
DISPERSIÓN DE BIOAEROSOLES PM10 ASOCIADOS A LA CRÍA INTENSIVA DE GANADO BOVINO EN PROVINCIAS DE LA PATAGONIA ARGENTINA

Dispersion of PM10 bioaerosols associated with intensive cattle breeding in argentinian Patagonia provinces

Paez, P.A.¹; Cogliati, M.G.^{1,2}; Pianciola, L.A.^{1,3}; Mut P.N.¹; Ciaramaría E.¹; Caputo, M.^{1,4}; Tesán, Iara¹.

¹Universidad Nacional de Río Negro, Centro de Investigaciones y Transferencias de Río Negro, Río Negro, Argentina, ²Departamento de Ambiente, FACIAS, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina, ³Laboratorio Central, Subsecretaría de Salud de Neuquén, Neuquén, Argentina, ⁴Comisión Nacional de Energía Atómica, Bariloche, Río Negro, Argentina.

ppaez@unrn.edu.ar

Palabras clave: *bioaerosoles, dispersión, Escherichia Coli, ganado bovino, muestreo*

Eje temático*: 7. Instrumentos de diagnóstico y gestión ambiental

Modalidad*: ponencia

Resumen

Existe una tendencia mundial hacia la cría intensiva de ganado; que tiende a aumentar la carga microbiana en el entorno de producción, además presenta mayor presencia de compuestos volátiles, polvo, bioaerosoles que pueden tener efectos adversos sobre la salud. Este trabajo presenta estimaciones de emisión y muestreos in situ de la bacteria gram negativa *Escherichia coli* en el interior, a barlovento y sotavento de los corrales en dos feedlots ubicados en Choele Choel (Río Negro) y en Añelo (Neuquén), para evaluar la presencia y dispersión de PM10. En el feedlot de Choele Choel se obtuvieron recuentos de 0,17 UFC/L y 0,14 UFC/L para períodos de muestreos de 3 min y 5 min respectivamente. En el feedlot de Añelo se obtuvo recuento de hasta 2,97 UFC/L en los corrales y de hasta 0,11 UFC/L a una distancia de 100 m del corral con presencia de ganado para muestreos de 1 min.

Abstract

There is a worldwide trend towards intensive livestock rearing; which tends to increase the microbial load in production environments, with increasing presence of volatile compounds, dust, and bioaerosols with adverse health effects. This paper presents emission estimates and in situ samplings of gram-negative *Escherichia coli* bacterium inside each corral, and up and down wind directions of the feedlot to evaluate the presence and dispersion of PM10. The feedlots are located in Choele Choel (Río Negro) and in Añelo (Neuquén). In Choele Choel measurements reached a count of 0,17 CFU / L and 0,14 CFU / L for sampling periods of 3 min and 5 min respectively. In Añelo, we obtained, a count of up to 2,97 CFU/L in corrals and up to 0,11 CFU/L up to 100 m of the farmyard with presence of cattle, considering 1 min samples.

Introducción

En la actualidad, existe una tendencia mundial hacia la intensificación y la industrialización de la producción animal de carne. El confinamiento de animales tiende a aumentar la carga microbiana general en el entorno de producción, en virtud del aumento de los volúmenes de animales y de residuos orgánicos presentes (acumulación de estiércol en los corrales y áreas de acopio, en las lagunas de almacenamiento de estiércol y en el suelo). Estas áreas también pueden convertirse en focos de contaminación de aguas superficiales y subterráneas si no se efectúa un adecuado tratamiento y manejo de los residuos (Millner, 2009).

La cría intensiva de ganado (CIG) normalmente genera a altas concentraciones de compuestos volátiles (NH₃, CH₄, compuestos orgánicos y H₂S, polvo (partículas finas, endotoxinas) (Mc Ginn

et al., 2008), y una variedad de bioaerosoles (bacterias, endotoxinas, virus, parásitos, hongos, micotoxinas, polen y partículas de grano) produciendo cambios en la calidad del aire circundante. Los bioaerosoles son partículas de origen biológico suspendidos en el aire: bacterias, hongos, virus, toxinas microbianas, polen, proteínas y enzimas (NIOSH, 1998). Tales partículas pueden subsistir en el aire como organismos individuales o adheridos a partículas de polvo o diminutas gotas de agua. El 25 % del material biológico adherido al material particulado PM₁₀ constituye un bioaerosol (Alghamdi, 2014).

Bonifacio *et al.* (2012) determinaron las tasas de emisión en grandes establecimientos de cría intensiva de ganado de material particulado (PM) en Kansas durante el período 2007 y 2008. Si bien la mediana del flujo de emisión los dos feedlots difirieron significativamente (g/m² día); el factor de emisión de PM con un diámetro equivalente aerodinámico (DEA) menor a 10 µm (PM₁₀) fue similar en ambos feedlots (27-30 kg/1000 cabezas día).

Sweeten *et al.* (1988) midieron concentraciones de partículas totales en suspensión (TSP) y PM₁₀ en las Grandes Llanuras del Sur en EEUU. Los diámetros medios fueron de 9,5 ± 1,5 y 6,9 ± 0,8 µm, respectivamente en establecimientos de CIG con capacidad de 17.000 a 40.000 cabezas.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar las concentraciones de bioaerosoles PM₁₀ y su dispersión en feedlots ubicados en Choele Choel (Río Negro) y en Añelo (Neuquén). Para lo cual se plantea realizar estimaciones de emisión de bioaerosoles, muestreos in situ de la bacteria gram negativa *Escherichia coli* (*E. coli*) (realizado con el equipo Microflow α). El mismo se ubicó en distintos puntos: en el interior de cada uno de los corrales y a barlovento y sotavento de sitios destinados a la CIG para evaluar la presencia y dispersión de bioaerosoles PM₁₀.

Materiales y métodos

Los sitios de muestreo fueron el campo Chel Curá, ubicado aproximadamente a 60 km de Choele Choel (ver Figura 1a) donde conviven hacienda bovina confinada y suelta. El campo posee dos corrales de 200 m x 150 m (30.000 m²) (uno para machos y otro para hembras y crías) con alrededor de 30 machos y 20 hembras. Al norte del área se cuenta con dos bebederos donde concurre la hacienda que no está confinada. El segundo sitio de muestreo fue la Estancia La Paisana, a 27 km de Añelo (Figura 1b) en el campo sólo hay hacienda bovina confinada. Poseen 10 (diez) corrales y alrededor de 600 cabezas de ganado.

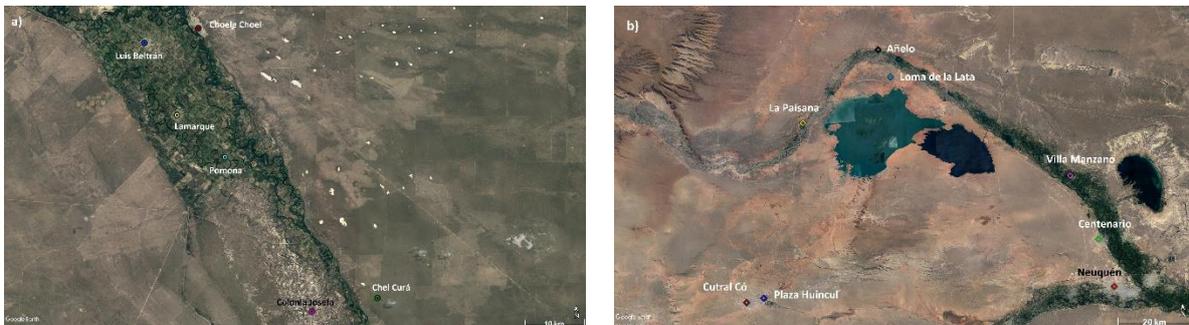


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo a) establecimiento Chel Curá b) establecimiento La Paisana. Los muestreos se realizaron el 20 de noviembre de 2019 para el campo Chel Curá y 20 de febrero de 2020 para la estancia La Paisana. En la tabla 1 se resumen los principales datos meteorológicos de los días de muestreos.

Las mediciones de bioaerosoles se realizaron de manera consecutiva con el equipo muestreador de aire Microflow α, cambiando su ubicación en el interior de cada uno de los corrales y a barlovento y sotavento del feedlot. Las muestras se tomaron con distintos intervalos de exposición en los dos sitios de muestreos: para Chel Curá se efectuaron mediciones cada 3, 5 y 10 min y para La Paisana de 1 y 10 min con el objeto de determinar el tiempo de exposición óptimo según las características del establecimiento seleccionado. El flujo establecido en el muestreador fue de 30 L/min, y las muestras impactaron en placas de Petri con CHROMagar (ver Figura 3a y 3b).

Debido a que el tamaño medio de los bioaerosoles (bacteria gram negativa *E. coli*) que se buscaba detectar era entre 1,1 y 1,5 µm en su eje menor y entre 2,0 y 6,0 µm en su eje mayor

se los clasificó como PM10 para el modelado de dispersión. Las emisiones PM10 se estimaron a partir de los resultados de Bonifacio et al (2012) corregidas para el número de cabezas presentes en el feedlot resultando en 1125 mg/min y 11250 mg/min para los establecimientos Chel Curá y La Paisana, respectivamente. La estimación de bioaerosoles se realizó según los lineamientos establecidos por Alghamdi (2014) con 281,25 mg/min y 2812,5 mg/min para los establecimientos Chel Curá y La Paisana, respectivamente.

Tabla 1. Datos meteorológicos (Fuente: NOAA Air Resources Laboratory)

Día de Muestreo	20/11/2019	20/02/2020
Dirección del viento	SE a ESE	ENE a E
Velocidad del viento	1,0 – 4,0 m/s 7,0 – 11,0 m/s	1,0 – 4,0 m/s 7,0 – 11,0 m/s
Estabilidad atmosférica (Pasquill)	A – C	C - A
Precipitaciones	No registra precipitaciones	No registra precipitaciones

Las plumas de emisiones de los feedlots fueron modeladas usando el modelo HYSPLIT desarrollado por el Air Resources Laboratory (ARL) (Stein et al., 2015). Se trabajó con los datos meteorológicos provenientes del sistema global de asimilación de datos (Global Data Assimilation System (GDAS)). Se consideró como suposición para el modelado que las partículas se levantarían por el movimiento de la hacienda y por la acción del viento.

Resultados

Del resultado de la modelación de dispersión de bioaerosoles se obtuvo que la máxima concentración fue de $1,0E-6 \text{ mg/m}^3$ y el mínimo de $1,0E-9 \text{ mg/m}^3$, para el establecimiento Chel Curá (ver Figura 2a). Para La Paisana la máxima concentración obtenida fue de $1,0E-5 \text{ mg/m}^3$ con un mínimo de $1,0E-8 \text{ mg/m}^3$ (ver Figura 2b). La pluma de dispersión presentó una mayor concentración entre superficie y 2000 m en intervalos de 1 h posteriores a la emisión para ambos establecimientos.

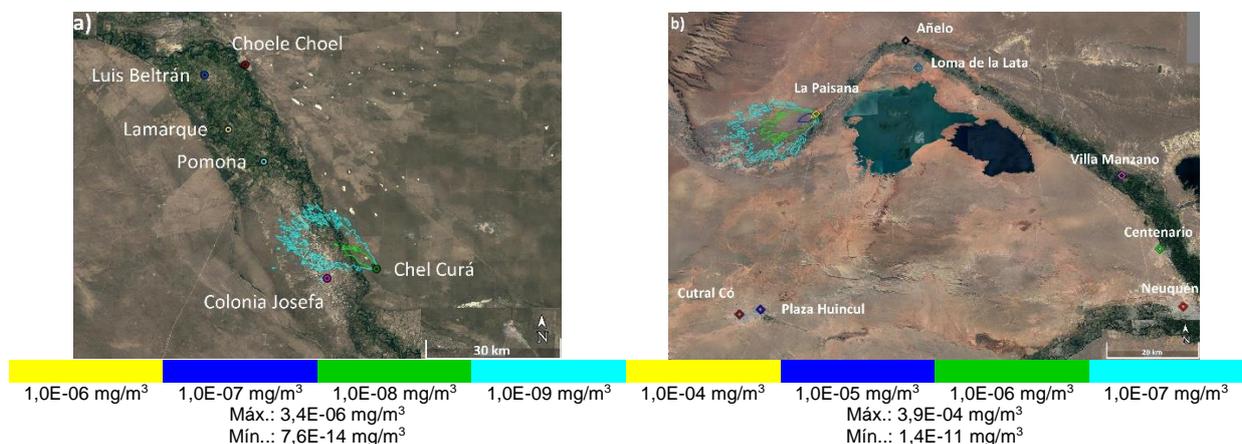


Figura 2. Dispersión de bioaerosoles en a) establecimiento Chel Curá b) establecimiento La Paisana. Las zonas en estudio se encuentran ubicadas en un ambiente árido con poca humedad y suelo con poca cobertura vegetal como se puede observar en la figura 1, lo que favorece la incorporación de partículas al aire. En el horario de muestreos en ambos establecimientos el viento presentó intensidades entre 1,0-4,0 m/s y entre 7,0-11,0 m/s, con cielo despejado y humedad relativa menor a 20% y estabilidad atmosférica entre inestable y muy inestable (Pasquill y Gifford).

Los resultados de los muestreos in situ de la bacteria *E.coli* se informan como recuento de UFC *E.Coli* por litro de aire muestreado. En ambos establecimientos los recuentos más elevados de colonias se observaron en el interior de los corrales (ver Figura 3a y 3b). En el establecimiento Chel Curá el corral con hacienda suelta ubicado a barlovento de los corrales con confinamiento

presentó los menores valores presentando 0,17 UFC/L y 0,14 UFC/L para períodos de 3 min y 5 min respectivamente. En el establecimiento La Paisana se utilizaron tiempos más cortos de muestreos en donde se presumía mayor concentración de bacterias y tiempos más largos a distancias mayores. El mayor valor hallado fue de 3,0 UFC/L y 1,3 UFC/L para períodos de muestreo de 1 min. A una distancia de 100 y 300 m de los corrales con confinamiento se registró un recuento de hasta 0,111 UFC/L y de 0,02 UFC/L para un período de muestreo de 3 min y 5 min respectivamente; coincidente con en el mismo sentido que la pluma de dispersión de bioaerosoles (ver Figura 2).



Figura 3. a) Imagen de muestreo realizado en La Paisana con equipo muestreador de aire Microflow α . b) Placas de Petri con CHROMagar y presencia de colonias *E. Coli* del muestreo en La Paisana.

Conclusiones

De los resultados podemos concluir que los tiempos de muestreo de 1 min para el interior de los corrales y 3 min para mayores distancias son adecuados desde el punto de vista metodológico para efectuar los recuentos de colonias. En ambos casos se detectó la presencia de colonias de bacterias de *E.coli*, por lo que es importante la realización de un mayor número de muestreos para el análisis espacial de los bioaerosoles en zonas cercanas a feedlots. Además, el modelado de la dispersión presentó un buen acuerdo desde el punto de vista de la distribución espacial de la concentración a sotavento y constituye una herramienta importante en la planificación de futuros experimentos en campo.

Bibliografía

- ALGHAMDI, M. A., SHAMY, M., REDAL, M. A., KHODER, M., AWAD, A. H., & ELSEROUGY, S. 2014. "Microorganisms associated particulate matter: A preliminary study". *Science of the Total Environment*, 479–480(1), 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.006>
- BONIFACIO, H. F., MAGHIRANG, R. G., AUVERMANN, B. W., RAZOTE, E. B., MURPHY, J. P., & HARNER, J. P. 2012. "Particulate matter emission rates from beef cattle feedlots in Kansas—Reverse dispersion modeling". *Journal of the Air and Waste Management Association*, 62(3), 350–361. <https://doi.org/10.1080/10473289.2011.651557>
- MC GINN, S. M., CHEN, D., LOH, Z., HILL, J., BEAUCHEMIN, K. A., & DENMEAD, O. T. 2008. "Methane emissions from feedlot cattle in Australia and Canada". *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(1–2), 183–185. <https://doi.org/10.1071/EA07204>
- MILLNER, P. D. (2009). "Bioaerosols associated with animal production operations". *Bioresource Technology*, 100(22), 5379–5385. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.03.026>
- NIOSH MANUAL OF ANALYTICAL METHODS (NMAM), F. E. 1998. "BIOAEROSOL SAMPLING (Indoor Air) Culturable organisms : bacteria , fungi , thermophilic actinomycetes". In *NMAM 0800 Methods* (1).
- STEIN, A. F., DRAXLER, R. R., ROLPH, G. D., STUNDER, B. J. B., COHEN, M. D., & NGAN, F. 2015. "NOAA'S HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system". *Bulletin of the American Meteorological Society*, 96(12), 2059–2077.