

Saneamiento ecológico en zonas rurales

Ecological sanitation in rural areas

Vargas Palomino, Katherine

EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

Recibido 18 de octubre del 2014 - Aceptado 20 de diciembre del 2014

Resumen

El saneamiento Ecológico (EcoSan), es un sistema ideal para zonas rurales, donde hay escasez de agua potable y carecen de un sistema de saneamiento. Es adaptable a cualquier condición geográfica y contribuye a la disminución de la contaminación del suelo mediante la aplicación de compost, producto elaborado a base del detritus humano, aportando nutrientes valiosos para el enriquecimiento del mismo. No causa daños al medioambiente, no requiere de agua, y si se realiza una buena administración de este sistema, ayudará a disminuir la proliferación de enfermedades gastrointestinales y epidemiológicas, causado por la falta de saneamiento en estas zonas. Este diseño presenta ventajas importantes en relación con otros métodos convencionales para el manejo de excretas.

Palabras clave: Saneamiento, ecosan, medioambiente, contaminación, ecológico.

Abstract

Ecological sanitation (ecosan) is an ideal system for rural areas where there is shortage of drinking water and lack of sanitation. It is adaptable to any geographical condition and contributes to reducing soil pollution by applying compost product made from human detritus, providing valuable enrichment of the same nutrients. No cause damage to the environment, does not require water, and if the proper administration of this system is done, will help reduce the proliferation of gastrointestinal and epidemiological diseases caused by poor sanitation in these areas. This design has significant advantages over other conventional methods for handling excreta.

Keywords: Sanitation, ecosan, environment, pollution, ecological.

1. Introducción

El saneamiento ecológico (EcoSan), considera la excreta y orina humana, así como las aguas servidas domésticas, no como desechos sino como recursos que pueden ser recuperados, tratados y reutilizados, protegiendo la salud de las personas y preservando el medio ambiente (Winblad, y otros, 2000). Según Calizaya & Gauss (2006) el concepto de EcoSan, se basa en los principios de recuperación y reciclaje de nutrientes contenidos en las excretas humanas; la protección de la salud y prevención de enfermedades; y la conservación de recursos naturales y protección del medio ambiente.

El saneamiento es determinante para lograr tanto la equidad social, como la capacidad de esta sociedad para sustentarse (Esrey, 2000), sin embargo, algunas zonas aún no han logrado esto, en Perú la cobertura de los servicios de saneamiento, han tenido un incremento en zonas urbanas de 40% a 68% entre los años 1980 al 2004, en las zonas rurales este problema es más agudo, solo ha tenido un aumento de 9% a 30% entre los años 1985 al 2004, esta situación, es un riesgo para la salud pública, causando la proliferación de enfermedades gastrointestinales y epidemiológicas; que son causa principal del 18% de defunciones de niños menores de cinco años en Perú (Castillo, 2004 & MVCS, 2015).

El sistema EcoSan, es una alternativa de solución óptima, si se diseña y opera adecuadamente, este sistema ecológico proporcionará un sistema higiénicamente seguro y económico, permitiendo un incremento rápido de la cobertura sanitaria (Winblad et al., 2000). Por ello, el objetivo del presente artículo, es revisar los conceptos, características y aplicaciones del saneamiento ecológico in situ en beneficio de las zonas rurales.

2. Saneamiento en el Perú

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2004) de los 8.9 millones de habitantes rurales, 6.2 millones carecen de una adecuada eliminación de excretas. En el año 1999, en el nivel de hogares rurales, sólo un 3.5% tenían servicio higiénico con red dentro de la vivienda, 0.1% con red fuera de la vivienda, 30.5% pozo ciego, 16.7% pozo séptico, 2.3% utilizaban río o acequia y 46,9% carecían del servicio. Ya en el año 2000 la población rural, contaba con servicios de saneamiento en un 22%, en tanto dicho servicio para el ámbito urbano alcanzaba

al 67% de la población. Posteriormente mediante proyectos fomentados por PRONASAR, en el año 2004 el saneamiento en zonas rurales aumento en un 8%.

Según datos de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS, 2015) actualmente unos ocho millones de peruanos, tanto del sector rural como urbano, no tienen acceso a los servicios de agua potable y a los de un adecuado sistema de saneamiento. Por otro lado, informó que para incrementar el abastecimiento de agua potable y saneamiento se construirán las obras de cabecera y conducción, con una inversión de 400 millones de dólares, para lo cual se convocará al sector privado. Así mismo, para llegar a implementar el 100% de la infraestructura que se necesita a fin de mejorar el abastecimiento de agua y saneamiento en el país, se requiere una inversión de 15 mil millones de soles solo en la parte urbana. En la zona rural no hay un cálculo estimado, pero es importante que los gobiernos regionales inviertan en ayudar a cerrar esta brecha, pues si se dejan los proyectos solo a las empresas, la tarifa que pagan los pobladores por el recurso aumentará.

Frente a esta brecha que es el saneamiento rural, el Viceministerio de Construcción y Saneamiento (VMCS) con el apoyo financiero de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI) y la asistencia técnica del Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial (PAS-BM), acordaron implementar un proyecto piloto (PPPL) orientado a mejorar la calidad de los servicios de agua y saneamiento en el ámbito de las pequeñas localidades rurales, aplicando modelo de gestión innovadores con la participación de pequeños operadores locales.

El Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas (CEUTA), creado en 1985, actualmente tiene un programa de saneamiento, utilizando humedales construidos y baño secos. Con mano de obra e intelecto nacional, el grupo de trabajo que lo lleva adelante, ha concluido la construcción de sistemas naturales de tratamiento con éxito, no sólo práctico, sino también de integración y apropiación del conocimiento (aprender cómo construir el sistema, utilizarlo, mantenerlo y reproducirlo a escala local). Por ejemplo, en el 2006, con la financiación del fondo de las Américas, se construyeron sistemas de saneamiento en hogares de comunidades con bajos recursos; algunas de ellas en las localidades de Bella Unión, Baltasar Brum, el Pinar y Rocha. Actualmente, continúan trabajando y aspiran a lograr un aumento en la escala de acción, es decir, instalar sistemas no sólo a nivel

domiciliario, sino también comunitario. Recientemente se suscribió un convenio entre el ministerio de vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), la Intendencia Municipal de Canelones y la administración de Obras Sanitarias del Estado (OSE), con el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente de España, con el objetivo de desarrollar capacidades tecnológicas, institucionales y humanas para el tratamiento de aguas residuales, de una forma amigable con el ambiente. Paralelamente, a nivel del Gobierno, el Programa de Integración de Asentamientos Irregulares (PIAI) (que también depende del MVOTMA) está llevando a cabo un proyecto en el barrio Aeroparque que incluye la implementación de sistemas alternativos de saneamiento para abastecer las necesidades sanitarias de 600 personas (Ramírez, 2008).

2.1. Saneamiento Convencional

El alcantarillado convencional es el sistema usualmente utilizado en zonas urbanas, siendo también empleado en algunos casos en zonas rurales o pequeñas comunidades. Es un sistema por arrastre hidráulico, se debe prever la dotación de agua suficiente para

su funcionamiento adecuado. Las aguas servidas recolectadas deben ser conducidas a un sistema de tratamiento antes de la disposición final en el ambiente, para evitar la contaminación. El alcantarillado convencional en la mayoría de los casos considera la implantación de la infraestructura, no estando prevista la participación de los beneficiarios en las diferentes etapas de implantación del proyecto. (Organización Panamericana de la Salud - OPS, 2015).

Según Marin & Ramirez (2002) los métodos convencionales de manejo de aguas residuales como el alcantarillado sanitario y el uso de tanques sépticos y letrinas ocasionan un grave problema tanto a la ecología como a la economía. El alcantarillado sanitario implica altos costos de inversión, de operación y de mantenimiento, además, consume grandes cantidades de agua potable y si es mal manejado contamina las aguas superficiales, por otra parte los sistemas de tanques sépticos y letrinas contaminan las aguas subterráneas, además una de sus tantas limitantes es que no es apta para cualquier lugar geográfico.

Tabla 1

Niveles anuales de vertidos en cuerpos acuáticos receptores por sistemas de desagüe convencional

TIPO DE SISTEMA		DBO (kg/año)	Nitrógeno Total (kg/año)	Fósforo Total (kg/año)
Sistema EcoSan		0	0	0
Sistema Convencional	Con tratamiento			
	Por familia (5 personas)	3.4	1.1	0.45
Sistema Convencional	Sin tratamiento			
	Por familia (5 personas)	71.2	20.3	2.9
	Por comunidad (400 familias)	28,480	8,100	1,160

Fuente: Andersson K. (2007). En: Conferencia Internacional saneamiento Sustentable. Fortaleza. Brasil

2.2. Saneamiento Ecológico

Ante las situaciones generadas por el saneamiento convencional, surge la necesidad de replantear los sistemas de manejo de excretas por medio del saneamiento ecológico, éste parte de un enfoque alternativo con una nueva filosofía, la cual consiste en eliminar las excretas humanas sin el uso de agua, con el fin de disminuir la contaminación y recuperar los nutrientes, como un ciclo cerrado en donde la excreta humana es considerada como un recurso seguro y libre de patógenos, además permite usar el agua donde previamente se ha controlado la contaminación (Marín & Ramírez, 2002).

El saneamiento seco, es una alternativa a ser implementada de manera definitiva en la población, no necesita de la instalación de grandes redes de tuberías interconectadas ni de grandes plantas de tratamiento de carácter municipal, por tanto hace viable una gestión sostenible del servicio. Es una solución sanitaria para todas las situaciones sin agua o/y sin saneamiento que se encuentra en el país principalmente en zonas rurales que por su ubicación en terrenos accidentados el acceso a este servicio le es limitado.



Figura 1: Diagrama: Ciclo cerrado del Saneamiento Ecológico (Esrey, Andersson, Hillers, & Sawyer, 2001)

2.2.1. Criterios de evaluación

Según (Winblad et al., 2000) para instalar un sistema de saneamiento ecológico es necesario que este cumpla con ciertos criterios, que garantice un rendimiento efectivo:

- **Accesibilidad:** Un sistema EcoSan debe ser accesible para cualquier zona geográfica.
- **Simple:** Un sistema sanitario debe ser lo suficientemente sencillo y de fácil mantenimiento, considerando los límites de la capacidad técnica local, el marco institucional y los recursos económicos.
- **Aceptable:** Un sistema Ecosan debe ser estéticamente inofensivo y respetuoso de los valores culturales y sociales de la comunidad.
- **Protección ambiental:** Un sistema Ecosan debe prevenir la contaminación, regresar nutrientes a los suelos y conservar las valiosas fuentes de agua.
- **Prevención de enfermedades:** Un sistema EcoSan debe ser apropiado para destruir o aislar patógenos.

2.2.2. Factores de selección

Tanto el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS, 2002) como el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2002) expresaron que para la selección de la tecnología de disposición sanitaria de excretas *in situ*, es necesario tener en cuenta una serie de factores de

orden técnico, social y económico, que va a permitir la instalación de un EcoSan viable.

a) Técnicos

Los factores técnicos son un conjunto de reglas y normas que se utiliza como medio, para alcanzar un resultado o fin (OPS/CEPIS, 2002).

- **Distancia entre pozo de agua y letrina:** Las soluciones *in situ* deben ubicarse a una distancia mínima de 25 m aguas abajo de la fuente de agua subterránea, de modo que garantice que el agua no se contamine por la infiltración de los desechos fisiológicos.
- **Estabilidad del suelo:** Suelos no cohesivos o no consolidados requieren entibar (apuntalar con maderos) las paredes del pozo. Para suelos rocosos, las soluciones *in situ* pueden conducir a la construcción de letrinas elevadas.
- **Permeabilidad del suelo:** Suelos permeables con suficiente capacidad de absorción que permitan la infiltración de los líquidos.
- **Densidad poblacional:** Aun cuando se presente diferente nivel de dispersión, dependiendo del sistema de saneamiento a instalar, debe estar como a mínimo a 30 m de la vivienda.
- **Disponibilidad de terreno:** La aplicación de sistemas de saneamiento *in situ* requiere disponer de área al interior del predio o fuera de éste, de tal forma que no cause problemas a la comunidad.

b) Sociales

Los factores sociales, son criterios que afectan a los seres humanos en su conjunto, sea en el lugar y en el espacio en el que se encuentren (MVCS, 2002).

- **Aprovechamiento de los residuos fecales:** Para el aprovechamiento de los residuos fecales, se necesita un previo tratamiento antes de su aplicación.

c) Económicos

Los recursos económicos son los medios materiales o inmateriales que permiten satisfacer ciertas necesidades dentro del proceso productivo (MVCS, 2002).

- **Gastos de capital y de mantenimiento:** Es un indicador que limita en gran medida la selec-

ción de la opción tecnológica y del nivel de servicio.

2.2.3. Tipos de Saneamiento

Una buena elección de la tecnología, además de una adecuada operación y mantenimiento, hace de ésta la solución ideal a los problemas de saneamiento de la comunidad, sin ser necesaria una alta inversión para su implementación (MVCS, Pronasar, MIMDES, & Foncodes, 2004)

a) Saneamiento *in situ* seco

- **Letrina de hoyo seco:** Esta letrina es la más usual. Se trata simplemente de un hoyo en el terreno, cubierto con una plancha de cemento o madera en la que se ha practicado un agujero sobre el que eventualmente se puede colocar un inodoro, (Figura 1). Este tipo de letrina se recomienda en lugares con poca densidad de población, es decir, donde casi no habitan las personas, y esta debe estar localizada a más de 30 m de la vivienda y de la fuente de agua potable.
- **Letrina de hoyo seco ventilado:** Este modelo de letrina es semejante a la anterior, con la excepción que la losa lleva un orificio adicional para la ventilación, (Figura 2). De este modo, las molestias causadas por las moscas y los olores son reducidas considerablemente a través de la ventilación del pozo.
- **Letrina abonera seca:** Son aquellas letrinas que cuentan con una taza diseñada para separar las heces de la orina y almacenarlas por separado. Las heces, en la cámara y la orina, en otro recipiente o en zona de infiltración, (Figura 3).

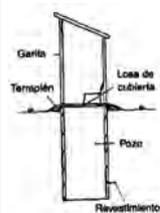
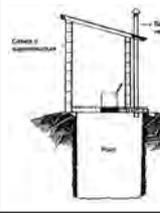
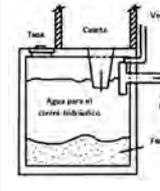
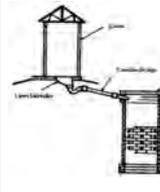
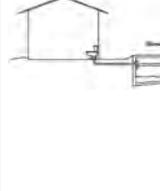
b) Saneamiento *in situ* húmedo

- **Letrina de pozo anegado:** Consiste en un tanque lleno de agua en donde las excretas

depositadas están sometidas a digestión húmeda. Para minimizar la proliferación de olores, el extremo del ducto de defecación se prolonga por debajo del nivel de agua formando un cierre hidráulico que evita la entrada de moscas, mosquitos y olores. La descarga de los desechos fisiológicos se realiza con ayuda de agua, (Figura 4). Periódicamente, los sólidos acumulados deben extraerse manual o mecánicamente.

- **Letrina de cierre hidráulico:** En su concepción, es similar a la letrina de hoyo seco o ventilada, con la excepción que la losa cuenta con un artefacto sanitario dotado de un sifón que permite el cierre hidráulico y las excretas son arrastradas al pozo de infiltración mediante la descarga de pequeñas cantidades de agua. El sifón evita la presencia de malos olores y de moscas y mosquitos en la caseta. El pozo puede estar desplazado con respecto a la letrina, en cuyo caso ambos estarán conectados por una tubería o un canal cubierto, (Figura 5). En este último caso, la taza quedará apoyada en el suelo y la caseta podrá ubicarse al interior de la vivienda.
- **Tanque séptico:** Es una cámara impermeable en donde las aguas residuales de la vivienda son sometidas a un proceso de sedimentación y los desechos orgánicos a descomposición húmeda (Figura 6). De ese modo, los efluentes son dispuestos a pozos o zanjas de infiltración. El sistema es adecuado para viviendas con conexiones domiciliarias, cuando el suelo es permeable y no sujeto a inundaciones. Los fangos acumulados en el pozo deben ser extraídos periódicamente de forma manual o mecánica con ayuda de una bomba succionadora o de vacío.

Tabla 2
Modelos de letrinas ecológicas

IN SITU	Tipo	Modelo	Ventajas	Desventajas
SECO	Letrina de hoyo seco (Figura 1)		<ul style="list-style-type: none"> - Económico (bajo costo). - Puede ser construida fácilmente por el usuario. - No necesita agua para funcionar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta probabilidad de la proliferación de insectos y emanación de olores a menos que se tape herméticamente el orificio después de su uso.
	Letrina de hoyo seco ventilado (Figura 2)		<ul style="list-style-type: none"> - Puede ser construida fácilmente por el usuario. - Minimiza la presencia de insectos y roedores. - No necesita agua para funcionar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es más costosa que la letrina de hoyo seco.
	Letrina abonera seca (Figura 3)		<ul style="list-style-type: none"> - No necesita agua para funcionar. - La orina puede ser utilizada como fertilizante. - El contenido de la letrina se utiliza como mejorador de suelos agrícolas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es más costosa que la letrina de hoyo seco ventilado. - La orina debe ser separada y tratada para su disposición final. - Después de cada uso requiere agregar cenizas, tierra seca o material vegetal.
HÚMEDO	Letrina de pozo anegado (Figura 4)		<ul style="list-style-type: none"> - Minimiza la presencia de moscas y olores. - Puede ser construida fácilmente por el usuario. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es más costosa que la letrina de hoyo seco ventilado. - Requiere de agua. - La falta de cierre hidráulico crea molestias debido a la presencia de insectos y la generación de olores. - Es necesario el retiro periódico de lodos. - Demanda de suelos permeables. - Requiere de áreas libres.
	Letrina de cierre hidráulico (Figura 5)		<ul style="list-style-type: none"> - Minimiza la presencia de moscas y olores. - Con pozo desplazado, el ambiente donde se ubica la taza puede ser el baño de la vivienda. - En el futuro puede integrarse a la red de alcantarillado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es más costoso que la letrina de hoyo seco ventilado. - Requiere de agua. - No es adecuado cuando se utilizan materiales voluminosos para la limpieza anal. - Es necesario el retiro periódico de lodos. - Se requiere de alguna organización en el lugar que disponga de equipo mecánico para el retiro de los lodos. - Demanda de suelos permeables. - Requiere de áreas libres
	Tanque séptico (Figura 6)		<ul style="list-style-type: none"> - Elimina la presencia de moscas y olores. - El ambiente donde se ubica la taza se encuentra integrado a la vivienda. - Puede tratar las aguas grises de la vivienda. - En el futuro puede integrarse a la red de alcantarillado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es más costoso que la mayor parte de los sistemas de saneamiento in situ. - Necesita de agua en cantidad. - No es adecuada cuando se utiliza materiales voluminosos en la limpieza anal. - Sólo es adecuado para las zonas residenciales con una baja densidad de población. - Demanda de suelos permeables. - Requiere de grandes áreas libres.

Fuente: OPS/ CEPIS, 2002 En: Algoritmo Para La Selección De La Opción Tecnológica Y Nivel De Servicio En Saneamiento

2.2.4. *Cómo funciona una Letrina Ecológica*

El funcionamiento de la letrina ecológica se basa en la deshidratación de las excretas de manera rápida, reduciéndolas hasta en un 25% del contenido de humedad, para lo cual se separan los orines de las excretas mediante una taza sanitaria de diseño especial, que desvía los primeros a un pozo de drenaje y los segundos a una cámara impermeable donde se agrega tierra seca, ceniza o cal. Mediante la deshidratación se logra, de una manera efectiva, la destrucción de los agentes patógenos de las excretas, especialmente los huevecillos de lombrices, los cuales requieren humedad para sobrevivir. La letrina ecológica tiene doble cámara en la que se depositan las excretas sólidas separadas de la orina (Salcedo & Ore, 2005).

Así mismo, para un adecuado uso de la letrina ecológica, es necesario tener en cuenta lo siguiente: (Fanjoy, 2009).

- Antes de usarla, se debe colocar en la cámara una capa de tierra seca, ceniza o cal de 1 cm. de espesor. Esto permitirá que las excretas no se peguen al piso de la cámara, facilitando la extracción y remoción del compost.
- Para la formación del compost dentro de las cámaras, se sella la tapa de la cámara en uso con una torta de barro o arcilla.
- Después del uso de la letrina ecológica, se deben esparcir las excretas en toda la cámara. Para ello, el usuario se ayudará con un palo en el agujero del aparato sanitario.
- Luego de cada uso, se debe echar tierra seca, ceniza o cal. El papel utilizado para la higiene debe colocarse en un recipiente especial, para ser enterrado posteriormente en el pozo de basura orgánica de la familia.
- El tiempo de llenado de una cámara depende del número de miembros de la familia. Se recomienda realizar el cambio de uso a la otra cámara, cuando la primera esté ocupada en sus 2/3 partes o haya transcurrido un periodo aproximado de seis meses. Una vez que se decide realizar el cambio de uso de cámara, se debe retirar cuidadosamente el aparato sanitario o taza, esparcirse las excretas en toda la cámara y agregarse una capa de tierra preparada hasta el borde. Utilizando la tapa de concreto y torta de barro o arcilla, finalmente se sella el agujero.

- Una vez que se llena una cámara, debe mantenerse sellada por un período aproximado de seis meses, lapso en el cual se completará la formación del compost que podrá ser utilizado como abono.
- Al instalar el aparato sanitario o taza, en cada cambio de uso de cámara, se debe realizar la prueba de conducción del conducto, que consiste en verter un poco de agua a fin de verificar que no se presente fugas.

2.2.5. *Producción de Compost mediante los productos obtenidos de un sistema EcoSan*

El compost es un abono orgánico, obtenido a partir de la descomposición controlada de la materia orgánica. Es un producto estable, de olor agradable y con multitud de propiedades beneficiosas para los suelos y plantas; que se consigue tras la biodegradación en presencia de oxígeno de los residuos orgánicos, tales como la excreta y la orina (por separado), obtenidos de un sistema EcoSan (Mezo, 2015).

2.2.5.1. *Proceso de Compostaje*

Según Mezo (2015) el proceso del compostaje es llevado a cabo por múltiples organismos descomponedores que comen, trituran, degradan y digieren las células y las moléculas que componen la materia orgánica. Los principales "operarios" de estas labores son las bacterias y hongos microscópicos. También actúan un gran número de pequeños animales, siendo las más comunes lombrices, cochinillas, insectos y sus larvas, y muchos otros no perceptibles a simple vista. Además de ello, es importante mantener condiciones ambientales favorables para la vida de todos estos organismos como:

- **Aire:** Removeremos el contenido del compostero siempre que sea posible y, al menos, cada vez que se hace un aporte, para asegurar que los organismos descomponedores puedan respirar y no se den procesos de fermentación por ausencia de aire.
- **Humedad:** Manteniendo una proporción de 2 partes de restos húmedos (restos de frutas y verduras) por 1 de seco (ramas y hojas secas) mantendremos la humedad adecuada del compostador.
- **Restos Triturados:** Incluiremos residuos periódicamente. Cuanto más pequeños sean los trozos que incorporamos al compostador, menos espacio ocuparán, fácilmente se podrá remover la mezcla y mayor superficie tendrán para que

bacterias y microorganismos puedan actuar y la descomposición sea más rápida.

- **Temperatura:** Se debe proteger la compostera de cambios bruscos de temperatura externa y viento manteniendo su tapa cerrada y en un lugar resguardado protegido del viento. Mantenerla llena como mínimo hasta la mitad.

A los 6-8 meses del inicio del proceso, puede comenzarse a extraer compost del fondo del compostero. Una criba ayudará a separar el compost del material no totalmente compostado. Conviene dejar reposar el compost extraído en un lugar aireado, sombreado y cubierto de lluvia unos días para asegurar que no contienen invertebrados (Soto & Melendez, 2005).

2.2.5.2. Beneficios de la producción de compost

Dentro de la agricultura, los abonos orgánicos juegan un papel importante porque contribuyen al aporte de nutrientes, de microbios y a mejorar las propiedades físicas del suelo. Para los agricultores de bajos recursos representa una excelente alternativa para reducir el uso de insumos externos y aumentar la eficiencia de los recursos internos de la finca (Soto & Melendez, 2005).

a) Enriquece al Suelo:

- Agrega materia orgánica
- Favorece la fertilidad y productividad
- Alivia enfermedades de las plantas
- Protege contra ataques de insectos
- Aumenta la retención de agua
- Agrega al suelo microorganismos benéficos
- Regula la temperatura del suelo

b) Previene la Contaminación

- Reduce la producción de metano en el suelo
- Reduce o elimina la basura orgánica
- Reduce o elimina la producción de aguas negras

c) Alivia la Contaminación Actual

- Limpia el aire contaminado
- Rebaja la intoxicación química
- Puede tratar algunos metales pesados

d) Restaura a la Tierra

- Previene la erosión y deslaves
- Reduce la producción de metano en el suelo
- Ayuda a restaurar el hábitat de diversas especies
- Ayuda a restaurar suelos erosionados

- Ayuda a recuperar la humedad del suelo

e) Destruye a los Patógenos

- Puede destruir a organismos que causan enfermedades a animales de granja
- Puede destruir a organismos que causan enfermedades al humano
- Puede destruir plantas patógenas

f) Apoya el nivel socioeconómico

- Puede usarse para producir comida
- Puede eliminar el costo que implican las redes de drenaje
- Reduce las necesidades de agua, fertilizantes y pesticidas
- Puede venderse como un producto
- Extiende la vida fértil de los suelos por la diversidad de compuestos
- Utiliza técnicas biológicas de bajo o nulo costo económico

3. Aspectos de Salud en el reúso de la excreta humana

El saneamiento y la salud humana están estrechamente conectados. Hay evidencia de que un saneamiento deficiente y la utilización de excreta no tratada, conlleva directa o indirectamente a la transmisión de enfermedades (Viviana, 2004).

3.1. Existencia de patógenos en la excreta

En la excreta se pueden hallar cuatro categorías de patógenos; bacterias, virus, amebas o protozoos y parásitos (huevos helmintos). Hay aproximadamente 30 infecciones relacionadas con las excreta, de importancia para la salud pública. (Strauss, 2000) las más importantes son listadas en la tabla 3 de acuerdo a su aparición en heces y orina (Viviana, 2004).

Tabla 4

Aparición de patógenos en heces, orina y enfermedades relacionadas

Patógenos	Enfermedad	Orina	Heces
Virus			
- Polio	Parálisis Infantil		x
Bacterias			
- Escherichia coli	Diarrea	x*	x
- Salmonella typhi	Tifus	x	x
- Vibrio cholerae	Cólera		x
Protozoos			
	Disenterias		x
Helmintos			
	Infestación con parásitos		x

*Su aparición se reporta por contaminación cruzada con heces (Viviana K., 2004)

- **Parálisis Infantil:** La poliomielitis es una enfermedad infecciosa, también llamada polio (de manera abreviada), que afecta principalmente al sistema nervioso. La enfermedad la produce el virus poliovirus. Se llama infantil porque las personas que contraen la enfermedad son principalmente niños. La poliomielitis es altamente contagiosa, se transmite de persona a persona a través de secreciones respiratorias o por la ruta fecal oral. El virus es más infeccioso entre los días 7-10 previos de la aparición de los síntomas, pero la transmisión es posible siempre y cuando el virus permanece en la saliva o las heces. La mayoría de las infecciones de polio son asintomáticas (UNICEF, 2014).
- **Diarrea:** Es ocasionada por una variedad de virus, bacterias y protozoos. Esta enfermedad hace que las personas pierdan líquido y electrolitos, lo cual puede provocar deshidratación y en algunos casos, causar la muerte. Cada año se dan 4.000 millones de casos de diarrea y 1,8 millones de personas mueren a causa de esa enfermedad, más del 90 por ciento (1,6 millones) son niños y niñas menores de cinco años. Asimismo, cuando los menores sufren episodios repetidos de diarrea quedan en estado de mayor vulnerabilidad ante la desnutrición y otras enfermedades. La diarrea constituye el problema de salud pública más importante provocado por las deficiencias en materia de agua y saneamiento. La simple medida de lavarse las manos con agua y jabón puede reducir en un tercio los casos de enfermedades diarreicas. Dicha medida, junto con el acceso a instalaciones sanitarias adecuadas, es el principal modo de prevención de las enfermedades transmitidas por el agua (UNICEF, 2014).
- **Tifus:** Es un conjunto de enfermedades infecciosas producidas por varias especies de bacteria del género *Rickettsia*, transmitidas por la picadura de diferentes artrópodos como piojos, pulgas, ácaros y garrapatas que portan diferentes aves y mamíferos, sin embargo la picadura del piojo no es la causante de la infección de tifus por sí sola, son las heces que los piojos dejan sobre la piel las que rebotan bacterias *Rickettsia*. Cuando el humano se rasca las picaduras, extiende las heces por la herida, facilitando el acceso de las bacterias al interior del cuerpo. Por lo tanto, es posible reducir el riesgo de infección por tifus siguiendo normas de higiene y una correcta desinfección de las picaduras producidas (Instituto Nacional de Salud – INS, 2011).
- **Cólera:** Es una infección bacteriana aguda del intestino que causa numerosos episodios de diarrea, los cuales pueden derivar en deshidratación aguda y provocar la muerte si no se los trata de inmediato. Esta enfermedad se puede prevenir mediante el acceso al agua potable, los servicios adecuados de saneamiento y las buenas prácticas de higiene (inclusive de higiene alimentaria). En 2002, se registraron más de 120.000 casos de cólera en todo el mundo (UNICEF, 2014).
- **Parásitos Intestinales:** Los parásitos intestinales (también conocidos como helmintos) infectan a las personas que entran en contacto con suelos contaminados con heces de un ser humano infestado con lo mismo, o a quienes consumen alimentos contaminados. Los parásitos intestinales afectan a más del 10% de la población en los países en desarrollo y, según sea la gravedad de la infección, pueden causar desnutrición, anemia o retrasos en el crecimiento. Los niños y las niñas son especialmente vulnerables a los parásitos y, por lo general, tienen la mayor cantidad de helmintos en sus intestinos. Alrededor de 400 millones de menores en edad escolar están infectados por ascárides comunes, tricocéfalos y/o anquilostomas. Más aun, se calcula que los ascárides comunes y los tricocéfalos afectan a una cuarta parte de la población mundial (UNICEF, 2014).

El INEI (2011) manifiesta que la inadecuada gestión de saneamiento, junto con la pobreza, está causando la proliferación de enfermedades gastrointestinales y epidemiológicas, son responsables del 18% de defunciones en niños menores de cinco años en Perú. Sin embargo, un adecuado tratamiento y disposición final de la excreta, asociado a buenas prácticas de higiene previenen eficazmente la mayoría de enfermedades gastrointestinales.

4. Conclusiones

Las ventajas del sistema EcoSan como solución sanitaria y como instrumento frente al cambio climático, son diversas tales como el enorme potencial frente a la reducción del consumo de agua; la eliminación de la producción de aguas negras, disminución en producción de dióxido de carbono componente esencial en el calentamiento global, producción de compost mediante la reutilización de los subproductos y la

más importante, el incremento rápido de la cobertura sanitaria de manera segura.

El rol de la comunidad es fundamental para la sostenibilidad del sistema, mediante el buen uso y el mantenimiento preventivo permanente. Respecto a la política financiera se debe garantizar la operación y mantenimiento eficiente del sistema y, desde el ámbito local, se necesita un apoyo institucional continuo, mediante una gestión integral.

Un reto importante para el éxito de EcoSan a gran escala es que el Estado apruebe una norma donde in-

cluya este sistema como una forma de disposición de excretas; asimismo crear su propio reglamento, tanto administrativo como técnico, donde se designen responsabilidades en la gestión, implementación, operación y mantenimiento del sistema. Es importante recordar que el sistema EcoSan no sólo involucra al sector saneamiento sino también a los sectores salud, agricultura y vivienda, por lo que también deberán hacerse ajustes en los reglamentos de dichos sectores.

Referencias

- Altobelli, L., Castillo, O., & Medina, J. (2001). Atención primaria y Saneamiento Básico de Cajamarca. *PROYECTO APRISABAC*.
- Calderón, J. (2004). El caso del Perú rural. *Agua y Saneamiento*, 64.
- Esrey, S., Andersson, I., Hillers, A., & Sawyer, R. (2001). CERRANDO EL CICLO: Saneamiento ecológico para la seguridad alimentaria. *Publicaciones sobre Recursos Hídricos*, 102.
- Esrey, S., Gough, J., Rapaport, D., Sawyer, R., Simpson-Hébert, M., Vargas, J., & Winblad, U. (2000). Saneamiento Ecológico. *FRIEDRICH EBERT STIFTUNG*, 101.
- Fanjoy, J. (2009). *Letrina Abonera*. Guatemala.
- Marín, M., & Ramírez, I. (2002). Alternativas de saneamiento ecológico y análisis sobre la situación del saneamiento ambiental en Costa Rica. 33.
- Mezo, B. (20 de Mayo de 2015). *Manual básico para hacer Compost*. Obtenido de Amigos de la Tierra: https://www.tierra.org/spip/IMG/pdf/compost_esp_v04.pdf
- Miglio, R., & Spittler, H. (2010). Saneamiento Ecológico (Ecosan), Instrumento Para Ahorrar Agua En El Transporte De Excretas. *Red de Saneamiento Sostenible*.
- MVCS, Pronasar, MIMDES, & Foncodes. (2004). Criterios Para La Selección De Opciones Técnicas Y Niveles De Servicio En Sistemas De Abastecimiento De Agua Y Saneamiento En Zonas Rurales. 17.
- OPS. (2 de Junio de 2015). *Operación y Mantenimiento de Sistemas de aguas y Saneamiento*. Obtenido de Guía de Orientación en Saneamiento Básico para Alcaldías de municipios rurales y Pequeñas comunidades: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/0gral/Obienvenida.htm>
- OPS/CEPIS. (2002). Algoritmo Para La Selección De La Opción Tecnológica Y Nivel De Servicio En Saneamiento. *División de Salud y Ambiente*, 20.
- Ramírez, R. (2008). Saneamiento Ecológico. *Tecnologías Alternativas*.
- Salcedo, J., & Ore, E. (2005). Diseño, Construcción y Mantenimiento de Letrinas Ecológicas. Perú | *U.S. Agency for International Development*.
- Soto, G., & Melendez, G. (2005). Abono Orgánico. *Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo*, 15.
- UNICEF. (12 de Abril de 2014). Obtenido de United Nations Children's Fund: http://www.unicef.org/spanish/wash/index_wes_related.html
- Viviana, M. (2004). Propuesta para la Implementación de Saneamiento Ecológico en ciudad La Habana. *Saneamiento Ecológico*. La Habana, Cuba.
- Winblad, U., Esrey, S., Gough, J., Rapaport, D., Sawyer, R., Hébert, M., & Vargas, J. (2000). Saneamiento Ecológico. *Friedrich Ebert-México*, 101.