve metabolik indikatörleri. In Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi (Vol. 18, Issue 4, pp. 705–711). <https://doi.org/10.9775/kvfd.2012.6559>
- Shaver, R. D. (1997). Nutritional Risk Factors in the Etiology of Left Displaced Abomasum in Dairy Cows: A Review. *Journal of Dairy Science*, 80(10), 2449–2453. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76197-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76197-6)
- Sheldon, I. M., Lewis, G. S., LeBlanc, S., & Gilbert, R. O. (2006). Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology*, 65(8), 1516–1530. <https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2005.08.021>
- Stengärde, L., Hultgren, J., Tråvén, M., Holtenius, K., & Emanuelson, U. (2012). Risk factors for displaced abomasum or ketosis in Swedish dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 103(4), 280–286. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.09.005>
- Stengärde, L., Tråvén, M., Emanuelson, U., Holtenius, K., Hultgren, J., & Niskanen, R. (2008). Metabolic profiles in five high-producing Swedish dairy herds with a history of abomasal displacement and ketosis. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 50(1). <https://doi.org/10.1186/1751-0147-50-31>
- Stengärde, L. U., & Pehrson, B. G. (2002). Effects of management, feeding, and treatment on clinical and biochemical variables in cattle with displaced abomasum. *American Journal of Veterinary Research*, 63(1), 137–142.
- Suthar, V. S., Canelas-Raposo, J., Deniz, A., & Heuwieser, W. (2013). Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(5), 2925–2938. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6035>
- Thurmond, M. C., Picanso, J. P., & Jameson, C. M. (1990). Considerations for use of descriptive epidemiology to investigate fetal loss in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 197(10), 1305–1312.
- Trent, A. M., Fubini, S. L., Divers, T. J., Wheeler, R., Roberson, J. R., Woodie, J. B., & Stehman, S. M. (2004). *Surgical considerations* (Elsevier Inc., Ed.). .
- Uribe, H. A., Kennedy, B. W., Martin, S. W., & Kelton, D. F. (1995). Genetic Parameters for Common Health Disorders of Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 78(2), 421–430. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76651-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76651-6)
- Van Dorp, T. E., Dekkers, J. C. M., Martin, S. W., & Noordhuizen, J. P. T. M. (1998). Genetic Parameters of Health Disorders, and Relationships with 305-Day Milk Yield and Conformation Traits of Registered Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 81(8), 2264–2270. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75806-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75806-0)
- Van Winden, S. C. L., Brattinga, C. R., Moller, K. E., Schonewille, J. T., Noordhuizen, J. P. T. M., Beynen, A. C., & Muller, K. E. (2004). Changes in the feed intake, pH and osmolality of rumen fluid, and the position of the abomasum of eight dairy cows during a diet-induced left displacement of the abomasum. *Veterinary Record*. <http://veterinaryrecord.bmj.com/>

- van Winden, S., Kuiper, R., & Van Winden, S. C. (2003). Left displacement of the abomasum in dairy cattle: recent developments in epidemiological and etiological aspects. *Veterinary Research*, 34(1), 47–56. <https://doi.org/10.1051/vetres:2002060>
- Wallace, C. E. (1975). Left Abomasal Displacement-a Retrospective Study of 315 Cases. *The Bovine Practitioner*.
- Wang, Y., Huo, P., Sun, Y., & Zhang, Y. (2019). Effects of body condition score changes during peripartum on the postpartum health and production performance of primiparous dairy cows. *Animals*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/ani9121159>
- Winden, S. C. L. van (Stefanus C. L., & Addix). (2002). Displacement of the abomasum in dairy cows : risk factors and pre-clinical alterations. *Dissertation Faculty of Veterinary Medicine, Utrecht*.
- Wittek, T., Füll, M., & Constable, P. D. (2004). Prevalence of Endotoxemia in Healthy Postparturient Dairy Cows and Cows with Abomasal Volvulus or Left Displaced Abomasum. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 18(4), 574–580. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2004.tb02588.x>
- Wittek, T., Guzelbektes, H., & Sen, İ. (2015). Metabolic indicators and risk factors of left displaced abomasum in dairy cattle. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 31(2), 63–63. <https://doi.org/10.15312/eurasianjvetsci.2015210076>
- Wittek, T., Sen, I., & Constable, P. D. (2007). Changes in abdominal dimensions during late gestation and early lactation in Holstein-Friesian heifers and cows and their relationship to left displaced abomasum. *Veterinary Record*, 161(5), 155–161. <https://doi.org/10.1136/vr.161.5.155>
- Wolf, V., Hamann, H., Scholz, H., & Distl, O. (2001a). Einflüsse auf das auftreten von labmagenverlagerungen bei deutschen Holstein kühen. *Dtsch Tierärztl Wschr*, 108, 403–408.
- Wolf, V., Hamann, H., Scholz, H., & Distl, O. (2001b). Systematische Einflüsse auf das Auftreten von Labmagenverlagerungen bei Deutschen Holstein Kühen. *Züchtungskunde*, 73.
- Wolf, V., Hamann, H., Scholz, H., & Distl, O. (2001c). Systematische einflüsse auf das auftreten von labmagenverlagerungen bei deutschen Holstein kühen. *Züchtungskunde*, 73, 257–265.
- Zerbin, I., Lehner, S., & Distl, O. (2015). Genetics of bovine abomasal displacement. *The Veterinary Journal*, 204(1), 17–22. <https://doi.org/10.1016/J.TVJL.2015.02.013>