

## **Caracterización de los residuales de una vaquería**

Sarah Barreto Torrella, Edgar E. Martín Alonso, Yamivia Pérez Alonso y Silvio Martínez Sáez

Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal, Universidad de Camagüey, Cuba

E-mail: sbt@cag.reduc.edu.cu

### **Resumen**

Se caracterizó el residual líquido de una finca, donde la concentración de sólidos totales promedio es de 6 676 mg/L; de ellos los sólidos disueltos totales constituyen un 64,53 %, con predominio de los sólidos disueltos fijos con un 60,68 %, en tanto los volátiles representan el 39,32 %. Los sólidos suspendidos totales ( $2,219 \text{ g/m}^3$ ) constituyen un 33,57 %, de éstos, el 47,25 % pertenece a los sólidos suspendidos fijos y el 52,75 % a los sólidos suspendidos volátiles. El contenido de materia orgánica presente en el residual líquido es de un 44,6 %. La demanda química de oxígeno del agua residual presenta un valor promedio de  $4 825 \text{ g/m}^3$ , la cual indica su alto poder contaminante. La alcalinidad tiene un valor de  $1 384 \text{ g/m}^3$ , considerado como alto. El valor promedio de nitrógeno total fue de  $316 \text{ g/m}^3$  y el de fósforo total de  $27 \text{ g/m}^3$ . El pH promedio encontrado fue de 8 (osciló entre 7,6 y 8,3). Con excepción del pH todos estos valores se encuentran por encima del límite establecido por la norma cubana (NC 27:1999) para el vertimiento de aguas residuales, por lo tanto, para ser vertidas requieren ser tratadas, de lo contrario pueden provocar la contaminación de aguas superficiales. Se evidencia la necesidad de determinar las características específicas de un residual para poder valorar de forma efectiva su poder contaminante y los métodos que deberán emplearse para su tratamiento.

Palabras clave: Aguas residuales, vaquerías, caracterización, características físico-químicas, contaminación

### **Abstract**

Liquid waste products from a dairy farm were characterized. Average total solids concentration amounted 6 676 mg/L; out of them, total solute solids constituted 64,53% with non-volatile solute solids prevailing in 60,68% while volatile solute solids accounted for 39,32%. On the other hand, total suspended solids ( $2 219 \text{ g/m}^3$ ) constituted 33,57% with non-volatile suspended solids reaching 47,25% and volatile suspended solids, 52,75%. Organic matter content in liquid waste products was 44,6%. Residual water showed an average oxygen chemical demand of  $48,25 \text{ g/m}^3$  pointing out its highly pollutant power. Alkalinity was also high, amounting  $1384 \text{ g/m}^3$ . Average total nitrogen was  $316 \text{ g/m}^3$ , and total phosphorus was  $27 \text{ g/m}^3$ . Average pH was 8 ranging between 7,6 and 8,3. Except pH, all values for residual water spill are over the limit set by the Cuban Technical Standards (27 in 1999); therefore, residual waters must be treated or surface water pollution can occur. It is evident that specific waste products characteristics must be determined to effectively assess their pollutant power as well as the methods that should be applied for their treatment.

Key words: residual water, dairy farm, physico-chemical characteristics, pollution

### **Introducción**

En las explotaciones pecuarias se producen cantidades enormes de desechos, entre ellos el estiércol, los desechos líquidos y el desecho animal (Corzo *et al.*, 1999). Los líquidos residuales están constituidos por excretas, purín, líquido de limpieza, pelos, polvo y toda una variedad de materia diluida. La composición depende de las

características del centro productor y en el caso de las unidades pecuarias es similar entre sí dado que se componen normalmente de las excretas, el purín y algunos residuos orgánicos menores (pelo, leche, sangre, etc.), presentan olores ofensivos y repugnantes, el color es verde amarillento. El tránsito de las aguas residuales por terrenos puede resultar perjudicial por agregar a su repelencia visual y olfatoria, la contaminación con gérmenes patógenos, y si el transporte conduce a lagunas, ríos y hasta mares, a los efectos contaminantes se une el crecimiento del cieno, tan indeseable (Carrasco *et al.*, 1986)

Arteaga y Hernández (1990) coinciden con Carrasco *et al.* (1986) respecto al contenido de los líquidos residuales y agregan que se acumulan en las fosas de las vaquerías, en forma semilíquida y que actualmente se consideran un problema para mantener la higiene de las instalaciones. Numerosos autores señalan que estos residuales causan severos daños ambientales (Sánchez *et al.*, 1992, Linville 1997, Alvarez *et al.*, 2003).

La norma cubana (NC 27:1999). que regula la calidad de los vertimientos de líquidos residuales establece que éstos cuando son vertidos a ríos, embalses, zonas hidrogeológicas de menor valor desde el punto de vista del uso, como: riego con aguas residuales deben tener determinadas características.

Existe escasa información de las características de los residuales líquidos de vaquerías de Cuba, generalmente los datos a los que se accede son valores medidos en otros países, sin embargo, es necesario evaluarlos en las actuales condiciones de explotación, para prevenir posibles daños ambientales y determinar métodos de disposición y tratamiento adecuados.

Se caracterizó el residual líquido de la finca Taburete para determinar sus características físico químicas y biológicas.

### **Materiales y Métodos**

La caracterización se realizó durante los meses de abril y mayo, en horarios de 7:30 a 8:30 a.m. tomando como referencia los parámetros contemplados en la Norma Cubana NC 27:1999

El residual líquido proviene del fregado del piso de la zona de ordeño por donde transitan 56 vacas, en tandas de 10 animales, en horario de la madrugada y la otra parte de la nave de ordeño donde pasan la mayor parte del día los terneros (32 terneras y 28 terneros).

Para la medición del flujo se empleó un vertedero triangular con ángulo de 90 ° y para el cálculo del flujo, se empleó la siguiente ecuación:

$$Q = 1,343 \times H^{2,47} \text{ (King, 1969)}$$

Se tomaron muestras simples en el canal colector de los residuales, el volumen se tomó en correspondencia al flujo existente en el momento de la toma de muestras, cada diez minutos por espacio de una hora, que es el tiempo que dura la limpieza de la vaquería.

Para determinar el volumen requerido de la muestra simple se empleó la siguiente expresión:

$$V_i = \frac{V_t}{Q_m * N} * Q_i \text{ (Menéndez y Pérez, 1991)}$$

Con las muestras simples se formó una muestra compuesta que fue analizada en el laboratorio, determinándose las siguientes características:

Flujo.

Sólidos (totales, disueltos, suspendidos, fijos y volátiles en cada caso).

Demanda química de oxígeno (DQO).

Nitrógeno total.

Fósforo total.

pH.

Alcalinidad.

Los análisis se realizaron según lo establecido en APHA (1985)

El análisis estadístico se realizó según la frecuencia.

### **Resultados y Discusion**

En la tabla 2 se muestran los valores mínimos, medios y máximos medidos. Como puede apreciarse, el caudal fluctúa entre 0,24 y 9,05 m<sup>3</sup>/día, para un valor promedio de 4,74 m<sup>3</sup>/día; estas irregularidades se deben a la forma en que se realiza la limpieza, ya que esta se hace de forma manual con cubos y donde unos días se limpia todo el piso de la nave, y en otros solamente el área de ordeño.

La concentración de sólidos totales promedio es de 6 676 mg/L, de ellos, los sólidos disueltos totales constituyen un 64,53 %, predominan los sólidos disueltos fijos con un 60,68 %, en tanto los volátiles representan el 39,32 %, valores estos inferiores a los reportados por Cabrera (1988) de 24 600 mg/L de sólidos totales de los cuales el 64 % son volátiles y superiores a los indicados por Hernández (2002) que señala una concentración de sólidos totales de 4 000 g/m<sup>3</sup> de los que el 75 % son sólidos volátiles. Los sólidos suspendidos totales constituyen un 33,57 %, de éstos, el 47,25 % pertenece a los sólidos suspendidos fijos y el 52,75 % a los sólidos suspendidos volátiles. El contenido de materia orgánica presente en el residual líquido es de un 44,6 %, lo que indica la posibilidad del tratamiento biológico.

La demanda química de oxígeno (DQO) del agua residual presenta un valor promedio de 4825 g/m<sup>3</sup>, la cual indica su alto poder contaminante.

La alcalinidad tiene un valor promedio de 1 384 g/m<sup>3</sup>, debido, en gran parte, a que el agua con la que se realiza la limpieza posee 510 g/m<sup>3</sup> expresados como carbonato de calcio.

El análisis de frecuencia realizado para cada parámetro arrojó los siguientes resultados: Los sólidos totales son más frecuentes en los rangos de (4 520-5 440) y (7 280-8 200) mg/L para un 28,57 % cada uno. Las concentraciones determinadas son inferiores a la reportada por Cabrera (1988), de 24 600 mg/L . Esto responde posiblemente a diferencias en el manejo y/o en la alimentación. Sin embargo, es superior a la referida por Hernández (2002) que señala una concentración de sólidos totales de 4 000 mg/L. Los sólidos disueltos son más frecuentes en el rango de (3 160-3 784) mg/L con un 35,71 %.

Los sólidos suspendidos son más frecuentes en el rango de (1 448-2 864) mg/L con un 57,14 %.

La DQO es más frecuente en el rango de (4625-6426) mg/L para un 42,86 %. El valor reportado por (Hernández (2002) de 3800 mg/L es inferior al rango determinado.

El nitrógeno total es más frecuente en el rango de 266-302 mg/L con un 35,71 %, valor superior al reportado por Hernández (2002) de 168 mg/L e inferior al señalado por Cabrera (1988) de 585 mg/L .

El fósforo total en el rango de 19-34 mg/L para un 64,29 %, valor que se asemeja al reportado por Hernández (2002) de 31 mg/L .

La alcalinidad en el rango de 1 266-1 434 mg/L con un 38,46 %.

El pH en el rango de 7,88-8,02 para un 35,71 %.

Todos los valores se encuentran por encima del límite establecido por la norma cubana (NC 27:1999) con excepción del pH (Tabla 1).

El vertimiento de este residual en esas condiciones puede provocar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas con nitratos, numerosos autores señalan al manejo deficiente de los residuales de la ganadería como una de las principales fuentes de contaminación (Alföldi 1987; González y Jiménez, 1988; Linville, 1997; Sánchez *et al.*, 1992; Katz *et al.*, 1999; Kolpin, 1999; Pearsonen-Kivekäs, 1999; Álvarez *et al.*, 2003) los cuales son peligrosos para la salud humana, y con bacterias patógenas (Harwood *et al.*, 1999; Harwood *et al.*, 2001, Jamieson *et al.*, 2002; Ha y Stenstrom, 2003) afirman que las fuentes difusas de contaminación han sobrepasado a las puntuales como la mayor fuente de contaminación de las aguas superficiales.

### **Conclusiones**

Los valores medidos correspondientes a características físico químicas y biológicas del residual de la vaquería de la finca Taburete, con excepción del pH se encuentran por encima del límite establecido por la norma NC 27:1999 y difieren de lo referidos por otros autores,

### **Recomendación**

Al tener cada residual tiene sus propias características, que dependen del manejo y de la alimentación del ganado, se hace necesario para hacer una valoración de su poder contaminante y de los posibles métodos de tratamiento a emplear, caracterizarlos y evaluarlos según las normas vigentes para el análisis y el vertimiento

### **Referencias**

ALFÖLDI, L: La contaminación de las aguas subterráneas por nitratos, Boletín sobre Economía del Agua, Moscú, 1987.

ÁLVAREZ, A.; YAMILET MOLINET, P.J. GONZÁLEZ Y R. DAMAS: Descontaminación de residuales, reciclaje de nutrientes y producción de biomasa y energía en la producción animal en condiciones tropicales. Ganadería Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Curso Taller Internacional, Ciudad de La Habana, Cuba, 3 al 12 de marzo de 2003.

APHA: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 16<sup>th</sup> ed., American Public Health Association, Washington, DC, 1985.

ARTEAGA, O. Y CONSUELO HERNÁNDEZ: Residuales líquidos vacunos, Rev. ACPA, Cuba, (1) 1990.

CABRERA, IDA: Un útil trabajador subterráneo: La Lombriz de tierra, Centro de Información y Documentación Agropecuaria, Ministerio de la Agricultura, La Habana, 1988.

CARRASCO, A.; E. FUSTES, J. MARTÍNEZ, H. GALIS MENÉNDEZ, O. HERNÁNDEZ, H. CABEZAS Y A. VERA: *Zoohigiene tropical*, t. 1. Ed. ISCAH, La Habana, 433pp., 1986.

CORZO, J.A.; L.A. GARCÍA Y J.J. SILVA: *Zootecnia general. Un enfoque ecológico*, Ed: Félix Varela, Ministerio de Educación Superior, La Habana, 1999.

GONZÁLEZ, A. Y S. JIMÉNEZ: La protección sanitaria a los acuíferos cársicos cubanos: un problema actual, *Rev. Voluntad Hidráulica*, XXV (77), 1988.

HA, HAEJIN Y M.K. STENSTROM: Methods to Identify Human and Animal Faecal Pollution in Water: A Review, <http://www.seas.ucla.edu/stenstro/Draft3n.pdf>. 2003.

HARWOOD, VALERIE; J. BUTLER, D. PARRISH Y VICTORIA WAGNER: Isolation of Fecal Coliform Bacteria from the Diamondback Terrapin (*Malaclemys terrapin centrata*), *Applied and Environmental Microbiology*, (Feb): 865-867, 1999.

HARWOOD, VALERIE; MIRIAM BROWNELL, W. PERUSEK Y J.E. WHITLOCK: Vancomycin-Resistant *Enterococcus* spp. Isolated from Wastewater and Chicken Feces in the United States, *Applied and Environmental Microbiology*, (Oct.): 4930-4933, 2001.

HERNÁNDEZ, O.: Conferencia de Zoonosis, Maestría en Salud Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba, 2002.

JAMIESON, R.C.; R.J. GORDON, K.E. SHARPLES, G.W. STRATTON Y A. MADANI: Movement and Persistence of Fecal Bacteria in Agricultural Soils and Subsurface Draining Water: A review, *Canadian Biosystems Engineering*, 44, 2002.

KATZ, B.; H. DAVID Y F. JOHNSON: Sources of Nitrate in Water from Springs and the Upper Floridan Aquifer, Suwannee River Basin, Florida, en Symposium 3: Impact of Land-Use Change on Nutrient Loads from Diffuse Sources, XXII General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, Birmingham, UK, 19-30 July, 1999.

KING, H.: *Manual de hidráulica para la solución de problemas de hidráulica*, Ed. Instituto del Libro, La Habana, Cuba, 536 pp., 1969.

KOLPIN, DANA: Nitrate in Groundwater of Midwestern United States: A Regional Investigation on Relations to Land Use and Soil Properties. IAHS. Publ. N° 257, 1999.

LINVILLE, I.: Animal Waste Management Issues: a Federal Perspective, <http://www.engr.uga.edu/service/extension/aware/sesawm/linville.html>, 1997.

MENÉNDEZ, C.; J. PÉREZ OLMO: *Procesos para el tratamiento biológico de aguas residuales industriales*, Ed. ISPJAE, La Habana, Cuba, 311pp., 1991.

NORMA CUBANA OBLIGATORIA EXPERIMENTAL (NC 27:1999): Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones. Primera edición, ICS: 13.060.30, 1999.

PEARSONEN-KIVEKÄS, MAIJA: Nitrogen Transport via Surface and Subsurface Flow in an Agricultural Field, IAHS Publ. N° 257, 1999.

SÁNCHEZ H.; LISSETTE TRAVIESO Y M. WEILAND: Tecnología para el control de la nitrificación en Cuba, en XXIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, La Habana, Cuba, 22-28 de noviembre de 1992.

Tabla 1. Límites permisibles promedio para las descargas de aguas residuales según la clasificación del cuerpo receptor ( NC 27:1999)

Parámetros	Acuífero, vertimiento en suelo y zona no saturada
pH	6-10
Sólidos sedimentables totales (mg/L)	5
DQO (mg/L)	250
Nitrógeno total (mg/L)	15
Fósforo total (mg/L)	10
DQO demanda química de oxígeno	

Tabla 2. Parámetros característicos del residual vacuno líquido de la finca para 58 animales (unidades de ganado mayor)

Parámetros	Valor máximo	Valor medio	Valor mínimo
Flujo (m <sup>3</sup> /día)	9,05	4,74	0,24
Sólidos totales (g/m <sup>3</sup> )	9 120,00	6 676	4 520,00
Sólidos disueltos (g/m <sup>3</sup> )	6 280,00	4 457	3 160,00
Sólidos suspendidos (g/m <sup>3</sup> )	4 280,00	2 219	740,00
DQO (g/m <sup>3</sup> )	10 030,00	4 825	1 022,00
Nitrógeno total (g/m <sup>3</sup> )	420,00	316	224,00
Fósforo total (g/m <sup>3</sup> )	39,00	27	14,00
Alcalinidad (g/m <sup>3</sup> )	1 770,00	1 384	930,00
pH	8,30	8	7,60
DQO demanda química de oxígeno			