

Estimación del potencial contaminante de las granjas porcinas y avícolas del estado de Yucatán

Méndez Novelo, R¹, Castillo Borges, E., Vázquez Borges, E., Briceño Pérez, O., Coronado Peraza, V., Pat Canul, R. y Garrido Vivas, P.

Fecha de recepción: septiembre de 2007 – Mayo de 2009

Resumen

Con el propósito de estimar el potencial contaminante de las granjas porcinas y avícolas del estado de Yucatán, se realizó un censo de las granjas en operación y se recabó información de la SAGARPA sobre el número de animales en cada granja. Con base en estas informaciones y con resultados de diversos estudios se estimaron las cargas orgánicas generadas por las granjas porcinas y avícolas. Los resultados indican que existen 470 granjas porcinas y 185 granjas avícolas, de las cuales 304 y 76 respectivamente no están registradas en SAGARPA. La existencia total de cerdos en el Estado se estimó en 670,174 y generan diariamente 3,884.78 t de excretas, 9,428.37 m³/d de aguas residuales altamente contaminadas y una carga orgánica de 443,133.39 kg/d medida como DQO. Esta carga orgánica es similar a la que se produciría con las descargas de aguas residuales de 4,431,334 personas. Se estimó que el total de aves en granjas avícolas en el Estado es de: 237,813 pavos y 26,992,886 pollos que generan 234 t de desechos orgánicos sólidos que fácilmente pueden ser biodegradados. Con los resultados obtenidos de las cargas orgánicas generadas, geoposicionadas y agrupadas por municipios, se pueden realizar estudios para correlacionarlos con posibles afectaciones al medio ambiente y a la salud pública: calidad del agua subterránea, contaminación de suelos, morbilidad por enfermedades diarreicas, etc.

Palabras Clave: Granjas porcinas, granjas avícolas, generación de contaminación orgánica.

Estimation of the polluting potential of poultry and swine farms in the State of Yucatan

Abstract

In order to estimate the polluting potential of the poultry and swine farms in the state of Yucatán, a census of the operating farms in the State was performed, and information on the quantity of animals in each registered farm was obtained from SAGARPA. Based on the recovered information and on results from diverse studies, the organic charge generated by the poultry and swine farms was estimated. Results indicate that there are 470 swine and 185 poultry farms, of which 304 and 76 respectively, are not registered in SAGARPA. The estimated total population of pigs in the State was 670,174 which generate 3,884.78 tonnes of excreta daily, 9,428.37 m³/d of highly polluted wastewater, and an organic charge of 443,133.39 kg/d measured as COD. This organic charge is similar to that produced by 4,441,334 persons. A total population of 237,813 turkeys and 26,992,886 chickens were estimated, which generate 234 tonnes of organic waste which could be easily biodegraded. With the results of the organic charges generated, which were geopositioned and grouped by municipalities, studies can be performed in order to correlate them with environmental and public health effects: groundwater quality, soil pollution, diarrhetic sickness morbidity, etc.

Keywords: Swine farms, poultry farms, generation of organic pollution

¹ Profesor Investigador. Facultad de Ingeniería-Universidad Autónoma de Yucatán, México. E-mail: mnovelo@uady.mx

INTRODUCCIÓN

En la península de Yucatán la principal fuente de abastecimiento del agua es proporcionada por las aguas subterráneas presentes en los mantos acuíferos debido a que posee, en su mayoría, un suelo calcáreo y su estructura geológica es fracturada y permeable por lo que carece de la capacidad de retención de agua suficiente para la formación de corrientes superficiales. Por otro lado se tiene que el estado de Yucatán es un importante productor de cerdos y aves a nivel nacional, tomando en consideración esto es un hecho que las granjas porcícolas y avícolas pueden representar una importante fuente de contaminación del agua porque las excretas de los cerdos y las aves se descargan sin ningún tratamiento al manto freático.

En este trabajo se realizó la ubicación espacial de las granjas porcícolas y avícolas de Yucatán para conocer cuáles son las zonas de mayor potencial a sufrir la contaminación del manto freático en el Estado.

Actividad Porcícola en Yucatán. La porcicultura es la tercera actividad generadora de ingresos en el sector agropecuario para Yucatán. Con una producción de 83,196 toneladas de carne de cerdo representa un 4% de aumento en relación con el período anterior de junio 2000 a mayo de 2001, y que alcanzó un valor comercial de 1,623 millones de pesos. Por su magnitud e importancia la porcicultura yucateca ocupa el cuarto lugar a nivel nacional en producción y el primero en productividad (SAGARPA 2006).

La porcicultura aporta el 27% del valor de la producción pecuaria en Yucatán y mantiene más de 3,500 empleos rurales. En el año 2000, según el Diagnóstico Económico y Social del estado de Yucatán, se logró una producción de 1,681,810 cerdos en el estado; mayor que los 1,434,812 cerdos producidos en 1999, con un peso promedio en pie de 95 kg, lo que puso a Yucatán en tercer lugar entre los estados productores, superando a Guanajuato y quedando sólo detrás de Jalisco y Sonora (SAGARPA 2006).

En México se observan básicamente tres diferentes sistemas de producción, caracterizados por su nivel tecnológico: Sistema tecnificado, semitecnificado y de traspatio. Los dos primeros tienen una distribución geográfica definida, por el contrario, el sistema de traspatio se presenta en todos los estados del país (Mariscal G. 2007)).

De acuerdo con el Programa Estatal de Desarrollo Agropecuario y Pesquero del Estado de Yucatán (PEDAPEY), la estructura de la porcicultura en el

estado de Yucatán permite ubicar cuatro sectores con base en los sistemas de explotación utilizados:

- Sistema tecnificado,
- Sistema semitecnificado privado,
- Sistema semitecnificado ejidal y
- Sistema de producción familiar.

Las diferencias entre estos sistemas están dadas por la tecnología que se maneja en el primer caso, alta tecnología y procesos automatizados que permiten manejar gran número de animales y abaten costos en función del volumen de producción; en segundo lugar por las formas de disposición de capital crediticio o de riesgo y de integración de capital social. Los esquemas tecnificados y semitecnificados hacen uso de la máxima eficiencia posible del índice de conversión alimenticia, de manera que producen alimentos y condiciones más eficientes para la producción, con controles sanitarios rígidos. En el último caso se tiene un sistema de producción rústico con instalaciones y zootecnia mínimas, que cumple una función importante en la economía familiar (PEDAPEY, 2007).

Tipos de granjas. Taiganides *et al.* (1996), clasifican las granjas tecnificadas y semitecnificadas pertenecientes al sector privado y ejidal como:

- Granjas de ciclo completo,
- Granjas de pie de cría y
- Granjas de engorda.

Las granjas de ciclo completo incluyen la reproducción de cerdos, los cuales son vendidos después de su engorda hasta alcanzar aproximadamente 100 kg de peso. Por otro lado se tiene que las granjas de pie de cría están especializadas en la producción de lechones, los cuales dejan la granja al alcanzar de 30 a 50 kg de peso. En las granjas de engorda no hay hato reproductor, los cerdos destetados llegan a la granja y son engordados hasta alcanzar el precio de mercado (alrededor de los 100 kg).

Unidad de Población Animal (UPA). Debido a la variabilidad del peso promedio por cerdo, se usa el concepto de Unidad de Población Animal (UPA) para realizar cálculos y hacer comparaciones entre granjas de porcinos y también entre éstas con granjas de aves y bovinos en términos de agua residual generada. La UPA equivale a 100 kg de peso vivo por cerdo.

Actividad avícola en Yucatán. La avicultura despliega diferentes actividades en su desarrollo: producción y engorda de pollo, producción de huevo

para plato, de pavos y otras aves de consumo más exótico, como el avestruz, la codorniz y el faisán; aunque se crían otras especies de aves, su manejo comercial es muy reducido. Destacan el pollo de engorda y el huevo para plato, como las actividades que más contribuyen a la economía estatal.

Por su forma de explotación existen tres categorías de empresas productivas:

- tecnificadas,
- semitecnificadas y
- traspatio.

La primera tiene una producción a escalas muy grandes, que les permiten paliar la dinámica de precios en el mercado, operan con más de 100,000 animales por ciclo, en tanto las segundas se ubican en escalas menores. En el traspatio se encuentran unidades de tamaño variable, generalmente pequeñas y que ocasionalmente reciben un manejo zootécnico (PEDAPEY, 2007).

Problemas ambientales. Las granjas porcícolas y avícolas producen subproductos como son las excretas que al ser dispuestos sin control alguno ocasionan perjuicios al ambiente, estos efectos se pueden clasificar en términos de la contaminación del aire, agua y suelo.

- **Contaminación del aire.** Las emisiones de amoníaco, sulfuros de hidrógeno, metano y dióxido de carbono producen molestias por los olores desagradables, siendo además precursores de trastornos respiratorios en el hombre y animales, entre otros problemas como es la contribución de la destrucción de la capa de ozono por la producción de óxido nitroso N_2O como parte de los gases emitidos durante la degradación microbiana (Pacheco *et al.*, 1997).
- **Contaminación del suelo.** El vertido de un volumen de estiércol excesivo puede ocasionar la acumulación de nutrientes en el suelo y producir su alteración en pH, la infiltración al subsuelo de nitratos, contaminación microbiológica, entre otros. Otro problema relacionado es la acumulación de metales pesados en la capa superficial del suelo, particularmente por la presencia de sales de hierro y cobre (Kato, 1995).
- **Contaminación del agua.** La contaminación del agua superficial por las excretas se manifiesta por la presencia de amonio y sulfatos, entre otros. El exceso de nutrientes favorece el crecimiento de las algas desencadenando con ello el agotamiento del O_2 disuelto, favoreciendo

la proliferación de larvas de insectos nocivos, y en casos severos se provoca la eutroficación de los cuerpos de agua. Por su parte el amonio es tóxico para los peces y los invertebrados acuáticos (Pacheco *et al.*, 1997). De igual forma, se produce la contaminación de mantos acuíferos por la actividad porcícola y avícola, debido a la presencia de sólidos suspendidos, coliformes y nitrógeno entre otros, sobre todo en suelo permeable que como ya se había mencionado es el caso del estado de Yucatán.

Legislación y Normatividad ambientales relacionadas con las actividades porcícolas y avícolas. La Constitución Mexicana es la ley que regula todas las acciones del país. En esa ley se contemplan artículos relacionados con el derecho a la salud, al dominio de los recursos naturales, los sistemas de planeación democráticas, entre otros.

Las leyes que se encuentran directamente relacionadas con la actividad porcícola y avícola son:

- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- Ley de Aguas Nacionales
- Ley Federal de Derechos en Materia de Agua
- Ley General de Salud

El cumplimiento de las leyes se realiza por medio de normas y regulaciones que por lo general son promulgadas por la dependencia de gobierno que se encarga de su aplicación. Las regulaciones y las normas ambientales están dirigidas solo al recurso que se pretende proteger. Al respecto, el 6 de Enero de 1997 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana **001-ECOL-1996** que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a aguas y bienes de la nación.

El objetivo del presente estudio es estimar el potencial contaminante de la actividad porcina y avícola del estado. La importancia de determinar la carga orgánica generada en granjas porcinas y avícolas, reside en la preocupación por preservar la calidad del agua subterránea. Con los resultados obtenidos, se podrán proponer acciones para minimizar el efecto de la carga orgánica al acuífero.

METODOLOGÍA

Se solicitó información a la SAGARPA sobre la ubicación de las granjas porcinas y avícolas, así como del número de animales en cada granja. Se realizaron recorridos a todos los municipios del Estado y en cada uno de ellos se recabó información, en los palacios municipales (con autoridades del municipio, policías

o personas de la comunidad), sobre la ubicación de todas las granjas las granjas del municipio.

Ubicadas las granjas de cada municipio, se procedió a visitar cada una de ellas y se verificó si estaban registradas en SAGARPA y se determinaron sus coordenadas geográficas con un equipo GPSMART 76, GARMIN. En cada granja visitada se solicitó información sobre el número de animales, la forma de operación y el tratamiento de sus desechos.

Se elaboraron censos de granjas porcinas y avícolas del Estado y mapas de la ubicación de las granjas con diferentes clasificaciones:

- Las porcinas se clasificaron de acuerdo con su tamaño como: *Chicas* si tenían entre 1 y 600 UPAs; *Medianas* si tenían entre 601 y 2,000 UPAs; *Grandes* si tenían entre 2,001 y 6,000 UPAs y *Megas* cuando tenían más de 6,000 UPAs (Drucker et al. 2003). Cada granja, independientemente del tamaño, se clasificó a su vez de acuerdo con su función zootécnica como de *Pie de cría*, de *Destete* y de *Engorda*.

- Las avícolas de acuerdo con su función zootécnica en el caso de pollos: *Engorda*, *Postura*, *Reproducción pesada*, *Reproducción ligera*, *Crianza reproducción*, *Crianza comercial* y *Progenitora pesada*; en el caso de pavos sólo como de *Engorda*.

Se estimaron las Unidades de Población Animal (UPA) por granja y totales, así como la generación de excretas de las granjas porcinas y el volumen de aguas residuales generadas.

Para la estimación de las excretas, se consideró que el peso de los cerdos de pie de cría de 200 kg; de 15 kg para cerdos de destete y de 80 kg para cerdos de engorda. Así, clasificadas las granjas porcinas en estas tres funciones zootécnicas, se procedió a multiplicar el número de cerdos de cada tipo de cerdo por su peso promedio, con lo que se obtuvo una estimación del peso total de los cerdos, valor que dividido entre 100, permitía obtener la cantidad de UPAs.

Para estimar el volumen de excretas porcinas generadas, se consideraron los siguientes valores: 9 kg de excreta/UPA para cerdos *Pies de cría*; 8.6 kg de excreta/UPA para *Destetes* y 7 kg de excretas/UPA para *Engorda*, de acuerdo con un estudio realizado por Taiganides citado en (Drucker et al., 2004).

Para estimar el volumen de aguas residuales generadas en las granjas, se utilizaron los resultados de (Drucker et al., 2004), que determinó el volumen de agua utilizada en las granjas por UPA y por día en función del tamaño de las granjas: 35 l para granjas *Chicas*, 13 l para granjas *Medianas*, 16 l para granjas *Grandes* y 14 l para granjas *Megas*, por lo que se generan 3,445.8 t de excretas porcinas y 8,361.68 m³/d de aguas residuales altamente contaminadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Tablas 1 y 2, se muestran concentrados de información de las bases de datos generadas para las granjas porcinas y avícolas respectivamente.

En la Tabla 1 se registran 470 granjas porcinas, de las cuales 166 están registradas en SAGARPA. Se hacen estimaciones de los kg de cerdo, las UPAs, los kg de excretas y los m³ de aguas residuales generados.

Tabla 1. Concentrado de la información del censo de granjas porcinas

Tamaño de granjas	Número de granjas	Tipo de granjas			Total de cerdos	kg de Cerdo	UPA	kg de excretas	m ³ de aguas
		Pie de cría	Destete	Engorda					
Registradas en la SAGARPA									
Chica	89	4,546	6,390	12,976	23,912	2;043,130	20,431.30	162,736.70	715.10
Mediana	27	2,373	10,515	27,485	40,373	2;831,125	28,311.25	210,194.35	368.05
Grande	40	16,907	16,165	142,904	175,976	15;056,195	150,561.95	1;125,441.25	2,408.99
Mega	10	36,370	135,838	100,297	272,505	17;335,330	173,353.30	1;391,554.22	2,426.94
No registradas en la SAGARPA									
Chica	304	15,528	21,827	44,323	81,678	6;978,845	69,788.45	555,869.63	2,442.60
Mediana	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Grande	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Mega	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total de granjas									
Chica	393	20,074	28,217	57,299	105,590	8;004,605	90,219.75	718,606.33	3,157.70
Mediana	27	2,373	10,515	27,485	40,373	2;831,125	28,311.25	210,194.35	368.05
Grande	40	16,907	16,165	142,904	175,976	15;056,195	150,561.95	1;125,441.25	2;408.99
Mega	10	36,370	135,838	100,297	272,505	17;335,330	173,353.30	1;391,554.22	2,426.94
Total	470	75,724	190,735	327,985	594,444	43;227,255	442,446.25	3;445,796.15	8,361.68

Tabla 2. Concentrado de la información del censo de granjas avícolas

Función zootécnica	Población	
	Pavos	Pollos
Granjas registradas en SAGARPA		
Engorda	152,200	10;421,430
Postura	---	4;844,324
Reproducción pesada	---	853,456
Reproducción ligera	---	55,482
Crianza reproducción	---	190,555
Crianza comercial	---	892,700
Progenitora pesada	---	17,500
Total	152,200	17;275,447
Granjas no registradas en SAGARPA		
Engorda	85,613	5;862,054
Postura	---	2;724,932
Reproducción pesada	---	480,069
Reproducción ligera	---	31,209
Crianza reproducción	---	107,187
Crianza comercial	---	502,144
Progenitora pesada	---	9,844
Total	85,613	9;917,439
Total de granjas		
Engorda	237,813	16;283,484
Postura	---	7;569,256
Reproducción pesada	---	1;333,525
Reproducción ligera	---	86,691
Crianza reproducción	---	297,742
Crianza comercial	---	1;394,844
Progenitora pesada	---	27,344
Total	237,813	26;992,886

Druker *et al.* (2003) proponen calcular las UPAs, multiplicando el número de cerdos por 0.6, lo equivale a considerar un peso promedio de 60 kg/cerdo. Esta consideración es adecuada cuando el número de cerdos de cada función zootécnica es semejante, pero cuando existe mucha variabilidad, es mejor suponer un peso promedio para cada función zootécnica. Para el cálculo de las UPAs en el presente artículo, se consideraron los siguientes valores

promedio: para pie de cría 200 kg; para destete 15 kg y para engorda 80 kg.

Considerando conservadoramente que las granjas no registradas en SAGARPA son de pequeño tamaño, se estima que la población total en las granjas del Estado es de 594,444 cerdos: 75,724 *Pies de cría*, 190,735 *Destetes* y 327,985 de *Engorda* (Tabla 1).

En los cálculos anteriores sólo se consideran los cerdos de granjas (ya sean registrados por SAGARPA o no), omitiendo los de patio (Sistema de producción familiar) que de acuerdo con el INEGI (1997) representaban el 11.3 x % de los cerdos totales. Si este porcentaje continua siendo válido, los valores totales estimados serían: 670,174 cerdos (85,371 de pie de cría, 215,034 de destete y 369,769 de engorda), 3,884.78 t de excretas/día y 9,428.37 m³/d de aguas residuales altamente contaminadas.

De acuerdo con (Druker *et al.*, 2003), con datos del 2001, sólo se trata el 10% de las aguas residuales en granjas *Chicas*, el 30% de las *Medianas*, el 50% de las *Grandes* y el 80% de las *Megas*, por lo que el volumen sin tratar sería de 4,782.70 m³/d. Además se debe considerar, que aún en las granjas en las que existen plantas de tratamiento de aguas, las eficiencias de las mismas son bajas. La Comisión Nacional del Agua (CNA, 2006) reportó que en la porcicultura se generan 7 hm³/año (1,342 m³/d) de los cuales sólo el 20% pasa por algún tratamiento (268 m³/d). El cálculo de la CNA se basa en la generación de 300 granjas, por lo que si se consideran las 470 granjas existentes, el volumen real se puede estimar en 1,689 m³/d. Ya sea que el volumen de aguas residuales fuera de 4,913 m³/d o de 1,689 m³/d, la carga orgánica vertida al acuífero es alta. Si adicionalmente se consideran las cargas orgánicas de los cerdos de patio, se puede percibir la magnitud del problema.

Las aguas residuales de desechos porcinos (purines) contienen una serie de elementos que le confieren un gran valor como fertilizante si se aplica adecuadamente al suelo (N, P, K, Ca, Mg, Na, Cu,

Zn, Fe y Mn, entre otros), pero que si no se manejan adecuadamente, pueden impactar negativamente al medio ambiente, especialmente al acuífero.

De acuerdo con Coma y Bonet (2004), un m³ de purines contiene: 7.6 kg de nitrógeno total; 6.5 kg de fosfatos (P₂O₅); 7.2 kg de potasio (K₂O); 47 kg de DQO; 25 kg de DBO₅, etc. Por lo que si no se dispone adecuadamente de él, en vez de elementos fertilizantes, se tienen elementos contaminantes.

Con el objeto de establecer una comparación, los 8,361.68 m³/d de purines que se generan en las granjas porcinas de Yucatán, representan una carga orgánica medida como DQO de 392,999 kg/d, misma que podrían generarse con 785,998 m³/d de aguas residuales domésticas, considerando la DQO de éstas últimas con un valor de 500 mg/l. Si se considera además, que se generan 200 l/hab/d, la contaminación por descargas en granjas porcinas (con base en la DQO) resulta equivalente a la generada por las aguas residuales de 3,929,990 personas. Si además se considera la carga orgánica generada por cerdos de patios, los valores ascienden a: 443,133.39 kg de DQO/d, 886,266.78 m³/d de aguas residuales domésticas y que corresponden a la generada cada día por 4, 431,334 habitantes.

En la Figura 1, se muestra la distribución espacial de las granjas de cerdos en el Estado clasificadas de acuerdo a su tamaño, en la Figura 2, la distribución espacial de las granjas avícolas clasificadas de acuerdo a su función zootécnica. En ambas puede observarse que la mayor concentración de granjas se encuentra en la parte norte del Estado, cercanas a la ciudad de Mérida.

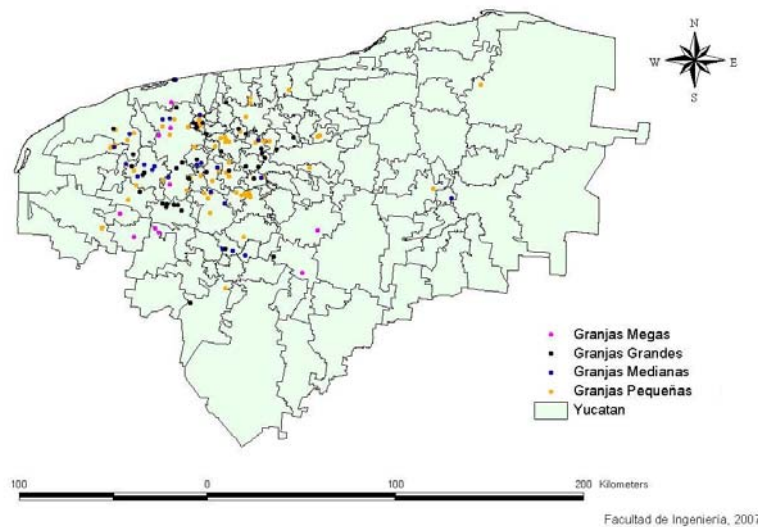
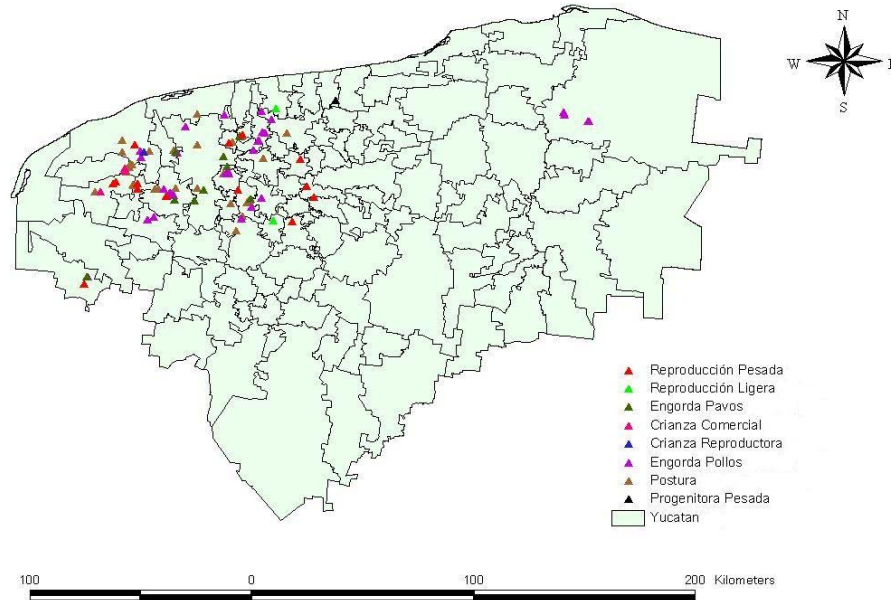


Figura 1. Distribución de granjas de cerdo de acuerdo a su tamaño

Si definimos la Densidad de Contaminación Porcina (DCP) como los kg de desechos generados en granjas porcinas por km² de superficie, podemos comparar la

contaminación en los municipios del estado y posteriormente determinaremos si existe una relación entre ésta y la calidad del agua subterránea.



Figura

2.

Facultad de Ingeniería, 2007.

Distribución de granjas avícolas de acuerdo con su función zootécnica

En la Figura 3, se muestran los valores de DCP en los municipios del Estado. En ella puede corroborarse que los municipios con valores más altos de DCP (de colores negro y rojo) también se encuentran en la

zona norte de la Península, cercanos a la ciudad de Mérida. En la Tabla 3, se presentan los 6 municipios con mayores valores de DCP.

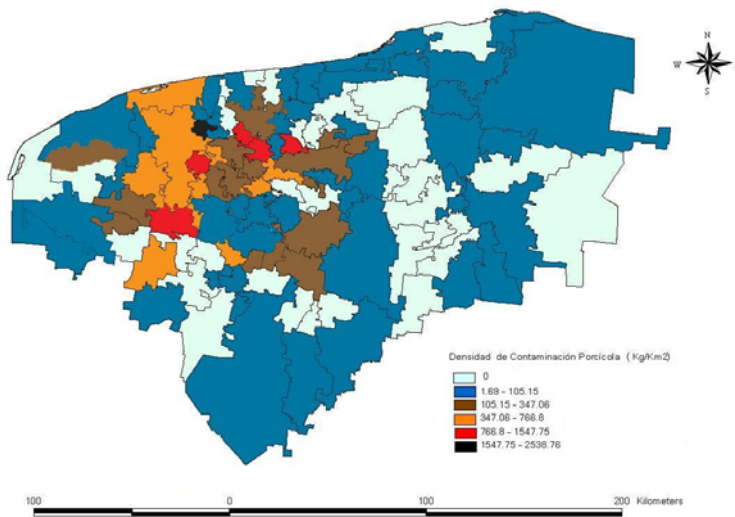


Figura 3. Densidad de Contaminación Porcina de los Municipios de Yucatán

Con relación a las granjas avícolas, los desechos orgánicos que generan son de naturaleza sólida, por lo que comúnmente son manejados de forma aséptica por los propios granjeros, de acuerdo con sus programas de bioseguridad. Los desechos son la gallinaza o pollinaza, los animales muertos o los huevos que no eclosionan y son eliminados; desechos todos que poseen altas concentraciones de materia orgánica por lo que pueden utilizarse para la producción de alimento para cerdos, o bien compostearlo y utilizarlo como abono o mejorador de suelos.

Tabla 3. Municipios con valores altos de DCP (kg/km²)

Municipio	DCP	Municipio	DCP
Conkal	2539	Muxupip	1119
Tekanto	1548	Cacalchen	1069
Abala	1471	Kanasin	941

Si los desechos sólidos son depositados directamente al suelo, se produce una alta contaminación orgánica tanto al suelo como al acuífero. La producción de gallinaza, y su descomposición amoniacal puede acumularse a tal grado en el suelo que en vez de ser un abono, mata cualquier forma de vida vegetal. Además percolará a través del suelo cuando sea expuesto al agua y se filtrará a las capas de agua subterránea, donde el nitrógeno se oxidará y permanecerá en forma de nitratos.

Los desechos líquidos en granjas avícolas sólo se generan al finalizar un ciclo productivo, cuando las naves son limpiadas y desinfectadas. Esto ocurre generalmente luego de 7 u 8 semanas para granjas de engorda y de 12 a 14 meses aproximadamente para granjas de postura. El volumen de aguas generadas en estas operaciones de limpieza se debe tratar de minimizar, así como su concentración orgánica.

Con los resultados obtenidos de las cargas orgánicas generadas, geoposicionadas y agrupadas por municipios, se pueden realizar estudios para correlacionarlos con posibles afectaciones al medio ambiente y a la salud pública: calidad del agua

subterránea, contaminación de suelos, morbilidad por enfermedades diarreicas, etc.

CONCLUSIONES

- Existen 470 granjas de cerdo, de las cuales: 393 (83.62%) son granjas pequeñas; 27 (5.74%) son granjas medianas; 40 (8.51%) son granjas grandes y 10 (2.13%) son granjas Megas.
- De las 470 granjas porcinas, 304 no están registradas en la SAGARPA.
- La existencia total de cerdos en las granjas porcinas se estimó en 594,444 y generan diariamente 3,446 t de excretas, 8,361.68 m³ de aguas residuales y una carga orgánica de 392,999 kg/d medida como DQO.
- La carga orgánica generada en granjas porcinas es semejante a la que producirían las aguas residuales de 3,929,990 personas, considerando una aportación de 200 l/hab/d y una concentración de DQO = 500 mg/l.
- La existencia total de cerdos en el Estado (de granjas porcinas y de patio) se estimó en 670,174 (85,371 de pie de cría, 215,034 de destete y 369,769 de engorda), que producen 3,884.78 t de excretas/d; 9,428.37 m³/d de aguas residuales y una carga orgánica de 443,133.39 kg/d medida como DQO.
- La carga orgánica generada por el total de cerdos en el Estado es semejante a la que producirían las aguas residuales 4,431,334 personas, considerando una aportación de 200 l/hab/d y una concentración de DQO = 500 mg/l.
- Se determinó que Conkal, Tekantó, Abalá, Muxupib, Cacalchen y Kanasin, son los municipios en donde se generan las mayores concentraciones (kg de desechos generados en granjas porcinas por km² de superficie) de desechos porcinos. Todos ellos cercanos a la ciudad de Mérida.
- Existen 185 granjas avícolas en el Estado, de las cuales 76 no están registradas en SAGARPA.
- En el total de las granjas avícolas del Estado se estima que existen: 237,813 pavos y 26,992,886 pollos que generan 234 t de desechos orgánicos fácilmente biodegradables por un proceso de composteo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Drucker A., Escalante R., Gómez V. y Magaña S. (2003), "La industria porcina en Yucatán", Problemas del Desarrollo: Revista Latinoamericana de Economía, Vol. 34, núm. 135, X-XI, pp. 105-124.
- INEGI, (2007), "La porcicultura en el estado de Yucatán", pp. 21.

- http://www.yucatan.gob.mx/gobierno/plan_desarrollo/pmp/PROGRAMA%20ESTATAL%20DE%20DESARROLLO%20AGROPECUARIO%20Y%20PESQUERO%20DEL%20ESTADO%20DE%20YUCATAN%202001-2007.pdf, Fecha de consulta: 25 de Mayo 2007.
- J. Coma J. y Bonet J., (2004). “Producción ganadera y contaminación ambiental”. XX Curso de Especialización FEDNA. Grupo Vall Companys. Barcelona.
- Kato, Luis M. (1995). “La producción porcícola en México: Contribución al desarrollo de una visión integral”. Universidad Autónoma Metropolitana. México. Pp. 21-41.
- Mariscal G. (2007). Tratamiento de excretas de cerdos. www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6372S/x6372s08.htm.
- Pacheco A. J. Sauri, Ma. Rosa R. Cabrera, Armando S. (1997). “Impacto de la Porcicultura en el Medio Ambiente”. Ingeniería, Revista Académica de la Facultad de Ingeniería. Yucatán, México. Vol 1 No. 3 Pp. 53-58.
- Programa Estatal de Desarrollo Agropecuario y Pesquero del Estado de Yucatán 2007 (PEDAPEY, 2007).
- SAGARPA (2005) Programa Nacional Pecuario 2005: <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/cifra/progpec05a.pdf>, Fecha de consulta 23 de Mayo 2007.
- SAGARPA (2006). Anuario Estadístico de la Producción Pecuaria de los Estados Unidos Mexicanos, 2005. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera.
- SAGARPA (2007). Listado de las granjas avícolas y porcícolas del Estado de Yucatán con datos poblacionales actuales.
- Taiganides, P. E., Pérez R., Girón E. (1996). “Manual para el manejo y control de aguas residuales y excretas porcinas en México”. Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM. México.

Este documento se debe citar como:

Méndez Novelo, R, Castillo Borges, E., Vázquez Borges, E., Briceño Pérez, O., Coronado Peraza, V., Pat Canul, R. y Garrido Vivas, P. (2009). **Estimación del potencial contaminante de las granjas porcinas y avícolas del estado de Yucatán**. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 13-2, pp. 13-21, ISSN: 1665-529X.