

Endometritis clínica y subclínica en vacas lecheras en sistemas a pastoreo

Clinical and subclinical endometritis in grazing dairy cows

ARK-CAICYT: <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s26182734/1nepm1p3g>

Emanuel Frana^{1,5} ; Ivana Barbona^{2,5} ; María Isabel Vázquez^{3,4} ; Pablo Roberto Marini^{1,5,6} 

1- Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

2- Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario (UNR).

3- Departamento de Reproducción Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria (FAV), Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC).

4- Instituto de Ciencias Veterinarias del centro del país (INCIVET), Universidad Nacional de Río Cuarto, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (UNRC-CONICET).

5- Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL).

6- Carrera del Investigador Científico, Universidad Nacional de Rosario (CIC-UNR).

Resumen. El objetivo del trabajo fue evaluar la prevalencia de endometritis clínica y subclínica, y realizar un seguimiento de las vacas con endometritis subclínica desde el parto hasta su liberación a servicio en sistemas a pastoreo. Se realizaron 479 revisiones ginecológicas posparto, a 338 vacas Holstein, primíparas y multíparas, pertenecientes a un establecimiento lechero del sur de Santa Fe. Tras la primera revisión, se distribuyeron las vacas en tres períodos: 15-20, 21-28 y 29-60 días de paridas. Las vacas se dividieron en dos grupos: Vacas Sanas (VS) y Vacas con Endometritis Clínica (EC). Los resultados tras la primera revisión, mostraron que el 48,8% fueron VS y el 51,2% presentaron algún grado de EC. Se observó una diferencia significativa respecto a la dependencia entre estado de salud uterina (VS o EC) y periodo de posparto a la primera evaluación ($p > 0,0001$). Se realizó citología endometrial en la 1° revisión a 140 VS. De las cuales, el 25,7% presentaron endometritis subclínica (ES). No hubo diferencias significativas en la dependencia en estado de salud uterina (VS o ES) y período posparto. La evolución de la ES se estudió en 27 vacas que recibieron una 2° revisión. El 74% de las vacas remitieron espontáneamente la ES. En promedio, las vacas con ES disminuyeron los valores de PMN-N a la 2° revisión ($p > 0,0001$). Se concluye que la prevalencia de EC es elevada en vacas en el sistema estudiado. La remisión espontánea en vacas con ES, alcanzó un porcentaje elevado antes de terminar el periodo de espera voluntaria.

Palabras clave: salud uterina, prevalencia, remisión espontánea, período espera voluntaria

Artículo recibido: 25 de julio de 2021

Artículo aceptado: 17 de noviembre de 2021

*Autor para correspondencia: Pablo Roberto Marini, Urquiza 1565 (2170), Casilda, Santa Fe, 03464 - 15593177.

E-mail: pmarini@unr.edu.ar

Financiamiento: Universidad Nacional de Rosario (Resol. CS 781/2018).

Esta obra está bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es_AR

Abstract. The objective of this study was to evaluate the prevalence of clinical and subclinical endometritis, and to follow up cows with subclinical endometritis from calving during days open in grazing systems. Postpartum gynecological examinations (n=479) were performed on 338 Holstein cows, primiparous and multiparous, at a dairy farm in southern Santa Fe. After the first examination, cows were distributed in three periods: 15-20, 21-28 and 29- 60 days from calving. The cows were divided into two groups: Healthy Cows (VS) and Cows with Clinical Endometritis (EC). The results showed that 48.8% were VS and 51.2% had some degree of EC, after first postpartum evaluation. A significant difference was observed with respect to the dependence between the uterine health status (VS or EC) and the postpartum period at the first evaluation ($p > 0.0001$). Endometrial cytology was performed in the first postpartum evaluation at 140 VS. Results showed that 25.7% had subclinical endometritis (ES), but in this case, there were no significant differences in dependence on uterine health status (VS or ES) and postpartum period. The evolution of ES was studied in 27 cows that received a second postpartum evaluation. Forty-four percentage (74%) of the cows had spontaneous recovery of their ES. On average, cows with ES decreased PMN-N values at the 2nd evaluation ($p > 0.0001$). Our results indicate that the prevalence of EC is high in grazing dairy cows system. Cows with ES had a high percentage of spontaneous recovery before the end of the days open. This study could be used to investigate deeply this subject looking for improve the reproductive performance in grazing dairy cows.

Keywords: uterine health, prevalence, spontaneous recovery, days open

INTRODUCCIÓN

Las vacas lecheras experimentan cambios significativos alrededor del momento del parto, donde muchos factores han sido claramente identificados como factores de riesgo que alteran el ambiente uterino. Las vacas en producción, quizás debido a la propia producción de leche y/o a la suma de los cambios metabólicos que experimentan durante este periodo, parecen ser más susceptibles al desarrollo de enfermedad uterina (Molina-Coto and Lucy, 2018). Al respecto, se conoce que el útero de las vacas en lactancia está menos capacitado para el desarrollo embrionario y fetal que el de las vacas que no están en lactancia (Hansen, 2011). El éxito en la eficiencia reproductiva durante el periodo de lactancia depende de la sincronía lograda entre el desarrollo del embrión y un ambiente uterino adecuado, lo cual repercute directamente sobre el intervalo parto-concepción de esa vaca (Hansen, 2011).

Varios trabajos realizados han demostrado que las enfermedades uterinas como metritis (MT), endometritis clínica (EC) y endometritis subclínica (ES) están asociadas a una disminución de la fertilidad y a un incremento del descarte por causas reproductivas de las vacas lecheras. Las endometritis en el postparto son enfermedades multifactoriales con gran impacto económico, ya que tanto endometritis clínica como endometritis subclínica reducen la eficiencia reproductiva del ganado lechero (Kaufmann *et al.*, 2010; Rinaudo *et al.*, 2014; Mónica Barrio *et al.*, 2015; Molina-Coto and Lucy, 2018).

En el intento de resolver estas patologías uterinas, los protocolos terapéuticos han incluido, en general,

la terapia hormonal y el uso del antibiótico intrauterino (Sheldon *et al.*, 2009). Sin embargo, en presencia de endometritis clínica muchos trabajos han demostrado una curación espontánea que varió del 63 al 77% de las vacas afectadas con endometritis, entre los 15 a 61 días después del parto (Gautman *et al.*, 2010; Dubuc *et al.*, 2011; Plöntzke *et al.*, 2011; Giuliadori *et al.*, 2013). En estudios anteriores, se informó que la recuperación espontánea fue del 30 al 40% de todas las vacas (McDougall *et al.*, 2007; Sheldon *et al.*, 2009). Según nuestro conocimiento, hasta el presente no existe información en bovinos lecheros sobre la recuperación espontánea del útero en presencia de endometritis subclínica. Al respecto, Westermann *et al.* (2010) demostró una correlación significativa entre la proporción de polimorfos nucleares (PMN-N) y la presencia de *T. pyogenes*. Un trabajo de Ghanem *et al.* (2015) mostró que algunas vacas fueron diagnosticadas como negativas para aislamientos bacterianos, aunque presentaron un alto porcentaje de polimorfos nucleares (PMN-N). Elsayed *et al.* (2020) demostraron que búfalas positivas a endometritis subclínica durante la quinta semana posparto remitieron la enfermedad a la séptima semana posparto.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la prevalencia de endometritis clínica y subclínica en vacas lecheras en sistemas a pastoreo, y realizar un seguimiento de las vacas con endometritis subclínica desde el parto hasta su finalización del período de espera voluntaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente proyecto cuenta con la aprobación del Comité de Ética y Bienestar Animal, CICUAL y de bioseguridad de la Facultad de Ciencias Veterinarias, de la Universidad Nacional de Rosario (Resol. CS 781/2018), Santa Fe.

Se realizaron 479 revisiones ginecológicas durante el posparto de 338 vacas Holstein primíparas y multíparas, desde julio de 2018 hasta julio de 2020, pertenecientes a un establecimiento ubicado en la cuenca sur de la provincia de Santa Fe (Argentina).

El establecimiento utilizado posee 250 vacas totales, una producción promedio anual de 24 ± 2 litros de leche por vaca por día, sistema de pariciones continuas y utilización de inseminación artificial. La alimentación del período mencionado fue de 22 ± 1 kg de Materia Seca/día, ofrecida como verdes, forrajes conservados y concentrados. El acceso al agua limpia fue *ad-libitum*.

Siguiendo el método de Gautman *et al.* (2010), se realizó el control ginecológico posparto a todas las vacas, tras lo cual se las separó considerando diferentes períodos posparto desde su primera revisión: de 15 a 20 días posparto (dpp), de 21 a 28 dpp y de 29 a 60 dpp. El período de espera voluntaria (PEV) del establecimiento fue a los 60 dpp.

Las vacas que se incluyeron en el presente trabajo se seleccionaron considerando los siguientes criterios:

a) Tipo de parto (TP): se utilizaron únicamente vacas con parto eutócico y que no hayan recibido tratamiento hormonal periparto y/o antibiótico postparto.

b) Días en leche (DEL): sólo se incluyeron aquellos animales con un período posparto comprendido entre los 15 y 60 días en leche.

Ambos registros TP y DEL se obtuvieron de las historias clínicas digitalizadas de cada vaca, que se encuentran disponibles en el establecimiento.

c) Flujo cervicovaginal (FCV): para considerar una VS, el flujo obtenido debió responder a las características de un FCV 0, siendo éste principalmente transparente y sin flóculos de pus, de acuerdo a la clasificación de Runciman *et al.* (2009).

Las muestras de flujo cervico-vaginal se obtuvieron mediante un tacto vaginal y según su aspecto se dividió a las vacas en dos grupos: Vacas Sanas (VS), aquellas que presentaron moco transparente y sin flóculos de pus y Vacas con Endometritis Clínica (EC), aquellas que, en forma directa, se clasificaron siguiendo la metodología planteada por Runci-

man *et al.* (2009): Grado 1 (G1): presencia de moco transparente con pequeños flóculos de pus, Grado 2 (G2): más del 50% del volumen total representaba la presencia de moco purulento y Grado 3 (G3): moco enteramente purulento y/o sanguino-purulento, color amarillado y con olor.

A las VS, se les tomaron muestras de citología endometrial, con la técnica de cytobrush (Palmer, 2008). De esta manera, las vacas fueron diagnosticadas como positivas a endometritis subclínica (ES) cuando la citología resultó en la presencia de ≥ 5 % polimorfonucleares neutrófilos (PMN-N) (Gilbert *et al.*, 2005; Rinaudo *et al.*, 2012).

De las 36 vacas con endometritis subclínica, a 27 vacas se le realizaron dos revisiones ginecológicas en total (R-ES), las cuales fueron utilizadas para analizar la evolución de la ES.

El análisis estadístico incluyó las variables: días de leche (DEL), vacas sanas (VS), vacas con endometritis clínica (EC), vacas con endometritis subclínica (ES). La dependencia entre estado de salud uterina (sanas o enfermas) y período posparto (15-20, 21-28 y 29-60 dpp) se evaluó con una prueba de homogeneidad basada en la estadística Chi-cuadrado ($P < 0,05$) y una prueba de hipótesis para variables continuas, según t-Student ($P < 0,05$). Se utilizó el Test t-student para muestras pareadas (se consideraron las vacas con ES). Los resultados se expresan como porcentajes (%) y como promedios \pm sem. Los análisis estadísticos se realizaron con la versión R 4.1.0.

RESULTADOS

Nuestros resultados muestran que, tras la primera revisión posparto, el 48,8% de las vacas estuvieron sanas y el 51,2% presentaron algún grado de EC (Tabla 1 y Figura 1). Al respecto, en las vacas con endometritis clínica, el 46,2% (80/173) se clasificaron como G1, el 23,7 % (41/173) como G2 y el 26,6% (46/173) como G3. Solo seis vacas del total evaluado presentaron metritis (3,5%).

En la Tabla 1 y en la Figura 1, se observa claramente que el período posparto en que se encontraban las vacas al momento de la primera revisión y el estado uterino fueron dependientes ($\text{Chi}^2 = 20,90$, $p < 0,0001$). Por lo tanto, a medida que aumentaban los días posparto, aumentaba la probabilidad de encontrar VS. Es decir, que la probabilidad de que una vaca estuviera enferma dependía del período posparto en que se encontraba al momento de hacer la revisión ginecológica.

		Período de la 1° Revisación (días posparto)			Total
		15-20	21-28	29-60	
Estado de salud del útero	Sana	24 (32,4%)	84 (46,7%)	57 (67,9%)	165 (48,8%)
	Enferma	50 (67,6%)	96 (53,3%)	27 (32,1%)	173 (51,2%)
Total		74 (100%)	180 (100%)	84 (100%)	338 (100%)

Tabla 1. Resultados del estado uterino (sana o enferma) tras la primera revisión posparto, dividido según la cantidad de días posparto de las vacas en lactancia bajo un sistema de pastoreo.

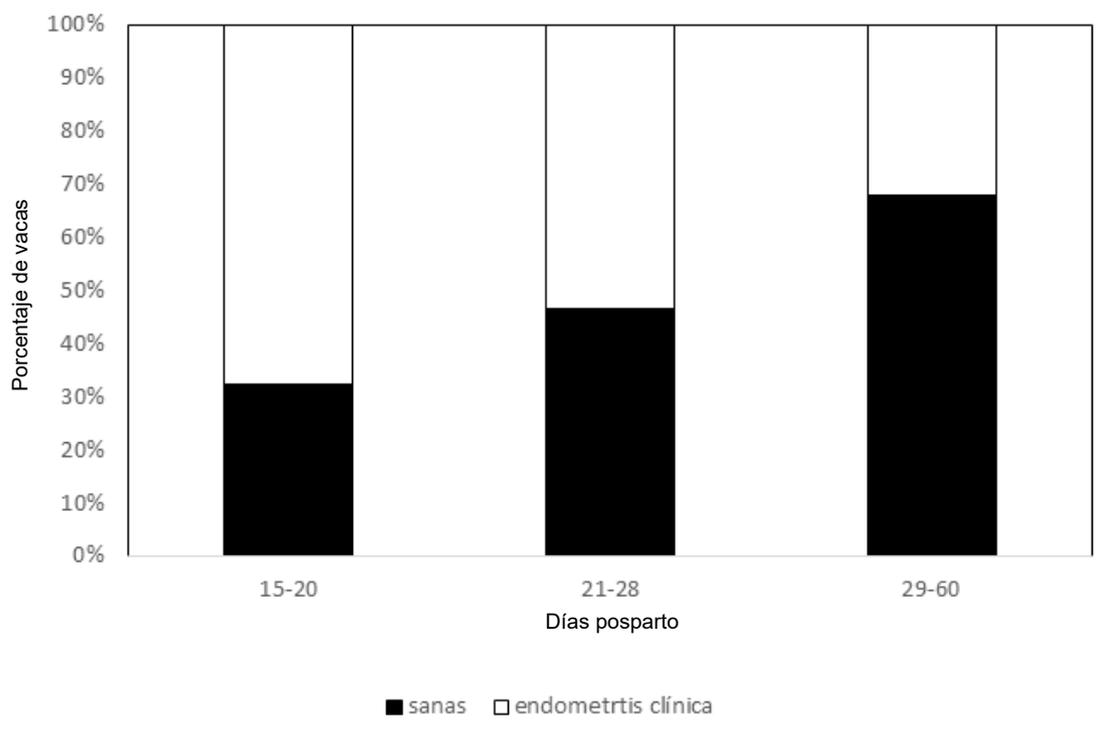


Figura 1. Porcentaje de vacas sanas (negro) y con endometritis clínica (blanco) según el período posparto en el que se encontraban cuando se realizó la primera evaluación ginecológica posparto.

Por otro lado, se les realizó a 140 VS, citología endometrial correspondiente a la muestra obtenida durante la primera revisión ginecológica. De las cuales solo el 25,7% (36/140) presentó endometritis

subclínica (Tabla 2). No hubo diferencia significativa respecto a la dependencia entre estado sanitario (vacas sin o con $\geq 5\%$ presencia de PMN-N) y período posparto (15-20, 21-28 y 29-60 dpp) (Tabla 2).

		Período de la 1° Revisación (días posparto)			Total
		15-20	21-28	29-60	
Estado de salud del útero	Sana	16 (80%)	49 (69%)	39 (79,6%)	104 (74,3%)
	Enferma	4 (20%)	22 (31%)	10 (20,4%)	36 (25,7%)
Total		20 (100%)	71 (100%)	49 (100%)	140 (100%)

Tabla 2. Resultados de la citología endometrial realizada tras la primera revisión posparto, divididas según la cantidad de días posparto de las vacas en lactancia bajo un sistema de pastoreo.

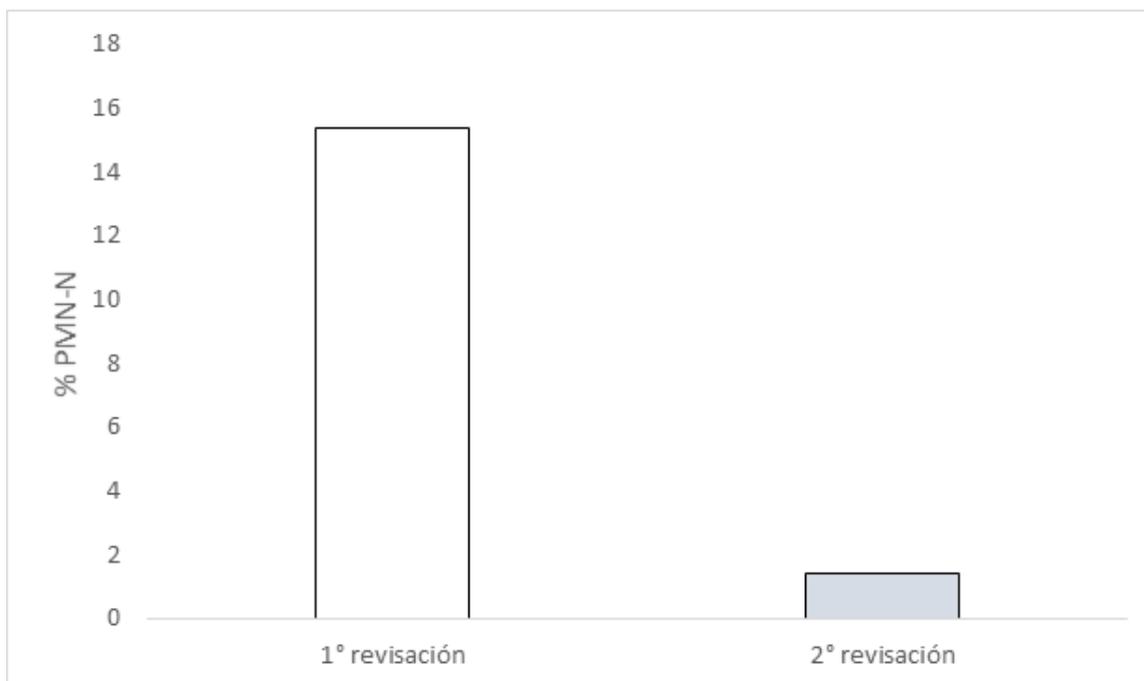


Figura 3. Porcentaje de PMN-N a la primera (25±1 dpp) y segunda (52±2 dpp) evaluación ginecológica posparto en vacas con endometritis subclínica en pastoreo.

En la Tabla 2 se muestra que la probabilidad de que una vaca esté enferma de ES no depende del periodo posparto en que se encuentre. Se observa que en los tres periodos el porcentaje es similar, aunque en el segundo período (21-28 dpp) el porcentaje es mayor no alcanza a mostrar diferencias significativas ($p>0,05$).

La evolución de la ES se estudió en 27 vacas que recibieron una 2° revisión (52±1 d posparto). Se encontró que el 74% (20/27) de vacas remitieron espontáneamente la ES, el 7,4% (2/27) mantuvieron ES y el 18,5% (5/27) presentaron endometritis clínica G1.

En promedio, las vacas con ES disminuyeron los valores de PMN-N a la 2° revisión ($p>0,0001$). Se observó un promedio de 15% de PMN-N tras la 1° citología uterina en las vacas con ES que remitieron espontáneamente ($n=20$). Dicho porcentaje, disminuyó al 1% de PMN-N tras la 2° citología realizada a cada una de ellas, demostrando la remisión espontánea de la ES.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo están en concordancia con los hallazgos previos de Giuliodori *et al.* (2013) y Biga and Marini (2017), quienes demostraron que, tras la primera revisión ginecológica, más de la mitad (54,4%) de las vacas evaluadas presentaron algún grado de endometritis clínica. Por otro

lado, Gautam *et al.* (2010) y Plöntzke *et al.* (2011), reportaron que la remisión espontánea de la endometritis clínica alcanzó valores del 70% durante el período de espera voluntaria. En este sentido, resultados previos de Frana *et al.* (2021), demostraron la relación entre la presentación de EC y el periodo de posparto en el que se realizó la revisión ginecológica de las vacas ($p<0,0001$), indicando que a medida que la revisión se aleja de la fecha del parto, menor sería la incidencia de la patología. En coincidencia con estos resultados, Giuliodori *et al.* (2013) demostraron la relación entre el tiempo posparto y la tasa de curación, expresando que existiría un 1% de curación por cada día de posparto transcurrido. Por otro lado, LeBlanc *et al.* (2014) y Biga and Marini (2017), encontraron el 58% y el 45% de curación espontánea de la EC, respectivamente, en vacas con ocho semanas posparto.

La prevalencia de la endometritis subclínica en el presente trabajo fue del 25,7%. Resultado que se encuentra por encima del 19% reportado por Rinaudo *et al.* (2017), revisando las vacas entre los 21 y 56 días posparto y del 19,3% reportado por Vallejos *et al.* (2018), quienes revisaron las vacas a los 30 días posparto. Por otro lado, Plöntzke *et al.* (2010) reportaron un 38 % de ES, entre los 18 y 38 días posparto, que disminuyó al 19% cuando la primera revisión fue a los 14 días posparto.

Al respecto, Rinaudo *et al.* (2011), reportaron que existió un marcado aumento del porcentaje de vacas con ES a medida que avanzaron los días posparto.

En consonancia con lo fundamentado por Hammon *et al.* (2006), plantearon que las vacas sufren un período de inmunodeficiencia en torno al parto debido al estrés del mismo (hacinamiento, baja calidad de la ración, competencia por el alimento, bajo confort, clima, entre otros), a los cambios en los perfiles hormonales, la reducción de la ingesta y a la reducida actividad de los neutrófilos desde el parto hasta la tercera semana posparto. Por el contrario, en nuestros resultados, no se encontró una dependencia significativa entre los porcentajes de vacas con ES y los diferentes períodos posparto analizados. La variabilidad de los resultados puede deberse a las características multifactoriales de las enfermedades en las vacas lecheras, a los diferentes factores asociados con infección uterina posparto y a las diferencias en la respuesta inmune de las vacas lechera (Vallejo *et al.*, 2018).

En nuestro trabajo, las vacas con diagnóstico de ES tras la primera revisión (25 ± 1 dpp), presentaron una remisión espontánea de la enfermedad demostrada por la disminución del % de PMN-N encontrado en la citología endometrial tras la segunda evaluación ginecológica (52 ± 2 dpp). Elsayed *et al.* (2020), demostraron que las hembras búfalas positivas a ES en la quinta semana posparto, remitieron la enfermedad a la séptima semana posparto. Esta remisión espontánea de la ES estaría explicada por la capacidad del útero para resolver la infección durante las primeras semanas posparto. Es una respuesta esperable del endometrio de los mamíferos, durante la involución uterina que sucede en las primeras semanas tras el parto, donde la respuesta local inflamatoria y del sistema inmune uterino colaboran para regenerar las condiciones fisiológicas del endometrio (regeneración y reparación) tras los cambios sufridos por la gestación y el parto (Hansen, 2011, Ghanem *et al.*, 2015).

Los resultados obtenidos generan nuevas hipótesis de trabajo que permitirían seguir investigando en el tema, a fin de lograr consolidar los hallazgos presentados. Es necesario seguir profundizando los conocimientos del período posparto temprano, a fin de lograr mejorar la eficiencia reproductiva en las vacas lecheras de los sistemas a pastoreo, independizándonos de los resultados que se transfieren desde sistemas productivos muy diferentes. Además, se considera importante la necesidad de que las vacas tengan un equilibrio en el sistema en el que se desarrollan, permitiendo de esta manera resolver las problemáticas con la mínima intervención del hombre, para mejorar el bienestar animal de las vacas lecheras en producción.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que la prevalencia de endometritis clínica tras la primera revisión ginecológica posparto es elevada en vacas en los sistemas a pastoreo estudiados. Por otro lado, la prevalencia de la endometritis subclínica en la zona evaluada se ubica en valores intermedios comparado con otros sistemas de vacas lecheras en pastoreo. La remisión espontánea de las vacas con ES, valorada en la disminución del % PMN-N, alcanzó un porcentaje elevado antes de terminar el período de espera voluntaria, lo cual nos permitiría seguir profundizando en la temática, a fin de mejorar la eficiencia reproductiva en vacas lecheras a pastoreo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrio, M., Vigo, M., Quintela, L.A., Becerra, J.J., García-Herradón, P.J., Martínez-Bello, D., Fernández-Sánchez, F.I., Prieto, A., Cainzos, J., Peña, A.I. 2015. Influence of subclinical endometritis on the reproductive performance of dairy cows. *Spanish Journal of Agricultural Research* 13(4), e05SC02, 6 pages. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2015134-8129>
- Biga, P. y Marini, P.R. 2017. La endometritis clínica en vacas lecheras y su respuesta a diferentes tratamientos. XXV Jornadas de Jóvenes investigadores. Grupo Montevideo. Encarnación – Paraguay. pp7. Disponible en: <http://grupomontevideo.org/sitio/publicaciones-jornadas-de-jovenes-investigadores/>
- Dubuc, J., Duffield, T.F., Leslie, K.E., Walton, J.S. y Leblanc, S.J. 2011. Randomized clinical trial of antibiotic and prostaglandin treatments for uterine health and reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 94(3):1325-38.
- Elsayed, D.H., El-Azzazi, F.E., Mahmoud, Y.K., Desouki, S.M., Ahmed, E.A. 2020. Subclinical endometritis and postpartum ovarian resumption in respect to TNF- α , IL-8 and CRP in Egyptian buffaloes. *Animal Reproduction* 17(1):1-13. Disponible en: <https://doi.org/10.21451/10.21451/1984-3143-AR2019-0027>
- Frana, E., Vázquez, M.I., Marini, P.R. 2021. Endometritis clínica y subclínica en vacas lecheras en sistemas a pastoreo. VI Jornadas Internacionales del Instituto de Investigaciones y Tecnología en Reproducción Animal (INITRA), Fac. Cs. Veterinarias, UBA, Argentina.
- Ghanem, M.E., Tezuka, E., Devkota, B., Izaike, Y., Osawa, T. 2015. Persistence of uterine bacterial in-

- fection, and its associations with endometritis and ovarian function in postpartum dairy cows. *Journal of Reproduction and Development* 61(1):54-60. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1262/jrd.2014-051>. PMID:25482111.
- Gilbert, R.O., Shin, S.T., Guard, C.L., Erb, H.N., Frajblat, M. 2005. Prevalence of endometritis and its effects on reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology* 64: 1879-1888.
- Giuliodori, M.J., Magnasco, R.P., Becu, D., Lacau, I.M., Risco, C.A., de la Sota, R.L. 2013. Clinical endometritis in an Argentinean herd of dairy cows: Risk factors and reproductive efficiency. *Journal of Dairy Science* 96(1): 210-218. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5682>
- Hansen, P. J. 2011. Challenges to fertility in dairy cattle: from ovulation to the fetal stage of pregnancy. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 35(2): 229-238.
- Molina-Coto, R. y Lucy, M.C. 2018. Uterine inflammation affects the reproductive performance of dairy cows: A review. *Agronomía Mesoamericana Journal* 29(2):449-468. Disponible en: doi:10.15517/ma.v29i2.29852 <http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso>
- Palmer, C. 2008. Endometritis en vacas lecheras. *Taurus* 10 (37):25-32.
- Pande, M., Das, G.K., Khan, F.A., Sarkar, M., Pathak, M.C., Prasad, J.K., Kumar, H. 2013. Endometritis impairs luteal development, function, and nitric oxide and ascorbic acid concentrations in buffalo (*Bubalus bubalis*). *Tropical Animal Health and Production* 45(3):805-10. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-012-0292-0>. PMID:23070685.
- Plöntzke, J., Madoz, L., de la Sota, R., Drillich, M. y Heuwieser, W. 2010. Subclinical endometritis and its impact on reproductive performance in grazing dairy cattle in Argentina. *Animal Reproduction Science* 122(1-2): 52-57.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rinaudo, A., Bernardi, S.F., Marini, P.R. 2017. Relation Between Subclinical Endometritis and Reproductive Efficiency in Dairy Cows in Argentina. *Journal of Veterinary Science & Technology* 8: 494. doi:10.4172/2157-7579.1000494
- Sheldon, I.M., Cronin, J., Goetze, L., Donofrio, G., Schuberth, H.J. 2009. Defining postpartum uterine disease and the mechanisms of infection and immunity in the female reproductive tract in cattle. *Biology of Reproduction* 81(6):1025-32. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1095/biolreprod.109.077370>.
- Vallejo, D., Chaves, C., Benavides, C., Astaíza, J., Zambrano, W. 2018. Occurrence of Subclinical Endometritis in Dairy Cattle and Effect on Reproductive Efficiency. *Acta Scientiae Veterinariae* 46: 1540.
- Westermann, S., Drillich, M., Kaufmann, T.B., Madoz, L.V., Heuwieser, W.A. 2010. Clinical approach to determine false positive findings of clinical endometritis by vaginoscopy by the use of uterine bacteriology and cytology in dairy cows. *Theriogenology* 74: 1248–1255.