

COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE EDAFOLOGÍA

**SITUACIÓN ACTUAL DE PRODUCCIÓN Y MANEJO
DEL ESTIÉRCOL EN EL MUNICIPIO DE TEXCOCO**

PRESENTA

MEDINA LARA MA. SOCORRO

**TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**

MAESTRA EN CIENCIAS



MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO, MAYO 2010


La presente tesis titulada: **Situación actual de producción y manejo del estiércol en el Municipio de Texcoco**, realizada por la alumna **MA. SOCORRO MEDINA LARA**, bajo la dirección del Consejo Particular, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

EDAFOLOGIA

CONSEJO PARTICULAR

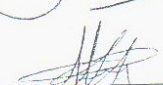
CONSEJERO:


DR. ROBERTO QUINTERO LIZAOLA

ASESOR:


DR. JORGE D. ETCHEVERS BARRA

ASESOR:


DR. ALEJANDRO ALARCÓN

ASESOR:


DR. JESÚS DAVID GÓMEZ DÍAZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Mayo de 2010

SITUACIÓN ACTUAL DE PRODUCCIÓN Y MANEJO DEL ESTIÉRCOL EN EL MUNICIPIO DE TEXCOCO

Ma. Socorro Medina Lara, M. C.
Colegio de Postgraduados, 2010

Resumen

Las unidades de producción bovino que generan volúmenes apreciables de estiércol en el municipio de Texcoco y cuyo manejo no es bueno, constituyen una fuente de contaminación, por pérdidas de nutrimentos. Es necesario Establecer regulaciones para reducir los efectos ambientales nocivos, por esta situación se requiere conocer la ubicación y situación actual de producción y manejo de los estiércoles en los plántales ganaderos del Municipio. la pérdida de los nutrimentos es mayor en los estiércoles frescos que son apilados por tiempos largos, que cuando se utilizan aditivos o se incorporan de manera inmediata al suelo. El presente trabajo evaluó, la situación actual de producción y manejo de los estiércoles; estableció la ubicación en el municipio de Texcoco de los principales centros productores de estiércol, se investigo el destino y uso, se implemento el manejo con aditivos (paja, suelo y una cubierta de plástico) para reducir la pérdida de nutrimentos. Para la investigación primero se hicieron una serie de encuestas en diferentes comunidades para ubicar las granjas con sistemas intensivos y de traspatio, y tener el número de animales existentes por cada unidad de producción y así estimar la cantidad de estiércol producido tanto en los sistemas intensivos como los sistemas de traspatio, se conoció el uso, manejo y el destino de la producción de estiércol de los diferentes sistemas, de cada unidad de producción se procedió a tomar una muestra de estiércol fresco y una muestra de estiércol del que tienen amontonado por más de tres meses (seco), una segunda fase se estableció el experimento de los estiércoles para probar el uso de los aditivos con el objetivo de evaluar la reducción de nutrimentos, a nivel de laboratorio se determinó la cantidad de nitrógeno, fósforo, pH, conductividad eléctrica y carbono total, con el uso de los aditivos se pudo comprobar que se puede reducir la pérdida de los nutrientes y si se manejan en fresco de manera inmediata y evitar la contaminación de los mantos freáticos y el ambiente. Se conoció la producción de los estiércoles en Texcoco. En los sistemas de traspatio no se tiene un manejo inmediato para los estiércoles. En los sistemas intensivo de bovinos lecheros se hace la incorporación del estiércol para la producción de los forrajes, El aditivo paja y suelo son los que redujeron la pérdida de nitrógeno del estiércol, el destino de los estiércoles es abonar las tierras de cultivo y árboles frutales, hacer compost para los invernaderos aunque nunca se trabajan de manera inmediata.

Palabras claves: Estiércol, aditivos, manejo

CURRENT STATUS OF PRODUCTION AND MANURE MANAGEMENT IN THE MUNICIPALITY OF TEXCOCO

Ma. Socorro Medina Lara, M. C.
Colegio de Postgraduados, 2010

Abstract

Veal production units that generate significant amounts of manure in the municipality of Texcoco and whose management is not good, are a source of pollution, loss of nutrients. It is necessary to set up regulations to reduce harmful environmental effects, for this situation is required to know the location and current status of production and management of livestock manure in the inner soles of the municipality. loss of nutrients is higher in fresh manure are stacked for long times, when additives are used or incorporated immediately to the ground. The present study evaluated the current status of production and handling of manure, the locations in the municipality of Texcoco in the main producing centers of manure, was investigated on the destination and use, management was implemented with additives (straw, soil and a plastic cover) to reduce nutrient loss. For the investigation we first made a series of surveys in different communities to locate the farms with intensive and backyard systems, and have the number of animals per unit of production and thus estimate the amount of manure produced in intensive systems both as backyard systems, it was learned the use, handling and fate of manure production of different systems, each production unit proceeded to take a fresh manure sample and a sample of manure that have piled up more than three months (dry), established a second phase of manure experiment to test the use of additives with the aim of assessing the reduction of nutrients, at the laboratory we determined the amount of nitrogen, phosphorus, pH, electrical conductivity and total carbon, with the use of additives could check that they can reduce the loss of nutrients and fresh if they are handled immediately and prevent contamination of groundwater and the environment. It got to know the production of manure in Texcoco. In backyard systems do not have an immediate management for manures. In intensive dairy cattle systems is the incorporation of manure for fodder production, soil and straw additive are reduced the loss of nitrogen from manure, the fate of the manure is to pay farmland and fruit trees , make compost for greenhouses but never work immediately.

Key words: Manure, additives, handling

DEDICATORIAS

A MI ESPOSO

Crispín Cortés Flores por ser mi compañero y cómplice por toda la eternidad.

A MIS HIJOS

Diego Crispín, Marco Aldo y Victoria Cristina porque son mi tesoro máspreciado.

A MIS PADRES

Juan Medina Ramírez y Florentina Lara Aguilar, por ser las personas que me regalaron la vida, gracias por su apoyo, amor, sus consejos y por enseñarme el camino correcto.

A MIS HERMANOS

Cristina, Antonio, Rodrigo, Rita, Roberto, Ma. Guadalupe y Edith, gracias por compartir conmigo los buenos momentos.

A MIS SOBRINOS

Omar, Leonardo, Abraham, Itzel, Yesica, Miroslava, Diana, Gael, Roberto

Al Dr. Angel Juárez Zarate por el apoyo brindado en el comienzo y termino de esta fase , gracias

Al MC. José Solís Ramírez, por todo el apoyo brindado para culminar el presente trabajo

SINCERAMENTE

Ma. Socorro

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de postgraduados por haberme dado la oportunidad en esta segunda etapa profesional y alcanzar una más de mis metas.

Al Postgrado en Edafología por darme una formación académica de calidad.

Al Consejo Nacional De Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico para la realización de mis estudios de Maestría en Ciencias.

Al Dr. Roberto Quintero Lizaola por la dirección de la presente tesis, por compartir conmigo sus conocimientos científicos y técnicos y por ser un gran amigo, gracias.

Al Dr. Jorge D. Etchevers Barra por formar parte del consejo particular, por asesorar esta tesis por sus consejos y sugerencias, gracias.

Al Dr. Alejandro Alarcón por formar parte del consejo particular y asesor de esta tesis, por su apoyo durante todas las fases de la investigación hasta la culminación del presente trabajo, gracias.

Al Dr. Jesús David por su apoyo para cumplir con el termino de la tesis, gracias.

A los Maestros del Postgrado en Edafología por compartir sus conocimientos contribuyendo en mi formación y por ser un gran equipo.

A mis buenos Amigos, Pedro, Juan Miguel Castañeda, Damián, Antonio y Carlos por todo el apoyo brindado durante la realización de la fase experimental de este trabajo, gracias.

A la Dra. Nieves por sus consejos siempre bien acertados y apoyo en la fase experimental, gracias

A la Maestra Juliana por su apoyo incondicional en la fase de laboratorio, gracias.

A mi amiga Mary gracias

A todos aquellos que de alguna manera contribuyeron en la realización y culminación de este trabajo, gracias.

DATOS BIOGRÁFICOS

DATOS PERSONALES

Nombre: Ma. Socorro Medina Lara
Fecha de nacimiento: 8 de Enero 1970
Lugar de nacimiento: Valle de Santiago Gto.
Profesión: Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia

FORMACIÓN ACADEMICA

1976-1982 Escuela primaria José Ma. Morelos Valle de Santiago, Gto.
1982-1985 Escuela Secundaria Técnica 34, Charco de Pantoja, Valle de Santiago, Gto.
1985-1988 Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
1988-1992 Departamento de Zootecnia Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

1993-2010 Profesora Investigador de la Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	ii
ABSTRACT.....	iii
INDICE	
GENERAL.....	vii
INDICE CUADROS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Impacto ecológico de las excretas.....	3
2.2 Contenido de nutrimentos en los estiércoles.....	3
2.3 Compostaje de estiércol.....	6
2.3.1 Nutrientes en el compost de estiércol	7
2.3.2 pH de la composta.....	10
2.3.3 Temperatura de la composta.....	10
2.3.4 Requerimientos en aireación y relación C/N en la composta	11
2.4 Uso de aditivos en el composteo de estiércoles.....	14
2.5 Crecimiento de larvas de mosca en los estiércoles.....	15
OBJETIVOS.....	17
HIPOTESIS	17
MODELO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS.....	18
3. MATERIALES Y METODOS.....	19
3.1 Ubicación de la zona de estudio.....	19
3.1.2 Clima.....	20
3.1.3 Suelo.....	20
3.1.4 Uso del Suelo.....	22
3.1.5 Vegetación.....	22
3.1.6 Ubicación de los centros productores de estiércol.....	23
3.2 Valoración de la situación actual de producción y manejo de los estiércoles....	24
3.3 Estimación de la producción de estiércoles.....	24
3.4 Medición y caracterización la calidad de los compuestos de los estiércoles frescos y secos de los sistemas de producción intensivo y de traspatio de bovinos lecheros y con el uso de aditivos.....	26

3.5	Evaluar medidas que tiendan a impedir que los estiércoles de los planteles anteriores pierdan su calidad mediante el uso de los aditivos	27
3.6	Destino y uso de los estiércoles de los sistemas de producción intensiva de bovinos lecheros del municipio de Texcoco.....	27
3.7	Diseño Experimental.....	27
3.7.1	Análisis estadístico.....	28
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1	Características de las unidades de producción intensivas.....	29
4.1.2	La Producción de estiércol en los sistemas intensivos.....	34
4.1.3	análisis de los resultados.....	34
4.2	La alimentación de los sistemas de producción de Bovinos lecheros en los sistemas de traspatio	34
5.	CONCLUSIONES.....	58
6.	LITERATURA CITADA.....	59
7.	APÉNDICE.....	

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	Pág.
Cuadro 1. Efecto del almacenamiento de estiércol en la concentración de macro y micronutrientes (en base seca).....	
Cuadro 2. Valores promedio del contenido mineral de diferentes tipos de estiércol.....	
Cuadro 3. Valores promedio del contenido de cenizas, relación C/N, pH y conductividad eléctrica de diferentes tipos de estiércol.....	
Cuadro 4. El efecto de la relación C/N en la pérdida de nitrógeno en estiércol de ave composteado.....	
Cuadro 5. Valores promedio del contenido mineral de diferentes estiércoles en compostaje.....	
Cuadro 6. Contenido de cenizas, relación eléctrica en diferentes tipos de estiércol.....	
Cuadro 7. Microorganismos presentes en la composta de estiércoles.....	
Cuadro 8. Estructura del uso del suelo 1989.....	
Cuadro 9. Muestra la producción de Estiércol de los diferentes sistemas intensivos	
Cuadro 10. El siguiente cuadro muestra la producción de estiércol en toneladas producidas por año en los sistemas de traspatio.....	
Cuadro 11. Análisis de varianza para pH del estiércol tomado en diferentes fechas.....	
Cuadro 12. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el pH de cada tipo de estiércol.....	
Cuadro 13. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el pH del estiércol, haciendo uso de aditivos.....	
Cuadro 14. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el pH del estiércol en base a la forma de manejo.....	
Cuadro 15. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el pH del estiércol por tratamiento y fecha, en la interacción estiércol-aditivo-forma de manejo.....	
Cuadro 16. Análisis de varianza para la conductividad eléctrica de la solución del estiércol, tomada en diferentes fechas.....	

Cuadro 17. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la conductividad eléctrica de acuerdo al tipo de estiércol.....

Cuadro 18. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la variable conductividad eléctrica del estiércol, haciendo uso de aditivos.....

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	Pág.
Cuadro 19.	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la conductividad eléctrica de la solución del estiércol en base a la forma de manejo.....
Cuadro 20.	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la conductividad eléctrica del estiércol por tratamiento y fecha, en la interacción estiércol-aditivo-forma de manejo.....
Cuadro 21.	Análisis de varianza para contenido de carbono del estiércol tomada en diferentes fechas.....
Cuadro 22.	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el contenido de carbono de acuerdo al tipo de estiércol.....
Cuadro 23.	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el contenido de carbono del estiércol, haciendo uso de aditivos.....
Cuadro 24.	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el contenido de carbono del estiércol en base a la forma de manejo.....
Cuadro 25.	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el contenido de carbono del estiércol por tratamiento y fecha, en la interacción estiércol-aditivo-forma de manejo
Cuadro 26.	Análisis de varianza para el contenido de fósforo del estiércol tomada en diferentes fechas.....
Cuadro 27.	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el contenido de fósforo de acuerdo al tipo de estiércol.....
Cuadro 28.	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el contenido de fósforo en estiércol, haciendo uso de aditivos.....
Cuadro 29.	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el contenido de fósforo del estiércol en base a la forma de manejo.....
Cuadro 30.	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el contenido de fósforo del estiércol por tratamiento y fecha, en la interacción estiércol-aditivo-forma de manejo.....
Cuadro 31.	Análisis de varianza para el contenido de nitrógeno del estiércol tomada en diferentes fechas.....
Cuadro 32.	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el contenido de nitrógeno de acuerdo al tipo de estiércol.....

- Cuadro 33.** Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el contenido de nitrógeno del estiércol, haciendo uso de aditivos.....
- Cuadro 34.** Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el contenido de nitrógeno del estiércol en base a la forma de manejo.....
- Cuadro 35.** Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el contenido de nitrógeno del estiércol por tratamiento y fecha, en la interacción estiércol-aditivo-forma de manejo.....

- FIGURA 1.** La presente figura muestra la ubicación del municipio de Texcoco donde se realizó el estudio de las diferentes unidades de producción pecuaria y se tuvo la posibilidad de ubicar la producción del estiércol, el manejo que se realiza y el destino de la producción del mismo.....
- FIGURA 2:** Los tipos de suelo y uso en la región de Texcoco.....
- FIGURA 3.** La presente figura muestra la ubicación del municipio de Texcoco donde se realizó el estudio de las diferentes unidades de producción pecuaria y se tuvo la posibilidad de ubicar la producción del estiércol, el manejo que se realiza y el destino de la producción del mismo.....
- FIGURA 4.** Muestra los diferentes tratamientos de la fase experimental.....
- FIGURA 5.** Mapa que muestra la ubicación de los sistemas de producción animal intensivos del municipio de Texcoco.....
- FIGURA 6.** Factores que influyen en la cantidad y composición del estiércol (Fuente: RESA, 2000).....
- FIGURA 7:** Muestra la distribución de los sistemas de producción de bovinos bajo condiciones de traspatio en las diferentes comunidades donde se realizaron las encuestas.....

SITUACIÓN ACTUAL DE PRODUCCIÓN Y MANEJO DEL ESTIÉRCOL EN EL MUNICIPIO DE TEXCOCO

1. INTRODUCCIÓN

Las unidades de producción bovino que generan volúmenes apreciables de estiércol en el municipio de Texcoco y cuyo manejo no es bueno, constituyen una fuente de contaminación, por pérdidas de nutrimentos, como en el caso del nitrógeno. Es necesario establecer regulaciones para reducir los efectos ambientales nocivos, por esta situación se requiere conocer la ubicación y situación actual de producción y manejo de los estiércoles en los plántales ganaderos del Municipio. El ganado lechero produce de 5 a 7 kg diarios de estiércol base peso seco (Castellanos, 1984). Se estima que en la región una unidad de producción con 100 cabezas de ganado producen cada año alrededor de 255.5 toneladas en base seca, de ahí la importancia de manejar apropiadamente este valioso recurso. De acuerdo con Castellanos (1982, 1984) el estiércol fresco de bovino lechero contiene alrededor del 85% de agua, la cual se reduce paulatinamente hasta su aplicación al suelo a un contenido promedio del 35%, dando la apariencia de estar relativamente seco.

según (Estadística Básica Municipal, 1992) en el municipio de Texcoco se destinan 3,616.9 ha al sector pecuario y 18,934 ha a la agricultura, de los cuales 18,494 ha se utilizan en cultivos cíclicos y el resto en huertos familiares que producen aguacate, ciruela, manzana, tejocote y pera. En la actualidad (año 2010) el Municipio de Texcoco cuenta con varios ranchos productores de bovinos lecheros como el Xalapango, la Pría, granja la Castilla, establo México, Santa Rosa, Santa Mónica y la Moreda que juntas tienen alrededor de 9 mil cabezas de ganado lechero cifra que se compara con los datos del último censo (INEGI, 1994). En la delegación de Cuautlalpan existe la granja de cerdos “Campoamor” y una granja avícola y productora de carne, con un número aproximado de 900 cabezas de ganado, pero se carece de información fiable de un sin número de unidades de producción familiar en las diversas especies, que constituyen fuentes puntuales. Estas unidades de producción animal generan anualmente una gran cantidad de estiércol, (Castellanos, 1984) ya que cada bovino produce entre 32.9 a 40 kilogramos de estiércol fresco por día, lo que significa que anualmente producirá

alrededor de 131400 toneladas . Se desconoce cual es el destino y el uso que se le ha dado al estiércol producido y el manejo al que es sometido. De acuerdo a (Power, 2000) la pérdida de los nutrientes es mayor en los estiércoles frescos que son apilados por tiempos largos, que cuando se utilizan aditivos o se incorporan de manera inmediata al suelo.

Los contenidos de humedad (80% en promedio) del estiércol hacen difícil su manejo en el proceso de compostaje. Para disminuir el contenido de agua se utilizan ingredientes con capacidad para absorber humedad, como pajas, rastrojos, aserrín y polvos alcalinizantes. Un dato adicional, de índole económica es que el costo por retirar un metro cúbico de la unidad de producción fluctúa entre los 200 y 250 pesos, cuando se utiliza maquinaria (trascabo, tractor, camión de volteo) y esto hace que se incremente el costo de uso de los estiércoles como abono, el precompostaje favorece el proceso de lombricultura ya que las lombrices no toleran las altas concentraciones nitrógeno.

El presente trabajo evaluó, la situación actual de producción y manejo de los estiércoles; estableció la ubicación en el municipio de Texcoco de los principales centros productores de estiércol, se investigó el destino y uso, e implementó el manejo de aditivos (paja, suelo y una cubierta de plástico) para reducir la pérdida de nutrientes.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Impacto ecológico de las excretas

Las excretas en las granjas ganaderas son en muchas ocasiones difíciles de manejar. Este inconveniente comenzó a manifestarse con el advenimiento de la era moderna. Los grandes núcleos ganaderos aumentaron su densidad poblacional, incrementándose así también la cantidad de desechos, convirtiéndose en un ciclo de contaminantes como malos olores, presencia de roedores, foco de enfermedades para el mismo ganado y contaminación de mantos freáticos, entre otros (Leslie *et al.*, 1999).

2.2 Contenido de nutrientes en los estiércoles

El estiércol está compuesto por partículas indigestibles de plantas, células microbianas y secreción endógena de los animales como metabolitos de la microflora del intestino. Los elementos retenidos en el cuerpo del animal representan únicamente una pequeña porción de los ingeridos. El contenido mineral de los estiércoles es diferente y está en función de la raza del animal, tipo de alimento que consumen y las instalaciones donde se alojan.

El almacenamiento del estiércol no afecta la concentración de los nutrientes; sin embargo, el estiércol seco tiene una mayor concentración de nutrientes que el estiércol fresco, como se muestra en el Cuadro 1 (Lupwayi *et al.*, 2000).

Cuadro 1. Efecto del almacenamiento de estiércol en la concentración de macro y micronutrientes (en base seca).

Tipo de estiércol	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
			g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹		
Fresco	22.1 ^a	5.9 ^a	26.8 ^a	15.0 ^a	7.8 ^a	7983 ^a	704 ^a	27 ^a	114 ^a
Seco	24.8 ^a	6.1 ^a	32.2 ^a	18.7 ^a	8.1 ^a	11293 ^a	931 ^a	37 ^a	195 ^a

^aDentro de columna, medias seguidas por la misma literal son diferentes (P>0.05). Lupwayi *et al.* (2000).

Moore y White (1983) describen cinco factores relacionados con la utilización óptima de los nutrientes del estiércol por los cultivos: a) contenido mineral en el estiércol, b) viabilidad de los nutrientes del estiércol por las plantas, c) requerimiento de nutrientes por los cultivos para obtener buenos rendimientos productivos, d) contenido mineral en el suelo y e) frecuencia de aplicación de estiércol a los cultivos.

El fósforo y el potasio del estiércol son similares al de los fertilizantes comerciales y son más disponibles para las plantas (Moore y White, 1983). Los contenidos de fósforo se incrementan en las áreas donde se aplica principalmente estiércol de ave (Krider, 1991).

Prigge y Bryan (1991) reportan que aproximadamente el 70% de nitrógeno y 80% de potasio ingeridos por el animal son desechados en la orina y perdidos por volatilización. Únicamente de 5 a 25 % del nitrógeno ingerido puede ser retenido por el animal para utilizarlo en funciones de mantenimiento y producción.

Vallis *et al.* (1982, citado por Prigge y Bryan, 1991), indican que el nitrógeno de la orina depositado en el suelo se volatiliza en proporciones que van de 14.4 a 28.4 %, y el 50 % de esa volatilización ocurre en las primeras 48 horas.

La mayor o menor pérdida de nutrientes del estiércol está en función de las condiciones climáticas, de la textura y pH del suelo (Prigge y Bryan, 1991). En varios experimentos, donde destacan los realizados por Eghball (2002) se ha evaluado el comportamiento del nitrógeno y fósforo del estiércol fresco está asociado con las proteínas del alimento que consumen los animales y estas proteínas están fuertemente correlacionadas con la digestión de las pepsinas.

Las diferencias en el contenido mineral de los diferentes estiércoles está correlacionado con los minerales del producto del compostaje (Dao y Cavigelli, 2003). En el Cuadro 2 se muestra el contenido mineral de varios tipos de estiércol fresco, donde el nitrógeno, fósforo y potasio son minerales que han sido más estudiados. En los diferentes tipos de abonos orgánicos el promedio de nitrógeno, fósforo y potasio, es de 3.0, 2.6 y 4.2 %, respectivamente.

Cuadro 2. Valores promedio del contenido mineral de diferentes tipos de estiércol

Tipo de estiércol	Mineral														Autor
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu	Ni	Cr	Pb	Cd	
	%				mg kg ⁻¹										
Bovinos Lecheros	1.2	0.5	6	4	0.8	1.4	4288	28	86	<3	3	8	<3	<0.2	García-Gil et al., 2000
Bovinos Lecheros	1.7	5	4.5												Smith, 1991
Bovinos Lecheros	0.5	0.2	0.2	0.3											Martínez, 1998
Bovinos Lecheros	1.4	1													Eghball, 2002 y Power, 2000
Bovinos Lecheros	3.1	1.9	10	6.2	1.9		7983	114	70.4	27					Lupwayi et al., 2000
Bovinos Lecheros	2.9	1.3	3.2												Griffin et al., 2003
Bovinos Lecheros	3.2	2.2	8.6	1.4	1.4										Whalen et al., 2000
Bovinos de engorda	2.2	1													Dao y Cavigelli, 2003
Bovinos de engorda	2.1	1.2	3.2												Griffin et al., 2003
Gallinaza	1	0.8	0.4												Martínez, 1998
Gallinaza	3.3	1.8	1.8												Romero-Lima et al., 2000
Pollinaza	6.8	1.4	0.8	2.5	0.7										Galler y Davey, 1971
Pollinaza	6.3	8.8	3.2												Smith, 1991
Pollinaza	1.2	0.4	0.5	1.4											Barnard y Harms, 1992
Pollinaza	7.7	7.3	12.8												Griffin et al., 2003
Cerdo	3.8	5.4	4.1												Smith, 1991
Cerdo	1	0.8	0.4												Martínez, 1998
Cerdo	7.1	7.6	9.3												Griffin et al., 2003
Ovino	1.7	0.1	2.1	0.2											Martínez, 1998
Ovino	3.8														Smith, 1991
Caballo	2.3														Smith, 1991

El buen manejo del estiércol permite reducir las pérdidas de nutrientes. Sin embargo, existen otras características como porcentaje de cenizas, relación carbono-nitrógeno (C/N), pH y conductividad eléctrica (CE) que determinan la velocidad en que los microorganismos puedan degradar la materia orgánica y que los nutrientes puedan ser absorbidos por las plantas. En el Cuadro 3, se presentan los contenidos de cenizas, relación C/N, así como el pH y conductividad eléctrica de diferentes estiércoles de origen animal, los cuales están determinados por el tipo de alimento que consumen los animales. El contenido de cenizas está en el intervalo de 6.3 a 70.6 %, la relación C/N de 6.3 a 33.6, el pH de 6.5 a 8.8 y la conductividad eléctrica de 1.4 a 29.6 ds m⁻¹

Cuadro 3. Valores promedio del contenido de cenizas, relación C/N, pH y conductividad eléctrica de diferentes tipos de estiércol

Tipo de estiércol	Cenizas (%)	C/N	pH	CE (ds m ⁻¹)	Autor
Bovinos lecheros	64.1	15.9	8.8	7	García-Gil et al., 2000
Bovinos lecheros	70.6	13	7.9	4.7	Eghball, 2002 y Power, 2000
Bovinos lecheros	13.7	17.4	7.6	-	Yang, 2001
Bovinos lecheros	-	11	-	-	Griffin et al., 2003
Bovinos lecheros	-	10.9	6.8	29.6	Whalen et al., 2000
Bovinos de engorda	-	29.6	-	-	Griffin et al., 2003
Bovinos de engorda	-	16	7.8	1.4	Dao y Cavigelli, 2003
Ovinos	17	32	-	-	Martínez, 1998
Pollinaza	47.8	11	-	-	Martínez, 1998
Pollinaza	-	-	6.5	-	Barnard y Harms, 1992
Pollinaza	-	6.3	-	-	Griffin et al., 2003
Pollinaza	30.8	11.5	8.1	-	Yang, 2001
Pollinaza	-	33.6	8.8	-	Galler y Davey, 1971
Cerdo	-	7.7	-	-	Griffin et al., 2003
Cerdo	6.3	14.7	6.5	-	Yang, 2001
Cerdo	46.9	16	-	-	Martínez, 1998
Caballo	3.8	18	-	-	Martínez, 1998

2.3 Compostaje de estiércol

El compostaje puede ayudar a resolver algunos problemas asociados con la producción de estiércol y su posible aplicación en los suelos agrícolas (Krider, 1991). El compostaje es un proceso bioquímico de la descomposición del estiércol, el cual está determinado por los microorganismos termofílicos. Comparando con otros métodos de tratamiento del estiércol, el compost se realiza en condiciones aeróbicas (Galler y Davey, 1971). Factores microambientales determinan el curso y velocidad del proceso y algunos componentes de la descomposición aeróbica generan malos olores.

El compost produce líquidos residuales (ácidos húmicos) los cuales pueden emplearse en la jardinería, clubes de golf y en la producción de todas las variedades de cultivos agrícolas (Krider, 1991). Las compostas elaboradas con desechos de origen de animal son diferentes en composición y calidad a las provenientes de productos agrícolas (Jung y Yang, 2001).

Comparados con las pajas y rastrojos, las compostas elaboradas con estiércoles de origen animal son bajas en materia orgánica y altas en nutrientes. Las aplicaciones excesivas de compost provenientes de estiércoles de origen animal producen efectos detrimentales en los cultivos y el suelo, debido a la acumulación de sales, presencia de patógenos, aumento en el número de semillas de malezas y contaminación del agua (Dao y Cavigelli, 2003).

2.3.1 Nutrientes en el compost de estiércol

El contenido de agua en el sustrato es importante para la realización de un buen composteo, el cual debe estar en el rango de 50 a 65% de la capacidad de retención del desecho y con una aireación no mayor a 30% (Jung y Yang, 2001). Además, el rango óptimo de la relación C/N debe ser 30 a 50. En el cuadro 4 se presenta el efecto que tiene la relación C/N y el pH en la pérdida de nitrógeno de estiércol de ave composteado. Las pérdidas mayores de nitrógeno se presentan cuando aumenta la relación C/N.

Cuadro 4. El efecto de la relación C/N en la pérdida de nitrógeno en estiércol de ave composteado.

Experimento	C/N	Perdida de Nitrógeno (%)	pH final
1	42:1	4.5	8.8
2	31:1	7.9	8.9
3	35:1	5.9	8.4
4	28:1	7.2	8.9
5	38:1	3.8	8.9
6	43:1	2.7	8.8
7	25:1	3.8	8.7
8	27:1	3.3	8.8

Galler y Davey (1971).

Los contenidos minerales son necesarios para el metabolismo adecuado de los microorganismos responsables del proceso de composteo (Galler y Davey, 1971). Sawyer (1956, citado por Galler y Davey, 1971), mencionan que para obtener un buen

proceso de compostaje, la relación nitrógeno: fósforo debe de ser 5:1 y la relación carbono: nitrógeno: fósforo debe de ser de 50:1:0:2

El nitrógeno es muy dinámico y en el compostaje se encuentra en muchas formas. Las formas orgánicas de nitrógeno son las más estables. Sin embargo, el amoníaco que es una de las formas más importante en que se encuentra el nitrógeno en el compost, esta en forma de gas y fácilmente se volatiliza, incrementando la presencia de olores indeseables en el compostaje (Galler y Davey, 1971). Por otro lado, el nitrógeno en forma de nitrato es susceptible de lixiviarse por ser más soluble en agua. Para conservar el nitrógeno en formas más estables como el radical amonio, es necesario bajar los niveles de pH y temperatura, así como lograr una adecuada mezcla del compost (Smith, 1991). En el cuadro 5 se presentan las medidas del contenido mineral de diferentes estiércoles procesados a través de compostaje.

Cuadro 5. Valores promedio del contenido mineral de diferentes estiércoles en compostaje.

Tipo de estiércol	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu	Ni	Cr	Pb	Cd	Autor
				%							mg kg ⁻¹				
Bovinos lecheros	2.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	Yang,2001
Bovinos lecheros	1.2	0.5	6.0	4.0	0.8	1.4	4288	28	86	<3	3	8	<3	<0.2	García—Gil <i>et al.</i> ,2000
Bovinos lecheros	1.9	1.5	16.0	16.4	0.8	6.4	11662	1325	175	548	81	83	681	<0.2	García—Gil <i>et al.</i> ,2000
Bovinos lecheros	1.4	1.0	--	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	Eghball, 2002 y Power, 2000
Bovinos lecheros	3.1	1.9	10.0	6.2	1.9	--	7983	114	70.4	27	--	--	--	--	Lupwayi <i>et al.</i> , 2000
Bovinos engorda	1.2	1.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Eghball, 2002 y Power, 2000
Bovinos engorda	3.2	2.2	8.6	1.4	1.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Whalen <i>et al.</i> , 2000
Pollinaza	2.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Yang, 2001
Cerdo	3.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Yang, 2001

El estiércol de bovino, principalmente el lechero, es el que más se ha efectuado para determinar sus contenidos de nitrógeno y fósforo cuando son procesados por composteo. Este estiércol contiene en promedio 2% de nitrógeno y el 1.4% de fósforo (Cuadro 5).

La velocidad del proceso de compostaje de los estiércoles depende de sus contenidos de materia orgánica, pH, conductividad eléctrica y de la relación de C/N. En el Cuadro

6 se reportan los contenidos de estos elementos en diferentes tipos de estiércol. En general, el contenido ceniza de estiércol de bovinos lecheros varía de 40 a 64%, la relación C/N de 9 a 22, pH de 7.7 a 8.8 y la conductividad eléctrica es de 5.4 a 7.0 dsm^{-1} (Smith, 1991).

Cuadro 6. Contenido de cenizas, relación eléctrica en diferentes tipos de estiércol.

Tipo de estiércol	Cenizas (%)	C /N	pH	CE (dm-1)	Autor
Bovinos lecheros	64.1	15.9	8.8	7.0	García--Gil <i>et al</i> , 2000
Bovinos lecheros	40.0	22	8.7	----	Yang , 2001
Bovinos lecheros	81.2	8.6	7.7	54.6	EGHBALL
Bovino de engorda	66.7	8.7	7.9	70	García–Gil <i>et al</i> , 2000
Cerdo	20.0	19.8	8.0	-----	Yang, 2001
Pollinaza	55	18.1	8.6	-----	Yang , 2001

De los diferentes grupos de microorganismos presentes en las compostas, se tienen algunas especies muy particulares que habitan en mayor grado en estos sustratos. Los nombres científicos de los microorganismos que integran las poblaciones de los diferentes grupos de microorganismos en los estiércoles composteados se presentan en el Cuadro 7. Los hongos son los microorganismos que se encuentran en un número mayor de especies, seguidos por los actinomicetos y por último están las bacterias (Romero-Lima *et al.*, 2000).

Cuadro 7. Microorganismos presentes en la composta de estiércoles

Grupo	Géneros
Bacterias	<i>Bacillus, clostridium, pseudomonas y Streptococcus.</i>
Hongos	<i>Absidia, Allescheria, Aspergillus, Chaetomium, Coprimus, Dactylomyces, humicola, Lenzites, Malbranchea, Mortierella, Mucor, Myriococcum, Papulaspora, pelicillium, Rhizopus, Scytalidium, sporotrichum, Talamyces, thermoascuas, Thioelavia y Torula.</i>
Actinomicetos	<i>Acrinobifida, Microbispora, Nocardia,, Pseudonocarta, Streptomyces, Thermomonospara.</i>

Todas las reacciones químicas de los microorganismos son catalizadas por enzimas, las cuales no sufren cambios durante las reacciones en las que intervienen durante el proceso de composteo. Existen seis clases de enzimas que participan en el proceso de composteo. Su nombre se basa en el tipo de reacción que catalizan. Las principales de enzimas son: deshidrogenasa, catalasa, ureasa, proteasa, fosfatada y glucosidasa (García-Gil *et al.*, 2000; Quintero *et al.*, 2003).

2.3.2 pH de la composta

Galler y Davey (1971) al evaluar el composteo de estiércol de aves, encontraron valores de pH al inicio del proceso de 5.4 a 7.2, para posteriormente alcanzar valores de 8.5 a 9.0. El pH alto se asocia con la pérdida de materia seca. Por otra parte, Yang (2001) reporta que el pH óptimo para el crecimiento de los microorganismos que favorecen el proceso de composteo se encuentran en el rango de 7.0 a 8.0.

2.3.3 Temperatura de la composta

Las temperaturas altas son necesarias para un buen proceso de composteo. Sin embargo, temperaturas excesivamente altas inhiben el crecimiento de los microorganismos que favorecen el composteo y retardan la degradación de la materia orgánica (Yang, 2001). La temperatura óptima para una buena actividad de los organismos de las compostas se encuentra en el intervalo de 45 a 60 °C. La temperatura máxima que alcanza la composta ocurre durante la primera semana y dependerá de la actividad de los microorganismos para que se mantenga o comience a descender (Quintero *et al.*, 2003).

Galler y Davey (1971) evaluaron la temperatura de la composta de estiércol de ave, donde se presentaron cambios en el orden de 60 y 70 °C en el intervalo de 30 horas después de haberse iniciado el proceso de composteo y los cambios dependieron del grado de aireación de la cama y de la relación de C/N del sustrato.

Terminando el proceso de composteo, el rendimiento en peso seco de la composta es 60% del material original, su volumen también se reduce entre 10 y 45% del volumen del material original, y puede ser almacenado sin presencia de los malos olores (Kridler, 1991).

2.3.4 Requerimientos en aireación y relación C/N en la composta

El oxígeno es esencial para actividad de los microorganismos aeróbicos que se desarrollaron en el proceso de compostaje. La concentración óptima de oxígeno para un buen compostaje debe de ser entre 15 a 20%, y la concentración de bióxido de carbono de 0.5 a 5%. Porcentajes de oxígeno menores a los anteriores citados, provocara el desarrollo de los microorganismos anaerobias, por lo que el consumo de oxígeno durante el composteo es directamente proporcional a la actividad de los microorganismos (Yang, 2001).

La relación C/N inicial para compostaje de materiales es de 25 (Quintero *et al.*, 2003). Una baja relación C/N retrasa la descomposición del material para compostaje e incrementa las pérdidas de nitrógeno. Si la relación C/N inicial es mayor a 35 los microorganismos se reproducirán rápidamente y podrán oxidar los excesos de carbono.

2.4 Uso de aditivos en el composteo de estiércoles

Los estiércoles de origen animal en su mayoría presentan contenidos de humedad de 80%, lo que hace difícil su manejo para el composteo. Para disminuir el contenido de agua en el estiércol se utilizan ingredientes con capacidad de absorber humedad. Las pajas, rastrojos, aserrín y polvos alcalinizantes son algunos de los materiales más usados con el propósito. Los materiales celulósicos y polvos alcalinizantes que se mezclan con el estiércol permiten disminuir el contenido de humedad y evitar el crecimiento de microorganismos que generan malos olores y presencia de organismos patógenos (Yang, 2001).

Uno de los polvos alcalinizantes que se pueden usar para disminuir el contenido de humedad de los estiércoles es la diatomita. La diatomita contiene componentes inorgánicos como la alúmina y el hierro, con propiedades alcalinizantes, es químicamente inerte y tiene gran capacidad de absorber y retener el agua por su gran superficie de contacto. Este compuesto se utiliza para la fabricación de filtros, para material de relleno y como desinfectante químico, también es de uso preferencial como agente acondicionante para evitar el endurecimiento o adherencia del nitrato de amonio de uso en la agricultura, productos químicos y fertilizantes (Misra y Roy, 2002, Oste *et al.*, 2002).

Con la aplicación de fuentes alcalinizantes como la diatomita se incrementa el pH del sustrato a niveles superiores a 9.0, lo que provoca la muerte de microorganismos presentes en el estiércol (Oste *et al.*, 2002). Estos mismos autores mencionan que la diatomita tiene la particularidad de inmovilizar metales pesados (tóxicos) y nutrientes no pesados como el nitrógeno y el fósforo.

Los materiales celulósicos por su parte tienen como función absorber la humedad y evitar el crecimiento de microorganismos en el estiércol (Zhu, 2000). Sin embargo, si se mezclan con el estiércol para procesarlo a través del composteo, se incrementa el contenido del carbono y se mejora la calidad del fertilizante orgánico generado con estiércol (Yang, 2001). Cuando se adicionen materiales celulósicos al proceso de composteo de estiércoles de origen animal se recomienda el uso de productos con menor contenido de lignina y con mayor contenido de celulosa y hemicelulosa, que son fácilmente degradables por los microorganismos que participan en el proceso de composteo.

2.5 Crecimiento de larvas de mosca en los estiércoles

La degradación del estiércol por moscas es una forma de controlar los problemas de malos olores y de manejo de los excesos de nutriente del estiércol. El crecimiento de las larvas de mosca en el estiércol reduce el contenido de humedad, nitrógeno y mal

olor (Barnard *et al.*, 1998). Este efecto puede lograrse manipulando la densidad de larvas que en el se desarrollan.

En un experimento realizado por Barnard *et al.* (1998) encontraron que densidades de larvas de moscas 300 y 900 por 100g de estiércol de ave redujeron el contenido de materia seca en 37.2 y 38.2%, respectivamente. En este mismo estudio, densidades de larvas de 600 y 100 por 100g de estiércol, produjeron una disminución de la masa del estiércol de entre 80.3 y 79.1%, respectivamente, y el contenido de la materia seca se redujo entre 69.7 y 70.6%, respectivamente. Estos autores concluyeron que la densidad de las larvas de mosca tiene influencia en los cambios en la masa de estiércol y que los contenidos de humedad en el estiércol favorablemente para el incremento de las larvas de mosca debe estar entre 35 y 80%.

Barnard y Harms (1992) reportaron que contenidos de humedad en el estiércol menores a 40% no son atractivos para que las hembras ovopositen en el sustrato, ya que este nivel de humedad no proporciona las condiciones ambientales para el crecimiento de las larvas. En el experimento realizado por Barnard y Harms (1992) encontraron diferentes estadísticas en la densidad de larva, sobrevivencia, masa de las pupas, emergencia de adultos, fecundidad y natalidad por efecto del contenido de humedad y nitrógeno. Asimismo, hubo una correlación positiva entre el contenido de fósforo y humedad del estiércol de pollo ($r^2=0.4$ y $r^2=0.5$, respectivamente) con la sobrevivencia y emergencia de moscas adultas. Estos autores concluyeron que los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio del estiércol de pollo provocan un efecto favorable en el crecimiento de las larvas de mosca.

OBJETIVOS

General

- Estudiar y evaluar la situación actual de producción y manejo de los estiércoles; así como, establecer la ubicación en el municipio de Texcoco de los principales centros productores de estiércol, conocer acerca de su destino y uso, e implementar el manejo de aditivos para reducir la pérdida de nutrimentos

Particulares

- Ubicar los principales centros de producción de estiércol en sistemas de explotación intensivos y condiciones de traspatio en el municipio de Texcoco
- Valorar la situación actual de producción y manejo de los estiércoles en el municipio de Texcoco
- Estimar la producción en volumen de estiércol por los sistemas de producción intensivo de bovinos lecheros en el municipio de Texcoco
- Medir y caracterizar la calidad de los compuestos de los estiércoles frescos de los sistemas de producción intensivo y traspatio de bovinos lecheros y con el uso de aditivos
- Evaluar medidas que tiendan a impedir que los estiércoles de los planteles anteriores pierdan su calidad mediante el uso de los aditivos
- Conocer acerca del destino y uso de los estiércoles de los sistemas de producción intensiva de bovinos lecheros del municipio de Texcoco

HIPOTESIS

- El estiércol de bovino generado en el Municipio de Texcoco no se maneja para reducir su capacidad contaminante y mantener su valor nutrimental como fertilizante orgánico.
- El estiércol producido por los sistemas de producción de bovinos en las explotaciones ganaderas intensivas en el municipio de Texcoco, generan problemas de contaminación por pérdidas de nutrimentos.
- La incorporación de aditivos, como paja, suelo y plástico en los estiércoles frescos reduce la pérdida nutrimental.
- El estiércol de bovino que se produce en el municipio de Texcoco, se utiliza sin mayor tratamiento en la producción agrícola

MODELO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

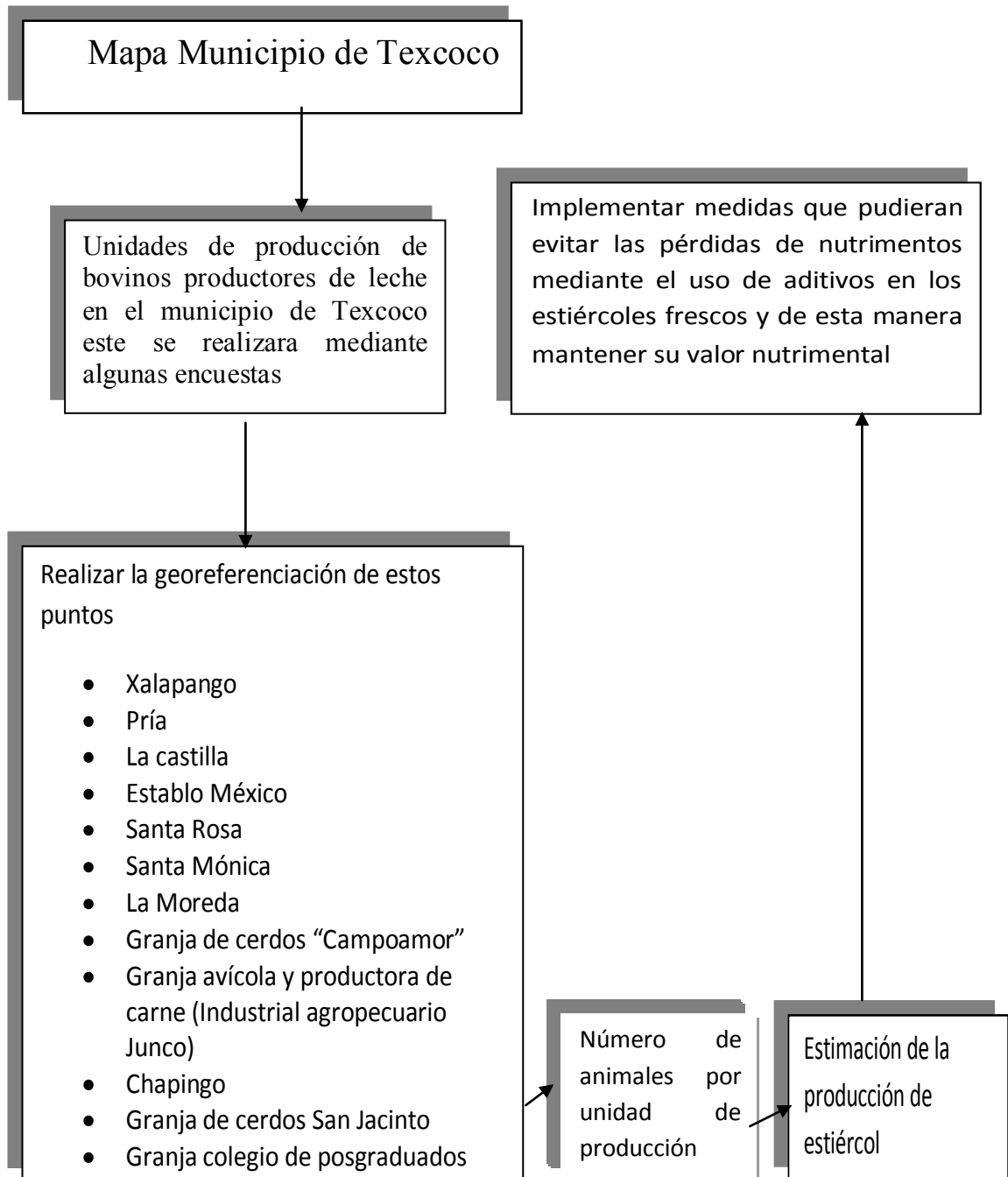


FIGURA 1: Muestra el procedimiento para cumplir los objetivos

3. MATERIALES Y METÓDOS

3.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio

Texcoco se encuentra situada geográficamente en la parte este del Estado de México y colinda al norte con Tepetlaoxtoc, Papalotla, Chiautla, Chiconcuac; al sur con Chimalhuacán, Chicoloapan e Ixtapaluca; al oeste con Atenco; y al este con los estados de Tlaxcala y Puebla. Sus coordenadas geográficas son las siguientes: longitud Mínima 98° 39' 28" y máxima 99° 01' 45", latitud Mínima 19° 23' 40" y Máxima 19° 23' 40" forma parte de la región económica III, subregión 3.3, el municipio de Texcoco tiene una extensión territorial de 418.69 kilómetros cuadrados. La altitud de la cabecera municipal alcanza los 2,250 msnm

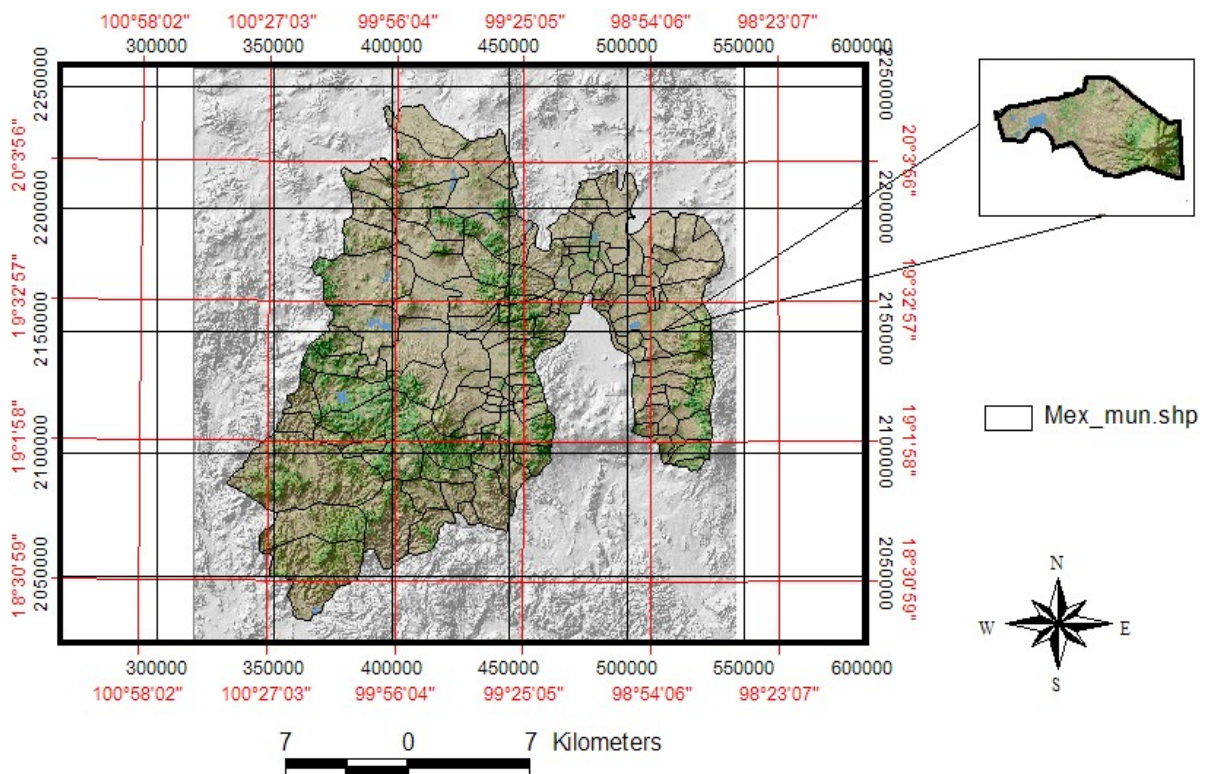


FIGURA 2. La presente figura muestra la ubicación del municipio de Texcoco donde se realizó el estudio de las diferentes unidades de producción pecuaria y se tuvo la posibilidad de ubicar la producción del estiércol, el manejo que se realiza y el destino de la producción del mismo.

3.1.2 Clima

El clima del municipio de Texcoco es templado semiseco con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 15.9 °C, con heladas poco frecuentes y una precipitación pluvial media anual de 686.0 mm. Sus vientos dominantes son del sur. El clima presenta variaciones debidas a la influencia orográfica, reportándose temperaturas medias anuales de 5°C en la cima del cerro Tlálloc, con una altitud mayor a los 4100 m sobre el nivel del mar, hasta los 16°C en el lecho del Ex-lago de Texcoco, con una altitud de 2240 metros y precipitaciones anuales que varían respectivamente de 1000 a 600 mm. Estas variaciones originan que en el Municipio de Texcoco se presenten tres tipos climáticos: los Semifríos en las zonas altas; los Templados en las zonas medias y; los Semi-secos en las partes bajas (García; 1988).

La principal fuente a agua con fines agrícolas en el Municipio es subterránea y la zona es considerada de veda. Las corrientes superficiales son intermitentes a lo largo del año (Ortiz, 2003).

En general, de Oeste a Este el relieve del Municipio varía de la siguiente forma: una Planicie Lacustre, una Llanura, Lomeríos y una Sierra. Presenta cerros aislados entre la llanura y los lomeríos. Proporcionalmente el municipio de Texcoco está integrado en un 20% de su superficie por la Planicie Lacustre, en un 18% por la Llanura, en un 26% por Lomeríos y en un 36% por la Sierra. La sierra y los Lomeríos, así como los cerros aislados, corresponden a materiales ígneos extrusivos que datan del Terciario, mientras que la Planicie y Llanura corresponden a materiales sedimentarios del Cuaternario.

3.1.3 Suelo

Los principales tipos de suelos en el municipio de texcoco son: cambisol, Pheozems, litosol, regosol, andosol, vertisol, solanchak, presentan distintas limitaciones para su uso agrícola. En la planicie lacustre son salino-sódicos, en la Llanura se encuentran los mejores suelos, prácticamente sin limitaciones edáficas. En los lomeríos, los suelos son someros (menores de 80 cm de profundidad) y son frecuentes las afloraciones de tepetate. En la Sierra, los suelos son poco profundos y las limitaciones para su uso agrícola son sus fuertes pendientes y consecuentemente su riesgo a la erosión.

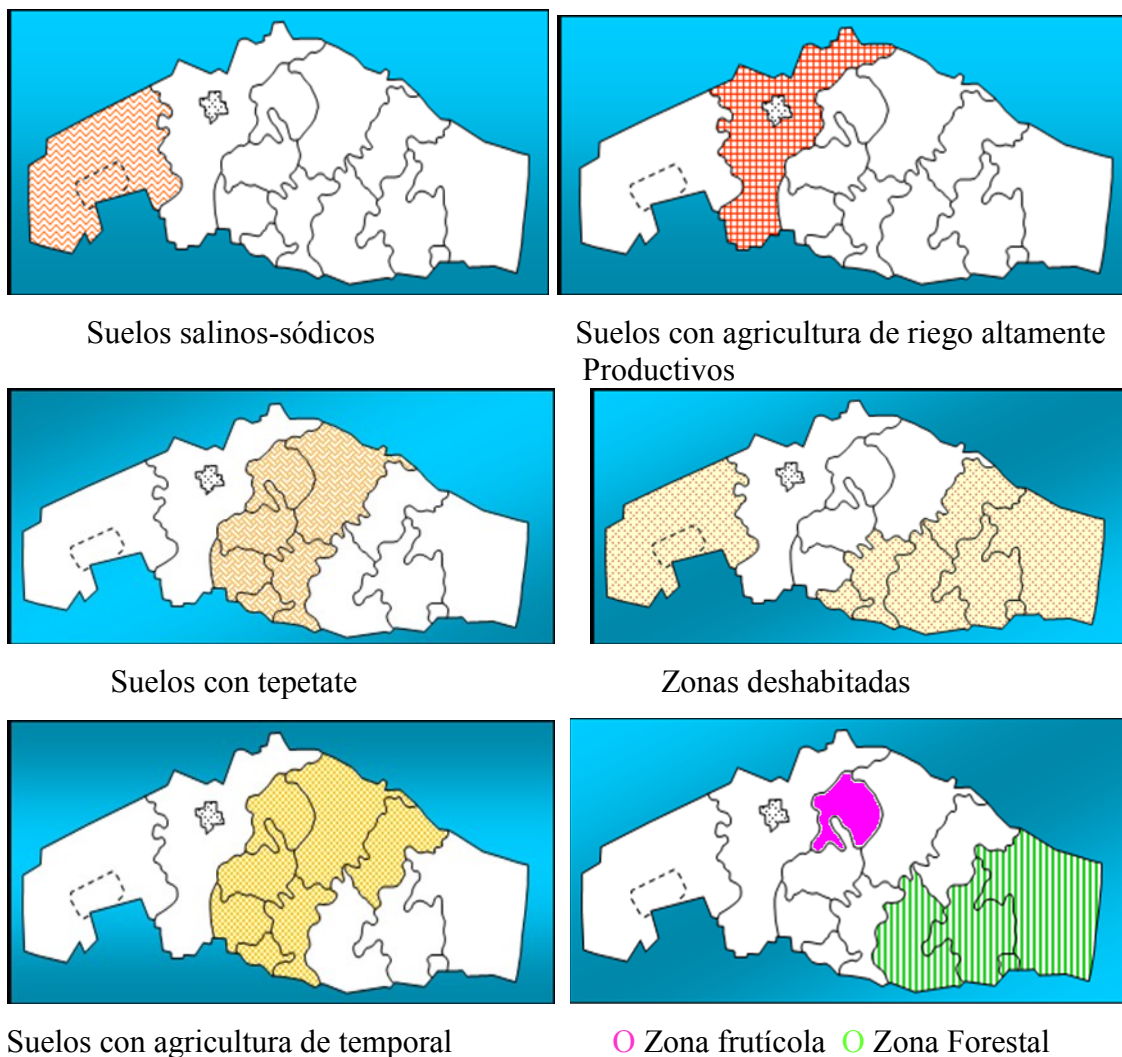


FIGURA 3: Los tipos de suelo y uso en la región de Texcoco

De acuerdo a la FAO (1990), los suelos del municipio de Texcoco pertenecen al grupo de los Pheozems haplicos (pHh). Son suelos con horizonte A mólico que carecen de horizontes cálcicos, Gypsic y de concentraciones de caliza pulvurulenta blanda. Tienen un grado de saturación del 50% como mínimo (por NH_4) en los 125 cm superiores del perfil; no poseen horizontes B nátricos; carecen de propiedades sálicas y de propiedades gléicas en una profundidad de 100 cm a partir de la superficie, no tienen horizonte B árgico y carecen de granos de arena y limo sin revestimiento sobre las superficies de las unidades estructurales. El horizonte A mólico es intenso en color, hasta una profundidad de al menos, 15cm, son franco arcillosos de origen volcánico, relativamente profundos neutrales y fértiles.

3.1.4 Uso del Suelo

Cuadro 8. Estructura del uso del suelo 1989

CONCEPTO	SUPERFICIE	PORCENTAJE
Total	41,869.4	100.00
AGRÍCOLA	10,780.0	25.75
Temporal	5,656.4	13.51
Riego	4,210.6	10.06
Tierras ociosas	913.0	2.18
PECUARIO	3,616.9	8.64
Intensivo	93.8	0.22
Extensivo	3,523.1	8.41
FORESTAL	13,556.1	32.38
Bosques	13,265.4	31.68
Arbustiva	290.7	0.69
URBANO	2,175.0	5.19
INDUSTRIAL	90.8	0.22
EROSIONADO	7,026.4	16.78
CUERPOS DE AGUA	25.4	0.06
OTROS USOS	4,598.8	10.98

Fuente: Gobierno del Estado de México, (inédito). Estadística Básica Municipal 1992, Texcoco; GEM, SFYP, IIIGCEM: Toluca, México. (MIMEO)

3.1.5 Vegetación

De acuerdo al relieve, la distribución de la vegetación y uso actual, en la Planicie Lacustre domina el Pastizal Halófilo y en menor proporción la vegetación arbórea y arbustiva, que se ha introducido recientemente y es tolerante a las condiciones de salinidad. En la Llanura es dominante la Agricultura de Riego, siendo la zona donde existe la mayor diversidad de usos de la tierra por su alta calidad y consecuentemente es la zona donde se presenta la mayor competencia por diferentes usos. En los Lomeríos domina la Agricultura de Temporal y en menor proporción el Bosque Cultivado (Reforestaciones), el Pastizal Inducido y algunos Matorrales. En la Sierra dominan los Bosques de Pino y Encino y en reducidas extensiones el Pastizal Inducido, así como las Praderas de Alta Montaña.

3.1.6 Ubicación de los centros productores de estiércol

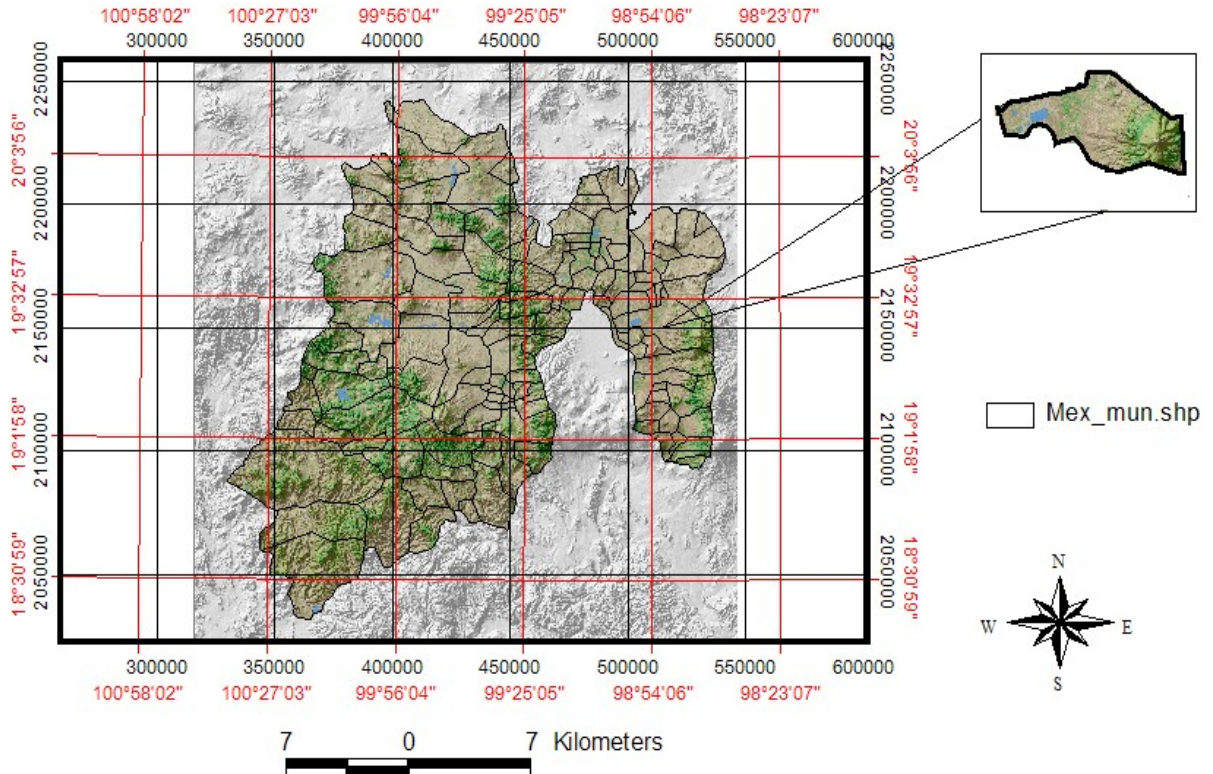


FIGURA 4. Muestra la ubicación de los centros de producción de estiércol en el municipio de Texcoco donde se realizó el estudio de las diferentes unidades de producción pecuaria

El estudio se condujo en el Municipio de Texcoco durante el periodo de julio del 2008 Abril del 2009.

Como primera actividad se condujo una serie de encuestas exploratorias y el posicionamiento geográfico de las unidades de producción en las diferentes comunidades del municipio de Texcoco.

Para este último objetivo se determinaron las coordenadas geográficas de cada sitio visitado y con ellas se hizo la georeferenciación de los diferentes puntos de producción del estiércol. Los coordenadas de cada sitio fueron colocadas en un Sistema de Información Geográfica (SIG) y se produjeron mapas de ubicación de los diferentes puntos de producción de estiércol.

3.2 Valoración de la situación actual de producción y manejo de los estiércoles

Las encuestas recabaron información que permitió caracterizar las unidades de producción

Para los diferentes sistemas de producción se tomaron en cuenta todos los elementos que lo constituía, desde el tipo de infraestructura, tipo de tecnología empleada, mano de obra utilizada, manejo de las diferentes etapas fisiológicas, número de animales en los diferentes estratos del hato y de esta manera determinar el tipo de sistema, intensivo o de traspatio

3.3 Estimación de la producción de estiércoles

En este punto se estimó la producción anual de estiércol, el manejo que se le hacía a éste, el destino y el uso de esos desechos animales.

Para hacer el diagnóstico de la situación actual de producción y manejo, de los estiércoles. La estimación del volumen de estiércol de los sistemas de producción de bovinos lecheros en el municipio de Texcoco, se utilizó el censo de INEGI (1991), durante las visitas a los diferentes sistemas de producción, se realizó el levantamiento del censo del número de animales existentes para conocer la producción diaria de estiércol, se estimó la producción anual de estiércol que se tiene por unidad de producción en el caso de los bovinos productores de leche. El municipio de Texcoco cuenta con 1426 unidades de producción intensivos y de traspatio sin embargo los que se muestrearon fueron aquellos donde las personas nos dieron la información y permitieron la entrada al lugar.

3.4 Medición y caracterización la calidad de los compuestos de los estiércoles frescos y secos de los sistemas de producción intensivo y de traspatio de bovinos lecheros y con el uso de aditivos

Para medir y caracterizar la calidad de los compuestos de los estiércoles frescos y con el uso de aditivos, primero se recolectaran muestras de estiércol fresco y del estiércol que

se tiene amontonado por más de tres meses (seco) en las diferentes unidades de producción tanto de los sistemas intensivos como los de traspatio, este se junto de acuerdo a la unidad de producción y el tipo de estiércol y se mezcló para tener las muestras que se colocaron en las charolas, a las que se les agregó el aditivo (paja, suelo y una cubierta de plástico) y se realizó un precompostaje, en esta segunda fase se estableció el experimento de los estiércoles para probar el uso de los aditivos con el objetivo de evaluar la reducción de nutrientes, se colocaron las muestras para los diferentes tratamientos donde el tratamiento **1**= estiércol fresco del sistema intensivo con paja, **2**= estiércol fresco intensivo con suelo, **3**= estiércol fresco intensivo tapado con plástico, **4**= estiércol seco intensivo con paja, **5**= Estiércol seco intensivo con suelo, **6**= Estiércol seco intensivo tapado con plástico, **7**= estiércol fresco del sistema traspatio con paja, **8**= estiércol fresco de traspatio con suelo, **9**= estiércol fresco de traspatio tapado con plástico, **10**= estiércol seco traspatio con paja, **11**= Estiércol seco de traspatio con suelo, **12**= Estiércol seco de traspatio tapado con plástico. Cada tratamiento se repitió tres veces. A estos bioensayos donde se colocaron las muestras de estiércol y tratamientos con aditivos (paja, suelo y una cobertura plástica) estos se agregaron en una proporción 3:1 desde el día uno del experimento se les dio un tiempo aproximado de 90 días para que se llevara a cabo un precompostaje y se permitiera la presencia de nitrógeno, fósforo, carbono. Durante este tiempo a los diferentes tratamientos se les tomó la temperatura diariamente, cada 8 días se hacía el volteo del sustrato para que se fuera dando el precompost y también se aplicó agua para humedecer y recuperar el agua que se había evaporado, al término de cada mes se tomaron muestras de los diferentes tratamientos y se conservaron en refrigeración para después se analizaran en el laboratorio.

Posteriormente las muestras se secaron en la estufa de aire forzado se llevaron a peso constante y luego se molieron para facilitar el manejo de las muestras y lograr mayor homogeneidad. En el laboratorio se determinó el nitrógeno total con el método de microkjeldahl (Bremer, 1965)., Fosforo, Carbono, pH y la conductividad eléctrica, en la determinación de pH se utilizó una relación de 1:2 H₂O, en el caso de la conductividad eléctrica (CE) la relación fue 1:5 H₂O y fue determinada en mmhos/cm dSm⁻¹, para P se

utilizó el método Olsen, además se determinó carbono en este, Una vez terminados los análisis de laboratorio mediante los resultados se determinó cuales fueron los mejores tratamientos, y decidir cuales son las medidas que se deben implementar para poder impedir las pérdidas de los nutrimentos de los diferentes estiércoles incluyendo aquellas que se observaron y que los ganaderos están realizando, o que son factibles de utilizar sin que se genere un gasto excesivo por la mano de obra empleada. El uso de las pajas no genera un gasto excesivo y como absorbe gran cantidad de agua estabiliza los elementos contenidos en los estiércoles evitando que se volatilicen. Uno de los criterios a considerar para elegir las medidas preventivas es que el costo no sea demasiado caro, que pueda tener un beneficio tanto el productor como la sociedad.

3.5 Evaluar medidas que tiendan a impedir que los estiércoles de los planteles anteriores pierdan su calidad mediante el uso de los aditivos

A los estiércoles se les agrego (paja, suelo y una cobertura plástica) esto evitó que los nutrimentos se volatilizaran, se comparo el contenido de nitrógeno inicial con el que se determino en el laboratorio.



FIGURA 5. Muestra los diferentes tratamientos de la fase experimental

3.6 Destino y uso de los estiércoles de los sistemas de producción intensiva de bovinos lecheros del municipio de Texcoco

Al momento que se realizaron las encuestas se preguntó a los productores que hacían con el estiércol, después de amontonarlo a donde lo mandaban, contestando la mayoría de ellos que la mayor parte la agregaban a las parcelas de cultivo, y que otra parte en ocasiones se vendía a quien lo comprara, algunos productores que lo usaban para los invernaderos, pero antes lo procesaban como composta para posteriormente incorporarlo como abono a las flores o árboles frutales.

3.7 Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado es un factorial $2^2 \times 3$ donde:

2^2 = Los diferentes tipos de estiércol recolectados en los sistemas fresco y seco y los diferentes tipos de manejo

3 = Los tres tipos de aditivitos utilizados

El modelo lineal correspondiente al factorial completamente al azar es:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + e_{ijkl}$$

$$i = 1, 2, \dots, a \quad j = 1, 2, \dots, b \quad k = 1, 2, \dots, c \quad l = 1, 2, \dots, r$$

a = Numero de niveles del factor A

b = Numero de niveles del factor B

c = Numero de niveles del factor C

Y_{ijkl} = Respuesta obtenida en el i -ésimo nivel del factor A, el j -ésimo nivel del factor B y el k -ésimo nivel del factor C

μ = Efecto medio general

A_i = Efecto atribuido al i -ésimo nivel del factor A

B_j = Efecto atribuido el j -ésimo nivel del factor B

C_k = Efecto atribuido el k -ésimo nivel del factor C

$(AB)_{ij}$ = Efecto atribuido a la interacción entre i -ésimo nivel del factor A y el j -ésimo nivel del factor B

$(AC)_{ik}$ = Efecto atribuido a la interacción entre i -ésimo nivel del factor A y el k -ésimo nivel del factor C

$(BC)_{jk}$ = Efecto atribuido a la interacción entre j -ésimo nivel del factor B y el k -ésimo nivel del factor C

$(ABC)_{ijk}$ = Efecto atribuido a la interacción entre i-ésimo nivel del factor A y el j-ésimo nivel del factor B y el k-ésimo nivel del factor C

e_{ijkl} = Término del error aleatorio. Donde los e_{ijkl} tienen una distribución normal e independientemente con media 0 y varianza σ^2

3.7.1 Análisis estadístico

Las variables respuesta, % de nitrógeno, fósforo, carbono, conductividad eléctrica y pH, se analizaron mediante el paquete SAS[®], se les aplicó el análisis de varianza, la prueba de rangos múltiples de Tukey con un $\alpha=0.05$ con el fin de detectar las diferencias significativas entre los resultados obtenidos para cada tratamiento.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de las unidades de producción intensivas

La alimentación de los bovinos productores de leche en los sistemas intensivos en el municipio de Texcoco esta constituida de los siguientes ingredientes

- Ensilado de alfalfa
- Heno de alfalfa
- Ensilado de sorgo o ensilado de maíz
- Ensilado de alfalfa
- Salvado de trigo y heno de avena
- Cáscara de naranja, cascarilla de la semilla de girasol
- Semilla de algodón
- Maíz quebrado o sorgo
- Mezcla de Minerales
- Aditivos (saborizantes, antibióticos)

El alimento se ofrecen al animal como ración mezclada dependiendo de la etapa fisiológica en la cual se encuentra el animal se le ofrece un 3.5 % en relación a su peso vivo.

4.1.2 La Producción de estiércol en los sistemas intensivos

En los sistemas intensivos se produce 17969,315 t/año de estiércol para algunos de los ranchos se recolecta y se seca para posteriormente regresarlo a los corrales para utilizarlos como cama para los echaderos de los animales, con esto se evita tener infecciones y enfermedades en las patas por el exceso de humedad y es la manera de mantenerlos secos, antes se usaba arena sílica que se traía de las dunas costeras del golfo y cada metro cúbico tiene un costo de 3000 pesos, es un material que se tiene que estar reemplazando constantemente de esta manera hacen un ahorro. y se mantiene el echadero seco, El estiércol que se utiliza como cama tarda una semana aproximadamente para secarse, y el secado se realiza de manera continua en cuanto el estiércol se va produciendo. El lodo que escurre lo mandan por una tubería que llega a los campos de cultivo en un tanque de fermentación donde después ese líquido lo utilizan para irrigar las praderas de cultivos.

Para el resto de los sistemas de producción de traspatio los estiércol se saca de los corrales constantemente y se almacena en un lugar cerca de los corrales hasta obtener entre 2 y 3 toneladas para incorporarlo al suelo donde generalmente se siembra *Lolium multiflorum*, avena, *Avena factua*, maíz, *Zea maíz* para ensilar, alfalfa, *Medicago sativa* y alrededor de un 30% se colcoa en el mercado y es empleada como abono orgánico en huertas de frútales. La

información recolectada señala que un camión de volteo de 3 toneladas se comercializa en \$3500 pesos, generalmente se vende con un 50% de humedad. En los ranchos la Castilla y Santa Rosa se tienen tanques de fermentación, donde incluso también incorporan animales muertos, situación que da un aspecto no grato, genera malos olores y contaminación, los tanques no están revestidos lo que puede estar ocasionando contaminación de agua, por la lixiviación de nutrientes desde el tanque, en el Cuadro 11 se presentan las cifras de estiércol producido por animal por día, por los 365 días del año y por el total del hato a través del año por rancho, así como la producción total anual de los sistemas intensivos que fueron visitados

En el municipio de Texcoco quedan pocos sistemas de producción de leche intensivos o empresariales, el censo de (INEGI, 1994) manifiesta 18 ranchos intensivos y en la actualidad no aparecen mas de 15 ranchos intensivos a nivel empresarial, donde se presenta producción de estiércol, estos sistemas cada día enfrentan una mayor problemática ya que la mancha urbana crece día a día, invadiendo la periferia donde se encuentran ubicados los diferentes ranchos, trayendo consigo una lucha entre el productor y la comunidad por los olores que se desprenden, la producción de moscas la contaminación por las heces fecales en el aire y si a esto le sumamos el desprendimiento de gas butano, incrementando el calentamiento global.

Cuadro 9. Muestra la producción de Estiércol de los diferentes sistemas intensivos estabulados en el año

Rancho	X	Y	msnm	Kg. De Estiércol al			Prod. al día		
				Peso Vivo Promedio	Numero de animales	día por animal (base peso seco)	por hato	Días /año	Prod/Año/kg
Xalapango	-98.834306	19.5434167	2281	450	1355	7	9485	365	3462025
La Pría	-98.878556	19.4596111	2264	450	794	7	5558	365	2028670
La Castilla	-98.970000	19.3914444	2252	450	780	7	5460	365	1992900
Establo México	-98.903361	19.4344722	2252	450	255	7	1785	365	651525
Santa Mónica	-98.893778	19.4524722	2259	450	569	7	3983	365	1453795
Santa Rosa	-98.888108	19.4674167	2253	450	694	7	4858	365	1773170
Moreda	-98.879806	19.5343333	2249	450	1300	7	9100	365	3321500
Campo Amor	-98.896722	19.4341667	2260	450	450	7	3150	365	1149750
Chapingo	-98.863194	19.4970556	2279	450	480	7	3360	365	1226400
San Jacinto	-98.848889	19.4972222	2327	450	356	7	2492	365	909580
									17969,315t/año

El cuadro 9 muestra la producción de los diferentes sistemas de producción de leche intensivo estabulado, donde se puede observar que la producción anual de estiércol es de 17969.315 toneladas anuales de estiércol en base peso seco, producción, debería de tener un mejor manejo que permitiera evitar contaminación al medio, haciendo uso de los biodigestores que permitieran, la producción de gas metano para el consumo de la mismas empresas, utilizar aditivos en los estiercoles que no dejen escapar los nutrientes al subsuelo, al ambiente y de esta manera poder evitar la contaminación de agua por los desechos y los filtrados contaminados.

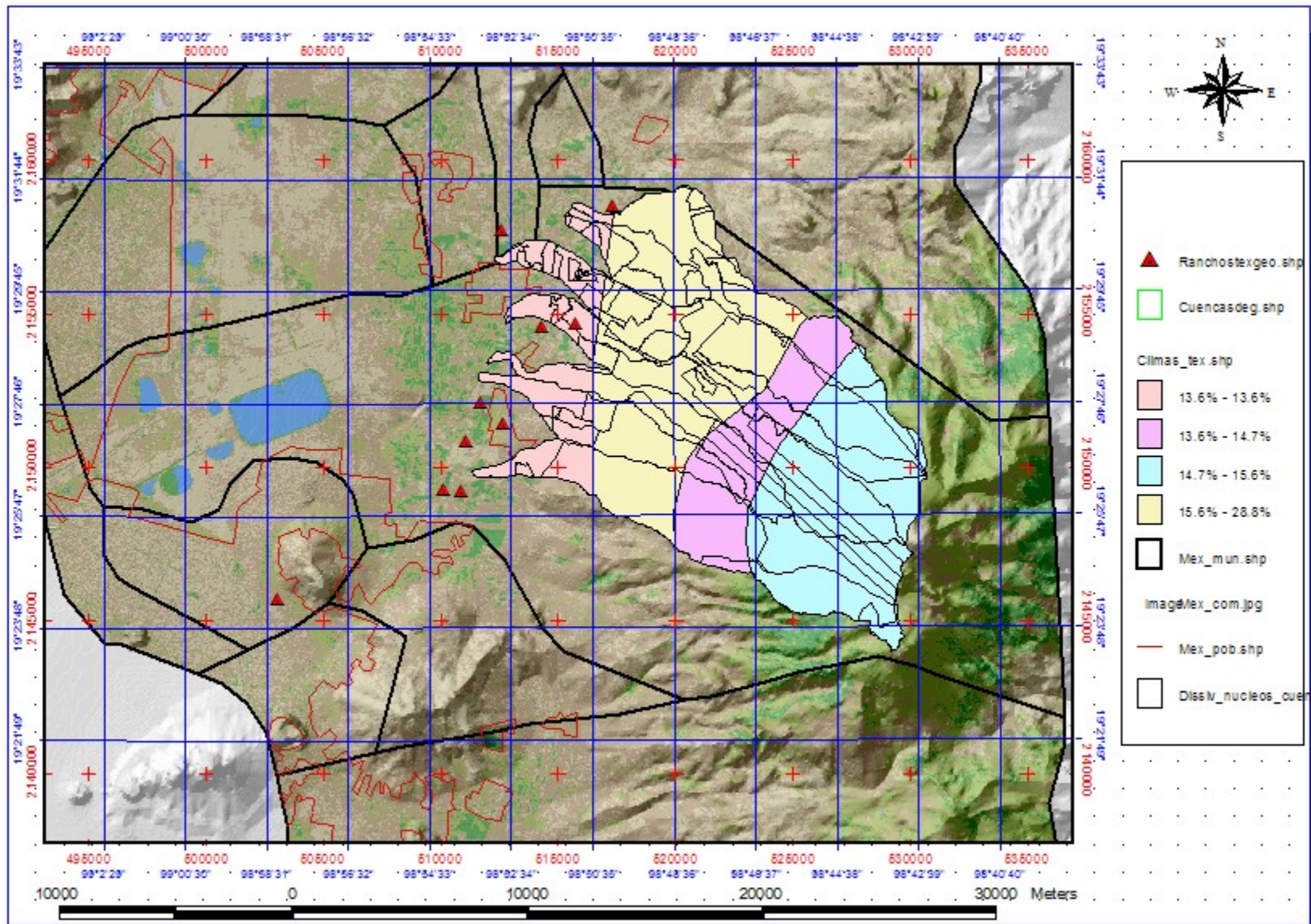


FIGURA 6. Mapa que muestra la ubicación de los sistemas de producción animal intensivos del municipio de Texcoco

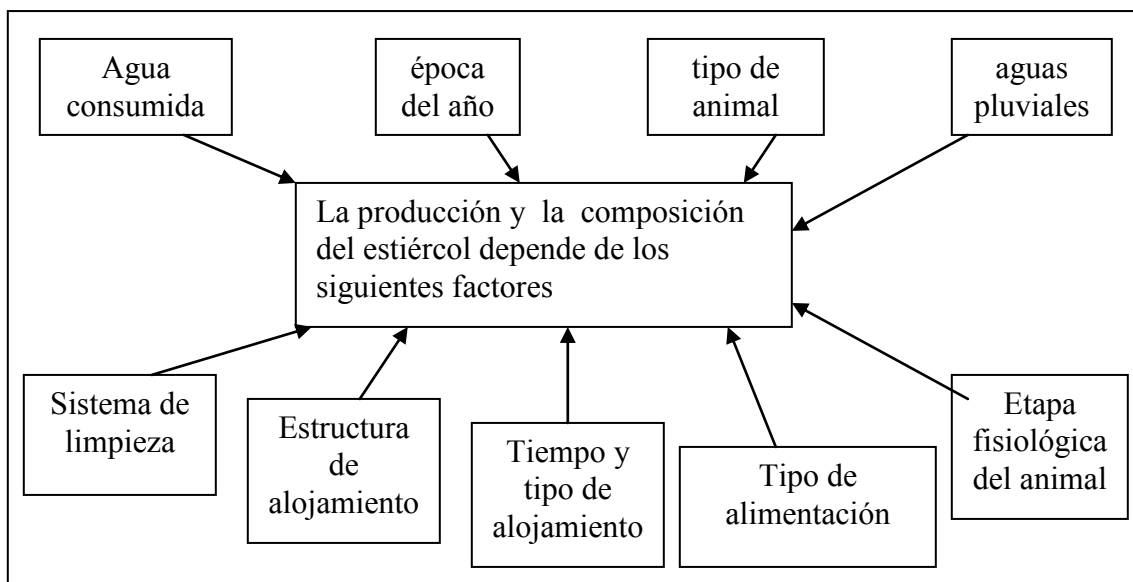


FIGURA 7. Factores que influyen en la cantidad y composición del estiércol (Fuente: RESA, 2000)

4.1.3 análisis de los resultados

La producción y composición del estiércol tiene que ver con la composición del alimento o la dieta que los bovinos están consumiendo, época del año, etapa fisiológica del animal, la limpieza del sitio de permanencia, la calidad del agua consumida, tipo de animal, de las aguas pluviales. Los grandes volúmenes de purines diluidos (estiércol + orina + agua) pueden ser neutralizados dentro del predio como fuentes de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y agua, para la fertilización de los cultivos y praderas que constituyen la base forrajera en la alimentación del rebaño (Pedraza, 2002). En el 90% de los sistemas intensivos que fueron visitados se utilizan los purines como una manera de fertilización en los cultivos de forrajeros, y el estiércol que se acumula en la granja es incorporado al suelo como una forma de fertilización para la producción de avena, maíz forrajero, sin embargo cabe señalar que el uso excesivo de agua para el lavado de las instalaciones y la recoleta de sólidos dentro del área de ordeña es excesiva, (Dumont, 1998) menciona que los purines que son excretados durante la ordeña es un fertilizante rico en nitrógeno y deberían ser utilizados principalmente en cultivos para ensilajes, como maíz, cebada, remolachas forrajeras, etc. Estos cultivos realizan una gran extracción de nutrientes que no son devueltos por las heces de los animales en pastoreo mucho menos cuando estos se encuentran en

confinamiento total y es necesario compensarlo a través de la fertilización o aplicación de purines, de esta manera se evitaría en gran medida la contaminación de aguas subterráneas. Según Thompson y Troeh (1998), la liberación de estos nutrientes ocurre con mayor frecuencia durante la época de lluvias, y cuando se quedan amontonados por largos periodos de tiempo.

4.2 La alimentación de los sistemas de producción de Bovinos lecheros en los sistemas de traspatio

A diferencia de los sistemas intensivos estabulados, la mayoría de los sistemas de traspatio los animales salen a pastorear durante el día a los terrenos baldíos donde encuentran un poco de pasto, esquilmos agrícolas después de la cosecha, por la tarde cuando regresan a los corrales a estos se les ofrece

Alfalfa henificada

Rastrojo de maíz

Avena henificada

Alfalfa fresca

Desperdicios de tortilla que acumulan

Y un poco de alimento balanceado que mezclan con grano de maíz o sorgo molido.

En algunos de los lugares visitados se encontró que se les ponían bloques de sales minerales para complementar la dieta.

En cuanto al manejo de los estiércoles la mayoría de los productores tienen terrenos hacia donde desplazarlos y utilizarlos como abono orgánico para los cultivos, sin embargo, como la producción de estiércol en estos sistemas es menor que los establos comerciales, tienden a acumularlos diariamente en un sitio, hasta el momento que los productores consideran conveniente aplicarlos a la parcela. Con este manejo, el estiércol pierde nutrientes por la forma en cómo es acumulado. El periodo que en la mayoría de las veces estiércol permanece acumulado a la intemperie es cerca de un año.

Por lo general, en estos sitios los animales están dentro de las comunidades humanas, teniendo vecinos divididos únicamente por una barda. Esto ocasiona, que existan problemas, entre ellos por la generación de malos olores por los estiércoles, moscas, contaminación del aire, agua y sobre todo cabe señalar que en estos sistemas es donde se debe implementar un mecanismo de

manejo de los estiércoles desde la depositación en fresco ya que los productores en la mayoría de las veces limpian los corrales con agua usando la manguera a presión y enviando parte de los residuos sólidos con el agua a los drenajes. Esta práctica en poco tiempo tendrá repercusiones graves que no sólo afectará al vecino sino a la comunidad completa o al municipio ya que esto traerá gastos mayores para dar mantenimiento a los drenajes.

El siguiente cuadro se presenta la producción de estiércol para cada una de las comunidades que fue entrevistada, la producción anual de estiércol por comunidad.

Cuadro 10. Muestra la producción de estiércol en toneladas por año en los sistemas de traspatio

Comunidad	Toneladas de estiércol producidas por año
Boyeros	158.41
Coatlinchan	1249.76
Cuautlalpan	475.23
Magdalena Panoaya, Texcoco	1080.765
Purificación	723.065
Rivapalacio	258.055
San Bernardino	475.23
San Felipe	212.065
Sn. Juan Tezontla	1622.425
San Pablo Ixayoc	367.92
Santa Catarina	344.925
Santa Cruz De Arriba	452.235
San Vicente Chicoloapan	641.305
	Total t/ año 8061.39

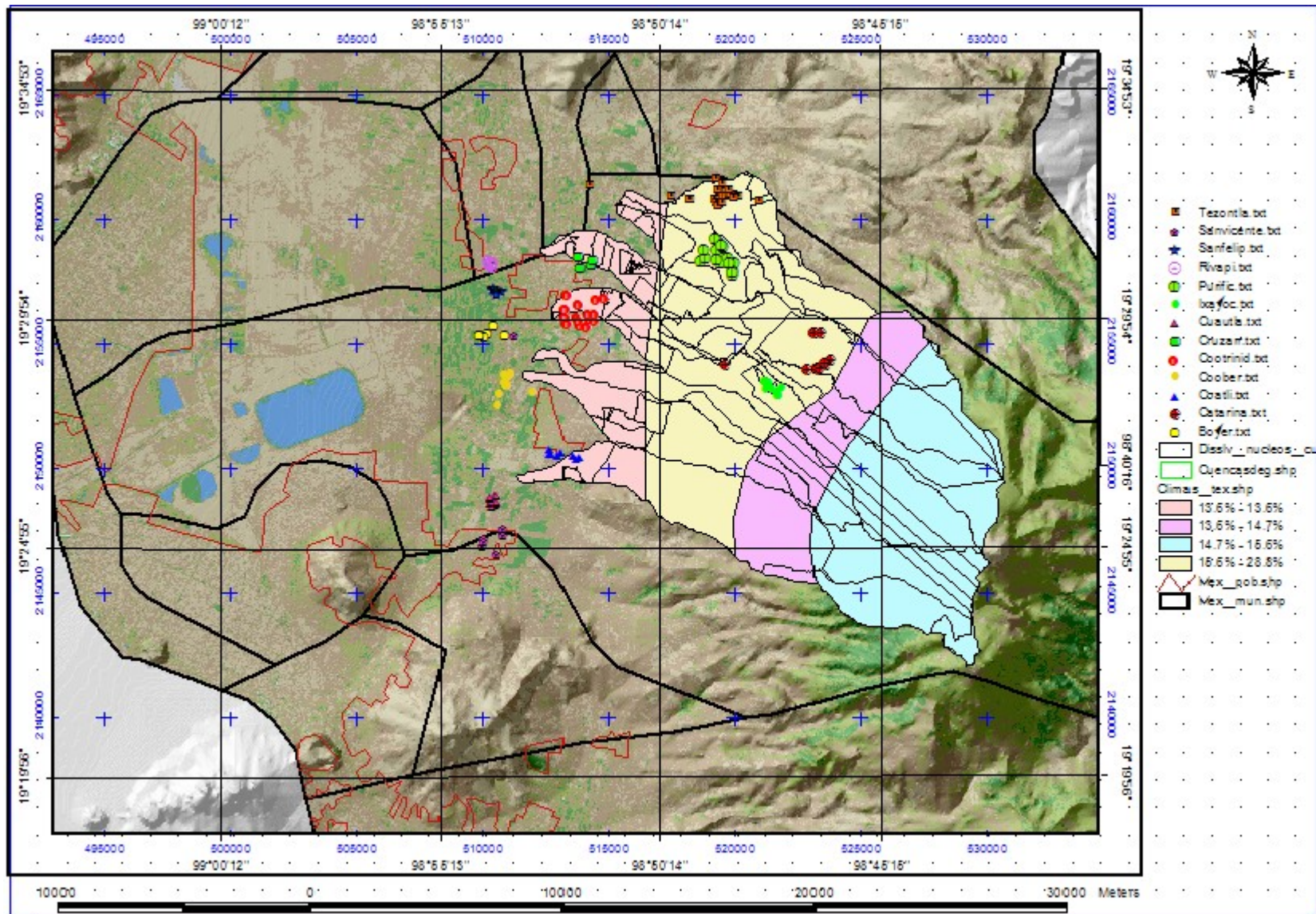


Figura 8: Muestra la distribución de los sistemas de producción de bovinos bajo condiciones de traspatio en las diferentes comunidades donde se realizaron las encuestas

Cuadro 11. Análisis de varianza para pH del estiércol tomado en diferentes fechas

Fuente de variación	Pr> F Dic. 2008	Pr> F Ene. 2008	Pr> F Feb. 2009	Pr> F Marzo 2009	Pr> F Abril 2009
Estiércol	0.6695	0.6695	0.3528	0-0236**	0.0001**
Aditivo	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001**
Forma de Manejo	0.0001**	0.0001**	0.3793	0.1052	0.0001**
Interacción Estiércol-Aditivo-forma de manejo	0.0009**	0.0009**	0.0001**	0.0014**	0.0001**

**La fuente de variación es significativa si $(Pr>F) < \alpha$; $\alpha=0.05$

Al realizar el análisis de varianza para la variable pH del estiércol, se encontró, que hay diferencias significativas en el tipo de aditivo, en la forma de manejo y en la interacción estiércol-aditivo-forma de manejo. Por otra parte el tipo de estiércol utilizado para el experimento muestra diferencia significativa sólo en las últimas dos fechas (marzo-abril 2009) en la toma del pH. Por lo anterior fue necesario realizar una prueba de medias Tukey para observar cuales de los tratamientos son diferentes para la variable respuesta pH del estiércol, los resultados se muestran en el cuadro 12.

Cuadro 12. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el pH de cada tipo de estiércol

Tratamiento	Resultados de pH para las diferentes fechas				
	Dic. 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol fresco	9.24 a	9.24 a	9.35 a	9.37 a	9.09 a
Estiércol seco	9.20 a	9.20 a	9.29 a	9.22 b	8.84 b

Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí con un valor de $\alpha=0.05$

Al hacer uso de estiércol fresco y seco para determinar el pH se observó que el estiércol seco siempre tuvo un pH menor que el estiércol fresco. Aunque estadísticamente solo existe diferencia significativa en los meses de marzo y abril

Cuadro 13. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el pH del estiércol, haciendo uso de aditivos.

		Resultados de pH para las diferentes fechas				
Tratamiento		Diciembre 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol con paja de trigo		9.49 a	9.49 a	9.37 a	9.56 a	9.26 a
Estiércol con suelo		8.70 b	8.70 b	8.94 b	8.84 b	8.61 b
Estiércol con cobertura de plástico		9.46 a	9.46 a	9.57 a	9.48 a	9.02 a

Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí con un valor de $\alpha=0.05$

En el Cuadro 13, se muestra los valores de pH del estiércol cuando éste fue mezclado con el aditivo, observándose que los valores más bajos los presenta el estiércol que fue mezclado con suelo, siendo éste tratamiento estadísticamente diferente a los otros.

Cuadro 14. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el pH del estiércol en base a la forma de manejo.

		Resultados de pH para las diferentes fechas				
Tratamiento		Dic. 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol con manejo intensivo		8.99 b	8.99 b	9.31 a	9.24 a	9.13 a
Estiércol con manejo de traspatio		9.45 a	9.45 a	9.32 a	9.35 b	8.79 b

Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí con un valor de $\alpha=0.05$

En el Cuadro 14 se presentan los valores de pH del estiércol de bovino recolectado en diferentes sistemas de manejo, observándose que en todas las fechas en que se midió pH, los valores más bajos son los del estiércol proveniente de un sistema de manejo intensivo, excepto para la fecha de abril 2009, donde el estiércol de traspatio tuvo un pH menor.

Cuadro 15. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el pH del estiércol por tratamiento y fecha, en la interacción estiércol-aditivo-forma de manejo

Tratamiento	Medias de pH				
	Dic. 2008	Enero 2009	Febrer o 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol fresco con paja intensivo	9.22 a	9.22 a	9.59 a	9.64 a	9.84 a
Estiércol fresco con suelo intensivo	8.68 a	8.68 a	9.04 a	8.96 a	8.98 a
Estiércol fresco plástico intensivo	8.85 a	8.85 a	9.08 a	9.06 a	8.64 a
Estiércol seco con paja intensivo	9.04 a	9.04 a	9.21 a	9.45 a	9.54 a
Estiércol seco con suelo intensivo	8.65 a	8.65 a	9.03 a	8.45 a	8.77 a
Estiércol seco plástico intensivo	9.50 a	9.50 a	9.82 a	9.39 a	9.04 a
Estiércol fresco con paja traspatio	10.0 a	10.0 a	9.44 a	9.84 a	9.02 a
Estiércol fresco con suelo traspatio	8.56 b	8.56 b	8.77 b	8.62 b	8.30 b
Estiércol fresco plástico traspatio	10.12 a	10.12 a	10.19 a	10.10 a	9.78 a
Estiércol seco con paja traspatio	9.71 a	9.71 a	9.35 a	9.33 a	8.66 a
Estiércol seco con suelo traspatio	8.92 a	8.92 a	8.98 a	8.82 a	8.39 a
Estiércol seco plástico traspatio	9.38 a	9.38 a	9.21 a	9.38 a	8.62 a

Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre si con un valor de $\alpha=0.05$

En el cuadro 15, se observa que, al combinar el estiércol fresco o seco de diferentes sistemas de manejo con aditivos como paja de trigo y suelo, puede observarse que el tratamiento estiércol-fresco de traspatio mezclado con suelo siempre presento el valor de pH más bajo. Por otro lado también se observa que la interacción entre el estiércol con diferente contenido de humedad, forma de manejo y el aditivo suelo permitió un valor de pH más bajo, en comparación con los valores de pH obtenidos en los tratamientos donde los elementos estaban de forma independiente.

Analizando todos los tratamientos que se establecieron en el experimento para observar el pH, se pudo observar que por lo general esta variable presentó valores más bajos al término del compostaje. Lo anterior difiere con los ensayos realizados por Galler y

Davey (1971), al reportar que el pH del estiércol de ave se elevó de 5.4 hasta 9.0 al término del compost.

Según (Sánchez-Monedero, 2001) El pH tiende a la neutralidad en la última fase debido a la formación de compuestos húmicos que tienen propiedades tampón, el hecho de que el pH se mantenga por encima de 7.5 es significativo de que existe una buena transformación.

El Cuadro 16 muestra el análisis de varianza para la variable conductividad eléctrica (CE dsm^{-1}) de la solución del estiércol, la cual fue medida en diferentes fechas, observándose diferencias significativas para todos los tratamientos, a excepción del tipo de estiércol y forma de manejo para la fecha de enero 2009. Así mismo, la interacción tipo de estiércol-aditivo-forma de manejo, no presentó diferencia significativa para las fechas de enero y marzo de 2009. Por lo anterior fue necesario realizar una prueba de medias de Tukey para observar cuáles tratamientos son diferentes para la variable conductividad eléctrica.

Cuadro 16. Análisis de varianza para la conductividad eléctrica (CE dsm^{-1}) de la solución del estiércol, tomada en diferentes fechas.

Fuente de Variación	Pr> F (Dic. 2008)	Pr> F (Enero 2008)	Pr> F (Febrero 2009)	Pr> F (Marzo 2009)	Pr> F (Abril 2009)
Estiércol	0.0220**	0.8116	0.0001**	0.0001**	0.0001**
Aditivo	0.0001**	0.0015**	0.0001**	0.0001**	0.0001**
Forma de Manejo	0.0001**	0.1264	0.0047**	0.0003**	0.0025**
Interacción Estiércol-Aditivo-forma de manejo	0.0058**	0.1752	0.0412**	0.3590	0.0054**

**La fuente de variación es significativa si $(Pr>F) < \alpha$; $\alpha=0.05$

Cuadro 17. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la conductividad eléctrica de acuerdo al tipo de estiércol.

Conductividad eléctrica dsm^{-1} del estiércol en diferentes fechas					
Tratamiento	Dic. 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol Fresco	3.40 a	4.18 a	5.71 a	6.08 a	9.24 a
Estiércol Seco	3.95 b	4.11 a	4.02 b	4.01 b	6.84 b

Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí con un valor de $\alpha=0.05$

En el Cuadro 17, se muestran los tratamientos estadísticamente diferentes para la variable conductividad eléctrica de la solución de estiércol fresco y estiércol seco, presentando los valores más bajos de conductividad el tratamiento de estiércol seco para la mayoría de las fechas.

Cuadro 18. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la variable conductividad eléctrica del estiércol, haciendo uso de aditivos.

Resultados de CE dsm^{-1} para las diferentes fechas					
Tratamiento	Diciembre 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol con paja de trigo	4.22 a	4.80 a	6.85 a	6.50 a	10.75 a
Estiércol con suelo	2.70 b	3.23 b	2.85 c	2.87 c	4.82 c
Estiércol con plástico	4.10 a	4.40 a	4.90 b	5.77 b	8.55 b

Los valores con la misma letra son estadísticamente diferentes entre sí con un valor de $\alpha=0.05$

En el Cuadro 18, se observa que al comparar las medias de conductividad eléctrica del estiércol, todos los tratamientos fueron estadísticamente diferentes en las diferentes fechas, destacando los tratamientos estiércol con paja de trigo y estiércol sin aditivo para la fecha de abril 2009 presentando los valores más altos de conductividad. Por otra parte, también se observa que los valores de conductividad en todos los tratamientos fueron cada vez mayores conforme transcurrían las fechas.

Cuadro 19. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la conductividad eléctrica de la solución del estiércol en base a la forma de manejo

Tratamiento	Resultados de CE dsm^{-1} para las diferentes fechas				
	Diciembre 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol con manejo intensivo	4.40 a	4.40 a	4.42 b	4.74 a	7.30 b
Estiércol con manejo de traspatio	2.95 b	3.89 a	5.31 a	5.36 b	8.78 a

Los valores agrupados con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí con un valor de $\alpha=0.05$

El cuadro 19, muestra a los tratamientos con diferencia significativa, siendo el tratamiento de estiércol con manejo intensivo el que presento una conductividad eléctrica menor en la mayoría de las fechas. El tratamiento de estiércol con manejo de traspatio fue aumentando su conductividad eléctrica conforme transcurría el tiempo, y solo para la fecha de enero 2009, los tratamientos no tuvieron diferencia significativa.

En el cuadro 20, muestra la interacción de estiércol fresco de manejo en traspatio mezclado con suelo, la cual fue la que presentó diferencia significativa en todas las fechas, con valores de conductividad eléctrica menor que el resto de los tratamientos (excepto para la fecha de enero 2009), así mismo la interacción estiércol seco de manejo intensivo mezclado con suelo, presento valores estadísticamente diferentes para las fechas febrero, marzo y abril de 2009. Por otra parte también se observa que los valores de conductividad eléctrica fueron aumentando de diciembre 2008 a abril 2009 en todas las interacciones.

Cuadro 20. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la conductividad eléctrica (CE dsm^{-1}) del estiércol por tratamiento y fecha, en la interacción estiércol-aditivo-forma de manejo

Tratamiento	Medias de CE dsm^{-1}				
	Dic. 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol fresco con paja intensivo	4.90 a	4.90 a	8.83 a	8.60 a	10.20 a
Estiércol fresco con suelo intensivo	3.70 a	3.70 a	3.46 a	3.56 a	6.60 a
Estiércol fresco plástico intensivo	3.93 a	3.93 a	5.06 a	6.80 a	10.13 a
Estiércol seco con paja intensivo	4.56 a	4.56 a	4.03 a	3.03 a	6.40 a
Estiércol seco con suelo intensivo	3.00 a	3.00 a	1.86 b	2.03 b	3.36 b
Estiércol seco plástico intensivo	6.33 a	6.33 a	3.30 a	4.43 a	6.83 a
Estiércol fresco con paja traspatio	3.46 a	5.16 a	9.06 a	8.80 a	16.33 a
Estiércol fresco con suelo traspatio	1.50 b	3.53 a	1.73 b	2.43 b	4.43 b
Estiércol fresco plástico traspatio	2.90 a	3.90 a	6.13 a	6.33 a	7.76 a
Estiércol seco con paja traspatio	3.96 a	4.60 a	5.46 a	5.60 a	10.06 a
Estiércol seco con suelo traspatio	2.60 a	2.70 a	4.36 a	3.46 a	4.61 a
Estiércol seco plástico traspatio	3.26 a	3.46 a	5.13 a	5.53 a	9.46 a

Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre si con un valor de $\alpha=0.05$

El comportamiento de la variable conductividad eléctrica en el experimento coincide con los resultados que presentan varios autores en diferentes trabajos realizados con estiércol de bovinos lecheros (puede constatarse en el cuadro presentado en la revisión de literatura), en donde se puede observar los valores que van de 1.4 hasta 29.6 CE dsm^{-1} , en comparación con los presentados en los cuadros 16, 17, 18, 19 y 20 que van desde 1.5 a 16.33 dsm^{-1} .

La conductividad eléctrica tiende a aumentar durante el proceso de compostaje, debido a la mineralización de la materia orgánica, esto produce un incremento en la concentración de nutrientes (Sánchez-Monedero, 2001).

La elevada concentración de sales en el compost de residuos orgánicos le confieren, un valor elevado de Conductividad eléctrica, sobre todo a altas dosis, tal como puede observarse.

Cuadro 21. Análisis de varianza para porcentaje de carbono del estiércol tomada en diferentes fechas.

Fuente de variación	Pr>F (Dic. 2008)	Pr> F (Enero 2008)	Pr> F (Febrero 2009)	Pr> F (Marzo 2009)	Pr> F (Abril 2009)
Estiércol	0.4138	0.0042**	0.0001**	0.0495**	0.3565
Aditivo	0.2954	0.0585	0.0414**	0.4557	0.0012**
Forma de Manejo	0.5225	0.9759	0.0005**	0.0193**	0.2840
Interacción Estiércol Aditivo-forma de manejo	0.1770	0.8697	0.0398**	0.0938	0.0338**

**La fuente de variación es significativa si $(Pr>F) < \alpha$; $\alpha=0.05$

En el cuadro 21, se muestra el análisis de varianza para el contenido de carbono en el estiércol, presentando diferencias significativas los tratamientos de tipos de estiércol para las fechas de enero, febrero y marzo de 2009, tipo de aditivo empleado para febrero y abril de 2009, tipo de manejo para febrero y marzo de 2009, así como en la interacción estiércol-aditivo-forma de manejo en las fechas de febrero y abril 2009. Por lo anterior se llevaron a cabo comparación de medias para ver cual de los tratamientos son estadísticamente diferentes.

Cuadro 22. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el Porcentaje de carbono de acuerdo al tipo de estiércol.

Tratamiento	Porcentaje de carbono en estiércol para las diferentes fechas				
	Diciembre 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol fresco	2.79 a	2.76 a	2.45 a	2.25 a	2.41 a
Estiércol seco	2.58 a	2.48 b	2.07 b	2.04 b	2.35 a

Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre si con un valor de $\alpha=0.05$

En el cuadro 22 puede observarse claramente que el tratamiento de estiércol seco, presenta valores en el contenido de carbono estadísticamente diferentes en las fechas de enero, febrero y marzo de 2009, con respecto al tratamiento de estiércol fresco. Así

mismo, se ve claramente que, conforme avanzo el tiempo los tratamientos fueron teniendo pérdidas en el contenido de carbono en la mayoría de los casos.

Cuadro 23. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el Porcentaje de carbono del estiércol, haciendo uso de aditivos

Porcentaje de carbono en estiércol para las diferentes fechas					
Tratamiento	Diciembre 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol con paja de trigo	4.22 a	4.80 a	6.85 a	6.50 a	10.75 a
Estiércol con suelo	2.70 b	3.23 b	2.85 c	2.87 c	4.82 c
Estiércol con plástico	4.10 a	4.40 a	4.90 b	5.77 b	8.55 b

Los valores con la misma letra son estadísticamente diferentes entre sí con un valor de $\alpha=0.05$

El cuadro 23, nos indica que el tratamiento de estiércol mezclado con suelo presentó valores de contenido de carbono estadísticamente diferentes al resto de los tratamientos en las fechas de diciembre de 2008 y enero de 2009. Por otra parte el tratamiento de estiércol sin aditivo presentó diferencia significativa en el contenido de carbono en las fechas de febrero, marzo y abril de 2009. También puede observarse que los contenidos de carbono en los tratamientos se incrementaron de manera considerable, presentando el valor más alto el tratamiento de estiércol mezclado con paja de trigo con 10.75 % de carbono.

El cuadro 24, presenta a los tratamientos estiércol con manejo en traspatio y estiércol con manejo intensivo con valores en el contenido de carbono estadísticamente diferentes únicamente para las fechas de febrero y marzo de 2009 respectivamente. Por otra parte, el contenido de carbono en los tratamientos fue disminuyendo de diciembre de 2008 a abril de 2009.

Cuadro 24. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el porcentaje de carbono del estiércol en base a la forma de manejo

Tratamiento	Porcentaje de carbono en estiércol para las diferentes fechas				
	Diciembre 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol con manejo intensivo	2.77 a	2.62 a	2.42 a	2.02 b	2.42 a
Estiércol con manejo de traspatio	2.60 a	2.62 a	2.10 b	2.27 a	2.34 a

Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí con un valor de $\alpha=0$.

Cuadro 25. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el porcentaje de carbono del estiércol por tratamiento y fecha, en la interacción estiércol-aditivo-forma de manejo

Tratamiento	Porcentaje de carbono en estiércol				
	Dic. 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol fresco con paja intensivo	2.51 a	2.93 a	2.79 a	2.23 a	2.57 a
Estiércol fresco con suelo intensivo	2.66 a	2.74 a	2.58 a	2.34 a	2.37 a
Estiércol fresco plástico intensivo	2.54 a	2.93 a	2.46 a	1.97 a	2.54 a
Estiércol seco con paja intensivo	2.38 a	2.59 a	2.44 a	1.90 a	2.44 a
Estiércol seco con suelo intensivo	2.39 a	1.90 a	1.81 a	1.33 a	2.24 a
Estiércol seco plástico intensivo	4.11 a	2.63 a	2.45 a	2.32 a	2.35 a
Estiércol fresco con paja traspatio	2.57 a	2.53 a	2.52 a	2.30 a	2.67 a
Estiércol fresco con suelo traspatio	2.53 a	2.77 a	2.13 a	2.39 a	1.74 b
Estiércol fresco plástico traspatio	2.68 a	2.69 a	2.20 a	2.27 a	2.59 a
Estiércol seco con paja traspatio	2.64 a	2.54 a	1.70 b	2.29 a	2.37 a
Estiércol seco con suelo traspatio	2.67 a	2.48 a	1.97 a	2.15 a	2.33 a
Estiércol seco plástico traspatio	2.53 a	2.74 a	1.98 a	2.24 a	2.34 a

Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre si con un valor de $\alpha=0.05$

En el cuadro 25, puede observarse que las interacciones estiércol fresco-con suelo-manejo de traspatio, para la fecha de abril 2009 y estiércol seco- con paja- manejo de traspatio, para febrero 2009, presentaron los valores más bajos en el contenido de

carbono con 1.74 y 1.70 % respectivamente, siendo significativamente diferentes al resto de las interacciones.

El comportamiento de la variable contenido de carbono en el experimento fue similar a lo reportado por Yang (2001), al mencionar que el porcentaje de carbono se incrementa cuando se hace uso de residuos de cosecha para ser mezclados con el estiércol, esto puede observarse claramente en el cuadro 25 en la comparación de medias, en donde el tratamiento de estiércol mezclado con paja de trigo siempre presento los valores más altos de carbono.

Cuadro 26. Análisis de varianza para el Porcentaje de fósforo del estiércol tomada en diferentes fechas.

Fuente de variación	Pr>F (Diciembre) 2008	Pr> F (enero) 2008	Pr> F (Febrero) 2009	Pr> F (Marzo) 2009	Pr> F (Abril) 2009
Estiércol	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001**
Aditivo	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001**
Forma de Manejo	0.0001**	0.1090	0.0001**	0.0001**	0.0001**
Interacción Estiércol-Aditivo-forma de manejo	0.2295	0.0298**	0.0001**	0.2195	0.0001**

**La fuente de variación es significativa si $(Pr>F) < \alpha$; $\alpha=0.05$

El cuadro 26, presenta el análisis de varianza para la variable contenido de fósforo del estiércol, observándose diferencia significativa para todos los tratamientos en prácticamente todos las fechas. Por lo anterior se realizaron pruebas de comparación de medias por el método de Tukey para determinar los tratamientos que son significativamente diferentes.

Al realizar la comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la variable contenido de fósforo, puede observarse que el tratamiento de estiércol fresco presentó los valores más altos, mostrándose estadísticamente diferente con respecto al tratamiento de estiércol seco, los datos se presentan en el cuadro 27.

Cuadro 27. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el porcentaje de fósforo de acuerdo al tipo de estiércol.

Porcentaje de fósforo en estiércol para las diferentes fechas					
Tratamiento	Diciembre 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol fresco	0.24 a	0.25 a	0.32 a	0.32 a	0.33 a
Estiércol seco	0.12 b	0.14 b	0.27 b	0.28 b	0.26 b

Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí con un valor de $\alpha=0.05$

Cuadro 28. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el porcentaje de fósforo en estiércol, haciendo uso de aditivos.

Porcentaje de fósforo en estiércol para las diferentes fechas					
Tratamiento	Diciembre 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol con paja de trigo	0.22 a	0.23 a	0.36 a	0.34 a	0.36 a
Estiércol con suelo	0.10 b	0.12 b	0.17 b	0.20 b	0.17 b
Estiércol con plástico	0.22 a	0.23 a	0.35 a	0.36 a	0.35 a

Los valores con la misma letra son estadísticamente diferentes entre sí con un valor de $\alpha=0.05$

El cuadro 28, muestra a los tratamientos de estiércol mezclados con aditivos, pudiéndose observar que el tratamiento de estiércol con suelo es el que tiene los contenidos más bajos de fósforo, siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos.

Cuadro 29. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el porcentaje de fósforo del estiércol en base a la forma de manejo

		Porcentaje de fósforo en estiércol para las diferentes fechas				
Tratamiento		Diciembre 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol con manejo intensivo		0.28 a	0.21 a	0.35 a	0.38 a	0.36 a
Estiércol con manejo de traspatio		0.09 a	0.18 a	0.23 b	0.22 b	0.23 b

Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí con un valor de $\alpha=0.05$

Al realizar la comparación de medias mediante la prueba de Tukey, para la variable contenido de fósforo, el cuadro 29 presenta al tratamiento de estiércol con manejo de traspatio, estadísticamente diferente al tratamiento de estiércol con manejo intensivo, presentando los porcentajes de fósforo más bajos.

El cuadro 30, muestra que las interacciones entre tratamientos de estiércol, aditivos y forma de manejo son estadísticamente iguales, solo presentando diferencias para los tratamientos estiércol seco mezclado con paja en manejo intensivo y estiércol seco mezclado con suelo en manejo intensivo para la fecha de enero 2009, así como el tratamiento de estiércol fresco mezclado con suelo en manejo de traspatio para las fechas de febrero y abril de 2009. Estos tratamientos presentaron los porcentajes más bajos de fósforo.

Como puede observarse en todos los tratamientos establecidos para la variable respuesta contenido de fósforo en el estiércol, siempre los valores más altos del porcentaje de fósforo se presentaron en los tratamientos de estiércol fresco, estiércol fresco mezclado con paja de trigo y en estiércol con manejo intensivo. Lo anterior difiere de los resultados que presentan varios autores, ya que éstos mencionan que los estiércoles secos presentan una mayor concentración de nutrimentos. Lupwayi, 2000 refiere a lo anterior, y se pueden observar los resultados en el cuadro 1.

Cuadro 30. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el porcentaje de fósforo del estiércol por tratamiento y fecha, en la interacción estiércol-aditivo-forma de manejo.

Tratamiento	Porcentaje de fósforo en estiércol				
	Dic. 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol fresco con paja intensivo	0.48 a	0.38 a	0.56 a	0.50 a	0.57 a
Estiércol fresco con suelo intensivo	0.31 a	0.19 a	0.20 a	0.35 a	0.24 a
Estiércol fresco plástico intensivo	0.45 a	0.45 a	0.56 a	0.56 a	0.59 a
Estiércol seco con paja intensivo	0.16 a	0.08 b	0.25 a	0.26 a	0.25 a
Estiércol seco con suelo intensivo	0.05 a	0.04 b	0.20 a	0.21 a	0.19 a
Estiércol seco plástico intensivo	0.23 a	0.12 a	0.33 a	0.39 a	0.31 a
Estiércol fresco con paja traspatio	0.12 a	0.24 a	0.29 a	0.26 a	0.29 a
Estiércol fresco con suelo traspatio	0.04 a	0.10 a	0.09 b	0.09 a	0.09 b
Estiércol fresco plástico traspatio	0.04 a	0.15 a	0.20 a	0.18 a	0.20 a
Estiércol seco con paja traspatio	0.12 a	0.24 a	0.33 a	0.29 a	0.31 a
Estiércol seco con suelo traspatio	0.01 a	0.16 a	0.19 a	0.17 a	0.17 a
Estiércol seco plástico traspatio	0.18 a	0.12 a	0.30 a	0.31 a	0.31 a

Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre si con un valor de $\alpha=0$.

Cuadro 31. Análisis de varianza para el porcentaje de nitrógeno del estiércol tomada en diferentes fechas.

Fuente de variación	Pr>F Diciembre 2008	Pr> F Enero 2008	Pr> F Febrero 2009	Pr> F Marzo 2009	Pr> F Abril 2009
Estiércol	0.0090**	0.6510	0.0134**	0.0003**	0.8674
Aditivo	0.0009**	0.5678	0.0824	0.0004**	0.8903
Forma de Manejo	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.9609	0.0001**
Interacción Estiércol-Aditivo-forma de manejo	0.0018**	0.0002**	0.1133	0.0001**	0.4773

**La fuente de variación es significativa si $(Pr>F) < \alpha$; $\alpha=0.05$

En el cuadro 31, se muestra el análisis de varianza para la variable contenido de nitrógeno del estiércol, observándose diferencias significativas en los diferentes tratamientos e interacciones entre éstos, por lo que se tuvo que realizar una prueba de

comparación de medias mediante método de Tukey, con la finalidad de ver los tratamientos e interacciones estadísticamente diferentes.

Cuadro 32. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el porcentaje de nitrógeno de acuerdo al tipo de estiércol.

Tratamiento	Porcentaje de nitrógeno en estiércol para las diferentes fechas				
	Diciembre 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol fresco	0.88 a	0.84 a	0.77 a	0.72 a	0.60 a
Estiércol seco	0.84 b	0.83 a	0.68 b	0.66 b	0.60 a

Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre si con un valor de $\alpha=0.05$

El cuadro 32, muestra la comparación de medias para el porcentaje de nitrógeno en los tratamientos de estiércol fresco y estiércol seco, pudiéndose observar que los valores más bajos los presenta el estiércol seco en la fechas de diciembre de 2008, febrero y marzo de 2009.

El cuadro 33, nos muestra que el tratamiento de estiércol mezclado con suelo, en la mayoría de las veces presentó el valor más bajo de nitrógeno, siendo estadísticamente diferente en diciembre de 2008, mientras que el tratamiento de estiércol sin aditivo, fue diferente en el mes de marzo de 2009.

Cuadro 33. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el porcentaje de nitrógeno del estiércol, haciendo uso de aditivos.

Tratamiento	Contenido de nitrógeno en estiércol para las diferentes fechas				
	Diciembre 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol con paja de trigo	0.89 a	0.84 a	0.77 a	0.72 a	0.60 a
Estiércol con suelo	0.82 b	0.82 a	0.68 a	0.70 a	0.60 a
Estiércol con plástico	0.87 a	0.84 a	0.71 a	0.64 b	0.60 a

Los valores con la misma letra son estadísticamente diferentes entre sí con un valor de $\alpha=0.05$

Cuadro 34. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el porcentaje de nitrógeno del estiércol en base a la forma de manejo

Contenido de nitrógeno en estiércol para las diferentes fechas					
Tratamiento	Diciembre 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol con manejo intensivo	0.91 a	0.90 a	0.85 a	0.69 a	0.63 a
Estiércol con manejo de traspatio	0.82 b	0.77 b	0.60 b	0.69 a	0.56 b

Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí con un valor de $\alpha=0.05$

En el cuadro 34, se presentan los valores de las medias para el contenido de nitrógeno en los tratamientos de estiércol con manejo intensivo y estiércol con manejo de traspatio, observándose claramente que los valores estadísticamente diferentes son del tratamiento de estiércol con manejo de traspatio, mostrando los valores más bajos en el contenido de nitrógeno.

En el cuadro 35, se puede observar que la interacción de estiércol fresco mezclado con suelo y proveniente de lugares con manejo de traspatio fue la que presentó bajos contenidos de nitrógeno, siendo estadísticamente diferente para los meses de diciembre de 2008, enero y marzo de 2009. Así mismo, se muestra como los tratamientos fueron perdiendo nitrógeno a través del paso del tiempo.

La variable respuesta contenido de nitrógeno del estiércol, presentó un comportamiento similar a la de contenido de fósforo, ya que los tratamientos de estiércol fresco, estiércol fresco mezclado con paja de trigo y estiércol con manejo intensivo mostraron los valores más altos de porcentaje de nitrógeno con respecto a los tratamientos de estiércol seco.

Cuadro 36. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el porcentaje de nitrógeno del estiércol por tratamiento y fecha, en la interacción estiércol-aditivo-forma de manejo

Tratamiento	Porcentaje de nitrógeno en estiércol				
	Diciembre 2008	Enero 2009	Febrero 2009	Marzo 2009	Abril 2009
Estiércol fresco con paja intensivo	0.95 a	0.97 a	0.97 a	0.75 a	0.58 a
Estiércol fresco con suelo intensivo	0.93 a	0.95 a	0.91 a	0.73 a	0.62 a
Estiércol fresco plástico intensivo	0.91 a	0.93 a	1.02 a	0.63 a	0.67 a
Estiércol seco con paja intensivo	0.95 a	0.96 a	0.88 a	0.68 a	0.67 a
Estiércol seco con suelo intensivo	0.80 a	0.88 a	0.66 a	0.70 a	0.68 a
Estiércol seco plástico intensivo	0.91 a	0.71 a	0.65 a	0.63 a	0.59 a
Estiércol fresco con paja traspatio	0.86 a	0.77 a	0.58 a	0.63 a	0.58 a
Estiércol fresco con suelo traspatio	0.76 b	0.68 b	0.52 a	0.52 b	0.55 a
Estiércol fresco plástico traspatio	0.87 a	0.74 a	0.67 a	0.67 a	0.60 a
Estiércol seco con paja traspatio	0.80 a	0.68 b	0.57 a	0.80 a	0.58 a
Estiércol seco con suelo traspatio	0.80 a	0.76 a	0.65 a	0.86 a	0.56 a
Estiércol seco plástico traspatio	0.79 a	0.98 a	0.53 a	0.63 a	0.52 a

Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre si con un valor de $\alpha=0.05$

En el cuadro 36 dsm^{-1} , se puede observar que la interacción de estiércol fresco mezclado con suelo y proveniente de lugares con manejo de traspatio fue la que presentó bajos contenidos de nitrógeno, siendo estadísticamente diferente para los meses de diciembre de 2008, enero y marzo de 2009. Así mismo, se muestra como los tratamientos fueron perdiendo nitrógeno a través del paso del tiempo.

5. CONCLUSIONES

- Con el uso de los aditivos se pudo comprobar que se puede reducir la pérdida de los nutrientes y se manejan en fresco de manera inmediata y evitar la contaminación de agua y el ambiente
- Se consiguió conocer la producción de los estiércoles en Texcoco
- En los sistemas de traspatio no se tiene un manejo inmediato para los estiércoles
- En los sistemas intensivo de bovinos lecheros se hace la incorporación del estiércol para la producción de los forrajes
- El aditivo suelo y paja son los que redujeron la pérdida de nitrógeno del estiércol
- El uso que tienen los estiércoles en el municipio de texcoco es el de abonar las tierras de cultivo y árboles frutales, hacer compost para los invernaderos

6. LITERATURA CITADA

- Barnard DR, Harms HR. R.1992. Growth and survival of house fly in response to selected physical and chemical properties of poultry manure. *J. Econom Entomol.*85:1213: 1217.
- Barnard D.R. Y H. Harms R., y D. Sloan R. 1998. Biodegradation of poultry manure by house fly (Diptera: Muscidae). *Environ. Entomol.*27:600-605.
- Castellanos R.J. 1984. El Estiércol para uso agrícola en la región lagunera. CAELALA-CIAN-INIA. Torreón Coahuila Méx.
- Castellanos R.J.Z y Reyes C.,J.L. 1982. La utilización del Estiércol en la agricultura memoria del primer ciclo internacional. Torreón Coahuila Méx.
- Dao T. H., y M. Cavigelli A. 2003. Mineralizable carbon, nitrogen, and water-extractable phosphorus release from stockpiled and composted manure and manure-amended soils. *Agron. J.* 95:405-413.
- Eghball B. 2002. Soil properties as influenced by phosphorus-and nitrogen-based manure and compost applications. *Soil Sci Soc Am J.* 94.128-135.
- Eghball B. y J. Power F. 1999. Phosphorus-and nitrogen-based manure and compost applications: Corn production and soil phosphorus. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:895-901.
- FAO. 1990, Mapa mundial de suelos. Leyenda revisada. Edit. FAO-UNESCO. Roma, Italia. pp. 54,90-91
- Galler WS, Davey CB. 1971. Higt rate poultry manure composting with sawdust. In: livestock Waste Management and pollution. Abatment. Procc. Of the Internacional Symposium on Livestock Wastes. Am. Soc. Of Ag. Engineers. North Carolina State University, USA. Pp 159-162.
- García E.M., 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen. OFFSET LARIOS. México, D.F. 217 pp.
- García-Gil J.C., C. Plaza, P. Soler-Rovira y A. Polo. 2000. Long-term effects of municipal solid waste compost application on solid enzyme activities and microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.*32:1907-1913.
- Griffin T. S., C. Honeycutt W., y Z. He. 2003. Changes in soil Phosphorus from manure application. *Soil Sci. Soc. Am. J.:*67:645-653.
- INEGI. 1986. Cartas: Geológica, Vegetación y Uso del Suelo, Hidrología Subterránea y Topográfica, escala 1:250,000 de la Hoja Ciudad de México. SPP, México D.F.

- INEGI. 1996. Espaciomapa escala 1:250,000 de la Hoja Ciudad de México. Aguascalientes, México.
- Jung KJ, Yang EJ. E.2001. Recycling technology of livestock wastes. 163-194 pp. In: proceeding of a seminar in commemorations of FFTC's 30^a anniversary national Taiwan University (ed.) Issues in the management of agricultural resources. Taipei, Taiwan.
- Kaplan LD, R. Hartenstein, F. Edward N., y M. Malecki. R. 1980. Physicochemical requirements in the environment of the earthworm *Eisenia foetida*. Soil Biol. Biochem.12:347-352.
- Krider ND. 1991. Innovatite utilization of de animal waste. In: National Livestock poultry and Aquaculture Waste Management Proc. Of the National Workshop. Am Soc.of Ag.
- Engineers. Eds. Blake, J, J Donald and W. USDA-Soil conservation Service, Washington, USA Pp 82-88.
- Leslie, G. C. P., G. Daigger T., y H. Lim. C.1999. Biological Wastewater Treatment Seacod Edition. Edit. Marcel Dekker, Inc. New York, USA. Pp 61-113.
- Lupwayi N. Z., M. Girma, y I. Haque. 2000. Plant nutrient contents of cattle manures from Small-scale farms and experimental stations in the Ethiopian highlands. Agriculture, Ecosystems and environment. 78:57-63.
- Martínez C. C., 1996. Potencial de la lombricultura. Lombricultura Técnica. Mex. D.F. 134 p.
- Martínez A. A., 1998. A grande e poderosa minhoca: manual práctico do minhocultor. 4^a. Edicado. Editorial ABDR. São Paulo.
- Misra R V, Roy RN. 2002. On- farm composting methods. Natural Resource, Agriculture and Engineering Service, Cooperative Extension. Ithaka, New York. USA. 150p.
- Moore J. A, y R. White K.1983. Criteria for selecting manure handling and land application systems. *In*: Dairy Housing II. Proc. Of the Second National Dairy Housing Conference. Am. Soc. Of Ag. Engineers. Oregon Agriculture Experiment Station Corvallis. Oregon, USA. Pp 36-44.
- Ortiz S., C. A. y H. E. Cuanalo de la C. 1981. Metodología del Levantamiento Fisiográfico. Un Sistema de Clasificación de Tierras. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Oste L. L., T. Lexmond M., Y H. Willem V. 2002. Metal immobilization in soils using synthetic zeolites. J. Environ. Qual. 31:813-821.

- Powers W.,J. 2000. Odor control for livestock systems. *J. Anim. Sci.* 77:169-175.
- Prigge E. C., y W, Bryan B. 1991. Recycling and potential problems of excreta from beef cattle on pasture in the east. In: National Livestock Poultry and Aquaculture Waste Management. Proc. Of the National Workshop. Am. Soc. Of Ag. Engineers. Eds. Blake, J., J. Donald and W. Magette. Virginia University, USA. Pp 258-262.
- Quintero RL, Ferrera-Cerrato R, Etchevers BJD, García CNE, Rodríguez KGR, Alcantar GG y Aguilar SA. 2003. enzimas que participan en el proceso de vermicompostaje. *Terra.* 21:73-80.
- Reinecke AJ, Viljoen AS, y Saayaman JR. 1992. The suitability of *Eudrilus euganiae*, *Perionyx excavatus* and *Eisenia foetida* (Oligochaeta) for vermicomposting in southern Africa in terms of their temperature requirements. *Soil Biol. Biochem.* 24:1295-1307
- Romero-Lima MDR, Trinidad-Santos A, García-Espinosa R y Ferrera-Cerrato R. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *Agrociencia* 34:261-269
- Sánchez-Monedero, M.A., Roig A., Paredes, C. Y Bernal, M. P. 2001. Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH , EC and maturity of the composting mixtures. *Biores. Technol.*, 78(3):301-308
- Santamaría-Romero S, Ferrera-Cerrato R, Almaraz SJJ, Galvis AS, y Barrios IB. 2001. Dinámica y relaciones de microorganismos, C-orgánico y N-total durante el composteo y vermicomposteo y vermicomposteo. *Agrociencia* 35:377-384.
- Smith JJ. 1991. Our responsibility in animal waste management In: National Livestock poultry and Aquaculture Waste Management proc. Of the National Workshop. Am. Soc. Of Ag. Engineers. Eds. Blake, J., J. Donald and W. Magette. Agronomy and Product Development, USA. Pp 121-127.
- Whalen JK, Chang G, Clayton W y J. Carefoot P. 2000. Cattle manure amendments can increase the pH of acid Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:962-966.
- Yang S. 2001. Recent advances in composting. 216 pp. In: Proceeding of a seminar in commemorations of FFTC's 30th anniversary national Taiwan University (ed) Issues in the management of agricultural resources. Taipei, Taiwan.
- Zhu J. 2000. A review of microbiology in swine manure odor control. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78:93-106.

7. APENDICE

Cuadros que muestran la producción de estiércol de las unidades de producción de traspatio o familiar

Cuadro 1. Muestra la producción de estiércol en los sistemas de traspatio de la comunidad de Boyeros

Boyeros	X	Y	msnm	Peso Promedio	Numero de animales	Kg. De estiércol al día por animal	Prod. al día por ható	Días /año	Prod/Año/kg
Francisco Ortiz Medina	-98.902667	19.493333	2228	430	8	7	56	365	20440
José Humberto Ayala Alemán	-98.903861	19.492083	2231	400	12	7	84	365	30660
José Guadalupe Ramírez Ayala	-98.905500	19.492361	2231	450	7	7	49	365	17885
Moisés Blancas	-98.900219	19.496083	2238	456	9	7	63	365	22995
Don Jocoque	-98.896083	19.492361	2239	434	14	7	98	365	35770
Juana Sánchez	-98.905889	19.492722	2229	244	12	7	84	365	30660
							t/día 0.434		t/año 158.41

Cuadro 2. Muestra la producción de estiércol en los sistemas de traspatio de la comunidad de Cuautlalpan

CUAUTLALPAN	X	Y	msnm	Peso Promedio	Numero de animales	Kg. De Estiércol al día por animal	Prod. al día por ható	Días /año	Prod/Año/kg
Miguel Hernández	-98.900250	19.433028	2281	450	15	7	105	365	38325
Miguel Ángel Galicia D	-98.899861	19.431583	2264	450	30	7	210	365	76650
José Luis Dosseti	-98.901000	19.433056	2252	450	13	7	91	365	33215
Encarnación Vera Uribe	-98.899778	19.431056	2252	450	21	7	147	365	53655
Juana Montoya	-98.900611	19.431778	2259	450	6	7	42	365	15330
Josefina Hernández	-98.900889	19.430806	2253	450	9	7	63	365	22995
Juan Cruz Salinas	-98.901250	19.431694	2249	450	4	7	28	365	10220
Alfonso Montero Veloz	-98.899278	19.432056	2260	450	5	7	35	365	12775
María Luisa Ortiz	-98.900389	19.432417	2279	450	7	7	49	365	17885
Ana Llamas	-98.900778	19.432500	2327	450	8	7	56	365	20440
Araceli Reyes	-98.898806	19.432667	2259	450	4	7	28	365	10220
María Alberta Mérida	-98.899694	19.434972	2253	450	25	7	175	365	63875
Andrés Flores Jiménez	-98.899278	19.434583	2249	450	16	7	112	365	40880
Agustín Salas Salazar	-98.901639	19.433750	2260	450	9	7	63	365	22995
Alicia Vargas	-98.901611	19.433861	2345	450	14	7	98	365	35770
							t/ día 1.302		t/año 475.23

Cuadro 3. Muestra la producción de estiércol en los sistemas de traspatio de la comunidad de Magdalena Panoaya

Magdalena Panoaya	X	Y	msnm	Peso Promedio	Numero de animales	Kg. De Estiércol al día por animal	Prod. al día por ható	Días /año	Prod/Año/kg
Agustina Sánchez	-98.914944	19.534528	2241	450	23	7	161	365	58765
Ricardo Morales Castañeda	-98.912861	19.540389	2240	450	34	7	238	365	86870
Antonio Pedraza	-98.914944	19.533583	2245	450	65	7	455	365	166075
Bernardino Hernández Ibarra	-98.914944	19.534417	2242	450	7	7	49	365	17885
Ricardo González	-98.913417	19.539639	2245	450	8	7	56	365	20440
Beatriz Tapia Pérez	-98.905694	19.533500	2249	450	11	7	77	365	28105
Lidia Báez	-98.904917	19.534056	2247	450	24	7	168	365	61320
Pablo Rendón Alvarado	-98.915000	19.533500	2247	450	6	7	42	365	15330
Guadalupe Serán	-98.906389	19.538056	2248	450	8	7	56	365	20440
Juan Alvarado	-98.905778	19.533500	2247	450	17	7	119	365	43435
Norma Aguirre García	-98.906778	19.538056	2247	450	8	7	56	365	20440
Ernesto Aguilar	-98.900750	19.533833	2247	450	19	7	133	365	48545
Emiliano García.	-98.901028	19.539000	2249	450	23	7	161	365	58765
Ricardo Álvarez Martínez	-98.901028	19.538944	2249	450	22	7	154	365	56210
Heriberto Martínez Palacios	-98.902806	19.538944	2249	450	24	7	168	365	61320
Ignacio Martínez Palacios	-98.901528	19.537278	2252	450	27	7	189	365	68985
Jairo García	-98.901500	19.540500	2251	450	39	7	273	365	99645
Clemente García	-98.900472	19.540722	2251	450	32	7	224	365	81760
Demetrio Costa	-98.904917	19.539472	2248	450	26	7	182	365	66430
							t/día 2.961		t/año 1080.765

Cuadro 4. Muestra la producción de estiércol en los sistemas de traspatio de la comunidad de Rivapalacio

RIVAPALACIO	X	Y	msnm	Peso Promedio	Numero de animales	Kg. De Estiércol al día por animal	Prod. al día por ható	Días /año	Prod/Año/kg
Diego López Herrera	-98.900936	19.517697	2247	450	3	7	21	365	7665
Francisco Rendón cano	-98.901669	19.518522	2249	450	15	7	105	365	38325
Francisco Hernández	-98.901392	19.518703	2249	450	17	7	119	365	43435
Miguel Aguilar cano	-98.901336	19.518714	2249	450	21	7	147	365	53655
Serapio Herrera Buendía	-98.901106	19.518647	2252	450	4	7	28	365	10220
Ascencio Márquez	-98.901614	19.518675	2251	450	7	7	49	365	17885
Guadalupe Cano Pedraza	-98.901628	19.518719	2251	450	9	7	63	365	22995
Cristina Ramírez López	-98.901539	19.518703	2249	450	4	7	28	365	10220
Salome González	-98.901747	19.518600	2249	450	5	7	35	365	12775
Teofilo Acosta Gallegos	-98.902017	19.519042	2252	450	3	7	21	365	7665
Benjamín González Pérez	-98.901833	19.518139	2234	450	13	7	91	365	33215
							t/día 0.707		t/año 258.055

Cuadro 5. Muestra la producción de estiércol en los sistemas de traspatio de la comunidad de San Bernardino

SAN BERNARDINO	X	Y	msnm	Peso Promedio	Numero de animales	Kg. De Estiércol al día por animal	Prod. al día por ható	Días /año	Prod/Año/kg
Roberto Carrillo Banderas	-98.885611	19.471444	2244	450	23	7	161	365	58765
Juventino Pérez Sánchez	-98.899444	19.467139	2252	450	3	7	21	365	7665
Julián Anides	-98.894306	19.477806	2250	450	13	7	91	365	33215
Concepción Sosa Ramírez	-98.895333	19.474222	2247	450	15	7	105	365	38325
Víctor espinosa Muñoz	-98.895111	19.477722	2247	450	17	7	119	365	43435
Irene Velásquez	-98.894139	19.478722	2245	450	19	7	133	365	48545
Jesús Flores Sánchez	-98.895167	19.474750	2240	450	23	7	161	365	58765
Reyes Pérez	-98.896250	19.473972	2243	450	25	7	175	365	63875
Manuel Elizalde Báez	-98.896750	19.475139	2247	450	16	7	112	365	40880
Alonso Garrido	-98.898333	19.471056	2251	450	13	7	91	365	33215
Juan Pérez García	-98.896361	19.478000	2247	450	19	7	133	365	48545
							t/día 1.302		t/año 475.23

Cuadro 6. Muestra la producción de estiércol en los sistemas de traspatio de la comunidad de San Felipe

San Felipe	X	Y	msnm	Peso Promedio	Numero de animales	Kg. De Estiércol al día por animal	Prod. al día por ható	Días /año	Prod/Año/kg
Abelino Onofre	-98.897111	19.508694	2247	450	13	7	91	365	33215
Marcos Rivas	-98.900172	19.510028	2249	450	2	7	14	365	5110
Epifanio Cervantes	-98.900389	19.509639	2249	450	4	7	28	365	10220
Servando Espitia	-98.900333	19.509611	2249	450	7	7	49	365	17885
Sofía Espinosa	-98.898944	19.508556	2252	450	19	7	133	365	48545
Raymundo Castro	-98.899139	19.508250	2243	450	25	7	175	365	63875
Julio Fuentes	-98.899250	19.507528	2247	450	13	7	91	365	33215
							t/día 0.581		t/año 212.065

Cuadro 18. Muestra la producción de estiércol en los sistemas de traspatio de la comunidad de Sn. Juan Tezontla

Sn. Juan Tezontla	X	Y	msnm	Peso Promedio	Numero de animales	Kg. De Estiércol al día por animal	Prod. al día por ható	Días /año	Prod/Año/kg
Mirna Velásquez Ramírez	-98.813361	19.543000	2250	450	13	7	91	365	33215
Carlos Gpe. Giles Ríos	-98.815500	19.544917	2247	450	23	7	161	365	58765
Petra Hernández García	-98.815056	19.544806	2247	450	43	7	301	365	109865
Jerónimo Miranda	-98.814917	19.544694	2245	450	54	7	378	365	137970
Rosa Rodríguez Ortiz	-98.814222	19.542861	2240	450	34	7	238	365	86870
Juan Carlos Saavedra García	-98.814167	19.542889	2252	450	23	7	161	365	58765
Beatriz Arguelles Romero	-98.809639	19.543639	2243	450	32	7	224	365	81760
Nazario Velásquez Aguilar	-98.832722	19.542806	2247	450	31	7	217	365	79205
Jorge Miranda Velásquez	-98.815889	19.545000	2247	450	12	7	84	365	30660
Javier López Serafín	-98.807861	19.543000	2245	450	22	7	154	365	56210
Adela Duran Lozano	-98.817333	19.541972	2243	450	44	7	308	365	112420
Oscar Ruiz Gutiérrez	-98.800167	19.541417	2247	450	67	7	469	365	171185
Cecilia Quintana Gaona	-98.800000	19.541389	2240	450	54	7	378	365	137970
Mauricio Enciso Carvajal	-98.816333	19.540722	2252	450	32	7	224	365	81760
Paula Vásquez	-98.815417	19.540306	2243	450	12	7	84	365	30660
Sixto Pérez	-98.815806	19.539556	2247	450	11	7	77	365	28105
Agustín Aguilar	-98.814111	19.540722	2247	450	10	7	70	365	25550
Lilia Barrera	-98.812639	19.543083	2245	450	9	7	63	365	22995
Maria Gpe. Luna	-98.811361	19.543417	2250	450	8	7	56	365	20440
Fausto Miranda	-98.811111	19.543333	2247	450	7	7	49	365	17885
Emma Miranda	-98.809972	19.542278	2247	450	16	7	112	365	40880
Juan Miranda Aguilar	-98.809722	19.542222	2245	450	15	7	105	365	38325
Victoriano García Hernández	-98.826500	19.541750	2240	450	14	7	98	365	35770
Miguel Pineda Hernández	-98.816250	19.549583	2252	450	13	7	91	365	33215
Prisciliana Miranda	-98.814000	19.547333	2243	450	12	7	84	365	30660
Maria Eugenia Miranda	-98.863889	19.547222	2247	450	11	7	77	365	28105
							t/día 4.445		t/año 1622.425

Cuadro 19. Muestra la producción de estiércol en los sistemas de traspatio de la comunidad de SAN PABLO IXAYOC

SAN PABLO IXAYOC	X	Y	msnm	Peso Promedio	Numero de animales	Kg. De Estiércol al día por animal	Prod. al día por hato	Días /año	Prod/Año/kg
Rosa Pineda Arce	-98.792750	19.470139	2243	450	3	7	21	365	7665
Yessenia Pineda Vivar	-98.792944	19.470250	2247	450	2	7	14	365	5110
Maria de Lourdes Sánchez	-98.793111	19.470500	2240	450	5	7	35	365	12775
Ricardo Sánchez Rosas	-98.792806	19.471861	2252	450	4	7	28	365	10220
Victorio Vivar	-98.791472	19.473278	2243	450	7	7	49	365	17885
Juventino Ortega	-98.795417	19.472472	2247	450	13	7	91	365	33215
Fabian Moreno	-98.796417	19.474639	2247	450	16	7	112	365	40880
Braulio Enríquez	-98.796194	19.474806	2245	450	26	7	182	365	66430
Lázaro de la Rosa Sánchez	-98.797333	19.475111	2250	450	14	7	98	365	35770
Manuel Gómez	-98.797333	19.472472	2247	450	33	7	231	365	84315
Arturo Solano	-98.797972	19.475472	2247	450	11	7	77	365	28105
Juan Gutiérrez Sánchez	-98.797694	19.475444	2245	450	10	7	70	365	25550
							t/ día 1.008		t/año 367.92

Cuadro 20. Muestra la producción de estiércol en los sistemas de traspato de la comunidad de SANTA CATARINA

SANTA CATARINA	X	Y	msnm	Peso Promedio	Numero de animales	Kg. De Estiércol al día por animal	Prod. al día por hato	Días /año	Prod/Año/kg
Héctor cornejo	-98.772944	19.484028	2247	450	7	7	49	365	17885
Agustín Velásquez	-98.812861	19.482083	2247	450	6	7	42	365	15330
Pablo Linares	-98.778167	19.480944	2245	450	13	7	91	365	33215
Pánfila Torres	-98.778417	19.480556	2243	450	19	7	133	365	48545
Marcia Torres	-98.782056	19.480111	2247	450	21	7	147	365	53655
Maria Hilaria Antonio	-98.777556	19.480944	2240	450	20	7	140	365	51100
José Joaquín Hernández	-98.779444	19.493667	2252	450	13	7	91	365	33215
Alejandro Zúñiga	-98.776861	19.493667	2243	450	12	7	84	365	30660
Margarita Velásquez	-98.775006	19.482028	2247	450	11	7	77	365	28105
Maria Miranda	-98.775389	19.482389	2247	450	13	7	91	365	33215
							t/día 0.945		t/ año 344.925

Cuadro 21. Muestra la producción de estiércol en los sistemas de traspato de la comunidad de SANTA CRUZ SANTA CRUZ DE ARRIBA

	X	Y	msnm	Peso Promedio	Numero de animales	Kg. De Estiércol al día por animal	Prod. al día por hato	Días /año	Prod/Año/kg
Nabor Venegas Espinoza	-98.901333	19.517806	2245	450	12	7	84	365	30660
Francisco Martínez Rodríguez	-98.863556	19.517806	2243	450	34	7	238	365	86870
Maria Luisa Hernández	-98.867917	19.516722	2247	450	56	7	392	365	143080
Pedro Nieves	-98.863556	19.517806	2240	450	7	7	49	365	17885
Celia Mejia Hernández	-98.868167	19.520833	2252	450	23	7	161	365	58765
Domingo Corona	-98.863139	19.519972	2243	450	45	7	315	365	114975
							t/día 1.239		t/año 452.235

Cuadro 22. Muestra la producción de estiércol en los sistemas de traspatio de la comunidad de SAN VICENTE CHICOLOAPAN

SAN VICENTE CHICOLOAPAN	X	Y	Peso Promedio	Numero de animales	Kg. De Estiércol al día por animal	Prod. al día por ható	Días /año	Prod/Año/kg
Valentín Fernández	-98.896500	19.420139	450	61	7	427	365	155855
Yahaira	-98.896500	19.420139	450	72	7	504	365	183960
Tranquilino Pimentel	-98.892278	19.492806	450	34	7	238	365	86870
Abel Alcantar Romero	-98.899167	19.413167	450	25	7	175	365	63875
Gabriel Gálvez valencia	-98.904167	19.418972	450	13	7	91	365	33215
Eduardo Aldame	-98.896528	19.422361	450	23	7	161	365	58765
Jesús Álvarez	-98.904583	19.416306	450	12	7	84	365	30660
Juan Ortega	-98.903750	19.418083	450	11	7	77	365	28105
						t/día 1.757		t/año 641.305