

PROPUESTA PARTICIPATIVA PARA EL MANEJO INTEGRAL DE EXCRETAS DE GANADO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE TRASPATIO, CASO MICROCUENCA LA JOYA, QUERÉTARO

PARTICIPATORY PROPOSAL FOR THE INTEGRAL MANAGEMENT OF LIVESTOCK MANURE IN FAMILY PRODUCTION SYSTEMS, CASE MICROCUENCA LA JOYA, QUERÉTARO

Contreras Contreras, E.A.^{1*}, Gómez Rosales, S.¹, Bustos Contreras, D.E.², Ángeles, M.L.¹

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Km. 1 Carretera a Colón, Ajuchitlán, Colón, Qro. ²Centro de Investigación Regional del Centro, Campo Experimental-Querétaro. Av. Pasteur Sur #414, Col. Valle Alameda.

*Autor de correspondencia: contreras.elsa@inifap.gob.mx

ABSTRACT

A serious problem identified in La Joya microbasin is the inadequate management of animal excretions. The potential risk of contamination of the drinking water sources for human and animal populations demands the need to generate technologies that lead to environment-friendly production systems. The objective of this study was to document the factors associated to the adoption of ensilage technology and manure worm composting as part of a participative proposal for technology transference. The information presented next is the result of a participative study in the microbasin, where four demonstrative modules for manure management were established, two training workshops were carried out on worm composting and manure ensilage which 45 producers attended and, later, follow-up visits were performed in 16 production units where a questionnaire was applied making emphasis on the manure management practices, availability, location, corral cleaning actions and facilities, workforce employed, destination of the manure, use of chemical fertilizers, and factors why the decision was adopted; the sampling was directed at producers who received the training. As part of the conclusions it was found that the technologies were accepted by inhabitants of the microbasin, primarily because they adapt to the socioeconomic context of the communities, are of easy use and management by all family members, promote family organization in work division, do not imply a high cost and, on the contrary, there are savings in fertilizer purchase; also, the contamination of water sources is avoided and soil regeneration is promoted, especially in the PU II (intermediate marriages, between 40 and 59 years) which have the potential of recovering 54 % of the nitrogen and phosphorus that animals excrete.

Keywords: microbasin, appropriate technology, worm composting, manure ensilage, rural development.

RESUMEN

Un problema grave identificado en la microcuenca La Joya es el inadecuado manejo de excretas animales. El riesgo potencial de contaminación de las fuentes de agua de bebida para la población humana y los animales demanda la necesidad de generar tecnologías que conduzcan a sistemas de producción amigables con el medio ambiente. El objetivo de este trabajo fue documentar los factores asociados a la adopción de la tecnología de ensilaje y lombricompostaje de estiércol como parte de una propuesta participativa para la transferencia de tecnología. La información que se presenta a continuación es resultado de un trabajo participativo en la microcuenca, en donde se establecieron cuatro módulos demostrativos sobre manejo del estiércol, se realizaron dos talleres de capacitación sobre lombricomposta y ensilaje de estiércol a los cuales asistieron 45 productores y, posteriormente, se realizaron visitas de seguimiento en 16 unidades

de producción, en las que se aplicó un cuestionario haciéndose énfasis en las prácticas de manejo del estiércol, la disponibilidad, ubicación, forma y facilidades de limpieza de corrales, mano de obra empleada, destino del estiércol, uso de fertilizantes químicos, y los factores por los que se decidió adoptar la tecnología, el muestreo fue dirigido a productores que recibieron la capacitación. Como parte de las conclusiones se encontró que las tecnologías fueron aceptadas por los habitantes de la microcuenca principalmente porque se adaptaron al contexto socioeconómico de las comunidades, son de fácil uso y manejo por todos los miembros de la familia, promueven la organización familiar en la división del trabajo, no les implica un costo elevado y, por el contrario, hay ahorros en la compra de fertilizantes; se evita contaminación de fuentes de agua y se promueve la regeneración de suelo, en especial en las UP II (matrimonios intermedios, entre 40 y 59 años) que tienen el potencial de recuperar 54% del nitrógeno y fósforo que excretan los animales.

Palabras clave: microcuenca, tecnología apropiada, lombricomposta, ensilaje de estiércol, desarrollo rural.

INTRODUCCIÓN

La producción pecuaria contribuye al crecimiento del producto interno bruto, en algunos casos ayuda a dinamizar las exportaciones de productos pecuarios, genera empleos, además de ser proveedor de alimentos y es factor clave para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural sustentable (De Grammont, 2009).

En este contexto los sistemas de producción de traspatio en México siguen siendo pilar sustentante de la economía familiar; actualmente en cada familia del medio rural se encontrará al menos una especie animal productiva: bovinos, ovinos, caprinos, aves, porcinos, equinos, entre otros (Soto *et al.*, 1983; CEDRSSA, 2016).

Actualmente la directriz de los proyectos agropecuarios para el desarrollo de las comunidades rurales, es la sustentabilidad ambiental, económica y social. Reconocer la importancia de cada elemento y aprender a realizar un correcto uso y aprovechamiento de ellos es la manera de lograr la subsistencia de las comunidades (Casas, 2002). Para aprender a integrar los factores involucrados se necesita la asimilación de que, dados los modelos productivos modernos, no hay recursos inagotables (agua, suelo, biodiversidad, se desgastan y se agotan), lo que está llevando a un deterioro acelerado e irreversible de los sistemas productivos y sociales, con lo que se está arriesgando la vida futura del planeta en su conjunto (Toledo, 2013; SEMARNAT, 2016).

Las necesidades actuales requieren de conocimientos científicos y tecnológicos con los que se logre una eficiencia productiva que arroje resultados más competitivos pero que no comprometan los recursos futuros, asimismo se debe dotar a los productores rurales de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes para que ellos mismos quieran, sepan y puedan protagonizar la solución de su problemática, promoviendo así, su participación como

actores principales en la gestión de su desarrollo (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, 2016).

En la microcuenca La Joya, Municipio de Querétaro, opera un proyecto financiado por la Fundación Gonzalo Río Arronte en coordinación con la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), entre otras instituciones, el cual tiene como objetivo implementar 70 buenas prácticas que contribuyan al manejo integral de la microcuenca; en este sentido el recurso agua cobra especial relevancia. En la microcuenca la disponibilidad de agua en forma de bordos, manantiales y arroyos, es muy importante pues determina las rutas de pastoreo y de movilización del ganado. Un grave problema identificado es el inadecuado manejo de excretas animales. Actualmente, el 80% de los corrales están construidos en las laderas o se han instalado en algún escurrimiento de agua, para que la lluvia arrastre las excretas y así facilitarse los productores la limpieza de los corrales, contaminando las fuentes de agua (Escobar *et al.*, 2012; Gómez *et al.*, 2013). El estiércol contiene cantidades importantes de nitrógeno, fósforo y otros minerales, la mayor parte de estos nutrimentos que son consumidos por los animales a través de sus alimentos, son excretados en las heces y orina. El nitrógeno y fósforo son los elementos que causan el riesgo más alto de contaminación del suelo y agua, sin embargo, son esenciales para lograr un mayor crecimiento vegetal y lograr mayores rendimientos, por lo que es muy deseable fomentar

su reutilización en suelos agrícolas (Gómez et al., 2009; Gómez et al., 2013).

El riesgo potencial de contaminación de las fuentes de agua para consumo humano demanda la necesidad de generar tecnologías que conduzcan a sistemas de producción amigables con el medio ambiente; en este sentido, el manejo integral de las excretas de ganado permite mitigar los efectos del cambio climático por la disminución de gases de efecto invernadero (Gómez et al., 2012). El correcto uso del estiércol permite que éste pase de factor contaminante a ser un recurso para mejorar los suelos de las parcelas; mientras que, el uso inadecuado tiene consecuencias ambientales que ponen el aire, el agua y el suelo en situación de riesgo. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue documentar los factores asociados a la adopción de la tecnología de ensilaje de estiércol y lombricomposta como parte de una propuesta participativa para la transferencia de tecnología.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio: Microcuenca La Joya, Querétaro se localiza en la parte noroeste del Municipio de Querétaro, situada en la delegación Santa Rosa Jáuregui, en los límites político-administrativos con el estado de Guanajuato, incluye las localidades La Joya y El Charape. Cuenta con una superficie de 15.92 km² y una extensión perimetral de 16.9 km y su rango de altitud abarca desde los 2,250 hasta los 2,715 m (Plan Rector de Producción y Conservación, 2011). La microcuenca por sus condiciones climáticas, edáficas y líticas es susceptible de erosión natural, que puede ser acelerada por las actividades humanas que ahí se desarrollan.

La población está conformada en la comunidad El Charape por 94 personas y en La Joya por 151 personas, representando el 0.04 % de la población municipal. De acuerdo a la distribución poblacional en función al sexo, hay 51.5% mujeres y 48.5% varones. De acuerdo con Contreras (2011), las Unidades de Producción (UP) en la microcuenca, pueden clasificarse en tres en función a su ciclo de vida, determinado éste por la edad de la pareja. Los matrimonios jóvenes (entre 24 y 39 años: UP I) están al comienzo de su ciclo de vida; los conformados por matrimonios intermedios (entre 40 y 59 años: UP II) están en expansión; mientras que aquellos donde hay adultos mayores de sesenta años, ya sea en pareja o solos, están en una etapa de contracción, es decir, tienen menos integrantes que el resto (UP III).

En la UP I, el promedio de hijos es de tres en edad menor a los 9 años. La principal fuente de ingresos proviene del esposo, se emplean principalmente como albañiles en el municipio de Querétaro o se van a Estados Unidos, otra fuente de ingresos importante es el subsidio, pues al tener hijos en la escuela reciben el apoyo de Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). En la UP II, el promedio de hijos es de siete, en edades que oscilan entre los 10 y 21 años, el apoyo económico de los hijos mayores representa un ingreso importante pues colaboran con los gastos de la casa. Por último, la UP III está integrado por adultos mayores, es el grupo que prevalece en la microcuenca, de 56 UP 21 se encuentran en esta situación. Esto habla de un fenómeno relacionado con el envejecimiento del campo, situación presente en todo el país (Zapata et al., 2008).

El modo de producción animal se caracteriza por ser semiestabulado para cabras y ovinos y extensivo para los bovinos (González, 2011). La reproducción pecuaria está determinada por la disponibilidad de alimento en el agostadero; para la ganadería de pastoreo la principal limitante radica en la escasa calidad y superficie de los agostaderos además de las condiciones agroecológicas bajo las que se desarrolla como el clima, la orografía y la fragilidad de los suelos.

Tomando en cuenta sus conocimientos, se hizo una propuesta para la transferencia de tecnologías como el ensilaje y la lombricomposta usando como sustrato las excretas del ganado. Como parte de las actividades se realizaron cuatro talleres y se establecieron dos módulos demostrativos en cada comunidad. A los talleres asistieron el 100% de la población que tiene ganado, es decir 51 productores. Es importante destacar que después de los talleres de capacitación, se realizaron visitas de seguimiento a 16 unidades de producción, se aplicó un cuestionario haciéndose énfasis en información técnica como número de hectáreas y tipo de cultivos, especie y número de animales, mano de obra para las actividades agropecuarias. También se hizo hincapié en las prácticas de manejo del estiércol, destino, uso de fertilizante químicos, y los factores por los que decidió adoptar la tecnología.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de las personas participantes de acuerdo con el tipo de UP. En el Cuadro 1 se presenta las características de los participantes de acuerdo con el tipo de Unidad de Producción (UP). Solamente se tuvo

participación de personas pertenecientes a UP I y II, probablemente porque los del estrato III juntan su ganado con el de sus hijos o hijas que pertenecen a las UP I y II (Contreras, 2011).

De las 16 personas encuestadas, el número de participantes fue de 7 y 9 de la UP I y UP II, lo que representa 43.75 y 56.25%, respectivamente. La diferencia entre la UP I y la UP II se debe a que en la UP I predominan matrimonios jóvenes con hijos pequeños, mientras que en la UP II los matrimonios son consolidados y tienen hijos mayores que ayudan en las labores del campo (Contreras, 2011). Esto coincide con lo mencionado en el Plan Rector de Producción y Conservación (PRPC, 2011) en referencia a que, en el sistema agropecuario de la microcuenca, la mano de obra familiar es fundamental, junto con aspectos como tenencia de la

Cuadro 1. Características de los participantes de acuerdo al tipo de unidad pecuaria.

Variables	Unidad de Producción (UP)	
	I	II
Total de participantes	7.00	9.00
Mujeres participantes	6.00	8.00
Mujeres/total de participantes, %	85.70	88.90
Hombres participantes	1.00	1.00
Hombres/total de participantes, %	14.30	11.10
Edad promedio, años	34.00	47.00
Número de hijos, promedio	3.00	5.00
Superficie de siembra, ha	2.71	2.92

de 85.71 y 14.29% en la UP I y de 88.89 y 11.11% en la UP II. La mayor participación de mujeres respecto a los hombres, en ambos grupos tiene que ver con la feminización de las actividades productivas, en este caso, la microcuenca no es la excepción, debido a que la participación de las mujeres en la adopción de las tecnologías fue un factor determinante. La razón principal de este fenómeno presente en la microcuenca es la migración de los hombres, la cual se da en tres niveles: municipal,

hacia la ciudad de Querétaro; nacional, hacia diferentes ciudades del país, principalmente a la Ciudad de México y ciudades del Estado de México; y finalmente internacional, en los Estados Unidos de Norteamérica (Contreras, 2011).

Inventarios y sistemas de producción animal.

En el Cuadro 2 se presenta el número de animales y los sistemas de producción predominantes por tipo de UP. En la producción de bovinos, la mayor proporción se presenta en la UP II, y aunque el número total de animales y toretes es menor respecto a la UP I, destaca que la producción de leche es superior en la UP II, lo cual puede derivar en mayor ingreso por venta de leche o queso. Una menor proporción de UP II crían ovinos, pero tienen más animales y corderos; así mismo, una mayor proporción de UP II crían ganado caprino, tienen más número de animales y cabritos. Además, un 42.9% de las UP II ordeñan a sus ovejas o cabras; estos resultados

Cuadro 2. Inventarios y sistemas de producción animal.

	Unidad de Producción (UP)	
	I	II
Producción de bovinos		
Proporción de productores con ganado bovino, %	42.9	66.7
Número de bovinos por unidad	12.0	8.8
Número de toretes	5.3	3.7
Proporción de productores que ordeñan, %	33.3	33.3
Producción de leche por día, L	6.0	40.0
Producción de ovinos y caprinos		
Proporción de productores con ganado ovino, %	100.0	77.8
Número de ovinos por unidad	18.7	21.6
Número de corderos	5.8	8.6
Proporción de productores con ganado caprino, %	42.9	55.6
Número de caprinos por unidad	20.0	22.2
Número de cabritos	5.0	16.7
Proporción de productores que ordeñan ovinos/caprinos, %	14.3	42.9
Producción de leche por día, L	6.0	6.0
Sistema de producción de ganado bovino		
Proporción de ganado en sistema extensivo, %	100.0	50.0
Proporción de ganado en sistema estabulado, %	0.0	50.0
Sistema de producción de ganado ovino y caprino		
Proporción de ganado en sistema extensivo, %	0.0	0.0
Proporción de ganado en sistema semi-estabulado, %	100.0	100.0

sugieren que las productoras de la UP II reciben mayores ingresos económicos por venta de corderos, cabritos, leche o queso, comparados con las de la UP I.

El sistema de producción de bovinos que predomina en las UP I es el extensivo, el ganado pastorea libremente en las colinas la mayor parte de su vida, y no se usan complementos alimenticios de manera que su productividad depende de lo que consumen en el campo; en cambio, en la mitad de las UP II el ganado se mantiene en sistema extensivo, y en la otra mitad se mantiene estabulado, donde reciben alimentos, principalmente forrajes de corte como la avena y el rastrojo que queda después de la cosecha. A diferencia del ganado bovino, el sistema de producción predominante en los ovinos y caprinos en ambas UP es el semi-estabulado, en el cual, los animales son pastoreados en el campo durante el día, y en la noche duermen en corrales.

Estos resultados indican que una proporción de UP II tienen ganado bovino y producen más leche que las UP I; también una mayor proporción de UP II tienen caprinos y obtienen leche de los ovinos y caprinos, además de producir más animales para venta o reemplazos (corderitos y cabritos). La cantidad de ganado está determinada

por la mano de obra familiar con la que cuentan, ya que las actividades de pastoreo y manejo las realizan entre toda la familia, principalmente mujeres y niños. En concordancia con los sistemas intensivos y semi-estabulados, en un estudio previo se identificaron 28 pastores de los cuales 23 son hombres y cinco mujeres, con un rango de edad de 11 a 70 años (González, 2011). El ganado bovino representa la especie con el menor número de animales, los bovinos representan una baja fuente de ingresos económicos; sin embargo, socialmente significa estatus, sobre todo para los productores mayores de 60 años (Contreras, 2011; González, 2011).

Cultivos sembrados y rendimiento, tipo de fertilización y actividades de cuidado ambiental. En el Cuadro 3 se presentan los cultivos sembrados y rendimiento, tipo de fertilización y actividades de cuidado ambiental. La agricultura es muy importante para los habitantes de la microcuenca ya que representa su fuente de alimento, de germoplasma y de esquilmos para alimentar al ganado. Siembran maíz y frijol, principalmente asociados con calabaza, en el sistema de producción denominado "milpa". En este sistema agrícola tradicional, se aprovechan otras especies como son los quelites, verdolagas y tomatillos, además de que la combinación de cultivos permite que se fije el nitrógeno, previene el crecimiento de malas hierbas y conserva la humedad (Toledo, 2013).

En UP I y II, el 100% de los participantes siembran en sus milpas maíz, frijol y calabaza. La producción por cultivo y la producción total fue superior en la UP II. Por el contrario, una mayor proporción de participantes de la UP I producen avena forrajera para consumo animal, aunque la producción total de forraje es similar entre los dos tipos de UP. En cuanto al uso de fertilizante, el 100% de los encuestados en ambas UP usan el estiércol para abonar sus tierras, pero el 14.3% de productoras de la UP II combinan el estiércol con la urea.

Es notorio que en ambas UP (I y II) los rendimientos de los cultivos son muy bajos y lo cosechado alcanza solamente para el consumo de la familia, y en algunos casos para

Cuadro 3. Cultivos sembrados y rendimiento, tipo de fertilización y actividades de cuidado ambiental.

	Unidad de Producción (UP)	
	I	II
Cultivos cosechados para autoconsumo		
Proporción de productores que siembran maíz, %	100.0	100.0
Producción de maíz, kg	1070.0	1240.0
Proporción de productores que siembran frijol, %	100.0	100.0
Producción de frijol, kg	115.9	142.2
Proporción de productores que siembran calabaza, %	100.0	100.0
Producción de semilla de calabaza, kg	16.3	19.6
Producción total, kg	1202.2	1401.8
Cultivos cosechados para consumo animal		
Proporción de productores que siembran avena, %	57.1	22.2
Producción de forraje de avena, kg	2050.0	2000.0
Tipo de fertilizante		
Proporción de productores que usan estiércol, %	100.0	100.0
Proporción de productores que combinan estiércol y urea, %	14.3	33.3
Obras de rehabilitación o conservación		
Proporción de productores que realizan conservación del suelo, %	71.0	78.0
Proporción de productores que realizan reforestación, revegetación o resiembra, %	29.0	44.0

complementar la alimentación del ganado. A pesar de esto la importancia de la agricultura radica en que les brinda autosuficiencia alimentaria (PRPC, 2011). Aunado a lo anterior, la producción de maíz no solo está dirigida a satisfacer las demandas de la familia, ya que el rastrojo que genera es aprovechado para la alimentación del ganado, como se explicó previamente.

La cantidad de estiércol aplicada en los suelos está determinada por el número de animales disponibles, y generalmente resulta insuficiente, por lo que sólo se abonan algunas partes de la parcela, alternando su aplicación en diferentes zonas del terreno año con año. Adicionalmente, un problema identificado en la microcuenca es que los corrales de los animales están contruidos en las laderas o se han instalado sobre o cerca de algún escurrimiento de agua, lo que causa contaminación de las fuentes de agua por bacterias patógenas contenidas en el estiércol (Escobar *et al.*, 2012; Gómez *et al.*, 2013). El estiércol contiene cantidades importantes de nitrógeno, fósforo y otros minerales, parte de estos nutrientes que son consumidos por los animales, son excretados a través de las heces y orina, son esenciales para lograr un mejor crecimiento vegetal y lograr mayores rendimientos, por lo que es muy deseable fomentar su reutilización en suelos agrícolas (Gómez *et al.*, 2009; Gómez *et al.*, 2013). El manejo integral del estiércol permite mitigar los efectos del cambio climático debido al aprovechamiento de sus nutrientes en la producción agrícola y coadyuvar en la regeneración de suelo.

Uso de ensilaje y lombricomposta de estiércol. Los rumiantes contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero debido a la producción de metano entérico y óxido nitroso de las excretas, y contribuyen en la contaminación del suelo y agua debido a la excreción de nitrógeno y fósforo (Gerber *et al.*, 2013; Opio *et al.*, 2013). El 80% del total de metano es producido por fermentación entérica y es eliminado al ambiente a través del eructo; otro 20% del metano se origina en las excretas, principalmente de los efluentes líquidos que se descomponen en condiciones anaeróbicas. El óxido nitroso se origina de las excretas que son usadas en suelos de cultivo (Gerber *et al.*, 2013; Gómez *et al.*, 2012). El metano y óxido nitroso representan pérdidas volátiles de carbono y nitrógeno que no se pueden recuperar. Sin embargo, el nitrógeno y fósforo se pueden recuperar en las excretas sólidas, principalmente, cuando son sometidas a procesos que favorecen su uso como abonos orgánicos. Mediante procesos como el ensilaje, la mayor

parte de nitrógeno es fijado en forma de proteína bacteriana, y mediante el lombricompostaje, el nitrógeno es recuperado como proteína bacteriana y como parte de las sustancias húmicas; y como resultado, se reducen las emisiones de amoníaco y óxido nitroso (Gómez *et al.*, 2009; Gómez *et al.*, 2013).

En el Cuadro 4 se presenta la excreción y potencial de recuperación de nitrógeno y fósforo por los animales y porcentaje de adopción de las tecnologías. Aunque el número de bovinos fue superior en las UP I, la excreción diaria y anual de nitrógeno y fósforo fue mayor en las UP II debido a que una mayor proporción de estas unidades tenían ganado de esta especie. El potencial de recuperación de nitrógeno y fósforo en las UP I fue de cero ya que el sistema de producción de bovinos es extensivo y no se puede recolectar el estiércol. En cambio, el potencial de recuperación anual de nitrógeno y fósforo fue de 898 y 142 kg en las UP II; esto porque el 50% del ganado se mantiene estabulado. En ganado ovino, aunque proporcionalmente el 100% de las productoras de las UP I tenían ovinos (siete de siete), también en la UP II siete productoras tenían ovinos, la diferencia radica en que el tamaño del hato es mayor en estas unidades, por lo que, la excreción diaria y anual de nitrógeno y fósforo y el potencial de recuperación de estos dos nutrientes fueron superiores en las UP II. El potencial de recuperación en ambas UP, representó el 50% del nitrógeno y fósforo excretados anualmente debido a que en el sistema semi-estabulado los animales pastorean de día y solo están en los corrales de noche, quedando el estiércol en los corrales. En ganado caprino, el número de unidades y número de animales fueron mayores también en las UP II, por lo que, la excreción diaria y anual de nitrógeno y fósforo y el potencial de recuperación de estos dos nutrientes fueron superiores. También en las UP II, los animales están semi-estabulados por lo que el potencial de recuperación en ambas UP, representó el 50% del nitrógeno y fósforo excretados anualmente.

Al contabilizar el nitrógeno de todos los animales, la excreción diaria y anual fueron 53 y 37% superiores, respectivamente, pero lo que llama la atención es que el potencial de recuperación fue 13 veces mayor en las UP II comparadas con las UP I. De la misma manera, la excreción diaria y anual de fósforo fueron 52 y 46% superiores, respectivamente, en las UP II; pero el potencial de recuperación fue casi 18 veces mayor en las UP II comparadas con las UP I. Estas diferencias tan grandes se deben a que el nitrógeno y fósforo de los bovinos

Cuadro 4. Excreción y potencial de recuperación de nitrógeno y fósforo por los animales y porcentaje de adopción de las tecnologías.

	Unidad de Producción	
	I	II
Ganado bovino		
Excreción diaria de nitrógeno, kg	3.35	4.92
Excreción anual de nitrógeno, kg	1224.30	1795.60
Potencial de recuperación anual de nitrógeno, kg	0.00	897.80
Excreción diaria de fósforo, kg	0.53	0.78
Excreción anual de fósforo, kg	193.20	283.30
Potencial de recuperación anual de fósforo, kg	0.00	141.60
Ganado ovino		
Excreción diaria de nitrógeno, kg	1.47	1.70
Excreción anual de nitrógeno, kg	76.88	88.80
Potencial de recuperación anual de nitrógeno, kg	38.40	44.40
Excreción diaria de fósforo, kg	0.21	0.24
Excreción anual de fósforo, kg	10.78	12.45
Potencial de recuperación anual de fósforo, kg	5.39	6.23
Ganado caprino		
Excreción diaria de nitrógeno, g	0.69	1.82
Excreción anual de nitrógeno, kg	84.35	12.74
Potencial de recuperación anual de nitrógeno, kg	42.17	89.17
Excreción diaria de fósforo, g	0.10	0.26
Excreción anual de fósforo, kg	0.29	1.79
Potencial de recuperación anual de fósforo, kg	0.88	12.51
Todos los animales		
Excreción diaria de nitrógeno, g	5.52	8.44
Excreción anual de nitrógeno, kg	1385.53	1897.11
Potencial de recuperación anual de nitrógeno, kg	80.57	1031.36
Excreción diaria de fósforo, g	0.83	1.27
Excreción anual de fósforo, kg	204.23	297.54
Potencial de recuperación anual de fósforo, kg	6.27	160.38
Tecnologías adoptadas		
Ensilaje	100.00	100.00
Lombricomposta	25.00	38.00

zar hombres, mujeres y niños, es de baja inversión económica pues se utilizan los materiales disponibles en las unidades de producción, como son costales y bolsas negras (Gómez et al., 2009). Algo importante de resaltar es que la tecnología se adaptó al contexto; de origen la tecnología contemplaba el uso de melaza y bacterias acidolácticas, adicionadas directamente en forma de inóculo o a través de derivados lácteos, para acelerar la fermentación (Gómez et al., 2009); sin embargo, incluir estos ingredientes no resultaba pertinente pues implicaba un costo extra y el hecho de destinar la leche para este fin resultaba poco viable en un contexto en el que la desnutrición en niños es un problema; omitirla del proceso no modificaba la tecnología, y por el contrario, permitió que los productores la aceptaran con facilidad.

En lo que respecta a la lombricomposta, los resultados de adopción fueron menores respecto al ensilaje, en este proceso si se encontraron diferencias entre las UP I y las UP II, en las primeras solo el 25% la habían adoptado y en la UP II el 38% (Cuadro 4).

A pesar de que durante el proceso de capacitación y seguimiento se hizo hincapié en los beneficios de la lombricomposta, esta tecnología no fue tan bien recibida como el ensilaje de estiércol; esto tiene que ver con el

representan alrededor del 60% de la excreción que no se puede recolectar en las UP I debido a que los animales se mantienen en el campo todo el tiempo. Otra diferencia es que en las UP II un número más grande de productoras contaban con animales de todas las especies, y tenían hatos más numerosos.

Todas las UP I y II adoptaron el ensilaje de estiércol; esto está relacionado con varios factores; en primer lugar, que es una tecnología sencilla de realizar, es decir, no requiere un alto nivel de educación y la pueden reali-

tiempo y trabajo que implica, y con el hecho de que no están familiarizados con el uso de humus y el manejo de las lombrices. Sin embargo, las mujeres que la adoptaron mencionaron que han visto beneficios en sus huertos.

En el caso del ensilaje del estiércol se requiere de la ayuda de uno o dos miembros de la familia, pues si bien no es un trabajo pesado, realizarlo una sola persona les quitaría casi todo un día de trabajo, entre limpiar el corral y meterlo a los costales y amontonarlo. A pesar del trabajo que implica, los habitantes de la microcuenca

mencionaron sentirse satisfechos con esta práctica, expresaron que les resulta benéfico pues les ahorra dinero en fertilizante, es más fácil de transportar a la parcela y disminuye el riesgo de enfermedades en el ganado.

Los resultados del presente estudio indican que en el diseño de estrategias para llevar a cabo la validación, transferencia y adopción de tecnologías bajo el esquema participativo se deben tomar en cuenta varios factores con el fin de asegurar una alta apropiación de tecnologías e impactos de índole productivo, económico, social y ambiental, en función de las características particulares de la población objetivo y del ambiente agroecológico. Se debe de tomar en cuenta: 1) la participación de la mujer, 2) la edad de la población objetivo, 3) el número y edad de los hijos, 4) la disponibilidad de tierras de cultivo, el tipo de cultivos y rendimiento, y 5) el tipo y número de animales. Cuando las tecnologías demandan más tiempo y esfuerzo, el tipo de UP, y particularmente, la experiencia de las personas, el número y edad de los hijos influyen significativamente.

CONCLUSIONES

Las tecnologías de ensilaje de estiércol y lombricomposta fueron aceptadas por los habitantes de la microcuenca principalmente porque se adaptaron al contexto socioeconómico de las comunidades, de fácil uso y manejo por todos los miembros de la familia y no implica un costo elevado. La mano de obra familiar y la participación de la mujer en las actividades productivas, son dos factores que influyeron en la adopción de las tecnologías, estas diferencias se encontraron en las UP I y UP II, cuando las tecnologías son sencillas de llevar a cabo, la adopción se da más fácilmente, sin embargo, cuando las tecnologías demandan más tiempo y esfuerzo, el tipo de UP, y particularmente, la experiencia de las personas, el número y edad de los hijos influyen significativamente, así lo demuestran los datos de las UPII, en la que el porcentaje de adopción fue mayor respecto al de las UP I. Las ventajas de estas tecnologías son: reducción de enfermedades tanto del ganado como de las personas, socialmente promueven la organización familiar en la división del trabajo al ser tecnologías de fácil manejo y ambientalmente evitan la contaminación de fuentes de agua y promueven la regeneración de suelo. Las UP II tienen un alto potencial de recuperación de nitrógeno y fósforo excretado por los animales, pudiendo fertilizar con el nitrógeno una hectárea y con el fósforo hasta cuatro hectáreas de forraje de maíz, traduciéndose en beneficios como ahorros en

compra de fertilizantes, mejoras en la fertilidad de los suelos y reducción de la contaminación ambiental, en especial, del agua.

LITERATURA CITADA

- Casas C. R., Martínez T., García M. E., Peña B. V. 2002. Globalización, Sustentabilidad Pobreza y Campesinos en México. *Textual* 40: 75-99.
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). 2016. Reporte: El desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria en el México contemporáneo. Palacio Legislativo de San Lázaro. Ciudad de México.
- Contreras E.A. 2011. Género y agua en la microcuenca La Joya, Querétaro. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. Estado de México. 139 p.
- De Grammont H. 2009. La nueva estructura ocupacional en los hogares rurales mexicanos. *In*: De Grammont H., Martínez-Valle L. (coordinadores). La pluriactividad en el campo mexicano, FLACSO, Ecuador. pp. 273-303.
- Escobar M. C., Hernández A. L., Alvarado I. A., Gómez R. S., Ángeles M. L. 2012. Diagnóstico y control de microorganismos patógenos en establos de lechería familiar. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP-SAGARPA. Libro Técnico No. 3, Colón, Querétaro. 70 p.
- Gerber P. J., Steinfeld H., Henderson B., Mottet A., Opio C., Dijkman J., Falcucci A., Tempio G. 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. 115 p.
- Gómez R. S., Ángeles M. L., Becerra J., Espinosa J. A. 2009. Estrategias para el reciclaje de excretas animales y producción de abonos orgánicos. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP-SAGARPA. Publicación Técnica No. 10, Colón, Querétaro. 52 p.
- Gómez R. S., Ángeles M. L., Bonilla J. A. 2012. Tecnologías para reducir las emisiones de metano en rumiantes, Libro Técnico No. 2, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP, Ajuchitlán, Colón, Querétaro. 80 p.
- Gómez R. S., Ángeles M. L., Núñez H. G., Figueroa V. U. 2013. Guía de buenas prácticas de manejo de excretas: Metodologías para la elaboración de compostas y lombricompostas de excretas de ganado de leche. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP-SAGARPA. Libro Técnico No. 20, Colón, Querétaro. 52 p.
- González E. L. 2011. La producción pecuaria en el manejo integrado de la microcuenca La Joya. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Querétaro. 186 p.
- Opio C., Gerber P., Mottet A., Falcucci A., Tempio G., MacLeod M., Vellinga T., Henderson B., Steinfeld H. 2013. Greenhouse gas emissions from ruminant supply chain– A global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. 191 p.
- Plan Rector de Producción y Conservación (PRPC) 2011. Microcuenca La Joya, Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro. 155 p.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2016. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015. Semarnat. México. 470 p.
- Soto I. E. A., De Haro D., Frish U. G., Ruiz B. 1983. Panorama de la ganadería mexicana. Aspectos estructurales. Centro Nacional de Investigaciones Agrarias, México.
- Toledo V. M. 2013. El paradigma biocultural: crisis ecológica, modernidad y culturas tradicionales. *Sociedad y Ambiente* 1: 50-60.
- Zapata E., Suárez B., Garza L. E. 2008. Con el sol a cuestas. Balance de la vejez en el México rural. México: GIMTRAP, INDESOL. 281 p.

