



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

INFORME TÉCNICO

APROVECHAMIENTO DE LA EFECTIVIDAD DEL
ABONO ORGÁNICO A BASE DE “PURÍN” EN EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE
(*Solanum lycopersicum*) PRODUCIDO EN GRANJAS
PORCINAS EN EL EJIDO DE PACÙ, MUNICIPIO
DE SUCHIAPA, CHIAPAS.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTA:

PRICILA ITAMAR PÉREZ DIAZ

DIRECTOR:

DR. JUAN ANTONIO VILLANUEVA HERNÁNDEZ

Co-DIRECTOR:

DRA. YOLANDA DEL CARMEN PEREZ LUNA

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Febrero, 2023.





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
Fecha: 07 de Febrero de 2023.

C. **PRICILA ITAMAR PÉREZ DÍAZ**

Pasante del Programa Educativo de: INGENIERÍA AMBIENTAL

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
APROVECHAMIENTO DE LA EFECTIVIDAD DEL ABONO ORGÁNICO A BASE DE PURIN EN EL RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum Lycopersicum*) PRODUCIDO EN GRANJAS PORCINAS EN EL EJIDO DE
PACÚ, MUNICIPIO DE SUCHIAPA, CHIAPAS.

En la modalidad de: INFORME TÉCNICO

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

DR. ROBERTO HORACIO ALBORES ARZATE

MTRA. EDALI CAMACHO RUIZ

DR. JUAN ANTONIO VILLANUEVA HERNÁNDEZ

Firmas:

Cop. Expediente



Pág. 1 de 1
Revisión 4

Dedicatoria

Primeramente, a Dios por regalarme la vida hasta el día de hoy, por haberme guiado a lo largo de mi vida, por haberme permitido vivir experiencias que han dejado grandes enseñanzas en mí, por ser mi apoyo, mi luz y mi camino. Por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad y por darme la sabiduría para poder seguir creciendo como persona y a nivel profesional. Eben-ezer: Hasta aquí nos ayudó Jehová.

A mis padres;

Agradezco a mis padres; Sr. Manuel de Jesús Pérez y a la Sra. Marcela Diaz, por darme de su apoyo incondicional, aunque con adversidades nunca me dejaron sola, Gracias por enseñarme valores, gracias por todas sus enseñanzas y consejos, gracias por hacerme sentir orgullosa de tenerlos como padres, no me alcanzara la vida para pagarles todos sus sacrificios que han hecho...

A mis abuelos;

Sr. Víctor Manuel Diaz y la Sra. María Eneyda Molina, no hay palabras para expresar mi agradecimiento hacia ustedes, gracias por siempre estar conmigo, por apoyarme, por ser mi guía y mi mayor motivación, gracias por ser más que mis abuelos, por poder verlos como mis padres, gracias por sus consejos, por las risas y los regaños, gracias por ser ejemplo en no darse por vencidos, en ser siempre mejor persona, gracias por creer en mí, gracias por su infinito amor hacia mi persona y gracias por llevarme siempre en sus oraciones, sin duda alguna les dedico este trabajo.

Agradecimientos

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH);

Por brindarme los medios necesarios para poder concluir esta pequeña etapa de mi vida y formarme profesionalmente.

A mis maestros;

Por enseñarme y brindarme su apoyo en todo el proceso de mi formación académica, por los consejos y la ayudada que me brindaron desde el día uno de mi formación como profesional.

A mi director;

Agradezco al Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández, por su apoyo y dedicación durante los años de mi formación, por ser un ejemplo, por su enseñanza, por su dedicación, y apoyo durante todo mi trabajo de investigación.

A mi Co- director;

Dra. Yolanda del Carmen Pérez Luna, Agradezco el que haya puesto su dedicación en este trabajo recepcional, gracias por su apoyo y por haber creído en él, sin duda estaré profundamente agradecida.

A mis hermanos y amigos;

Ing. Víctor Manuel y Jared Diaz, gracias por darme su ayuda incondicional, por estar a mi lado tanto en lo bueno, como en lo malo, me impulsan a seguir adelante, mis logros también son los suyos.

A mis amigos Ing. Alexis Gómez, Ing. Anahí Juárez, Lic. Yesenia Hernández, les agradezco su amistad en todo momento, gracias por ser la ayuda día a día, aunque con estrés, risas y enojos, hicimos posible estar hasta este punto en la vida profesional. Sin duda sin su apoyo este camino hubiese sido aún más arduo.

A los ingeniero y amigos de Obra;

Sin duda alguna uno de los mayores retos fue integrarse a un grupo de trabajo, agradezco infinitamente a los ingenieros, biólogos que me ayudaron y formaron parte importante en mi vida profesional y laboral, en general a cada una de las personas y compañeros de trabajo que me aconsejaron y me brindaron de su apoyo, siempre los llevare en mi corazón.

Índice	
Introducción	6
Planteamiento del problema	8
Justificación.....	10
I. Marco teórico	12
IV. 1. Purín	12
IV.1.1. Composición del purín	13
IV.1.2. Granjas porcinas.....	15
IV.1.3. Tratamientos para el purín	17
IV.1.4. Valoración agronómica del purín.....	18
IV1.5. Ventajas del purín en el suelo y su utilización Agrícola.....	20
IV.1.6. Purín como biofertilizante.....	22
VII. 1.7. Uso del estiércol porcino como abono orgánico en plantas.....	23
Objetivos Generales	26
Objetivos Específicos	26
Fase 1. Etapa de Gabinete	27
Universo de estudio.....	27
Selección del sitio	27
Población y muestra.....	28
Población.....	28
Tamaño de la muestra	28
Métodos y materiales.....	28
Fase 2. Diseño experimental y determinación de variables de crecimiento	29
Fase 3: Estudios de laboratorio	30
Fase 4: Aplicación de entrevistas y recolección de purin en los establos.....	31
Procedimiento	31
Fase 5: Aplicación del fertilizante orgánico a las hortalizas y monitoreo de los cambios que se vayan teniendo.....	34
Análisis de Resultados.....	36
Conclusiones.....	42
Recomendaciones.....	43
Referencias	44
Anexos (fotográfico).....	49

Introducción

La crianza de cerdos, una actividad económicamente importante para la región, tiene impactos negativos en aire, agua y suelo (Bravo *et al.*, 2008), principalmente por la contaminación que provoca la incorrecta disposición de las aguas residuales porcinas, generalmente sin ningún tratamiento (Cervantes *et al.*, 2007). A nivel mundial se reconoce que los problemas más severos que provoca la porcicultura en el ambiente son: contaminación del agua superficial y del subsuelo por el nitrógeno y fósforo contenido en excretas; deterioro de la calidad del aire por la generación de gases tóxicos principalmente dióxido de carbono (CO₂), amoníaco (NH₃), ácido sulfhídrico (H₂S) y metano (CH₄), que afectan tanto a los trabajadores de la granja, a personas de las poblaciones vecinas y a los propios cerdos (Robinson, 1993).

En Cuba se han empleado diversos diseños y tecnologías para la reducción de esta problemática, a partir de la construcción de digestores siendo estos los más utilizados para el tratamiento de residuos generados por la porcicultura, pero con la limitante común de no ser efectivos para tratar grandes volúmenes de residuales (Oviedo, 2011).

Se estima que del total de granjas de cerdos existentes solo 15 % tiene sistemas de tratamiento de excretas y en la porción restante no se proporcionan tratamiento alguno a sus desechos, por lo que estos residuos suelen ser arrojados a partes bajas o incluso directamente a pozos, lo que origina serios problemas de contaminación por coliformes y nitratos en suelos y acuíferos (Soria *et al.*, 2001).

La producción porcina es considerada como una de las actividades pecuarias que tienen mayor efecto en el medio ambiente debido al tipo y concentraciones de residuos (heces, orina y purín) que se generan. Estos residuos además de contener grandes cantidades de nutrientes y material orgánico e inorgánico contienen microorganismos que pueden ser patógenos, así como residuos de fármacos como antibióticos, hormonas o desparasitantes (Fernández, 2010).

La producción diaria de estos residuos está dada por factores como la raza, el estado fisiológico, la dieta proporcionada, la cantidad de agua y productos utilizados en la limpieza y desinfección (FAO, 2012). El sector bovino, el cual es el mayor

productor de gases de efecto invernadero a nivel pecuario, alrededor de 18% más a su equivalente en dióxido de carbono (CO₂), que el sector del transporte, reveló un informe divulgado hoy por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). La población porcina mundial produce aproximadamente 1,700 millones de toneladas de heces anualmente (Makara y Kowalski, 2018). Con relación a lo antes mencionado, el sector pecuario es responsable del 18% de las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero), siendo México el responsable de un 6.3% (Steinfeld *et al.*, 2009; Gerber *et al.*, 2015; Rivera *et al.*, 2016). En el estado de Yucatán, la baja profundidad del manto freático y la disposición inadecuada del agua residual ocasiona que pasen al acuífero en un tiempo relativamente corto, lo que contamina las fuentes de agua y representa un serio riesgo para la salud pública (Pacheco y Cabrera, 1997). En México, el modelo de crecimiento de la porcicultura se ha caracterizado por su negligencia en relación con el efecto ambiental que produce; de los recursos que afecta, el agua merece especial atención en nuestro país por ser un recurso escaso, altamente contaminado y mal distribuido.

Planteamiento del problema

La producción porcina es el tercer sistema productor de carne del país, más de la mitad de la producción mundial proviene de los sistemas industriales (Domínguez *et al.*, 2014), los cuales representan el 50% de la producción de cerdos en México (Alvarado *et al.*, 2017).

Para que la producción de carne en granjas porcícolas para consumo humano, sea segura se realizan prácticas adecuadas “desde el campo hasta la mesa”. Sin embargo, la producción porcina es considerada como una de las actividades pecuarias que tiene mayor efecto en el medio ambiente debido al tipo y concentraciones de residuos (heces, orina y purín) que se generan. Estos residuos además de contener grandes cantidades de nutrientes y material orgánico e inorgánico contienen microorganismos que pueden ser patógenos, así como residuos de fármacos como antibióticos, hormonas o desparasitantes (Fernández, 2010).

Los residuos orgánicos ocupan en el mundo un lugar prioritario desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo. Constituyen entre el 30 y el 65 % de los residuos domiciliarios, según lugar y clima, más del 85% de los residuos considerados agrícolas y un porcentaje no despreciable de residuos industriales, fundamentalmente vinculados a las agroindustrias.

El nivel de utilización de purines determina la cantidad de los nutrientes liberados en el medio ambiente. Si bien dichos nutrientes pueden contribuir en medida significativa a mejorar la fertilidad del suelo si se usan de manera apropiada, un exceso de nutrientes y otras sustancias pueden traer la degradación del suelo y el agua. Los sistemas de producción porcina de alta densidad pueden liberar cantidades excesivas de nitrógeno y fósforo en el medio ambiente y las altas dosis de cobre y zinc suministradas a los cerdos para acelerar el crecimiento pueden, con el tiempo, acumularse en el suelo.

La granja porcina, como toda explotación pecuaria, genera residuos originados en orina y estiércol y, si se libera al entorno sin ningún cuidado, puede transformarse

en un foco de contaminación y deterioro para el paisaje y la calidad de vida de las personas.

Una alternativa viable es la utilización de la materia orgánica y los nutrientes contenidos en estos residuos, como pilar en la gestión ambiental de las granjas porcinas.

La experiencia mundial nos muestra que el “Uso Agronómico” de las deyecciones pecuarias constituye un recurso de altísimo valor e impacto para el suelo, por el aporte de nutrientes a los cultivos, pero principalmente por el aporte de materia orgánica y, con ello, por una mejora en las propiedades físicas y una mayor capacidad de retener agua.

Por otra parte, el manejo incorrecto, puede afectar las características del suelo, la calidad del agua y del aire, la salud de los animales y la calidad de vida de los pobladores, según el INEGI la colonia pacú, alberga a una población de 2873 habitantes de las cuales el 40% de esta población se ve afectada por el mal manejo de estos residuos orgánicos.

Justificación

Las granjas porcinas producen subproductos como son las excretas que, al ser dispuestos sin control alguno, ocasionan perjuicios al ambiente afectando todo a su entorno; por tal motivo, el propósito de este trabajo de investigación es mitigar, el daño ambiental debido al mal manejo que se tiene de este residuo orgánico. Los sistemas de tratamiento de excretas tienen como objetivo disminuir el impacto ambiental y generar un material orgánico que pueda ser utilizado como fuente alternativa de nutrientes en los planes de fertilización de diversos cultivos. Entre los principales sistemas de tratamientos aplicados a la excreta porcina se puede mencionar la separación sólida – líquida la cual permite la separación de los purines, con el objetivo de mejorar la gestión, facilitar el transporte de la fracción sólida, posibilitar procesos de tratamiento para cada fase por separado o reducir las emisiones de la fase volumétricamente mayoritaria, la líquida, al contener menor concentración de materia orgánica, o bien posibilitar sistemas de riego de precisión con la fase líquida. (Betancourt *et al.*, 1999).

De acuerdo a información del comercio exterior y la producción nacional de fertilizantes, en el 2017 hubo una disponibilidad de 4.9 millones de toneladas de fertilizantes en México, de los cuales el 66.4% son nitrogenados, el 22.2% son fosfatados. 8.1% potásicos y el 3.3% son mezclas de los tres principales nutrientes que definen a los tipos de fertilizantes mencionados (nitrógeno, fósforo y potasio). Por lo cual el uso extensivo de fertilizantes también ocasiona el aumento de los niveles de nitratos de la tierra y el agua potable. Una de las consecuencias en la salud de la ingesta excesiva de nitratos es la formación de metahemoglobina, que disminuye la capacidad de transporte del oxígeno en la sangre. La ingesta excesiva de nitratos también puede incrementar la formación de nitrosaminas en el estómago, lo que tiene efectos genotóxicos (Yassí, A. *et al.*, 2002). El agotamiento de oxígeno se da cuando el estiércol o los fertilizantes comerciales ingresan al agua superficial y los nutrientes que liberan estimulan el crecimiento de microorganismos como; bacterias, hongos, protozoos y nematodos, que son perjudiciales en su crecimiento y reproducción, ocasionando una reducción del contenido de oxígeno disuelto en el cuerpo de agua.

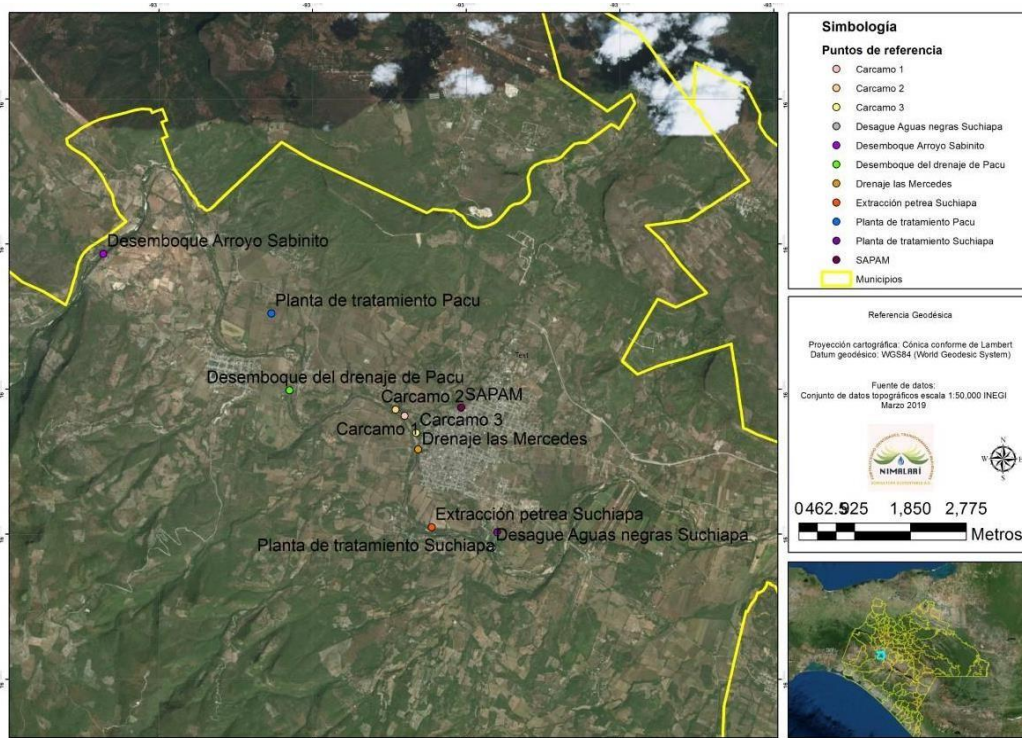


Figura 1. Principales puntos de infraestructura pública de agua, se ubican los principales puntos de descarga de aguas residuales y descarga de excretas porcinas, todo esto en las inmediaciones del río Suchiapa. (Vicente, 2021).

Es necesario enfatizar que la localidad Pacú, ubicada en el municipio de Suchiapa, Chiapas, tiene un escenario de degradación en sus fuentes superficiales de agua, cuyo principal efecto observado es la contaminación provocada por la mala gestión de excrementos porcinos, mal manejo de aguas residuales; (figura 1). Por tal motivo se propone una estrategia, para poder dar a conocer los diferentes tipos de usos que se le puede dar a este fertilizante., En la comunidad de Pacú, mediante un análisis que se realizó en campo, se encontró que son 3 granjas las que se encuentran en este desafío, puesto que no tienen un buen control de las excretas porcinas que producen, es por ello que al ser una comunidad pequeña de no más de 3000 personas, es más fácil adaptar y crear programas para que la población sea informada y sepan de manera general los diferentes usos y manejos que se pueden dar, puesto que al dar solución a esta problemática traerá consigo beneficios para los pobladores de comunidades de las granjas que perciben los olores desagradables, incluso los dueños de las 5 granjas que fueron contabilizadas en el ejido saldrán beneficiados pues al tener un buen manejo de las excretas de cerdo, no serán acreedores a sanciones y sobre todo el río y los ecosistemas que

habitan ahí, ya que se estará disminuyendo a un 70% la cantidad de descargas que se generan en el río.

I. Marco teórico

Se le conoce como porcicultura, a la actividad encargada de la cría, reproducción y producción de cerdos que comprende todo lo relacionado al manejo alimenticio, sanitario, genético y en general, para producir carne de cerdo, buscando así proveer la mejor calidad posible para el consumo humano. (Instituto Nacional de la Economía Social, 2018). La porcicultura es una de las líneas de producción del sector agropecuario parte de la economía social, ya que la crianza y comercialización de los cerdos genera empleos y desarrollo en las zonas donde se realiza. Actualmente la porcicultura se mantiene como una industria importante dentro de la actividad pecuaria en el territorio nacional, generando más de un millón de toneladas anualmente y con una marcada presencia en los estados de Jalisco, Sonora y Puebla que han llegado a representar hasta un 48% de la producción.

IV. 1. Purín

Gómez (2014), define el purín como una mezcla resultante producida por excretas sólidas, y sobre todo líquidas, de ganado (porcino, vacuno, etc.) que no usa paja u otro material para cama, junto con pelos, escamas, agua de bebederos y de limpieza, restos de comida, etc. Se considera como un producto de naturaleza orgánica, muy heterogéneo, que puede utilizarse como fertilizante o enmienda del suelo, gran parte de estos productos provienen de los residuos de los animales en granjas o explotaciones ganaderas y el resto proceden de la transformación de los residuos sólidos urbanos y de los lodos generados en depuradoras los cuales también se consideran abonos orgánicos.

Blanco (2016) menciona que los purines porcinos son los residuos orgánicos fermentados o capaces de fermentar que se generan en las granjas y que provocan un gran impacto ambiental. Están formados por dos fases: una líquida y otra sólida. Por una parte, la fase líquida está constituida por la orina del animal y el agua de lavado y, por otra parte, la fase sólida la componen los excrementos animales, restos de alimentos y el material vegetal fibroso que cubre el suelo.

Suarez (2012) afirma que los purines son cualquiera de los residuos de origen orgánico, como aguas residuales y restos de vegetales, cosechas, semillas, concentraciones de animales muertos, pesca, comida, excrementos sólidos o líquidos, o mezcla de ellos, con capacidad de fermentar o fermentados que tienen impacto medioambiental.

Los purines son productos de la mezcla de estiércol y la orina, son ricos en nitrógeno y micro elementos, que cumplen la misma función que un abono foliar en el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Tiene un alto contenido en aminoácidos; e incrementa la actividad microbiana del suelo. El purín es una mezcla líquida de un 20 a 25 % de estiércol y un 80 y a 85% de orinas. (Salcedo, 2008, p.8).

Peralta (2005), realizó una investigación sobre la Gestión Ambiental en el Manejo de Purines de la Explotación Porcina, debido a que el manejo de purines porcinos ha tomado importancia por dos razones: por una parte, la tendencia a aumentar el tamaño de los criaderos de cerdo en sistemas de producción intensiva confinada en donde se genera una cantidad considerable de desechos, y por otra, una mayor conciencia frente a la protección del medio ambiente por parte de la sociedad. El objetivo del trabajo fue la modificación de las características del residuo para garantizar una disposición final sin el riesgo de causar impactos al medio y a la salud humana.

El purín de cerdo es el material generado en las explotaciones intensivas de ganado porcino, formado por una mezcla de deyecciones sólidas y líquidas, mezclado con agua procedente de la limpieza de las instalaciones, pérdidas de los bebederos y lluvias, y que además puede contener remanentes de alimentos, restos de cama y del propio animal. El efluente generado es una mezcla heterogénea, de color oscuro, y en un proceso permanente de fermentación anaeróbica (Serrano, 2001).

IV.1.1. Composición del purín

Para Sánchez y González (2005) la composición de los purines de cerdo puede ser muy heterogénea de unas granjas a otras, viéndose afectada por los siguientes factores: tipo de animales (raza, edad, estado fisiológico) tipo de granja (cebo, precebo, ciclo cerrado, producción de lechones, cerdas reproductoras y verracos);

manejo de la explotación (tipo de piensos, infiltraciones); gestión del agua de bebida (tipo y caudal de los bebederos, presencia o ausencia de fugas en la canalización); y dilución por aguas de lluvia o de limpieza.

Sin embargo, Blanco (2006) afirma de manera similar que la composición química del purín, debe destacar en función de las particularidades de cada explotación ganadera: categoría del animal, tipo de alimentación, estructura de la granja, sistema de limpieza, etc. Otros factores que influyen en la variabilidad de la composición del purín son la época del año o las aguas pluviales., estas últimas aumentan el contenido en agua de los purines almacenados en balsas y alteran la distribución de los nutrientes de dicho purín.

Maisonnave *et al.* (2001) realizaron una práctica de manejo y utilización de efluentes porcinos, mencionan que las excretas animales son en su composición química y física, una consecuencia de la funcionalidad del sistema digestivo de cada especie. En el caso del cerdo, por ser un animal monogástrico que posee un solo estómago, una de las principales funciones de este órgano es la descomposición de las proteínas en aminoácidos que son absorbidos por el intestino delgado junto con grasas, almidones y azúcares. Las excretas, como combinación de bosta y orina, se distribuyen en proporciones aproximadas de 60 % heces sólidas y 40 % orina.

Scotford *et al.* (1998) indica que los purines contienen importantes nutrientes que usados como fertilizante mediante aplicación al suelo favorecen el crecimiento y rendimiento de los cultivos. El contenido de nutrientes del purín es muy heterogéneo. Su composición de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) varía principalmente según la especie animal (tabla 1), el tipo de alimentación, tipo y estado de las instalaciones, el régimen de estabulación, la época de aplicación y el tiempo, Por lo tanto, cuando el purín se utiliza como fertilizante, es necesario conocer previamente, el contenido de nutrientes (NPK) del mismo para realizar una correcta fertilización según las necesidades del cultivo.

Tabla 1. Media de composición del purín en kg/t (ITG Ganadero año 2000).

Tipo de ganado (Etapa)	Tipo de bebedero	Nitrógeno total	Fósforo	Potasio
Gestación		3,51%	2,64 mg/kg	1,60 mg/kg
Maternidad		3,05%	2,60 mg/kg	1,70 mg/kg
Precebos	Tolvas en húmedo	6,03%	4,20 mg/kg	2,43 mg/kg
	Cazoletas	4,20%	3,49 mg/kg	1,95 mg/kg
Cebaderos	Tolvas en húmedo	8,14%	6,25 mg/kg	4,64 mg/kg
	Sopa	6,37%	5,38 mg/kg	3,32 mg/kg
	Cazoletas	5,00%	5,19 mg/kg	2,85 mg/kg
	Chupetes	2,28%	2,00 mg/kg	1,25 mg/kg
Tipo de granja				
Producción lechones venta destete		3,00%	2,30 mg/kg	1,60 mg/kg
Producción de lechones tradicional		3,30%	2,40 mg/kg	1,70 mg/kg
Ciclo cerrado	Tolvas en húmedo	5,80%	3,70 mg/kg	3,60 mg/kg
	Sopa	5,00%	3,20 mg/kg	3,00 mg/kg
	Cazoletas	4,50%	3,00 mg/kg	2,80 mg/kg
	Chupetes	3,40%	2,40 mg/kg	2,00 mg/kg

Nota: se puede observar la variabilidad en función del tipo de ganado de procedencia. Pero lo que destaca la atención es la trascendencia del tipo de bebedero.

IV.1.2. Granjas porcinas

Pérez (2001) realizó un estudio de 33 granjas de cerdos en La Piedad, Michoacán, y reveló que, en cuanto al tratamiento de los residuos líquidos, 9 % no contaba con ningún tratamiento, 27% con dos procesos unitarios de tratamiento (filtración y tratamiento físico-químico) y 50% con tres procesos unitarios de tratamiento que se refieren a la eliminación de los contaminantes, se realiza en base a procesos químicos o biológicos. Entre los que se encontraban fosas, lagunas (excavadas en el suelo, pero sin impermeabilizar), decantadores, y algunos digestores y procesos

aerobios. Un alto porcentaje de estos sistemas alcanzaba a remover máximo el 80 % de la carga orgánica.

Por su parte Garzón (2014) realizó un estudio a 11 granjas porcinas en 14 diferentes puntos de muestreo en los cuales se revelaron altos porcentajes de éstas que no le hacen ningún tratamiento a los efluentes líquidos y sólidos. También se revela que hay poca masificación de medios para remediar estos problemas de contaminación tan altos que cobran cada día más valor gracias al crecimiento de esta industria a nivel nacional.

La problemática en las granjas es porque algunas no son reguladas y esto conlleva a un mal manejo de las excretas, Méndez *et al* (2013) menciona que el estado de Yucatán es un importante productor de cerdos y aves a nivel nacional, tomando en consideración esto; es un hecho que las granjas porcícolas y avícolas pueden representar una importante fuente de contaminación del agua, porque las excretas de los cerdos y las aves se descargan y son dispuestos sin control ocasionando perjuicios al ambiente, se realizó un censo de las granjas en operación y se recabó información de la SAGARPA sobre el número de animales en cada granja. Con base en esta información y con resultados de diversos estudios se estimaron las cargas orgánicas generadas por las granjas porcinas y avícolas.

Los resultados indican que existen 470 granjas porcinas y 185 granjas avícolas, de las cuales 304 y 76, respectivamente, no están registradas en SAGARPA. La existencia total de cerdos en el Estado se estimó en 670,174 cerdos, que generan diariamente 3,884.78 t de excretas, 9,428.37 m³/d de aguas residuales altamente contaminadas y una carga orgánica de 443,133.39 kg/d medida como DQO. Con los resultados obtenidos de las cargas orgánicas generadas, geo posicionadas y agrupadas por municipios, se pueden realizar estudios para correlacionarlos, esto ayudaría a que muchas granjas fueran reguladas con efectividad, poniendo mayor enfoque en las granjas consideradas como grandes.

IV.1.3. Tratamientos para el purín

Martínez y Burton (1998) mencionan que la enorme cantidad de purines que se desechan por la ganadería intensiva han desarrollado una serie de tratamientos que permiten, por una parte, cambiar el subproducto hacia un producto más inocuo, y por otra, transformarlo en otro elemento diferente que pueda ser potencialmente comercializable. (Tabla 2)

López (2007) menciona que las lagunas de estabilización representan un tratamiento adecuado debido a que son estanques construidos directamente sobre el terreno, en los cuales se hace permanecer el agua residual durante largos períodos de tiempo, de tal forma que las bacterias presentes en el líquido degraden o mineralicen los desechos orgánicos. Para evitar contaminación de mantos acuíferos, deberá garantizarse su impermeabilización a nivel del fondo y taludes, aplicando capas de material arcilloso, o mediante coberturas adecuadas para tales fines.

Todas las tecnologías de gestión de purines se dirigen a la mejora de sus condiciones para el empleo adecuado en la agricultura y en la reducción de su volumen y, en todo caso, a garantizar su contribución a la mejora medioambiental. Los residuos ganaderos no suelen ser tratados antes de su incorporación al suelo, excepto un pequeño porcentaje cercano al 5%, sometido generalmente a procesos de compostaje o de digestión anaerobia (Comisión Europea., 2001)

Para Hjorth et al. (2010) la separación sólido-líquido de los purines es uno de los tratamientos más usados en las explotaciones porcinas actualmente. Este tratamiento genera una fracción sólida rica en fósforo y en materia orgánica y una fracción líquida rica en nitrógeno soluble. Las fracciones finales de esta separación son aplicadas generalmente al suelo como una fuente de nutrientes y materia orgánica.

Tabla 2. Alternativas para el manejo de purines porcinos

Tipo de recolección de purín	Tecnologías	Tipos de granjas		
		Familiar	Comercial	Industrial
Seca	Compostaje	X	X	X
	Lumbricultura	X	X	X
Líquida	Fertilización con purines	X	X	X
	Digestión anaerobia	X	X	X
	Pantano artificial		X	X
	Laguna en serie			X
	Lodos activados			X
	Filtro percolador			X

Nota: Cada una de las tecnologías presentadas para el manejo de purines, deben ser dimensionadas y adaptadas a los requerimientos de cada granja, ya que la composición del purín y el tipo de recolección difieren una de otra (Guevara et al., 2012).

IV.1.4. Valoración agronómica del purín

La riqueza de la materia orgánica, y nutrientes de los purines, dan un valor nada despreciable, para su uso agrícola; una buena transformación y una correcta utilización, convierten al purín en un abono o enmienda orgánica de buena calidad (Bemal *et al.*, 1992).

Según Menardo *et al.*, (2011) la fracción sólida también poder ser compostada y alcanzar un valor comercial o incluso ser usada como una fuente de energía para la incineración o producción de biogás.

El suelo desempeña un papel fundamental en los procesos de equilibrio del ecosistema por su capacidad depuradora, regeneradora y recicladora, permitiendo que los elementos contenidos en el purín se trasformen en un fertilizante potencial (Merillot, 1998).

Para Gómez *et al.* (2001) Consideran que el aprovechamiento agrícola del purín de cerdo es la opción más adecuada desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, debido a su composición, a la capacidad depuradora del suelo y al coste de las tecnologías de tratamiento disponibles.

Por su parte Sánchez *et al.* (2005) nos dicen que el purín posee un elevado valor fertilizante que puede suponer una alternativa de bajo coste respecto a otros fertilizantes orgánicos y minerales, a la vez que aporta materia orgánica al suelo. Sin embargo, no conviene olvidar que existen ciertos factores limitantes que es necesario controlar como los contaminantes contenidos en los purines pueden perder su actividad a las pocas semanas, o meses, de ser aplicados al suelo, pero no es descartable un efecto tóxico agudo sobre algunos componentes de la biota de los suelos, ni sobre las aguas, en caso de lixiviación o de vertido directo a los cauces.

Hernández (2006), comenta que la fertilización anual con purín mejora la respuesta del cultivo, aumentando los valores de producción respecto al control y a la fertilización mineral, sin que se adviertan problemas de contaminación por metales pesados ni en grano ni en paja. El estudio de índices de eficiencia fertilizante revela que el empleo de dosis moderadas consigue un aprovechamiento más eficaz del nitrógeno aplicado. Los suelos enmendados con purín experimentan un incremento del pH, de la conductividad eléctrica y del contenido de nitratos, fósforo, calcio y sodio asimilables.

El purín contiene cantidades apreciables de fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro y manganeso. También se encuentran concentraciones relativamente altas de cobre y zinc, ya que ambos se emplean como aditivos alimentarios (L'Herroux *et al.*,1997); también pueden contener otros compuestos como insecticidas, fungicidas, antibióticos u hormonas.

Para Merillot (1998) La aplicación de purines en los suelos agrícolas implica las siguientes mejoras en lo que respecta a la fertilidad edáfica:

- Fertilidad química, aumenta la disponibilidad de nutrientes e incrementa la capacidad de retención de cationes.
- Fertilidad biológica, cierra los ciclos de nutrientes y los flujos de energía diversificada y aumenta el contenido de microorganismos, y de materia orgánica, cuyo aumento mejora a su vez la fertilidad química y física de un suelo (filtro biológico).
- Fertilidad física, favorece un adecuado desarrollo radicular al favorecer el desarrollo de raíces, permeabilidad, retención de agua, facilidad de circulación de aire, agua y mejora la estructura del suelo.

Griffin *et al.* (2002) coinciden en que el purín de cerdo aumenta los contenidos en nutrientes del suelo, debido a que presenta cantidades importantes de macro y microelementos que son esenciales para las plantas. La eficiencia como fertilizante depende de diversos factores, entre los que figura el tipo de suelo y de cultivo empleado, la composición del residuo y los factores ambientales. Éstos inciden directamente sobre los procesos de mineralización y la disponibilidad de nutrientes para la planta.

IV1.5. Ventajas del purín en el suelo y su utilización Agrícola

El purin constituye un almacén de nutrientes, especialmente de nitrógeno, fósforo, azufre y micronutrientes y los va liberando lentamente, facilitando su aprovechamiento por las plantas. (Córdova, (2016).

Para Ortuño *et al.* (2012) el humus líquido aplicado al suelo o a la planta ayuda a asimilar macro y micro nutrientes, evitando la concentración de sales, crea un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos como las bacterias, hongos, etc., que impiden el desarrollo de patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo de enfermedades, además, estimula al suelo a desarrollar su propio humus, ya que incorpora y descompone los residuos vegetales en el suelo.

Gómez y Stechuner (2012) afirmaron que el humus líquido promueve un sistema radicular vigoroso ya que mejora las condiciones del suelo, al haber una mejor oxigenación, mejor nutrición y una reducción de los efectos de erosión, genera un

mejor rendimiento y además de que es orgánico no tiene agregados químicos y no deja residuos, es muy fácil de aplicar para cualquier cultivo.

La dinámica de los sustratos orgánicos adicionados depende de las propiedades del medio edáfico (temperatura, humedad, pH, etc.), de la dosis y características de la enmienda y de factores bióticos que van a ejercer una influencia determinante sobre los procesos de mineralización y humificación en el suelo, y, en definitiva, sobre las funciones que desempeña la materia orgánica. (Moral *et al.*, 2005).

Griffin *et al.* (2002), comentan que el purín de cerdo aumenta los contenidos en nutrientes del suelo, debido a que presenta cantidades importantes de macro y microelementos que son esenciales para las plantas. La eficiencia como fertilizante depende de diversos factores, entre los que figura el tipo de suelo y de cultivo empleado, la composición del residuo y los factores ambientales, éstos inciden directamente sobre los procesos de mineralización y la disponibilidad de nutrientes para la planta.

Borrás y Sánchez (1997) mencionan que el aprovechamiento de los purines de diferentes tipos de ganado hace que estas prácticas sean muy rentables y a la vez contribuyen a la reducción de impactos ambientales negativos. La producción de estos compostajes está supeditado a diferentes factores, uno de ellos es la aireación forzada que tiene varias ventajas, que incluyen un tiempo de compostaje corto, bajos requisitos de espacio y control del proceso. La descomposición de esta materia orgánica, se debe a la producción de calor, el balance de calor y la temperatura que están interrelacionados, es decir, que, en un proceso de descomposición de materia orgánica, se genera como productos CO₂ y H₂O, además de energía que se desprende en forma de calor. En uno anaeróbico, se produce CO₂ y CH₄, que este mediante combustión, generaría también CO₂, H₂O y calor.

Para Gagnon (2004), el purín de cerdo también contiene cantidades variables de fósforo y potasio. La disponibilidad de fósforo para la planta es, en general, buena, aunque depende de las características del suelo y de la dosis de aplicación. El

potasio que se aporta está fundamentalmente en forma mineral, por lo que se encuentra inmediatamente disponible para la planta.

IV.1.6. Purín como biofertilizante

El uso del purín como fertilizante es una manera apropiada y natural para llevar a cabo su reutilización, lo que lleva a cerrar el ciclo de materia y energía, devolviendo al suelo la materia orgánica y nutrientes extraídos para la alimentación de los cerdos. Asimismo, el purín como biofertilizante permite el ahorro de fertilizantes químicos que son una fuente de contaminación importante y que además representan una gran inversión económica para la agricultura (Sánchez y González, 2005).

El purín se somete a una separación físico-química de las fases sólida y líquida, lo que puede constituir un tratamiento por sí mismo, cuando el sólido se aplica directamente al suelo y el líquido se emplea como agua de riego, o una fase previa que aumenta la eficacia del proceso de tratamiento posterior. El vertido de la fracción líquida a los cauces requiere un proceso de depuración que alcance los parámetros de vertido que se recogen en el Reglamento de Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 849/1986). El sólido se utiliza normalmente como fertilizante, bien directamente o bien después de someterlo a un proceso de compostaje, fermentación anaerobia o secado térmico (cogeneración).

Malla (2019) asegura que el purín de cerdo contiene todos los elementos minerales necesarios para la nutrición de las plantas: macronutrientes primarios (N, P y K), macronutrientes secundarios (S, Ca, Mn) y el resto de micronutrientes (oligoelementos), por lo que, si se dosifica correctamente, resulta un excelente fertilizante y puede llegar a sustituir completamente la fertilización mineral en algunos casos, como en el cultivo de cereales de invierno en muchas zonas de secano. En otros casos, su uso permite reducir significativamente la aportación de fertilizantes comerciales.

Gómez (2010) dice que la aplicación de residuos orgánicos se contempla como una opción eficaz para mejorar la calidad de los suelos e incrementar su fertilidad. En este contexto, la utilización del purín de cerdo en suelos agrícolas se considera una

forma adecuada de eliminar este residuo, aprovechando su valor fertilizante y el poder depurador del suelo, pero sin olvidar los riesgos sobre el medio ambiente que conlleva su uso indiscriminado.

Clos (2019) señala mediante estudios, que el nitrógeno del purín de cerdo puede llegar a tener una concentración del 0 % en su forma inorgánica (de absorción rápida por parte de las plantas) y el resto en forma orgánica (de absorción lenta, ya que se ha de transformar), una característica que lo convierte en apto como fertilizante de cobertura una vez nacido el cultivo. Es importante considerar que aportar demasiado nitrógeno al suelo puede ser contraproducente, puesto que la demanda de las primeras fases de crecimiento del cultivo es baja, según el tipo de suelo y la climatología, el nitrógeno, que es muy soluble, puede llegar a la lixiviación si permanece mucho tiempo sin ser absorbido por la planta, por lo que se recomienda fraccionar las dosis y hacer la mayor aportación en cobertura, donde la demanda de nitrógeno de absorción rápida del cultivo es máxima.

Chartier (2011) nos dice que la materia orgánica y sus nutrientes, hacen que el purín pueda ser reutilizado para enmendar suelos, como alimento para rumiantes, materia prima para generar energía como biogás, como insumo en la elaboración de compost, sustrato en lombricultura y como fertilizante orgánico.

Smith (2000) hace mención que el purín de cerdo aumenta los contenidos en nutrientes del suelo, debido a que presenta cantidades importantes de macro y microelementos que son esenciales para las plantas. La eficiencia como fertilizante depende de diversos factores, entre los que figura el tipo de suelo y de cultivo empleado, la composición del residuo y los factores ambientales.

VII. 1.7. Uso del estiércol porcino como abono orgánico en plantas

Existen muchos beneficios que ofrece el uso del estiércol porcino como fertilizante, uno de ellos es mejorar las cosechas y las propiedades físico-químico de los suelos. Por su alto contenido de materia orgánica, el estiércol porcino es usado como abono orgánico, al incorporarse al suelo mejora su fertilidad, libera gradualmente nutrientes para la planta, ayuda a la estabilidad del suelo, debido a que la materia

orgánica está involucrada en las propiedades físicas del mismo y reduce la erosión; además por su alto contenido de nitrógeno es usado cuando se descompone por la actividad microbiana (Olascoaga, 2007).

Los fertilizantes orgánicos dependiendo de su procedencia, poseen diversos nutrientes y por lo general tienen altos contenidos de nitrógeno, entre ellos se encuentran los producidos por la ganadería, la avicultura, la porcicultura, cunicultura, capricultura y la ovicultura (boñiga, gallinaza, cerdaza, ovejaza, conejaza y cabraza) entre otros. (Primavesi 1984).

Weeks (1994) afirma que la aplicación de estiércol porcino a los suelos es un hecho que mejora la estructura del suelo e incrementa su contenido de materia orgánica, las excretas animales son benéficas para los suelos debido a que los organismos del suelo descomponen la materia orgánica, lo que puede luego aumentar la capa arable, la aireación y la fertilidad, incrementar la capacidad de retención de agua y potencialmente reducir la erosión por viento y agua.

Garro (2016), explica que el compostaje de la materia orgánica, sea de estiércoles o residuos de plantas, es indispensable, para evitar múltiples daños como pueden ser altas concentraciones de nitratos en productos vegetales de hoja, rábanos y remolachas y el incremento de sales en el suelo. Además, para evitar la contaminación de las capas freáticas y mantos acuíferos con nitratos. Este proceso se debe realizar para alcanzar en la fermentación temperaturas de alrededor de 65 °C por al menos 4 a 5 días, y así evitar presencia de plagas insectiles, fitopatógenos y patógenos humanos.

Alfaro (2016) hace mención que los abonos orgánicos líquidos son otra opción usada en la producción orgánica. Estos se elaboran a partir de diversas fuentes, entre estas se encuentran los abonos líquidos de frutas, hechos a partir de frutas y hierbas. Los bioestimulantes hechos a partir de hierbas, los bioestimulantes son sustancias o microorganismos que modulan procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas, actúan a través de diferentes mecanismos a los de los fertilizantes y productos fitosanitarios. Los bioestimulantes son complementarios a la nutrición y protección de los cultivos. Los de compost o lombricompost, elaborados por

fermentación en melaza. Los lactobacillus elaborados a partir de arroz, leche, suero y melaza (tabla 3). Los biofermentos elaborados con boñiga o pasto fermentado más sales minerales, y, por último, los llamados biofertilizantes elaborados a partir de microorganismos de distinto tipo, como es el caso del azotobacter y de las micorrizas. Estos productos se utilizan en aplicaciones foliares y dirigidas al suelo.

Tabla 3. Contenido promedio de N, P, K, C, MO y relación carbono nitrógeno en materias primas para la elaboración de abonos orgánicos.

Materiales	MO%	C%	N%	C/N	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%
Arroz (granza)	54.55	30.42	0.78	39/1	0.58	0.49
Aserrín verde	30.68	16.32	0.96	17/1	0.08	0.19
Estiércol cerdaza	53.10	29.50	1.86	16/1	1.06	2.23
Estiércol de bovinos	96.19	53.44	1.67	32/1	0.68	2.11
Gallinaza	44.00	25.00	2.40	10/1	4.70	2.10
Gallinaza de piso	42.10	24.40	2.02	12/1	3.60	0.89
Maíz (rastrojo)	96.75	53.76	0.48	112/1	0.38	1.64

Objetivos Generales

Evaluar la efectividad de un abono orgánico a base de purín en el rendimiento de cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en la colonia de Pacú, Municipio de Suchiapa, Chiapas.

Objetivos Específicos

- Elaborar un abono a base de purín para la fertilización del tomate (*Solanum lycopersicum*).
- Evaluar el desarrollo del tomate (*Solanum lycopersicum*) abonado con purín determinando altura, diámetro, número de hojas y rendimiento de fruto.
- Evaluar la estabilidad del sustrato, mediante el monitoreo de parámetros físico-químicos (Temperatura, pH, sólidos volátiles, nitrógeno y fosforo).
- Evaluar dos formas de aplicación de purín: Edáfica y Foliar sobre el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*).

Fase 1. Etapa de Gabinete

Universo de estudio

Selección del sitio

La ubicación de la granja está aproximadamente a 4 kilómetros del ejido Pacú (Figura 1), ubicado en el municipio de Suchiapa, Chiapas, donde las principales actividades económicas son la agricultura y ganadería. Las distintas granjas se encuentran distribuidas a 500 metros de río.

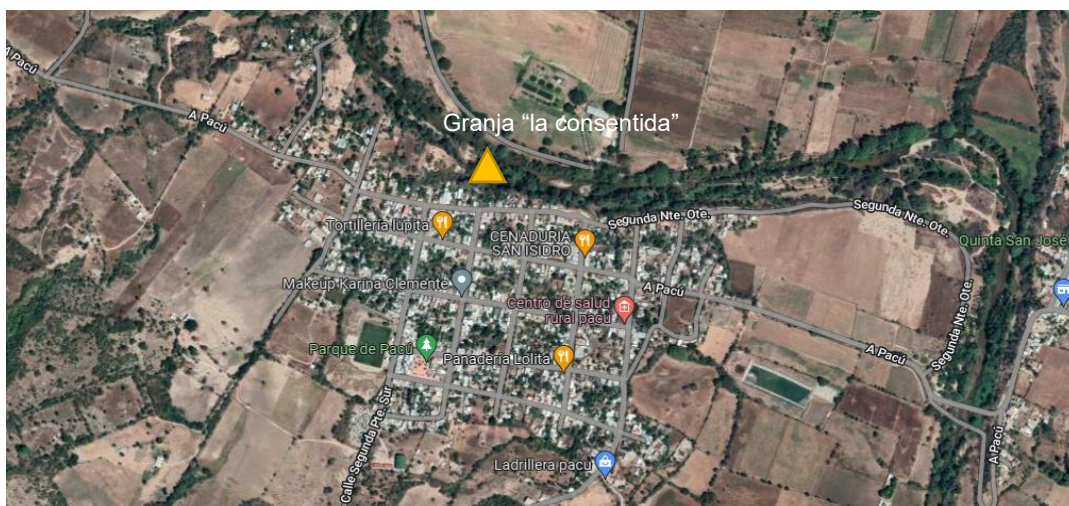


Figura 2. Ubicación del ejido Pacú, en el municipio de Suchiapa (INEGI, 2020).

Para la selección de la granja en el ejido Pacú (Figura 2) se tomaron en cuenta distintas características como la disponibilidad y accesibilidad de los servicios esenciales, tales como proveedores de alimentos, agua y fuentes de energía eléctrica. En este sentido, el entorno debe ser adecuado para la construcción y disposición de drenaje y estiércol, que esté situada menos a 1 kilómetro de distancia de las casas y/o comunidades más cercanas, la posibilidad de expansión también debe ser considerada, en caso de que el número de cerdos sea más grande. Debe contar con suficiente ventilación de los establos, equipamiento porcino (comederos, bebederos, vallas separadoras) adecuados para cada edad, facilidad de limpieza y desinfección (figura 3).



**Figura 3. Granja “La Consentida”
Suchiapa, Chiapas. Fuente propia**

Población y muestra

Población

La población inicial será de 40 cerdos de engordade raza large White, la edad varía entre 4 y 12 meses de edad.

Tamaño de la muestra

150 kilogramos de excremento de cerdo a la semana

Métodos y materiales

El aprovechamiento del purín se llevó a cabo en una granja porcina en la cual hay un estimado de 60 cerdos (considerada una granja mediana), esta cuenta con un sistema de tratamiento basado en la separación sólido-líquido del purín. En esta granja, el purín se recoge de los bebederos y establos de las porquerizas y se almacena en un tanque abierto o en cubetas, esto depende del número de purines que se obtenga al día. A continuación, se detalla el material a utilizar

- 8 a 10 cubetas de 50 litros aproximadamente
- Un tanque de 50 litros
- 1 pala
- Carretilla
- Guantes

- Malla sombra de un metro (120 micras)
- Flexómetro
- Vernier
- Franela
- Papel para las entrevistas
- Lapiceros
- 30 plántulas de jitomate

Fase 2. Diseño experimental y determinación de variables de crecimiento

Se estableció un diseño experimental en el que se consideraron tres tratamientos (T1 =, T2= y T3 =) considerando 10 repeticiones por tratamiento. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA), mediante el programa InfoStat; en la cual se realizaron pruebas de comparación múltiples de Tukey ($p < 0.05$), para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables evaluadas, con un nivel de confiabilidad de 95%. Con la finalidad de evaluar las variables de crecimiento de las plántulas de tomate, se seleccionaron 10 plántulas al azar por tratamiento y repetición, para un total de 30 plántulas. En las cuales se fueron midiendo las siguientes variables:

Altura de la plántula (cm). Se midió con un flexómetro a partir de la base del tallo hasta la parte superior de las ramas o copa de la plántula.

Diámetro: del tallo (cm). Se midió con un vernier

Número de hojas por plántula: se contabilizaron directamente el número de hojas verdaderas de cada plántula. Montes *et al.* (2015).

Tabla 4. Diseño experimental para la evaluación del purín, sobre el desarrollo de plantas de tomate.

Tratamiento	Sin abono	Con abono (fertilización edáfica)	Con abono (fertilización foliar)
T1	x		
T2		X	
T3			X

Se diseña un experimento con el fin de comprobar si el uso de tres métodos de aplicación del fertilizante produce resultados diferentes que sean estadísticamente significativos en base en el rendimiento del experimento, Juárez (2016).

Para evaluar el efecto del tratamiento a base de purín, se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos (T1, T2 y T3) y 10 repeticiones, en donde cada tratamiento consistió en: T₁, Testigo absoluto, sin abono; T₂, compost elaborado de purín de cerdo y T₃, fertilizante de forma foliar. (Tabla 4).

Fase 3: Estudios de laboratorio

Se desarrolló una investigación cuantitativa-cualitativa y experimental, basada en el manual de “uso de la porcinoza en la agricultura” en ella se evaluarán los parámetros físico-químicos del purín, de acuerdo a las normas (tabla 5).

Tabla 5. Parámetros físico-químicos a evaluar.

parámetros	Normatividad
Potasio	NOM-021-SEMARNAT-2000
pH	NOM-021-SEMARNAT-2000
Fosforo	NOM-021-SEMARNAT -2000
Nitrógeno	NOM-021-SEMARNAT -2000
Sólidos totales volátiles	NOM-004-SEMARNAT-2002
Temperatura	NOM-021-SEMARNAT-2000

Fase 4: Aplicación de entrevistas y recolección de purín en los establos

Procedimiento

Como primer paso, se realizó un acercamiento a través de entrevista (figura 4) para conocer desde el punto de vista de los productores porcícolas que uso dan a los desechos fecales de los cerdos, la alimentación y el tipo de granja; se aplicaron 20 entrevistas en las cuales se evaluaron las 5 granjas que hay en los alrededores de la comunidad, como las casas productoras de cerdos que manejan un número menor a 10 de cerdos. Para esto se plantearon 9 preguntas que enfocadas a determinar la importancia de la reutilización del abono y con base en eso identificar con que granja trabajar, por ejemplo: trabajar con la granja que maneje una alimentación libre de hormonas, que maneje cerdos de engorda y que tuviera la disponibilidad de aceptar el proyecto. Jiménez (2019).

Figura 4. Aplicación de entrevistas a dueños de las granjas



Fuente propia (2021)

Para el aprovechamiento del purín fue necesaria la recolección del mismo en los chiqueros, actividad realizada por las mañanas para tener un mayor número de desechos en todo el día (incluyendo el lavado de los establos). (figura 5). Almacenar en el tanque los purines recolectados, este se obtiene por medio del canal de desagüe que tienen los chiqueros para facilitar su recolección.

Figura 5. Proceso de recolección de purín de la granja



Fuente propia (2021)

Después se llevó a cabo la separación de la parte líquida de la sólida, esto fue posible con la ayuda de una malla de polipropileno de 120 micras, para cubrir el tanque donde fue vertida; se coló a manera que las partículas más grandes queden retenidas en ella y sean separadas de manera manual, para que el agua que se obtenga salga con la mínima cantidad de purín, también se tomó en cuenta el hecho del tamaño de las partículas, que éstas puedan flocular y no sea tan necesaria la malla, (esto dependió de la alimentación y salud de los porcinos), el tiempo en que el purín fue resguardado fue de 2 semanas, para que el excremento sólido saliera con la mínima cantidad de sales. Muñoz (2019).

Como tercer paso, una vez separado el purín sólido, por medio del método barrido en seco o de manera manual paso al secado (Anexo 5); el secado es un proceso relativamente fácil ya que se coloca al aire libre el purín y mediante la insolación solar se evaporar la parte líquida concentrando el resto de elementos en forma de sólido seco en dónde sufrió un proceso de deshidratación. (Figura 6).

Una vez el deshidratado el purín, sigue la parte del volteo de la materia, que fue de importancia ya que hizo que la materia que faltó deshidratar se secase por completo, y esto también ayudó a que las moscas no introdujeran sus larvas.

Figura 6. Método de barrido del material fecal



Fuente propia (2021)

Después de 8 días el fertilizante estuvo listo y almacenamos en costales y otra parte se pudo agregar al cultivo de tomate (Figura 7).

Figura 7. Secado del purín



Fuente propia (2021)

Con el purín líquido sobrante en los recipientes, se utilizó como macerado para aplicar a plantas pequeñas, se recomienda que por cada 3 litros de macerado se

agregue al menos un litro de agua, esto para que la cantidad de sales que hayan quedado se diluyan y evite que la planta o cosechas se lleguen a quemar (Bernal *et al.*, 1992). La aplicación del macerado en las plantas, fue de manera foliar con 2 aplicaciones cada semana, para evitar que la planta tenga un exceso de nutrientes. (Figura 8)

Figura 8. Macerado a base de purín



Fuente propia (2021)

Fase 5: Aplicación del fertilizante orgánico a las hortalizas y monitoreo de los cambios que se vayan teniendo.

En el mes de enero se determinaron las concentraciones de abono que se agregaron al cultivo. Se utilizó una base de datos para ir monitoreando que fertilizante tiene mayor eficacia, si el foliar con el macerado de purín o cuando se aplica de forma edáfica con el purín deshidratado.

La aplicación del abono fue en dos partes: cuando la planta desarrolló el primer follaje, se colocó dos puñados de fertilizante de purín en el sitio de siembra y la segunda a mitad del ciclo del cultivo de tomate agregando dos puñados más de abono de purín, ya que cuando las características físico-químicas del suelo se desconocen, para un buen desarrollo radicular del cultivo, se recomienda aplicar dos puñados de abono orgánico, esto con la finalidad de no saturar de nutrientes al suelo. (Valverde *et al.*, 1998).

El monitoreo de los procesos que las plantas de tomate tuvieron, se ejecutó cada 15 días, en donde se midió la altura de la planta de tomate, diámetro del tallo y número de hojas. El propósito fue identificar el efecto de los tratamientos sobre la variable de respuesta (crecimiento vegetativo). (Figura 9)

Figura 9. Medición del tallo del cultivo de tomate



Fuente propia (2021)

Se localizó el lugar en donde se sembraron las plántulas de tomate para que éstas pudieran crecer y los resultados fueran óptimos para la aplicación del fertilizante.

El lugar en donde se estableció las plántulas de tomate cumplió con las siguientes condiciones:

- ✓ Cercano al terreno donde se realizará el trasplante definitivo
- ✓ Buena ubicación respecto al sol
- ✓ Terreno plano
- ✓ Buen drenaje
- ✓ Fuente de agua cercana
- ✓ Protegido contra vientos fuertes y animales (cercado)

Análisis de Resultados

1.1 Tabla 6. Resultados de laboratorio

pH	7
Temperatura	28°C
Sólidos totales volátiles	34.5
Nitrógeno	2.13%

En la tabla anterior, se logra apreciar que el pH y la temperatura del abono orgánico es el óptimo para poder suministrar a las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) ya que en los suelos agrícola debe variar entre 6.5 y 7.0 para obtener los mejores rendimientos y la mayor productividad (Prasad and Power, 1997).

El porcentaje de sólidos volátiles 34.5 g/100g (fracción orgánica), es un nivel con decadencia al calor. El porcentaje de nitrógeno que presento entra en las especificaciones que se marcan, para un buen desarrollo de las plantas. (Zagal 2007).

1.2 Tabla 7. Niveles de P y K en abono orgánico

	Alta	Óptimo	Bajo	Resultado
Fósforo	>20	10-20	<10	19.39
Potasio (cmol/kg)	>0.30	0.15-0.30	<0.15	13.66
Nitrógeno	>14	2-10	<0.1	2,13

Con base al análisis de suelo de la tabla 7, se logra apreciar niveles de nutrientes óptimos en el fósforo, para la muestra de abono orgánico. Siendo la muestra de potasio la que está por debajo de los niveles de ideales a las recomendadas.

1.3 Resultados de las entrevistas a productores

De acuerdo al acercamiento con los productores, se realizaron unas entrevistas, en las cuales se recolectaron 20 entrevistas y en ellas se analizaron; en promedio un 8.70% de los agricultores (Fig 10) hasta el momento no le dan ningún uso al purín, lo tira afuera de sus terrenos e inclusive se tira al río por medio del drenaje, al igual se encontró que de 20 personas entrevistadas (Fig 11) en promedio solo el 6.21% de ellas alimentan a los cerdos con desperdicios de comida o mejor conocido como "Achiqual" y el 4.97% resto con alimento procesado.

También obtuvimos una buena respuesta por parte de los productores, solo un 3.11% (Fig 12) no mostraron interés en utilizar el purín como abono a base de purin de cerdo.

Resultados de las entrevistas

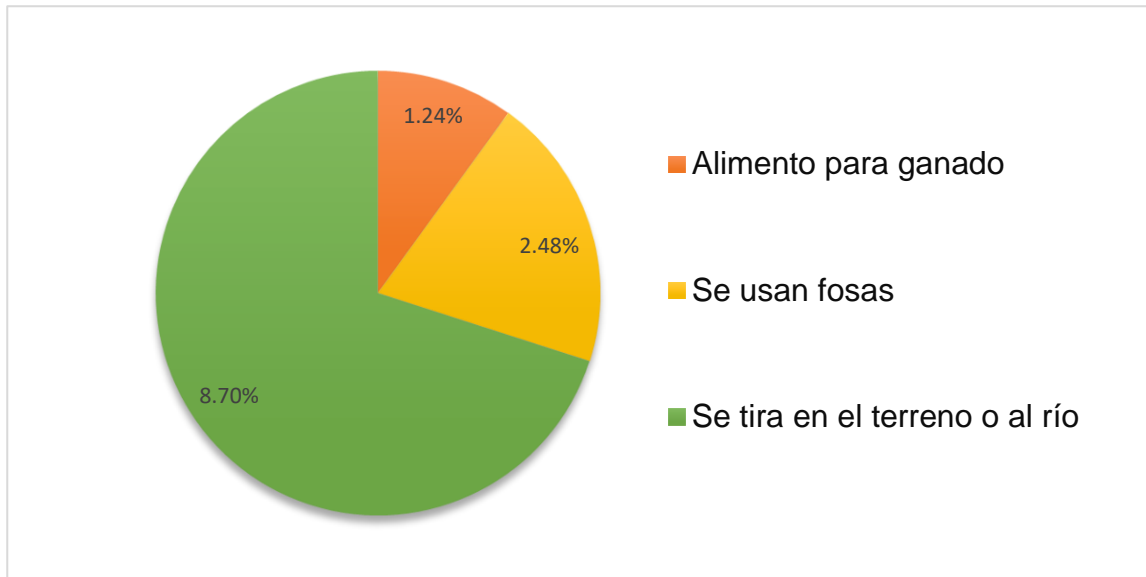


Figura 10. Usos que se le dan al purín que se produce en granjas porcícolas de la localidad de pacú, se observa que mayormente los desechos son tirados al río sin tener un tratamiento antes.

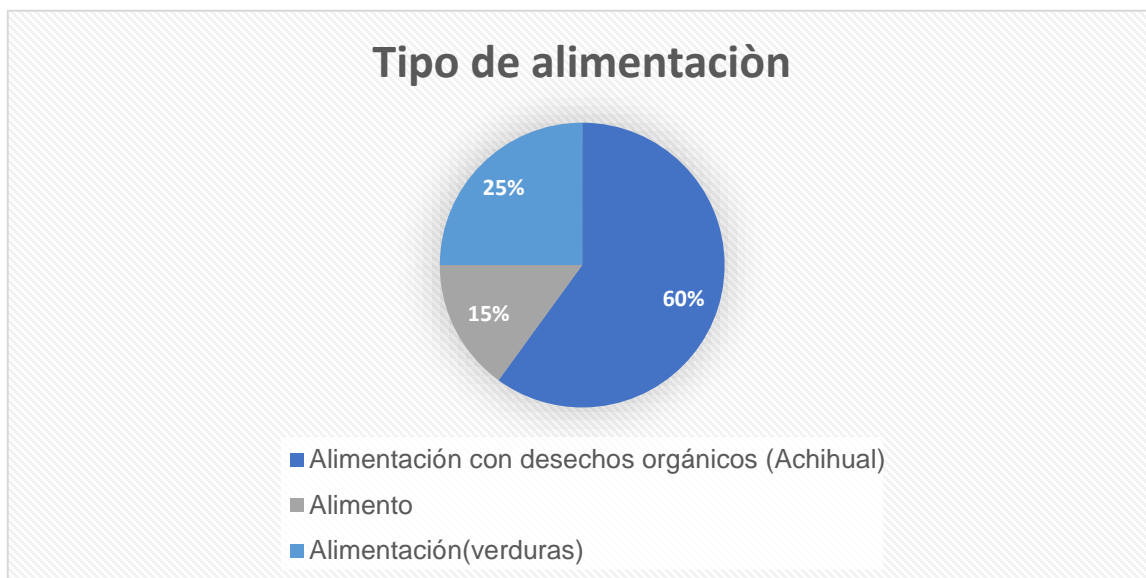


Figura 11. Se muestran diferentes tipos de alimentación de los porcinos se observa que predomina más el alimento con desechos orgánicos (achihual), que los alimentos a base de hormonas.

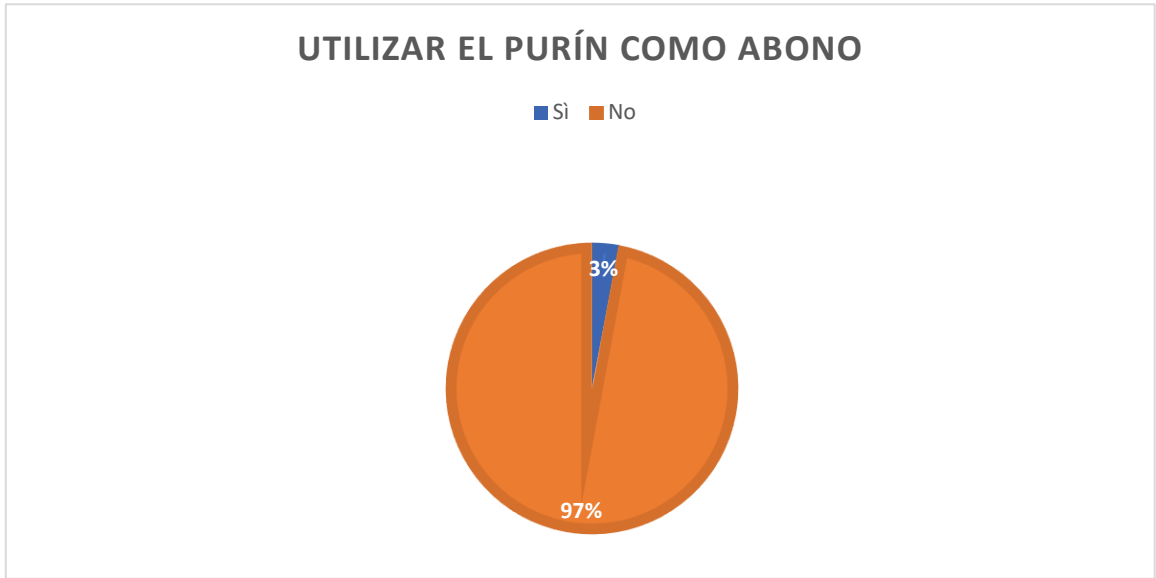


Figura 12. Aceptación del fertilizante a base de purin, obtenido por medio de entrevista a los pobladores de la localidad.

Resultados obtenidos del monitoreo del crecimiento vegetativos de los 3 tratamientos

Los resultados obtenidos demuestran que a través del análisis de varianza se demuestra que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, aun cuando en la fertilización edáfica se alcanza un crecimiento mayor a los demás tratamientos. (Figura 13).

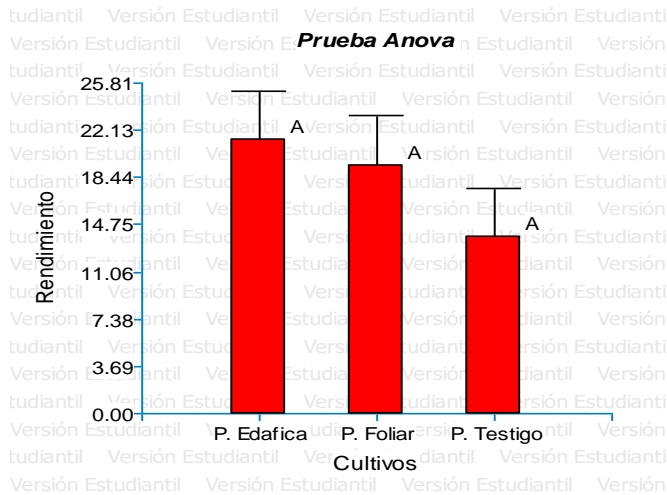


Figura 13. Análisis del rendimiento de los tratamientos [Fuente propia]

Tabla 8: Variables de desarrollo vegetativo de jitomate Tukey ($p < 0.05$).

Tratamiento	Altura	Diámetro	Numero de hojas
(T1 Testigo)	11.06 ^a	0.39 ^a	7.50 ^a
(T2 Foliar)	18.44 ^a	0.50 ^a	10.10 ^a
(T3 Edáfica)	22.13 ^a	0.54 ^a	10.60 ^a

Se obtuvieron valores en las variables de crecimiento vegetativo; mayor altura (42 cm; Figura 15), mayor Diámetro del tallo (4cm; Figura 16), y mayor número de hojas (25; Figura 17) siendo la abonada con purín T2, la que presentó mayor eficacia a comparación de la planta testigo y la edáfica.

Se apreció de forma cualitativa que su crecimiento fue mucho más rápido, el color de las hojas no se vio afectado por plagas u otros insectos. Los resultados producidos en las plantas de tomate mostraron que es posible la sustitución de fertilizante químicos por fertilizante hecho a base de purín de cerdo, siempre y cuando esta cumpla con las especificaciones y tratamiento correspondiente. (Figura 14). **Figura 14. Planta de tomate abonada con tratamiento edáfica.**



Fuente propia (2021)

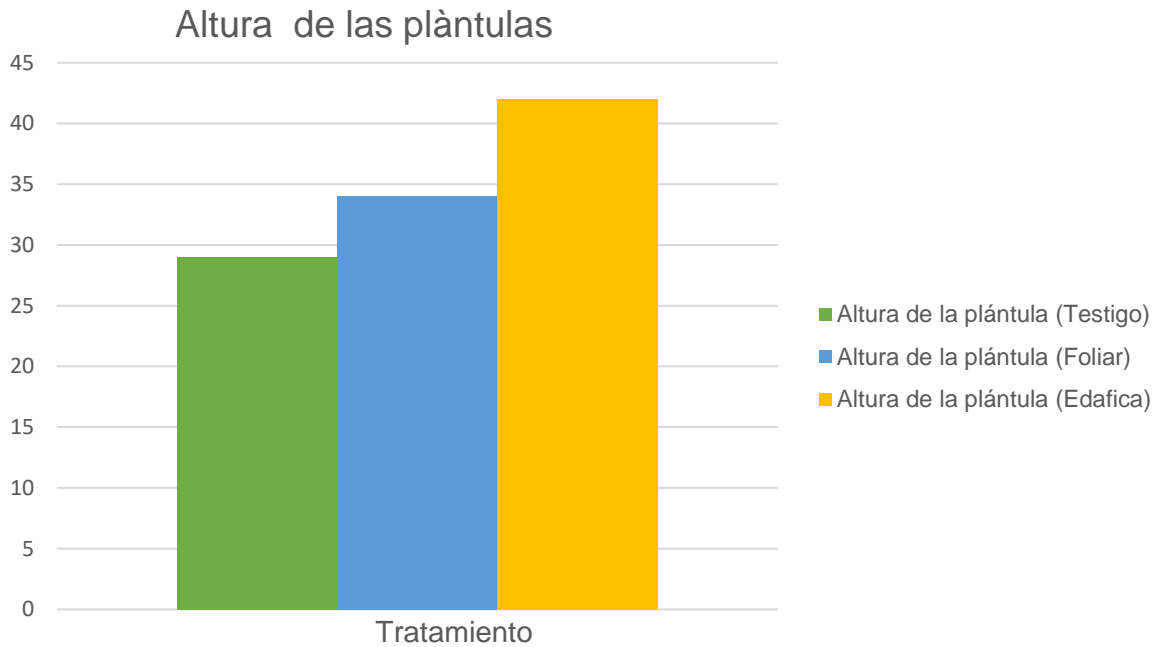


Figura 15. Diferencias en el crecimiento vegetativo de las plantas por tres tipos de tratamientos, siendo la edáfica la que obtiene una altura mayor a los demás tratamientos.

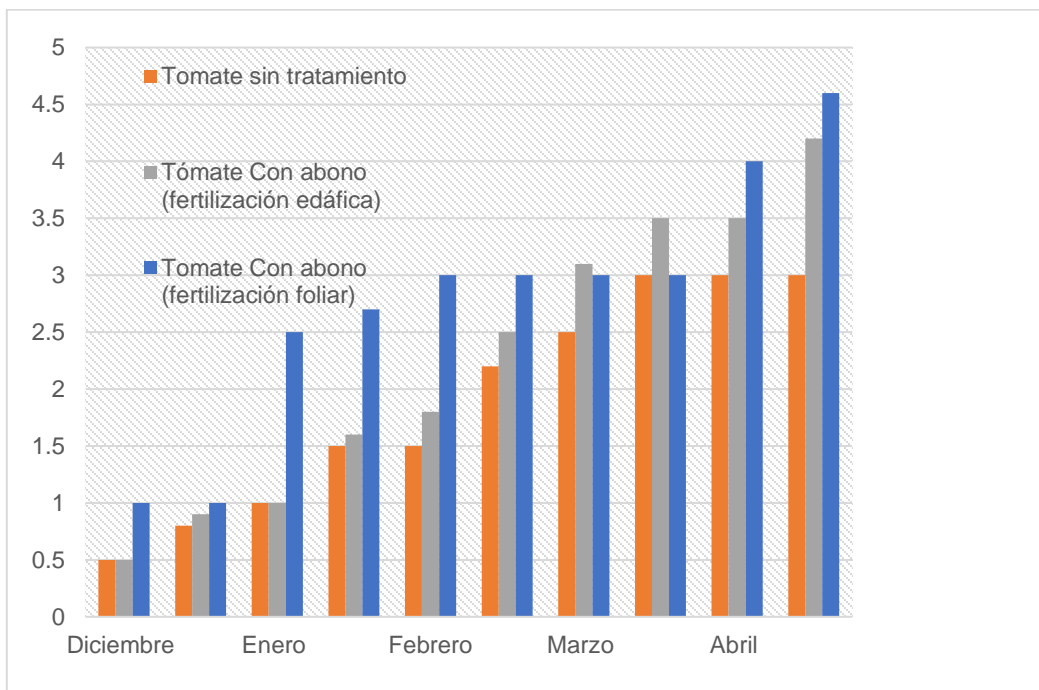


Figura 16. Diferencias en el diámetro de las plantas por tratamiento, se contempla como el tratamiento foliar sobresale de los demás tratamientos, siendo este el que tiene mayor diámetro a diferencias de la planta testigo y la edáfica.

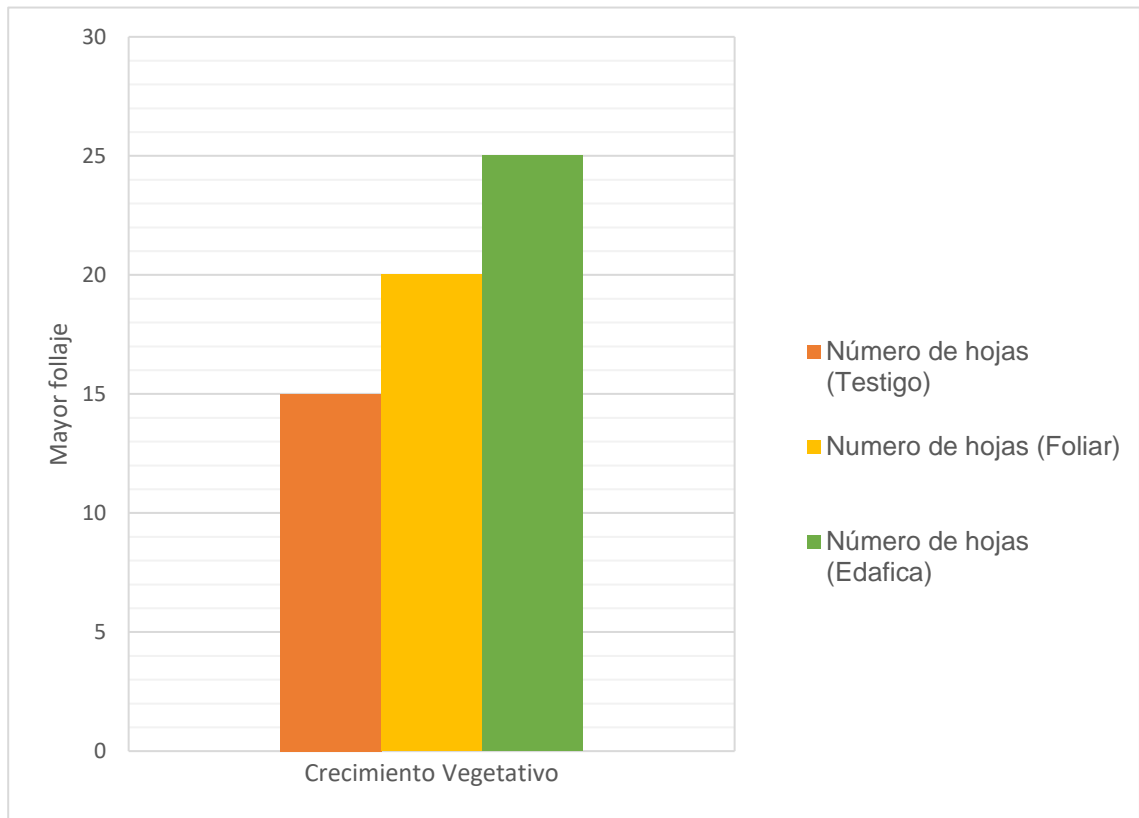


Figura 17. Diferencias en el crecimiento del follaje por tratamiento de cada planta, se observa que el tratamiento edáfico es el que prevalece, entre los demás tratamientos.

Conclusiones

Se reconoce la importancia de saberes tradicionales con el fin de obtener métodos tradicionales que respeten al ambiente y a la sociedad, ya que son una fuente vital de información para identificar los usos de los recursos e ir los adaptando al paso del tiempo. (CDB, 2011). Es por ello que al idear un manejo ideal del purín para ser utilizado como abono orgánico, se obtuvieron buenos resultados debido a que no se presentaron problemas significativos, proliferación de plagas, larvas o malos olores; esto permitió realizar diferentes pruebas para poder representar el método que mejor funcionó. Para la creación de un abono orgánico, estos métodos son fáciles de realizar ya que no solamente se da un segundo uso al excremento, sino que también elimina de manera eficaz los malos olores que se llegan a presentar en las granjas porcinas.

La excreta porcina puede ser considerada entonces, como un biofertilizante que, aplicado en las dosis adecuadas según la condición de cada zona y las exigencias de cada cultivo, contribuye a la sostenibilidad y competitividad económica de muchos sistemas de producción agrícolas y pecuarios, que se verán a su vez favorecidos al sustituir en gran proporción el uso de fertilizantes de síntesis química de alto costo comercial. El compostaje es un tratamiento que puede disminuir el riesgo ecotóxico de los purines, a la vez que reduce su volumen en un 40-50%, higieniza el producto, estabiliza su materia orgánica y consigue una mejora general en su calidad por homogeneización, lo que beneficia el resguardo del fertilizante.

En si no se vio afectada el valor nutritivo de la planta, se redujo los costos de producción e incrementó la utilidad y la rentabilidad de la misma. Los resultados permiten evidenciar que la, aplicación de abonos orgánicos, como el estiércol porcino sólido (purín), es una buena alternativa de fertilización, viable, económica y más amigable con el medioambiente.

Recomendaciones

- Realizar la operación del secado controlando los tiempos de deshidratación de la materia al igual evitar que la materia fecal se llegue a mojar una vez esté en el proceso de secado.
- Al secar el purín es necesario cubrir con una malla sombra, para evitar que las moscas dejen sus lavar en el fertilizante
- En el macerado en la aplicación de las plantas, se recomienda aplicar solo por las tardes para evitar que el follaje de las plantas llegue a quemarse y la planta se muera.
- Hacer un buen manejo del fertilizante, no sobrecargar a la tierra con este para no producir efectos contrarios a los que se pretenden en este trabajo.
- Ubicar las plantas de tomate en donde no le llegue los rayos solares directamente.
- Cuando el Purín está terminado debe cernirse y posteriormente guardar en lonas en un lugar fresco
- El secado del purin debe realizarse al aire libre, lejos de los canales del desagüe, ya que esto puede ocasionar contaminación del fertilizante.

De tal forma se sugiere que en este proyecto siga con una investigación más adentrada a los diferentes tipos de compostas que se pueden llegar a realizar con las producciones como lo es (cascara de coco, maíz, trigo etc.) que manejan los mismos dueños de las granjas y puedan ser reutilizado en el proceso de aprovechamiento del purin, y así se puedan medir las diferencias que lleguen a existir con respecto a este proyecto.

No obstante, este proyecto deberá ser retomado, para una investigación de la calidad del agua subterránea de la zona, para conocer la problemática desde un punto de vista más analítico y dar solución, se sugiere que este proyecta no exceda un año ya que la agricultura es una forma de vida de muchas familias de esa comunidad y el daño ecológico que esta produce puede llegar hacer irremediable.

Referencias

- Arango, L. (2015) Remoción de materia orgánica y nutrientes de aguas residuales, purines de cerdo y digestivo anaerobio utilizando un consorcio de microalgas-bacterias. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro. México.
- Alvarado, J.; Puente, A.; Rubio, M. y Villarreal, F. (2017). La cadena de valor de embutidos y otras conservas de cerdo en México. Comisión Económica de Desarrollo Agrícola (CEPAL). Ciudad de México, México.
- Betancourt, Y., González, R., Figueroa, S. González (1999) Materia orgánica y caracterización de suelos en proceso de recuperación con coberturas vegetativas en zonas templadas de México. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. (pp. 139-148).
- Bernal, M., Roig, A., Lax, A. y Navarro, A. (1992). Effects of the application of pig slurry 011 some physico-chemical and physical properties of calcareous soils. Bioresource, Technol. (pp. 233-239).
- Belman, N. Sanz, A. (1991). A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. Plant and Soil 134:189-207.
- Blanco (2016) Análisis y caracterización de purines para la obtención de estruvita y biogás. Universidad Politécnica de Valencia.
- Borrás, J. y Sánchez, J. (1997). Intensificación de la ganadería porcina y problemas medioambientales en la Conca de Tremp (Pirineo Catalán). Espacio, Tiempo y Forma. Serie VI, Geografía, tomo 10, pp. 75-90.
- Bravo, A., Mejía, G., Ramírez, M., Herradora, J., Martínez, R. (2008) Evaluación del suministro de agua residual tratada por separación-sedimentación-filtración en la salud de cerdos destetados. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. (pp. 287-302).
- Cervantes, F., Saldívar-Cabrales J. y Yescas, J. (2007). Estrategias para el aprovechamiento de desechos porcinos en la agricultura. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales (pp.3-12).
- Chartier, C. (2011). Evaluación de la retención de bacterias Gram negativas entéricas lactosa positiva en columnas de suelo franco limoso, tras aplicación de purín de cerdo tratado anaeróbicamente y sin tratamiento (tesis para optar al título de Bioingeniero) facultad de ciencias biológicas. Chile. Repositorio. <http://www.eula.cl/giba/wp-content/uploads/2017/09/tesis-constanza-chartier-2011>.

- Clos, O., Malla, C. (2019) ventajas de la fertilización con purín de cerdo separado mecánicamente. Canales sectoriales. España. Recuperado: <https://www.interempresas.net/Ganadero/Articulos/246043-Ventajas-de-la-fertilizacion-con-purin-de-cerdo-separado-mecanicamente.html>.
- Domínguez, A., Galindo, A., Salazar, G., Barrea, G., y Sánchez, F. (2014). Las excretas porcinas como materia prima para procesos de reciclaje utilizados en actividades agropecuarias. SAGARPA. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Jalisco, México.
- FAO. (2012). Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Buenos Aires, Argentina. (pp.237-258).
- Gagnon, B. 2004. Contribution of on-farm and industrial composts to soil pH and enrichment in available nutrients and metals. Can. J. Soil Sci. 84: 439-445.
- FEA (2006). Agua y naturaleza, en el Agua en Mexico: lo que todos debemos saber. Félix, R. 2002. Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento y valor nutritivo en seis cultivares de maíz chala, para ensilaje en la zona de Chancay (Lima). Perú.
- Garzon, S. (2014) "Sustancias naturales inhibidoras para el control de algunos microorganismos" Universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Facultad de ciencias del ambiente. Escuela académico profesional de ingeniería ambiental. Huaraz - Perú 2014.
- Gómez, B., Paneque, V., Calaña, J. (2010) La fertilización de los cultivos. Aspectos teóricos prácticos para su recomendación. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas. La Habana, 29 p.
- Gómez, L., Stechuner, S, González, L. (2012). Uso estratégico de la porcina en biofertilización de pastos. Universidad de Caldas, Manizales, Tesis doctoral
- Gómez, M. (2014) Efectos Ambientales de la Valorización Agronómica de Purines de Ganado Porcino: Dinámica del Nitrógeno en el Sistema suelo-agua-planta. Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena, Colombia.
- Griffin, T. S., Honeycutt, C. (2002) Effects of temperature, soil water status, and soil type on swine slurry nitrogen transformations. Biol. Fertil. Soils 36: 442-446.
- Hernández, T., García, C. (2006) Estimación de la respiración microbiana del suelo. En: García, C., Gil, F., Hernández, T. y Trasar, C. (Eds.), Técnicas de análisis de parámetros bioquímicos en suelos: medida de actividades

- Hjorth, M., Christensen, K., Christensen`s, S., Sommer, G. (2010) separation of animal slurry in theory and practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development* (pp. 155-180).
- L'Herroux, L., Le Roux, S., Appriou, P., Martínez, J. 1997. Behaviour of metals following intensive pig slurry applications to a natural field treatment process in Brittany (France). *Environ. Pollut.* 97: 119-130.
- Jiménez, A. (2009). Montaje e implementación en una granja avícola. Facultad de Ciencias Económicas y administrativas. Universidad de Sucre.
- Lobera, J. (1996). Tratamiento integral de purines. Murcia, España: Regional.
- López, M. (2005) Tratamiento biológico de aguas residuales aplicable a la industria <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/tratamiento-biologico-aguas-residuales-t27072.htm>
- López, M. Díaz, E. Martínez, Valdés, D. (2001). Abonos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra Latinoamericana*, 19, 293-299.
- Makara, A. y Kowalski, Z. (2018). Selection of pig manure management strategies: Case study of Polish farms. *Journal of Cleaner Production*. 172:187-195.
- Martinez, E., Burton, A. (1998) Efecto residual de estiércol bovino sobre el rendimiento de maíz forrajero y propiedades del suelo. *SciELO*. Recuperado: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792010000400010.
- Maisonnave, R. y De Lorio, A. (2001) Contaminación de Aguas: Impacto Ambiental en Agro sistemas. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Merillot, J. (1998) Management strategies related to legislature, economics, agronomic and environmental impact of organic waste. *Proceeding of the 8th International Conference on Management Strategies for organic Waste Use in Agriculture*. (Pp.15-34).
- Méndez, N., Solórzano, G. (2013) Elaboración y uso de abonos orgánicos para el cacao que se cultiva en Manabí. *Boletín divulgativo N° 334*. NEOGRAFÍK. Manabí, Ecuador. 14pp.
- Muñoz, L. (2019) Optimización de la mezcla y homogenización de purines de ganado vacuno (*Bos primigenius Taurus*), equino (*Equus ferus caballus*) y porcino

(Sus scrofa domestica), para la obtención de abonos orgánicos. Tesis profesional de Ingeniero agroindustrial, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú.

- Naik, M. Hari, B. (2005). Feasibility of organic farming in guava (*Psidium guajava*). Proceeding of the 1st International Guava Symposium. Lucknow (India).
- Nuñez, C. (2014) Efecto de la Fertilización Química, Orgánica y Combinada en un Cultivo de Calabacita (*Cucurbita pepo* L.) var. Gray Zucchini. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Sinaloa, México.
- Oviedo, H. (2011) Biogás, experiencias en el municipio Bartolomé Masó. Bayamo, Cuba: Universidad de Granma.
- Ortuño, N., Velasco, Z., G. Agirre. (2012) Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (*Lactuca sativa* var. Crespa) en hidroponía. FUNDACION PROINPA. 20p.
- Olascoaga, L. 2007. Biorremediación de suelos contaminados con aceite lubricante residual utilizando excretas de vacunos y porcinos. Tesis Ing. Zootecnista. Lima Perú, UNALM. p. 15-16.
- Pacheco, A., Sauri, M., Rosa R., Cabrera S. (1997) "Impacto de la Porcicultura en el Medio Ambiente". Ingeniería, Revista Académica de la Facultad de Ingeniería. Yucatán, México. Vol. 1 No. 3.
- Robinson, A.Y. (1993), "Searching for Common Approaches Between Agriculture and Environmental Concerns", Meeting the Environmental Challenge, Environmental Symposium, 17 y 18 de noviembre de 1993, Minneapolis.
- Salcedo L. (2008) Elaboración y evaluación de un biol frente a los abonos químicos en un cultivo de pepino, en la parroquia Guayllabamba del cantón Quito provincia de Pichincha. Universidad Nacional de Loja. Área agropecuaria y de recursos naturales renovables. Carrera de ingeniería en administración y producción agropecuaria. Loja – Ecuador.
- Sánchez, M., González, J. (2005) El valor fertilizante de la lechada de cerdo. Valores en función del tipo de operación. Tecnología Bioambiental .96: 1117-1123.
- Silva, J., Torres, S. (2008) Rehusó de aguas residuales domésticas en agricultura. (pp. 348-357).
- Serrano, E. (2001) Aplicación agronómica de Purín de cerdo y de un polielectrolito efectos en el cultivo de Ryegass y en las aguas de drenaje. Recuperado de: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://digital.csic.es/bitstream/10261/97909/1/Aplicacion_agronomica_purin_cerdo.pdf&ved=2ahUKEwif6.

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2015) porcicultura en México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-la-porcicultura>.
- Soria, F., Ferrera, J., Etchevers, G., Alcántar, J., Trinidad, L., Borges C., y Pereyra, P. (2001) Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. Terra Latinoamericana (Pp. 353-362).
- Steinfeld, H., Gerber, P., Castel, V., Rosales, M. y De Haan, C. (2009). La larga sombra del ganado, problemas ambientales y opciones. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) Roma, Italia: 2-323.
- Smith, A., Charles, R., Moorhouse, (2000). Nitrogen excretion by farm livestock with respect to land spreading requirements and controlling nitrogen losses to ground and surface waters. Part 2: pigs and poultry. Bioresour. Technol. 71: 183-194.
- Scottford, E., Gesfer, P., Parea, J. (1998) importancia de conocer el contenido de nutrientes del purin porcino para una correcta fertilización: caracterización y medida rápida. Comunidad profesional porcina, recuperado de: https://www.3tres3.com/articulos/conocer-los-nutrientes-del-purin-para-la-correcta-fertilizacion_2978/.
- Suarez J. (2012) Fertilizante Orgánico a partir de residuos orgánicos (pétalos de girasol). México (Pp.38-42).
- Stockdale, A., Lampkin, N., Hovi, M., Keatinge, R., Lennartsson, E., Macdonald, D., Padel, S., Tattersall, F., Wolfe, M., Watson, C. (2001) Agronomic and environmental implications of organic farming systems. Adv. Agron. (pp. 261-327).
- Vicente, B. (2021) Recuperación del patrimonio biocultural de los pobladores locales para la gestión del río Suchiapa. Instituto de ciencias biológicas. Unicach.
- Yugsi, L. (2011) Elaboración y uso de abonos orgánicos. Módulos de capacitación para capacitadores. Modulo 1. Activa Diseño Editorial. Quito, Ecuador. (Pp.36).
- Weeks, A. 1994. Livestock manure systems for the 21st century: A systems perspective. In: NRAES. Liquid manure application systems. Design, Management and Environmental Assessment. Proceedings from the liquid manure application system conference. Rochester, New York. Northeast Regional Agricultural Engineering Service - Cooperative Extension. p. 6-9.
- Zagal, E (2007) protocolo de métodos de análisis para suelos y lodos. Universidad de Concepción Facultad de de Agronomía Chillán. Recuperado de: https://www.sag.cl/sites/default/files/METODOS_LODOS_SUELOS.pdf

Anexos (fotográfico)

Reconocimiento del área de estudio



Anexo 1. Reconocimiento de la granja.
Fuente propia (2021)



Anexo 2. Reconocimiento del área de estudio.
Fuente propia (2021).



Anexo 3. Recolección e inspección
de purín. Fuente propia (2021)



Anexo 4. Macerado de purín. Fuente
propia (2021)



Anexo 5. Tratamiento edáfico., Mezcla de purin. Fuente propia (2021).



Anexo 6. Plántula tratamiento edáfico. Fuente propia (2021).



Anexo 7. Tratamiento foliar en follaje de planta. Fuente propia (2021)



Anexo 8. Crecimiento con tratamiento Edáfico. Fuente propia (2021)



Anexo 9. Crecimiento con tratamiento Edáfico. Fuente propia (2021)



Anexo 10. Tendido del purin deshidratado. Fuente propia (2021)



Anexo 11. Tendido y secado del abono orgánico. Fuente propia (2021)

Anexo1.1. Formulario de las entrevistas

Nombre:

Edad:

1. ¿Usted tiene granjas porcinas o cría cerdos?

2. ¿Qué cantidad de cerdos tiene? 4 cerdos

3. ¿Le da algún uso al purin?

A) Si B) No

Especifique:

4. ¿Qué hace con el residuo fecal?

5. ¿Cuántos kilos de purin saca a la semana aproximadamente?

6. ¿Qué tipo de granja tiene?

7. ¿Qué tipo de alimentación les da a los porcinos?

8. ¿Usted sabía que se le puede utilizar como fertilizante y composta para las plantas?

9. ¿Estaría dispuesto a implementar el purin como compost para sus plantas o cultivos?

