

Presencia de hongos microscópicos en bovinos lecheros de Gómez Palacio, Durango, México

Presence of microscopic fungi in dairy cattle from Gómez Palacio, Durango, Mexico

Lilia Iveth Domínguez Zúñiga¹, Cristian Torres León², Jorge Alejandro Aguirre Joya², Karen Nathiely Ramírez Guzmán³, Fernando Hernández Terán³ y David Ramiro Aguillón-Gutiérrez²

¹ Laboratorio de Micología, Universidad Autónoma de Querétaro, carretera a Chichimequillas s/n, ejido Bolaños, C.P. 76140, Santiago de Querétaro, Querétaro, México.

² Centro de Investigación y Jardín Etnobiológico, Universidad Autónoma de Coahuila, Dr. Francisco González 37, C.P. 27480, Viesca, Coahuila, México.

³ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Coahuila. Carretera Torreón Matamoros Km. 7.5, Ejido el Águila, 27275 Torreón, Coahuila, México.

E-mail: david_aguillon@uadec.edu.mx

Received: 26 May 2024

Accepted for publication: 20 June 2024

Published: 28 June 2024

Editor: Nataly Gómez-Montoya

Resumen: Las infecciones por hongos son importantes de considerar en el manejo de los bovinos lecheros porque pueden afectar diferentes tejidos y causar abortos, lesiones dérmicas y mastitis, así como disminuir la producción de leche. El objetivo de este trabajo ha sido determinar el número de colonias fúngicas aisladas de bovinos lecheros en dos establos del municipio de Gómez Palacio, en el norte de México. Veinte individuos fueron muestreados en los establos 1 y 2 a partir de muestras que fueron tomadas con material estéril en tres partes del cuerpo como la piel, la ubre y la vagina de los animales. Las muestras fueron cultivadas en platos de Petri con agar enriquecido con papa dextrosa. Tras la incubación y el crecimiento colonial cuantificado, no se encontraron relaciones entre la presencia de hongos en las ubres o las otras zonas corporales y la producción de leche. Sin embargo, la presencia de hongos fue relevante ya que un total de 202 colonias fueron contadas entre los dos establos, de las cuales 114 correspondieron al establo 1 y 88 al establo 2. La zona corporal con el mayor número de colonias fúngicas fue la piel, seguida de la ubre y la vagina, lo cual puede haberse debido a la humedad de los pisos en los corrales. El establo 2 tuvo una mayor higiene que el establo 1 y los resultados de este estudio muestran que un mayor control animal puede llevarse a cabo en los establos de Gómez Palacio.

Abstract: Fungal infections are one of the important factors to consider in the management of dairy cattle, since these diseases can affect different tissues and body areas and cause abortions, dermal lesions, and mastitis with low milk production. The objective of this work was to determine the number of fungal colonies isolated from dairy cattle from two stables in the municipality of Gómez Palacio, in northern Mexico. Twenty individuals were sampled from stable 1 and 21 from stable 2. The samples were taken with a sterile swab from three areas of the body, skin, udder, and vagina. Samples were cultured in Petri dishes with potato dextrose agar. After incubation and colony growth, they were quantified. No relationship was found between the presence of fungi in the udders or the three body areas in their entirety and milk production. However, the influx of fungi was relevant, since a total of 202 colonies were counted between the two sampled stables. 114 fungal colonies were isolated in stable 1 while 88 were isolated in stable 2. The body area from which the most fungal colonies were isolated in both stables was the skin, followed by the udder tip and vagina; this was probably due to humidity generated on the floor of the pens. It could

be observed that stable 2 had greater hygiene control in its pens compared to stable 1. These study results show a high concentration of fungi in the stables in Gomez Palacio which can be useful in increasing animal health controls.

Palabras clave: establos bovinos, hongos, norte de México, salud bovina.

Keywords: cattle health, cattle stables, fungus, northern Mexico

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Introducción

La actividad ganadera, ha sido tema de relevancia económica a nivel nacional, debido a la productividad de carne, leche y sus derivados. México, al igual que países como Australia, Nueva Zelanda, Argentina, Estados Unidos y Uruguay es uno de los principales países productores de leche en el mundo, figurando en el puesto 16 (Loera y Banda 2017).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en 2019 en México existían 34 037 141 cabezas de ganado bovino, de las cuales el 45.3 % correspondía a vacas para cría de becerros o producción de leche. Se considera que la producción de leche va en aumento cada año y se destaca la participación de la Comarca Lagunera, ubicada en el centro-norte de México, por su alto nivel de producción dentro de las cuencas lecheras de México (Aguilar y Luevano 2001). El ganado bovino es de gran importancia en la región, ya que ocupa el primer lugar en exportación de leche a nivel nacional, sin embargo, el ganado es afectado por diversos microorganismos los cuales llegan a impactar en su reproducción y producción de leche. Dentro de los diferentes grupos de microorganismos que pueden provocar enfermedades infecciosas se destacan los virus, las bacterias y los hongos.

Los hongos son organismos eucariotas, heterótrofos, de distribución cosmopolita, que se reproducen por medio de esporas y, por lo tanto, no se pueden erradicar tan fácilmente. Entre los hongos parásitos que llegan a causar efectos adversos como abortos, mastitis y dermatofitosis al ganado bovino se destacan *Aspergillus* sp., *Candida* sp. y *Trichophyton* sp. (García y Blanco 2000).

La mastitis es considerada como una enfermedad de importancia para los productores, gracias al impacto económico tan fuerte que tiene (Wallenberg et al. 2002), pues llega a ocasionar pérdidas asociadas a la disminución de producción láctea de hasta un 30%, tomando en cuenta el costo de recuperación del bovino (Bedolla y Ponce-de León 2008). Existen pérdidas en la industria ganadera debido a los abortos causados por algunos hongos, teniendo como uno de los principales causantes a *Aspergillus*; sin embargo, gran parte de estas pérdidas son por abortos no diagnosticados (Jungerman y Schwartzman 1977; Espi, 1998). Por otro lado, se presentan las dermatofitosis, que generalmente son originadas por *Trichophyton verrucosum* en bovinos (Chermette et al. 2008). Las enfermedades presentan una distribución y frecuencia que varía de acuerdo con las interacciones entre el agente patógeno, el hospedador bovino y las condiciones ecológicas (Rojas-Martínez et al. 2021).

Dada la importancia económica y afecciones causadas por dichos microorganismos en el ganado bovino lechero, en el presente trabajó se determinó la presencia de hongos microscópicos en el ganado bovino lechero de Gómez Palacio, Durango, México, mediante la toma de muestras de tres diferentes áreas corporales como la vagina, la ubre y la piel.

Materiales y métodos

El muestreo se llevó a cabo en dos establos ganaderos, uno localizado en el Ejido Huitrón y otro en la localidad El Fresno, ambos en el municipio de Gómez Palacio, Durango, México (Fig. 1). Estos establos cuentan con bovinos lecheros de la raza Holstein Friesian y Jersey.

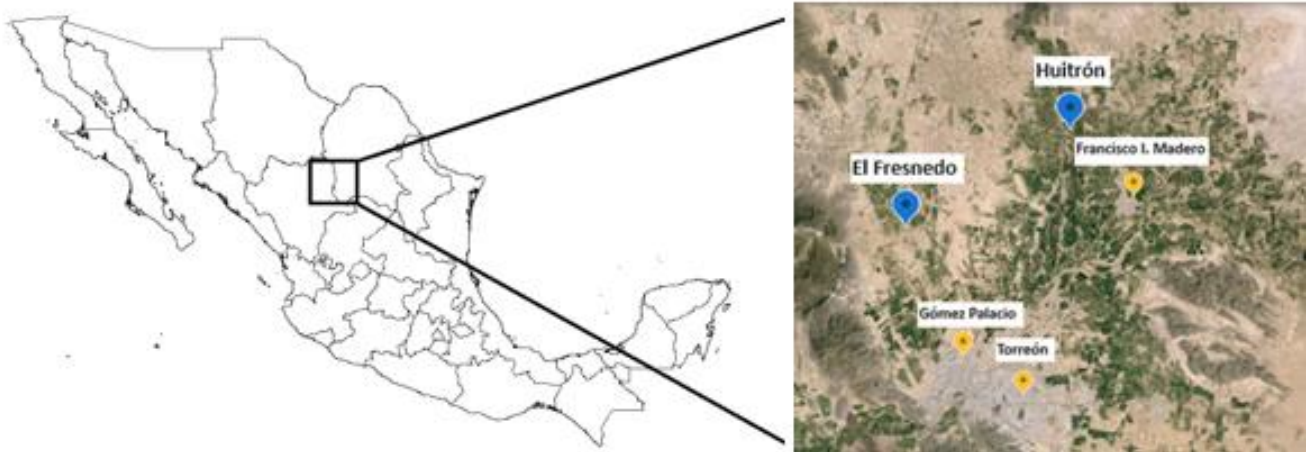


Figura 1. Mapa de localidades muestreadas en el municipio de Gómez Palacio, Durango, México (GoogleMaps, 2021).

Trabajo en campo

La metodología planteada en campo se tomó de Koneman, et al. (2008) y Asociación Nacional de Enfermería Dermatológica e Investigación del Deterioro de la Integridad Cutánea (ANEDIDIC, 2010).

En cuanto a la toma de muestras, se seleccionaron aleatoriamente 20 vacas lecheras en el primer establo (Ejido Huitrón) y 21 en el segundo establo perteneciente a la localidad Fresno, teniendo un total de 41 bovinos de los cuales se obtuvieron muestras de piel, ubres y vagina. Posteriormente las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Bioindicadores del Centro de Investigación y Jardín Etnobiológico de la Universidad Autónoma de Coahuila, utilizando una hielera con gel congelante para su conservación.

El muestreo en piel fue realizado mediante raspado con hisopos estériles. Primeramente, se limpió con solución antiséptica y alcohol isopropílico al 70% la zona en la cual se hizo el raspado. Para el muestreo en ubre se procedió a un lavado y desinfección de los pezones del bovino por la parte externa, se lavaron con agua y posteriormente se desinfecto con solución antiséptica, así mismo se limpiaron con torundas de alcohol isopropílico al 70%, se utilizó uno por cada pezón a muestrear; posteriormente se desinfecto el pezón más alejado del operador al más cercano. Para la toma de muestra se utilizaron hisopos estériles que fueron pasados por la punta de la ubre (órgano mamario de las vacas). Por último, el muestreo vaginal se llevó a cabo iniciando con un enjuague de la zona vaginal con agua, posteriormente se introdujo cuidadosamente el hisopo y se realizó el raspado por la pared de la vagina para la toma de muestra; los hisopos con la muestra se colocaron y transportaron en tubos de ensayo con agua destilada estéril en una hielera con gel congelante.

Se tomaron los datos de producción media (litros/día) de cada vaca muestreada en ambos establos (Cuadros 1 y 2), con el fin de hacer una correlación entre la producción láctea y la presencia de hongos.

Trabajo en laboratorio

El trabajo en laboratorio se realizó en dos fases, consistiendo en la siembra y aislamiento de hongos. Para la siembra se esterilizaron los materiales a utilizar, así como el agar papa dextrosa (PDA); iniciando con la preparación del área, la cual fue esterilizada con anterioridad para proceder a la siembra de las muestras tomadas.

Las muestras tomadas se sembraron en cajas Petri grandes con PDA con asas bacteriológicas. Las cajas fueron incubadas durante tres semanas a 25° C.

La fase de aislamiento se efectuó mediante resiembras consecutivas hasta obtener cultivos puros de las colonias presentes de acuerdo con su diversidad morfológica, basados en la metodología de Carter 1969, Carter y Chengappa 1994, Guevara et al. 2007 y Arenas 2008. La parte metodológica de campo y laboratorio puede observarse en la Figura 2.

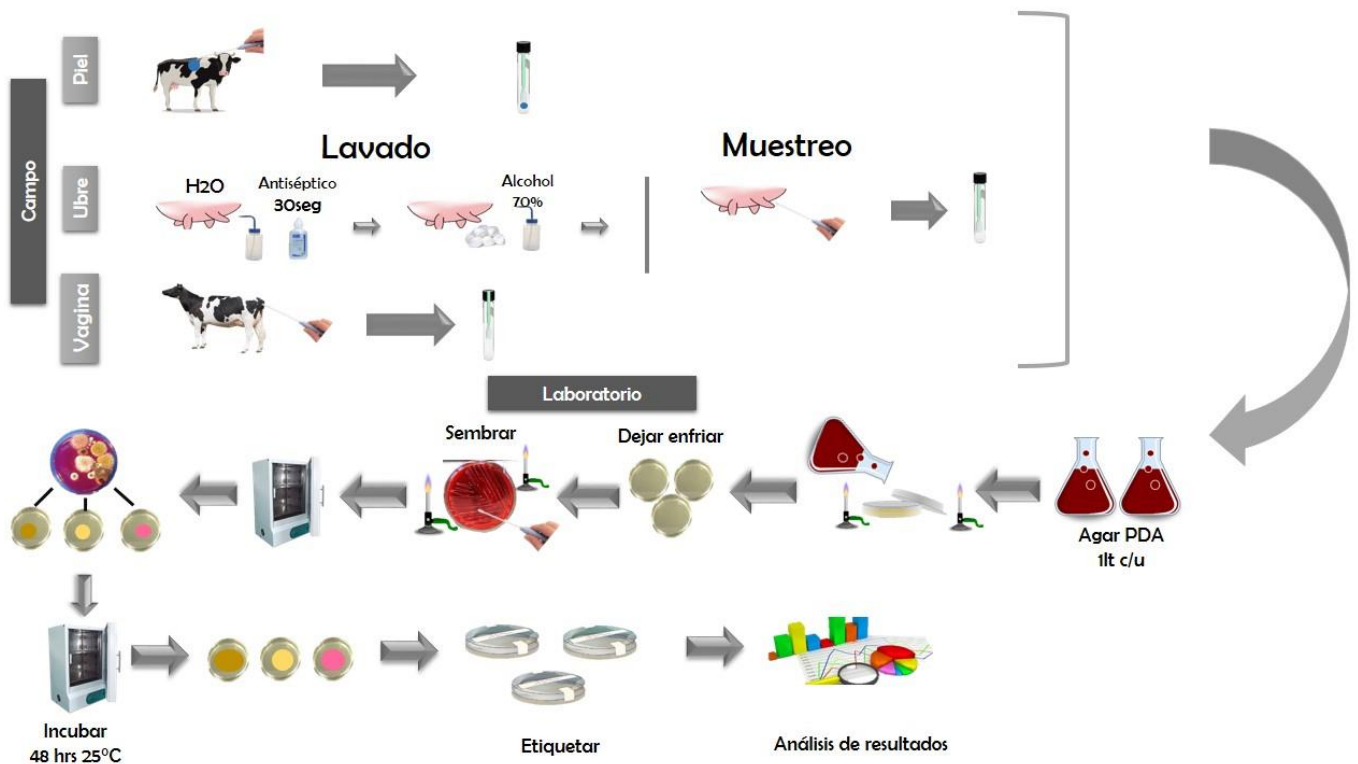


Figura 2. Diagrama de metodología realizada en campo y laboratorio.

Análisis de datos

Los datos fueron sometidos a pruebas de normalidad y posteriormente a un análisis de correlación de Pearson con el programa SPSS Statistics 29.

Resultados

En ambos establos se obtuvieron muestras de hongos filamentosos y levaduras cuyas colonias tuvieron diversos colores como blanco, negro, rojo, amarillo, verde y café, así como otras diferencias visibles en su morfología colonial; siendo los hongos filamentosos los que más destacaron en los 41 bovinos muestreados (Figs. 3 y 4).

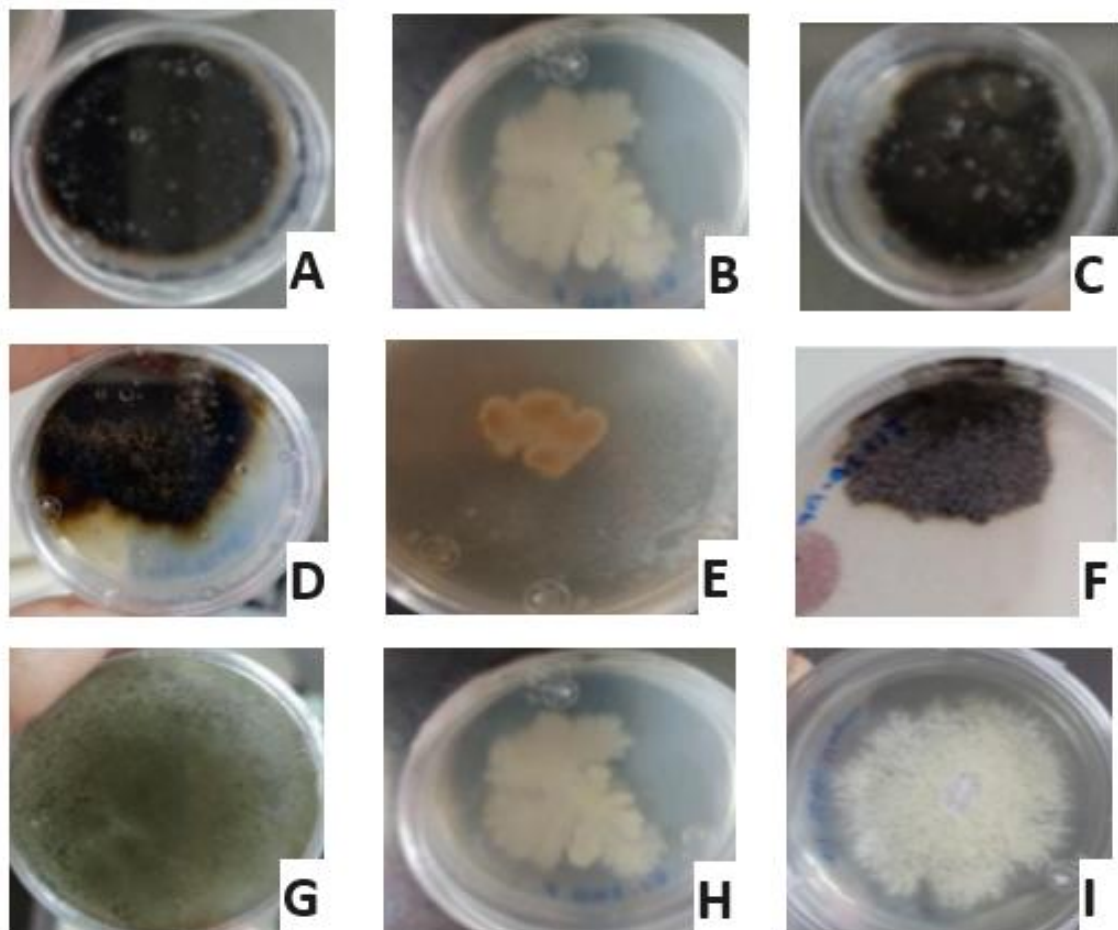


Figura 3. Colonias de hongos aislados de vacas del establo 1 (Ejido Huitrón): A, B y C: hongos aislados de piel; D, E y F: hongos aislados de ubres; G, H e I: hongos aislados de vagina.

El estudio mostró que en ambos establos la piel de los bovinos fue más susceptible a la presencia de hongos, ya que el 55% de los bovinos muestreados del establo 1 (Ejido Huitrón) y el 53% de los bovinos

del establo 2 (Localidad El Fresno) presentaron hongos en la muestra cutánea, sin embargo, también se obtuvieron muestras significativas de la vagina con un 28% de bovinos afectados para el establo 1 y un 31% para el establo 2, siendo la ubre el área corporal con menor presencia de dichos microorganismos con un 17% y 16% respectivamente.

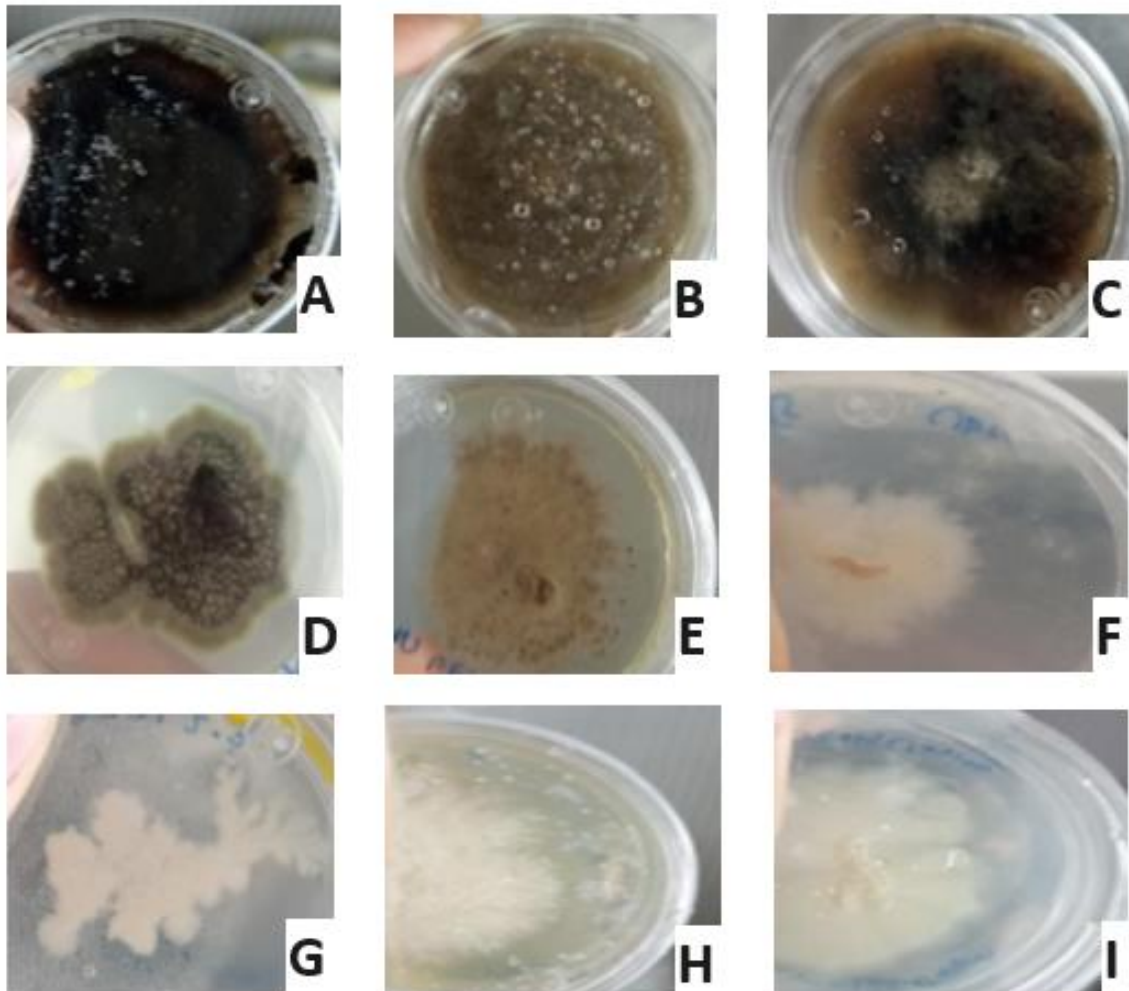


Figura 4. Colonias de hongos aislados de vacas del establo 2 (Localidad El Fresno): A, B y C: hongos aislados de piel; D, E y F: hongos aislados de ubres; G, H e I: hongos aislados de vagina.

En la Figura 5a se observan los resultados obtenidos de cada establo sobre la afluencia de los hongos presentes según las tres diferentes áreas corporales muestreadas (piel, ubre y vagina). Sumando un total de 88 colonias de hongos. Una comparación del total de colonias de hongos aisladas por establo se puede apreciar en la Figura 5b.

En los cuadros 1 y 2 se pueden observar la producción láctea diaria y el número de colonias de hongos aisladas de las diferentes zonas corporales de los ejemplares muestreados en ambos establos.

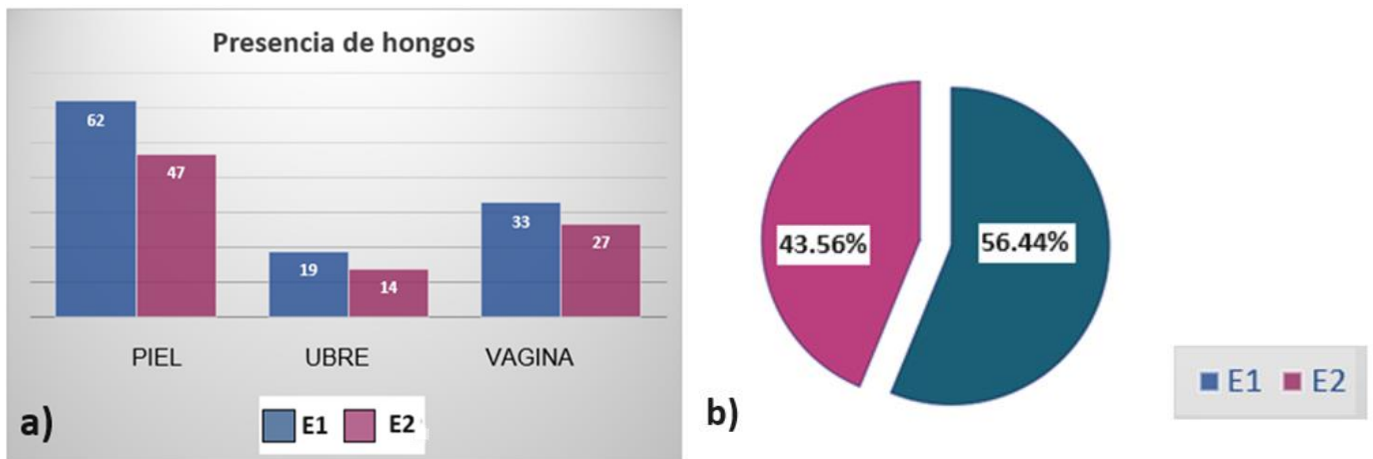


Figura 5. a) Comparación sobre la cantidad de hongos (colonias diferentes macroscópicamente) presentes en cada área corporal muestreada del ganado bovino lechero de los establos E1 (Ejido Huitrón) y E2 (Localidad El Fresno). b) Porcentaje total de hongos aislados de los individuos muestreados según el establo.

Cuadro 1. Producción láctea y colonias de hongos de los bovinos muestreados del establo 1.

Número de vaca	Producción media (litros/día)	Número de colonias aisladas de hongos			
		Piel	Ubre	Vagina	TOTAL
1	36	0	0	3	3
2	26.3	0	0	2	2
3	15.4	0	1	1	2
4	28.6	6	0	0	6
5	24.5	2	2	1	5
6	25.5	3	0	2	5
7	25.3	6	5	4	15
8	34.1	4	2	0	6
9	30.2	3	0	1	4
10	29.4	3	0	0	3
11	26.4	3	0	2	5
12	23.6	4	2	2	8
13	16	3	2	3	8
14	23.7	6	2	1	9
15	31.9	6	0	4	10
16	31.2	0	1	1	2
17	17.2	2	1	0	3
18	20.8	4	0	0	4
19	16.1	2	0	1	3
20	24.9	5	1	5	11
PROMEDIO	25.35				
TOTAL		62	19	33	

Cuadro 2. Producción láctea y colonias de hongos de los bovinos muestreados del establo 2.

Número de vaca	Producción media (litros/día)	Número de colonias aisladas de hongos			
		Piel	Ubre	Vagina	TOTAL
1	42.4	5	1	2	8
2	41.5	2	1	4	7
3	45.1	3	0	1	4
4	50.6	4	0	2	6
5	47.2	2	0	0	2
6	40.2	5	0	1	6
7	35.4	1	0	1	2
8	49.3	0	1	0	1
9	49.7	1	1	1	3
10	36.3	2	1	3	6
11	45.3	6	0	1	7
12	43.7	1	0	1	2
13	48.4	1	0	0	1
14	45.3	4	4	1	9
15	43	0	0	2	2
16	45.7	1	0	3	4
17	53.9	1	0	1	2
18	47	6	3	3	12
19	52.6	0	0	0	0
20	39.5	1	2	0	3
21	31.6	1	0	0	1
PROMEDIO	44.46				
TOTAL		47	14	27	

Los datos de producción de leche por día fueron sometidos a pruebas de normalidad, obteniendo para el establo 1 una $p=0.200$ de acuerdo con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y de $p=0.449$ con la prueba de Shapiro-Wilk, mientras que para el establo 2 se obtuvo un resultado de $p=0.200$ y $p=0.867$ para las pruebas Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk respectivamente. En todos los casos se cumple con la normalidad, por lo que se realizó un coeficiente de correlación lineal de Pearson.

En el establo 1 la correlación entre la producción láctea de los bovinos muestreados con respecto a la cantidad de colonias de hongos aislados totales resultó positiva baja ($r = 0.040$, significancia = 0.866) y negativa baja con respecto a colonias aisladas de ubres ($r = -0.156$, significancia = 0.511). En el establo 2 tanto la correlación entre la producción láctea con respecto a la cantidad de colonias de hongos aislados totales ($r = -0.070$, significancia = 0.764) como con respecto a colonias aisladas de ubre ($r = -0.016$, significancia = 0.944) resultaron negativas bajas. No existió correlación entre la producción láctea y el número de colonias aisladas de piel y vagina.

Discusión

De acuerdo con el trabajo realizado, los resultados indican que en los establos ganaderos hay gran cantidad de microorganismos fúngicos a los cuales están expuestos los bovinos lecheros, sin embargo, la higiene que se lleva a cabo tanto en los corrales como en los bovinos mismos, es uno de los factores más importantes para la disminución de los microorganismos presentes, esto tomando en cuenta las recomendaciones de la NOM-050-ZOO-1995 (DOF 1996), la cual menciona las características y especificaciones sanitarias que deben cumplir los establos para el control y manejo de zoonosis en ganado bovino utilizado en la industria lechera.

En los establos muestreados, se observó que el establo 2, perteneciente a la Localidad El Fresnedo, tenía un mejor control de higiene llevando a cabo la limpieza de los corrales con tiempos precisos y continuos a diferencia del establo uno (88 y 113 colonias de hongos aisladas, respectivamente). Por tal motivo atribuimos la cantidad de hongos encontrados en cada establo, al control y manejo de las técnicas de higiene. No obstante, cabe destacar que los microorganismos fúngicos son considerados cosmopolitas y tienen mayor capacidad de reproducción en ambientes húmedos como lo son los suelos ganaderos, por tanto, su presencia en los mismos sería difícil de erradicar.

En cuanto a los hongos presentes en nuestro estudio, fueron los dermatofitos los de mayor prevalencia en los bovinos muestreados en ambos establos, de tal forma que se pudo corroborar parte del trabajo realizado por García y Blanco (2000), indicando que dichos microorganismos pueden ser hospedados en cualquier ser vivo, en este caso los bovinos lecheros.

Por su parte, Bedolla y Ponce-de León (2008) reportaron levaduras causantes de mastitis; sin embargo, a pesar de que se encontraron varias muestras de posibles fúngicos en las ubres, se recomienda realizar la identificación morfológica y molecular de los mismos para la obtención de datos más certeros, ya que las levaduras y las bacterias son difíciles de distinguir y diferenciar de manera fenotípica debido a que su apariencia colonial es relativamente similar. Para investigaciones posteriores recomendamos tomar muestras del parénquima mamario.

Navarro y Morejón (2013) atribuyeron abortos en bovinos a algunas especies de hongos. Sin embargo, en el presente trabajo no se pudo corroborar dicha información debido a que, de los bovinos muestreados, muy pocos habían presentado abortos, los cuales fueron en tiempos remotos al muestreo y no se les realizó el estudio pertinente en el momento del suceso.

En cuanto al estrés generado en los bovinos por causa de la mastitis provocada por hongos, Yera y Ramírez (2016) mencionaron como consecuencia de ello la disminución en la producción y calidad de la leche, en lo que nosotros diferimos, ya que de acuerdo con nuestros resultados no se ve reflejada una correlación alta entre la presencia de hongos en las ubres y la producción de leche. Esto posiblemente a que los establos muestreados contaban con corrales aislados en los cuales mantenían a los bovinos infectados o enfermos (dichos bovinos no fueron muestreados) para su observación, tratamiento y recuperación. Cabe destacar, que recomendamos para futuras investigaciones realizar análisis de los hongos presentes en el interior de la ubre y en la leche.

Por otra parte, pese a que en nuestros resultados no se obtuvo relación entre la presencia de hongos y la producción de leche, y que no se pudieron obtener datos específicos sobre los abortos, se recomienda un segundo estudio que conlleve a la identificación molecular y morfológica de los microorganismos

presentes para la obtención de resultados más certeros, dado que sin la identificación de los hongos no se puede dar por rechazada la idea de que algunas especies de microorganismos fúngicos si puedan ser causantes de abortos, baja producción de leche y disminuir la calidad de la misma.

Concordamos con Ponce-del Valle *et al.* (2015) considerando importante que en los establos se lleven a cabo las técnicas de manejo preventivo como un plan sanitario contra enfermedades infecciosas y parasitarias a partir de productos veterinarios registrados y tratamientos aplicados conforme a las indicaciones de uso definidas en los rótulos e impresos de los mismos. Estas técnicas de manejo son importantes para minimizar los riesgos de mastitis o dermatitis causadas por hongos.

Tomando en cuenta las técnicas de manejo, otro de los factores más importantes es la alimentación del bovino y/o el procesamiento de los granos. Si bien, como se mencionó anteriormente, los hongos son microorganismos difíciles de erradicar al 100%, por tal motivo la producción de micotoxinas puede ocurrir cuando el hongo crece en los cultivos; por ende, los granos deben ser atendidos cuidadosamente, tomando en cuenta el control, manejo y prevención para los mismos y así impedir que estos sean infectados con micotoxinas (Devegowda *et al.* 1998; Espíndola-Figueroa 2006). Considerar las micotoxinas además de los hongos en piel, ubre y vagina, puede dar un panorama más amplio de la salud general de los ejemplares.

También se recomienda que el procesamiento de estos alimentos se realice correctamente para que sean de fácil digestión y así evitar la pérdida de energía en el excretado y que se vea afectada la producción láctea. Para determinar el procesamiento adecuado de los granos, se deben tomar muestras para su análisis. Los requerimientos nutricionales, así como la cantidad proteínica y energética, varían de acuerdo con diversos factores tales como el peso, tasa de crecimiento y gestación, los cuales dependen específicamente de cada bovino y los manejos dentro de los establos (Holmes y Wilson 1987; Orskov 1990; Elizondo 2002).

De acuerdo con Rivas (2020), los establos deben contar con las medidas necesarias para mitigar el estrés calórico y las infecciones en los animales. Algunas de esas medidas son contar con áreas de sombra, bebederos abundantes, agua fresca, ventiladores, salas de enfriamiento, sensores de temperatura, aspersores, pisos limpios y adecuados, entre otras. También es recomendable realizar exámenes generales de salud a la población de bovinos para detectar brotes infecciosos u otro tipo de enfermedades. En general estas condiciones fueron un poco mejores en el establo 2 que en el establo 1.

Los microorganismos fúngicos son un área de estudio muy importante en la salud de cualquier ser vivo, en este caso de los bovinos. Sin embargo, durante la realización de este trabajo, nos percatamos de que hay un gran vacío de información al respecto, al menos en la zona de estudio, la cual cuenta con una de las cuencas lecheras más grande de Latinoamérica. También es importante considerar que probablemente mucha información es recopilada por los establos, pero que por razones comerciales no publican ni dan a conocer. Por tal motivo llevar a cabo un estudio completo sobre las enfermedades fúngicas en bovinos lecheros, tomando en cuenta todos o la mayoría de los factores antes mencionados, podría ampliar el panorama de las enfermedades causadas por dichos microorganismos y así mismo, reducir considerablemente las pérdidas económicas a los ganaderos causadas por las epizootias y su implicación en la salud pública, diversas infecciones y abortos sin diagnosticar o que reciben un mal diagnóstico debido a su parecido sintomático con las enfermedades bacterianas.

Conclusiones

No se encontró relación entre la presencia de hongos en las ubres ni de las tres zonas corporales muestreadas en su totalidad y la tasa de producción láctea, sin embargo, la afluencia de hongos si fue significativa, ya que se contabilizaron un total de 202 colonias de hongos entre los dos establos muestreados. Se aisló un mayor número de colonias de hongos del establo 1 que del establo 2. El área corporal de la cual se aislaron más colonias de hongos en ambos establos fue la piel, seguido por ubres y vagina, esto probablemente debido a la humedad generada en el suelo de los corrales. Se pudo observar que el establo 2 tenía un mayor control de higiene en sus corrales, llevando a cabo una limpieza 5 veces al día dentro de los mismos, se considera que es un factor importante para la presencia de hongos en los bovinos.

Agradecimientos

Al personal de los establos (Ejido Huitrón y Localidad El Fresnedo) que nos permitieron tomar las muestras de sus bovinos.

Referencias

- Aguilar A, Luevano A. 2001. Situación actual de la Cuenca Lechera de la Comarca Lagunera, México. ITEA 97A(1): 47-66.
- Arenas R. 2008. Micología medica ilustrada. Tercera edición. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana. 425 p.
- ANEDIDIC. 2010. Protocolo toma de muestras para el diagnóstico de micosis en piel y uñas. Enferm Dermatol. 11:50.
- Bedolla C, Ponce de León M. 2008. Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. Rev Electron Vet. 9(4):1-26.
- Carter GR. 1969. Procedimientos de diagnóstico en bacteriología y micología veterinarias. España: Acribia. 332 p.
- Carter GR, Chengappa MM. 1994. Bacteriología y micología veterinarias. México D.F.: El Manual Moderno. 518 p.
- Chermette R, Ferreiro I, Guillot J. 2008. Dermatophytoses in animals. Mycopathologia 166(5-6): 385-405.
- Devegowda G, Raju MVL, Afzali N, Swamy HV. 1998. Mycotoxin picture worldwide: novel solutions for their counteraction. En: Lyons TP, Jaques KA, editores. Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 14th Annual Symposium. Inglaterra: Nottingham University Press. p. 241-255.

- DOF (1996). NOM-050-ZOO-1995 Norma Oficial Mexicana, características y especificaciones zoonosanitarias para las instalaciones, equipo y operación de unidades de producción controlada para ganado bovino. Estados Unidos Mexicanos: Diario Oficial de la Federación DXIV. 96 p.
- Elizondo J. 2002. Estimación lineal de los requerimientos nutricionales del NRC para ganado de leche. *Agron Mesoam.* 13(1): 41-44.
- Espi A. 1998. Diagnóstico laboratorial de los problemas reproductivos en el ganado vacuno. Aborto de etiología no vírica. *Producción Animal* 129: 2-22.
- Espíndola-Figueroa S. 2006. Micotoxinas y micotoxicosis en el ganado bovino lechero. *RChSZA.* 5:89-94.
- García ME, Blanco JL. 2000. Principales enfermedades fúngicas que afectan a los animales domésticos. *Rev Iberoamer Micol.* 17: S2-S7.
- Guevara M, Urisia F, Casquero J. 2007. Manual de procedimientos y técnicas de laboratorio para la identificación de los principales hongos oportunistas causantes de micosis humanas. Lima, Peru: Fimart SAC. 100 p.
- Holmes C, Wilson G. 1987. Milk production from pasture. Nueva Zelanda: Butter Worths. 319 p.
- INEGI [Internet]. 2019. Encuesta Nacional Agropecuaria, Ciudad de México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía; [visitada 17 de enero de 2024]. Disponible en: <https://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/gana/default.aspx?tema=e>
- Jungerman PF, Schwartzman RM. 1977. Micología médica veterinaria. México D.F.: CECSA. 240 p.
- Koneman EW, Allen D, Dowell VR, Sommers HM. 2008. Diagnóstico microbiológico. Texto y atlas color. 6ª Ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Panamericana. 1696 p.
- Loera J, Banda J. 2017. Industria lechera en México: parámetros de la producción de leche y abasto del mercado interno. *Rev Investig Altoandín.* 19(4): 419-426.
- Navarro E, Morejón J. 2013. Micología Veterinaria. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. 186 p.
- Orskov E. 1990. Nutrición de los rumiantes: principios y prácticas. España: Acribia. 199 p.
- Ponce-del Valle M, Vicari C, Faravelli FM, Glauber C, Winter N. 2015. Manual de bienestar animal. Un enfoque práctico para el buen manejo de especies domésticas durante su tenencia, producción, concentración, transporte y faena. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Buenos Aires, Argentina: SENASA. 164 p.
- Rivas M. 2020. Combatiendo exitosamente el estrés y el estrés calórico durante el verano 2020. *Revista Laguna Lechera* 9(53): 34-36.
- Rojas-Martínez C, Loza-Rubio E, Rodríguez Camarillo SD, Figueroa Millán JV, Aguilar-Romero F, Lagunes-Quintanilla RE, Morales-Álvarez JF, Santillán-Flores MA, Socci-Escatell GA, Álvarez-Martínez

JA. 2021. Antecedentes y perspectivas de algunas enfermedades prioritarias que afectan a la ganadería bovina en México. *Rev Mex Cienc Pecuarias*. 12(Supl. 3): 111-148.

Wallenberg G, Van der Poel W, Van Oirschot J. 2002. Viral infections and bovine mastitis: a review. *Vet Microbiol*. 88(1): 27-45.

Yera G, Ramírez W. 2016. La prevalencia de mastitis clínica en vacas mestizas Holstein x Cebú. *REDVET*. 17(3): 1-17.