



“Año del fortalecimiento de la Soberanía Nacional

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCVELICA**
(Creada con ley 25265)



**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIDAD DE POSGRADO**

TESIS

**Fertilización biológica para el desarrollo agrícola sostenible de
las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay, Acobamba,
Huancavelica**

Línea de investigación: Producción Agrícola

PRESENTADO POR:

Mtro. Adelfa Yzarra Aguilar

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN:

CIENCIAS AGROPECUARIAS

HUANCVELICA – PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
(Creado por la ley N°25265)
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



(APROBADO CON RESOLUCION N°736-2005-ANR)

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Ante el jurado conformado por los docentes: Dr. David, RUIZ VILCHEZ Dr. Roberto Carlos, CHUQUILIN GOICOCHEA Y Dr. Jaime Antonio, RUIZ BEJAR.

Asesor: Dr. Rene Antonio, HINOJOSA BENAVIDES.

ORCID: 0000-0002-0452-3162

DNI: 08974590

De conformidad al reglamento único de grados y títulos de la Universidad Nacional de Huancavelica, aprobado mediante Resolución N° 330-2019-CU-UNH y modificado con resolución N°552-2021-CU-UNH; y la Directiva de Sustentación Sincrónica de Tesis de los Estudiantes de Maestría y Doctorado de las Unidades de posgrado de las Facultades Integrantes de la Universidad Nacional de Huancavelica en el Marco del Estado de Emergencia COVID - 19, aprobado con Resolución Directoral N° 340-2020-CU-UNH.

EL candidato al GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS, Doña Mtra. Adelfa, YZARRA AGUILAR procedió a sustentar su trabajo de investigación titulado: FERTILIZACIÓN BIOLÓGICA PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA SOSTENIBLE DE LAS COMUNIDADES DE SACHAORCCO Y PILLCOSAY, ACOBAMBA, HUANCAMELICA.

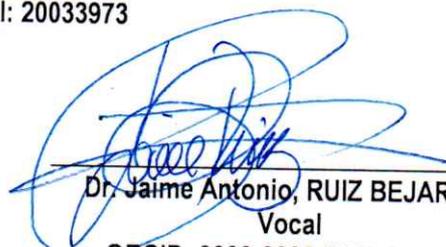
Luego, de haber absuelto las preguntas que le fueron formuladas por los miembros del jurado, se dio por concluido al ACTO de sustentación de forma sincrónica, realizándose la deliberación, calificación y resultando:

Con el calificativo: Aprobado Por: mayoría
Desaprobado

Y para constancia se extiende la presente ACTA, en la ciudad Acobamba, a los veintiún días del mes de diciembre del año 2022.


Dr. David, RUIZ VILCHEZ
Presidente
ORCID: 0000-0001-8871-5833
DNI: 20033973


Dr. Roberto Carlos, CHUQUILIN GOICOCHEA
Secretario del jurado
ORCID: 0000-0002-8751-691X
DNI: 42154955


Dr. Jaime Antonio, RUIZ BEJAR
Vocal
ORCID: 0000-0002-0446-8458
DNI: 09812690

Asesor:

Dr. René Antonio Hinojosa Benavides

ORCID: 0000-0002-0452-3162

Dedicatoria

A Dios, nuestro creador, quien me dio la vida, inspiración y fortaleza para culminar exitosamente mis estudios y permitirme ser mejor persona de bien.

A mi madre, que está en el cielo, a quien le prometí que cada día sería mejor persona, para que siempre esté orgullosa de mí.

A mi padre quien me quiso mucho y fui su orgullo, demostrándole que si pude.

A mis hijos Lizangela Aurelia y Gustavo Adolfo, quienes son el motor de mi vida, y porque me comprendieron el haber dedicado gran parte de mi tiempo a mi trabajo, demostrándoles que la fuerza de voluntad y la perseverancia me permitieron cumplir cada una de mis metas.

Agradecimiento

A los catedráticos de la Escuela de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Al Dr. Rene Antonio Hinojosa Benavides, por su tiempo, apoyo y sugerencias en la asesoría y desarrollo de la tesis.

A la Dirección de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias por todo el apoyo brindado hacia una adecuada formación.

Resumen

Las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay utilizan biofertilizantes en su producción agrícola, representando un ahorro económico para muchas familias al no recurrir demasiado a los fertilizantes químicos, lo que constituye una eficiente alternativa de recuperación de suelos que se deriva en producción orgánica de alimentos nutraceuticos aportando hacia un mejor desarrollo agrícola sostenible, motivo por el cual el objetivo del presente estudio fue determinar la influencia de la fertilización biológica en el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay. La metodología fue dividida en tres etapas: manejo y usos del estiércol, determinación de la oferta del estiércol y determinación de los índices de sostenibilidad. Se recurrió al uso de encuestas a una muestra de 17 productores en la comunidad de Sachaorcco y 10 productores en Pillcosay; así como también se trabajó con 103 animales entre vacunos y ovinos de ambas comunidades para la recolección de información primaria a la toma de muestras de estiércol con el uso de arnés en ovinos y vacunos de la comunidad

Entre los resultados se destaca que, se mantiene el estiércol de ovino en el corral todo el año, exponiéndolo al pisoteo de los semovientes; mientras que, la bosta del vacuno también es amontonado a la intemperie, ocasionando sin saber la pérdida de nutrientes, y así es transportado a los campos de cultivo semanas antes de la siembra entre los meses de septiembre y noviembre, para aplicarlo directamente en surcos. Se concluye que la fertilización biológica influye positivamente en el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay, aunque sus índices integrales de sostenibilidad (S^4) siguen siendo bajos (0.38 para Sachaorcco y 0.40 para Pillcosay).

Palabras clave: Fertilización biológica, desarrollo agrícola, desarrollo sostenible.

Abstract

The communities of Sachaorcco and Pillcosay use biofertilizers in their agricultural production, representing an economic saving for many families by not resorting too much to chemical fertilizers, which constitutes an efficient alternative for soil recovery that derives in organic production of nutraceutical foods contributing towards a better sustainable agricultural development, which is why the objective of this study was to determine the influence of biological fertilization in the sustainable agricultural development of the communities of Sachaorcco and Pillcosay. The methodology was divided into three stages: manure management and uses, determination of manure supply and determination of sustainability indexes. A sample of 17 producers in the community of Sachaorcco and 10 producers in Pillcosay were surveyed, as well as 103 animals (cattle and sheep) from both communities for the collection of primary information and the collection of manure samples with the use of harness in sheep and cattle of the community.

Among the results, it is highlighted that the sheep manure is kept in the corral all year round, exposing it to the trampling of the cattle; while the cattle manure is also piled up in the open, causing the loss of nutrients, and thus it is transported to the fields weeks before planting between September and November, to be applied directly in furrows. It is concluded that biological fertilization positively influences sustainable agricultural development in the communities of Sachaorcco and Pillcosay, although their integral sustainability indexes (S^4) are still low (0.38 for Sachaorcco and 0.40 for Pillcosay).

Keywords: Biological fertilization, agricultural development, sustainable development.

ÍNDICE

Portada	i
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Resumen	vi
Abstract	vii
Indice	viii
Introducción	xii
CAPITULO I.....	14
EL PROBLEMA	14
1.1. Planteamiento del problema	14
1.2. Formulación del problema.....	16
1.2.1 Problema general.....	16
1.3. Objetivos de la investigación	16
1.4. Justificación.....	17
CAPITULO II	19
MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 Antecedentes de la investigación.....	19
2.1.1 Internacional.....	19
2.1.2 Nacional	29
2.1.3. Local.....	35
2.2. Bases teóricas	38
2.3. Marco conceptual	69
2.4. Marco filosófico	71
2.5. Formulación de la hipótesis.....	73
2.6. Identificación de variables.....	74

2.7. Definición operativa de variables e indicadores.....	75
CAPÍTULO III.....	76
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	76
3.1 Tipo de investigación	76
3.2 Nivel de investigación	76
3.3 Métodos de investigación.....	76
CAPITULO IV.....	83
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	83
4.1 Presentación e interpretación de datos	83
4.1.1 Fertilización biológica.....	83
4.1.2 Desarrollo Agrícola Sostenible	92
4.2 Discusión de resultados	104
Conclusiones	106
Recomendaciones.....	107
Referencias bibliográficas.....	108
ANEXOS	116
Matriz de consistencia.....	117
Instrumento de recolección de datos	118
Base de datos.....	121
Fotografías	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Estimación de nutrientes en una tonelada de estiércol vacuno</i>	53
Tabla 2: <i>Análisis físico-químico de estiércol bovino y ovino</i>	54
Tabla 3: <i>Cantidad de estiércol por especie</i>	57
Tabla 4: <i>Excreción de heces y orinas en bovino lechero</i>	58
Tabla 5: <i>Distribución y representatividad de la muestra</i>	89
Tabla 6: <i>Oferta potencial (OP) y oferta real (OR) de estiércol (kg) por año</i>	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Componentes orgánicos presentes en el suelo</i>	59
Figura 2: <i>Tipos de sostenibilidad</i>	66
Figura 3: <i>Comunidad de Pillcosay</i>	77
Figura 4: <i>Comunidad de Sachaorcco</i>	77
Figura 5: <i>Variación de la tenencia de animales ovinos y vacunos en Sachaorcco</i> ...	84
Figura 6: <i>Variación de la tenencia de animales ovinos y vacunos en Pillcosay</i>	84
Figura 7: <i>Biograma de sostenibilidad con relación a los sub indicadores e indicadores en la variable económica – Sachaorcco</i>	93
Figura 8: <i>Biograma de sostenibilidad con relación a los sub indicadores e indicadores en la variable económica – Pillcosay</i>	94
Figura 9: <i>Biograma de sostenibilidad con relación a los sub indicadores e indicadores en la variable social – Sachaorcco</i>	96
Figura 10: <i>Biograma de sostenibilidad con relación a los sub indicadores e indicadores en la variable social – Pillcosay</i>	97
Figura 11: <i>Biograma de sostenibilidad con relación a los sub indicadores e indicadores en la variable ambiental – Sachaorcco</i>	99
Figura 12: <i>Biograma de sostenibilidad con relación a los sub indicadores e indicadores en la variable ambiental – Pillcosay</i>	100
Figura 13: <i>Biograma de índice integrado de desarrollo sostenible en Sachaorcco</i> ..	101
Figura 14: <i>Biograma de índice integrado de desarrollo sostenible en Pillcosay</i>	102

Introducción

La utilización de biofertilizantes permite optimizar la productividad por área cultivada y en menor tiempo, ahorrándose energía, mitigando la contaminación del suelo agrícola e incrementando también su fertilidad, y por si fuera poco, se favorece el control biológico de organismos fitopatógenos, así como también una mejora en la absorción de nutrimentos en la rizósfera, óptima producción de hormonas vegetales, mejora de las propiedades físicas del suelo, favorecimiento de la biodegradación de sustancias y sinergias microbianas, entre otros (Díaz et al., 2021; Yaish et al., 2016), contribuyendo de esta manera a un desarrollo agrícola sostenible.

La fertilización biológica significa una práctica enmarcada en el mundo de la agricultura sostenible, con tendencia a manejar los recursos disponibles de manera racional (Alvarado et al., 2018); es así que, entre las prácticas de fertilización biológica se contempla abonos, restos de descomposición de materia orgánica (MO), excesos de cosechas, aguas residuales domésticas, microorganismos como hongos, bacterias, y estiércol animal; biofertilizantes que pueden aumentar el contenido total de clorofila y producir un efecto positivo en las reacciones bioquímicas (Khajeeyan et al., 2019); de otro lado, los fertilizantes biológicos actúan como sustitutos de fertilizantes químicos tradicionales, brindando buenos rendimientos en las cosechas, favoreciendo el crecimiento de frutos sanos (Pulido, 2018).

Los biofertilizantes son útiles para el control biológico de enfermedades ya que cumplen una actividad fitosanitaria al generar una colonización de microorganismos benéficos que compiten contra los patógenos que se encuentran en el suelo; así como también ayudan a la fijación de nitrógeno y solubilización de nutrientes como el fósforo y potasio, reduciendo costos de producción (Martínez et al., 2016; Orozco y Muñoz, 2016).

Actualmente, en las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay, Acobamba, Huancavelica, las prácticas tradicionales de fertilización dependen significativamente de una combinación de estiércol ovino y bovino; sin embargo, los agricultores de dichas comunidades no utilizan los biofertilizantes con un manejo óptimo ya sea en cantidad o calidad, para sus cultivos; aparte que involuntariamente se está esparciendo semillas de malezas con diferentes patógenos que tienen efecto tóxico; de otro lado, puede producir efectos tóxicos debido a productos formados en el curso de fermentaciones reductoras, o simplemente al consumo del oxígeno de la atmósfera del suelo, así mismo, se incluye el desarrollo de la fauna fitoparásita, esporas o micelios de los hongos que causan enfermedades en las plantas (Blázquez, 2020). No obstante, la implementación de las técnicas de fertilización requiere de estudios de factibilidad, seguimiento de las variables ambientales involucradas en los procesos biológicos, adquisición de insumos biológicos, inversión de capital, tiempo y personal capacitado (Carvajal, 2010). Por lo mencionado, se indican las principales dificultades enfrentadas por la sociedad actual para lograr sostenibilidad y sustentabilidad en las actividades agrícolas y la pérdida de la fertilidad del suelo, por lo que se hace necesario impulsar la búsqueda de estrategias sustentables (Díaz et al., 2021). De un tiempo a esta parte está siendo de gran impacto en la agricultura el uso de biofertilizantes, de tal manera que, la recuperación y mantenimiento de la fertilidad de los suelos agrícolas sobre una base sostenible, constituye un factor de gran importancia en el desarrollo de la producción agropecuaria a nivel mundial (Rueda et al., 2015).

Hay gran interés de productores, técnicos e investigadores en evaluar los sistemas de producción agropecuarios con la aplicación de biotecnologías o tecnologías ecológicas, como son los fertilizantes biológicos o también llamados bioinsumos agrícolas (Espinoza et al., 2020), motivo por el cual el presente trabajo de investigación tiene el objetivo de determinar la influencia de la fertilización biológica en el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Un sector que cada vez adquiere mayor importancia en el ámbito agrícola es la agricultura orgánica, debido a sus ventajas económicas y ambientales que demandan la atención de las naciones tanto desarrolladas como las subdesarrolladas. La demanda de alimentos y fibras de producción orgánica por parte de los consumidores y la exigencia de un desarrollo más sostenible que plantea la sociedad, exigen nuevas oportunidades a agricultores de todo el mundo (Puente et al., 2015). La fertilización biológica se basa en la utilización de insumos naturales como abonos, restos de descomposición de MO, excesos de cosechas, aguas residuales domésticas, estiércol animal y microorganismos como hongos, bacterias, esto para mejorar la fijación de nutrientes en la rizosfera, producir estimulantes para el crecimiento de las plantas, mejorar la estabilidad del suelo, facilitar el control biológico biodegradador de sustancias, reciclar nutrientes, favorecer la simbiosis micorrícica y desarrolla proceso de fitorremediación en suelos contaminados (Pulido, 2018).

A nivel mundial hay una gran demanda de alimentos, lo cual pone en apuros al sector agrícola, ya que, considerando su problemática actual por el mal uso de agro insumos, utilización excesiva de los fertilizantes y contaminación de suelos y aguas, conduce al deterioro de recursos y a una dificultad para renovarlos,

promoviendo a realizar un uso integral y diversificado de los recursos naturales, en un ambiente fluctuante y restrictivo (Rueda, 2015). Por la creciente demanda de productos agrícolas y el incremento de los fertilizantes químicos, asociado a la contaminación que estos pueden ocasionar al ambiente, es necesario desarrollar otras alternativas sustentables para la producción agrícola (Zermeño et al., 2015). El uso y aplicación de MO en la agricultura se ha ido dejando de lado paulatina y considerablemente, toda vez que se está introduciendo fertilizantes químicos que, si bien es cierto ayudan a la obtención de mayores cosechas a menor costo, también es cierto que la calidad de los productos se viene degenerando en los últimos años; es así que, en el distrito de Panao, provincia de Pachitea que está explotando el suelo con la producción de papa con rendimiento promedio 45 toneladas por hectárea para los mercados de la región Huánuco y la región Lima, la producción de papa es mediante la agricultura convencional y, el uso indiscriminado de los fertilizantes sintéticos y por ende se está deteriorando las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos de la provincia de Pachitea específicamente de los distritos de Chaglla y Panao (Cotrina, 2019).

En la actualidad en las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay, distrito y provincia de Acobamba las prácticas tradicionales de abonado son dependientes de la incorporación de estiércol ovino y bovino; sin embargo, la cantidad de estiércol disponible que es utilizada por los campesinos no está manejada de manera óptima, lo que puede generar un efecto fitotóxico, además de difundir semillas de malezas y diferentes patógenos. En Acobamba, los agricultores se ven obligados en cada campaña agrícola a adquirir fertilizantes químicos, en un intento de compensar la creciente infertilidad de los suelos, generándose problemas de fertilidad de suelos para la siguiente campaña agrícola, ya que el suelo se sigue empobreciendo y exige cada vez más fertilizantes, y la producción agrícola se va desmejorando cada vez más, por dejar de lado la tradicional MO, por ende se conlleva a que el agricultor sea dependiente de los fertilizantes químicos y no ve las bondades de los abonos orgánicos como el estiércol animal (Farfan, 2021).

La introducción de los fertilizantes químicos, acompañado de un deficiente manejo de MO, viene desplazando a la fertilización biológica, por desconocimiento de su manejo técnico, de parte de la comunidad, causa desmedro

de su alimentación sana y saludable. La aplicación constante de fertilizantes inorgánicos ocasiona la contaminación de suelos, disminuyendo su fertilidad. Actualmente se viene apostando por la aplicación de MO a los cultivos, en el marco de una fertilización biológica como tecnología orgánica, en aras de una recuperación de suelos para una agricultura comunitaria sostenible; de tal manera que, los abonos orgánicos aporten su capacidad de mejorar la productividad de los suelos, mejorando su retención de nutrientes y agua, así como también la mejora de su textura y estructura, de manera amigable con el ambiente, en aras de un desarrollo sostenible de la comunidad en general.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera la fertilización biológica influye en el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿De qué manera la fertilización biológica influye en el desarrollo económico de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay?
- ¿De qué manera la fertilización biológica influye en el desarrollo social de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay?
- ¿De qué manera la fertilización biológica influye en el desarrollo ambiental de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la fertilización biológica en el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la fertilización biológica en el desarrollo económico de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay.
- Determinar la influencia de la fertilización biológica en el desarrollo social de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay
- Determinar la influencia de la fertilización biológica en el desarrollo ambiental de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay

1.4. Justificación

1.4.1 Teórica

Se generó un nuevo sistema de fertilización biológica para la recuperación de suelos agrícolas degradados, en Sachaorcco y Pillcosay, frente al uso de fertilizantes químicos, ampliando las teorías que se tienen respecto a la ventaja de la fertilización biológica sobre el desarrollo agrícola sostenible.

1.4.2 Práctica

Se ayudó a los agricultores de Sachaorcco y Pillcosay en la solución de problemas de infertilidad de suelos agrícolas, ya que se aportó una nueva y práctica tecnología de fertilización biológica para afrontar la degradación de suelos agrícolas con manejo adecuado de estiércol animal.

1.4.3 Metodológica

Se propuso un nuevo método de recuperación de suelos que puede ser utilizado para posteriores investigaciones en temáticas de remediación de suelos agrícolas, o como base de fertilización agrícola.

1.4.4 Económica

Con un nuevo tipo de producción competitiva y rentable se permitirá mejorar los ingresos económicos y el poder adquisitivo de los productores agrícolas.

1.4.5 Ambiental

Las acciones amigables con el ambiente para la producción de alimentos saludables, mediante la conservación de la capacidad productiva y económica de los suelos agrícolas mejorará la utilización de técnicas de fertilización agrícola.

1.4.6 Social

Se promovió el cambio de modelo productivo de las unidades agrícolas que implica la participación de los pequeños productores a un modelo de producción empresarial que permita mejorar la producción y comercialización de cosechas de alimentos saludables, y por ende el mejoramiento de la calidad de vida humana.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Internacional

Haro (2022) realizó la tesis en Ecuador sobre “Sustentabilidad de los sistemas de agricultura familiar en el Cantón Penipe, Provincia de Chimborazo”, con el objetivo evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción de agricultura familiar del cantón Penipe, provincia de Chimborazo, Ecuador, el estudio corresponde a un análisis exploratorio, descriptivo observacional, evaluativo explicativo en base a los siguientes objetivos: caracterizar, tipificar, evaluar y diseñar un plan de fortalecimiento para la agricultura familiar en el Cantón Penipe. La investigación planteada permitirá caracterizar y tipificar de una manera cualitativa y cuantitativa los sistemas actuales de producción de la agricultura familiar del cantón Penipe, contando con las bases necesarias para establecer el proceso de evaluación de la sustentabilidad.

Los resultados encontrados mediante el proceso de monitoreo de indicadores, aquí se compara la sustentabilidad de los sistemas de manejo analizados, indicando los principales obstáculos, así como los aspectos que los favorece.

Pérez et al. (2019) publicaron en Cuba su artículo “Evaluación de sustratos para huertos intensivos y organopónicos” teniendo como objetivo determinar el sustrato ideal, ya sea biológica o económica en un cultivo de habichuela asociado con rabanito, mediante huertos intensivos. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con siete tratamientos. La composición de los

sustratos y los tratamientos establecidos fue la siguiente: 1) 75% cachaza + 25% suelo (Control en producción), 2) 75% estiércol vacuno + 25% suelo, 3). 50% estiércol vacuno + 25% suelo + 25% ovino, 4), 35% estiércol vacuno + 25% suelo + 40% ovino, 5) 75% ovino + 25% suelo, 6) 50% ovino + 25% suelo + 25% vacuno, 7) 35% ovino + 25% suelo + 40% vacuno, el uso de tratamientos combinados en donde se balancean las proporciones de estiércol de ovino y de vacuno.

La investigación, ya que aborda la evaluación sobre la presencia del estiércol ovino y vacuno, proporciona efectos directos e indirectos para el crecimiento de las plantas, ya que mejoran la textura del suelo y contribuye a que el suelo posee una buena penetración del aire y absorción de la humedad e intercambio de gases y de mayor acción de los microorganismos, se crean mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo, se obtienen resultados comparables con la cachaza, mientras los rendimientos son más favorables en la mezcla de estiércol de ovino y de vacuno, y señaló que ambos estiércoles mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos cuando las dosis son de 10 o más kg/ha/año. En conclusión, la aplicación de cachaza como las mezclas de estiércoles ovino y vacuno favorecieron el rendimiento de la habichuela y el rabanito, así mismo en la nodulación en la habichuela. Aumentaron las cantidades de bacterias y hongos con aplicación de cachaza. La cachaza mostró niveles muy bajos de potasio, mientras las mezclas poseen niveles adecuados del mismo. La cachaza mostró niveles altos de fósforo, las mezclas con alto contenido de vacuno, así como, el vacuno sólo produce niveles intermedios de este elemento.

Silva et al. (2017) publicaron el artículo sobre “Aplicación de Estiércol Bovino y Té de Lombricomposta en el Cultivo de Zanahoria (*Daucus carota L.*) en la Región de Rodeo, Durango”, en México, con el objetivo de aplicar el estiércol bovino y te de lombricomposta en la siembra de zanahoria, en la región de Rodeo. Se utilizó la metodología aplicativa se utilizó el estiércol de origen bovino, aplicando una dosis de 5 kg, a un costado de la planta. De acuerdo a los resultados se consideró dos factores de té de lombricomposta se suministró una concentración de cinco ml por 20L de agua, en el caso del estiércol bovino

se aplicó de manera sólida de ½ kilo, por lo cual fueron 22 repeticiones y seleccionado 5 plantas para cada tratamiento, donde se muestra, el número de ramas de 6 en la planta 2 y 4, en el caso de altura de planta (cm) la planta logró un crecimiento de 30 cm, seguido de la planta 4 con 29 cm. Se concluyó que los mejores resultados los obtuvo el factor del té de lombricomposta con las 2 variables, número de ramas y altura de planta (cm); por otro lado, en este cultivo de zanahoria existe mínima diferencia entre el estiércol bovino y el té de lombricomposta ya que en los 2 factores se observó buena respuesta en cuanto a la altura de planta. En conclusión, existe mínima diferencia entre el estiércol bovino y el té de lombricomposta ya que los dos factores se observó buena respuesta en crecimiento en altura de planta en cultivo de zanahoria, el estiércol bovino es muy buena opción para el crecimiento vegetativo en el cultivo de zanahoria, sin embargo, el té de lombricomposta presenta mejores resultados en las 2 variables evaluadas.

Ramírez (2017) realizó el trabajo de investigación en “Manejo de excretas de ovejas mediante compostaje, inoculado con microorganismos de montaña (MM) nativo en la finca experimental Santa Lucia, Heredia”. Con el objetivo Caracterizar las propiedades, físicas, químicas y biológicas del compost elaborado a partir de excretas de ovinos e inoculados con microorganismos de montaña (MM) nativos de la Finca Experimental Santa Lucía, con el fin de brindar un mejor manejo de los residuos que se producen mediante un método fácil, rentable e inocuo para el ambiente, la metodología utilizada completamente al azar, el sistema de producción ovina existe 75 animales adultos, principalmente de cruces entre razas Dorper y Katahdin con un peso promedio/ animal de 60 kg. El manejo es intensivo y los animales se distribuyen en ocho corrales con una dimensión de ocho metros cuadrados con camas de burucha. Para caracterizar el sistema de producción y el manejo de los residuos de los animales, primero se obtuvo información relacionada con las técnicas de manejo de las excretas que se utilizan dentro del sistema y la cantidad o kilogramos producidos. Posteriormente, se recolectaron las excretas y en un lugar limpio se procedió a cuantificar su peso con el uso de una balanza

electrónica. La recolección y el peso del material se realizó durante tres semanas, para un total de tres repeticiones. Este trabajo es pertinente de evaluar la producción de excreta puede variar según la edad de los animales y el tipo de dieta suministrada a un animal destinado al engorde es diferente a la que se le ofrece a un animal que está en crecimiento, esto hace que varíe la cantidad de estiércol producida como el contenido de nutrientes del alimento. Los resultados encontrados con respecto al peso fresco promedio de la excreta producida diariamente de ovino de la finca Santa Lucía fueron de 19,33 kg. Se determinó que un animal adulto de 60 kg produce 2,75 kg de excreta diaria, un ovino adulto produce 2,5 kg/día de estiércol en peso fresco. Se concluyó que la cantidad de nutrientes que contiene la excreta de un ovino, se convierte en una enmienda importante para ser utilizada en la fertilización de los suelos de la finca ya que aporta 1535,73 kilos de N, 1136,34 de P, 1821,80 kilos de K al año. Además, por tener un pH alcalino puede ayudar a neutralizar la acidez del suelo. La cantidad de excreta generada es considerable, por lo que se convierte en un problema ambiental y da fundamento a la búsqueda a una opción de manejo sostenible y rentable como lo es el compostaje.

Storino (2017) realizó la tesis “Compostaje descentralizado de residuos orgánicos domiciliarios a pequeñas escalas: Estudio del proceso y del producto obtenido”, con el objetivo de evaluar compost obtenido mediante compostaje en composteras domésticas como fertilizante, a corto plazo, y su comparación con la fertilización mineral y con los compost industriales. Se trata de una investigación, en cada uno de los dos ensayos se aplicaron los mismos tratamientos y el mismo diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones por tratamiento, siendo la unidad experimental definida por una maceta. Para cada ensayo se evaluaron 33 tratamientos experimentales diferentes, resultantes de distintas combinaciones de tipo y dosis de fertilizante, En los primeros 24 tratamientos se compararon los 8 fertilizantes descritos anteriormente (7 compost y fertilización mineral), aplicados en tres diferentes dosis. Las tres dosis de aplicación fueron calculadas en base al contenido en nitrógeno de cada fertilizante, con el fin de proporcionar respectivamente 50, 300 y 900 kg N ha⁻¹. Estas tres dosis fueron elegidas como representativas de

tres diferentes niveles de fertilización. 300 kg N ha⁻¹ es una dosis alta, habitualmente empleadas en producciones cultivadas para fines comerciales. En este trabajo es pertinente con la investigación planteada, los fertilizantes orgánicos ensayados fueron siete compost: 4 domésticos y 3 comerciales. Todos los fertilizantes orgánicos fueron aplicados en un único aporte mezclando los compost con el sustrato antes del trasplante. Los resultados encontrados con respecto a los resultados del estudio específicos de los resultados obtenidos muestran que los fertilizantes orgánicos pueden producir producciones similares o incluso superiores a los fertilizantes minerales. Se concluyó que los cultivos abonados con compost domésticos pueden igualar o incluso superar el rendimiento de cultivos fertilizados con compost industrial o abono mineral, a dosis muy elevadas de aplicación. Al contrario, a dosis más bajas las cantidades de nutrientes aportados no ha sido suficiente para cubrir la demanda de los cultivos, en las condiciones del ensayo. Los compost domésticos ensayados presentan una biodisponibilidad de nutrientes a corto plazo menor que algunos de los compost industriales ensayados y menor que los fertilizantes minerales. Los cuatro compost domésticos, sin embargo, no han provocado una reducción de la producción para la dosis más elevada, sino que la producción ha aumentado con la dosis. Por tanto, pueden aplicarse a mayores concentraciones que los industriales, sin riesgo para el cultivo.

Ferrus (2016) desarrollo en Palma de Mallorca, España la tesis "Influencia de la fertilización sobre la actividad biológica del suelo. Estudio comparativo de diferentes fuentes de materia orgánica", con el objetivo es evaluar el efecto de fertilizantes orgánicas sobre la actividad biológica del suelo, comparando el efecto de la fertilización orgánica con el mineral. Tomando como referencia los ecosistemas naturales se evaluó el efecto de la MO incorporada a través del ciclo natural sobre propiedades físicas, químicas y biológicas. Del mismo modo se realiza el diagnóstico de una población de suelos agrícolas representativos de la isla de Mallorca. En cuanto a los resultados Se han diferenciado los dos primeros ensayos de los dos últimos. Esta diferenciación se debe a que los dos primeros ensayos se realizaron sobre las mismas parcelas, sin realizar una nueva aplicación de los fertilizantes orgánicos, en el segundo

cultivo (ensayo). La aplicación del preparado de ácidos húmicos y la fertirrigación se siguió igual en los dos ensayos, al tratarse de tratamientos de aplicación periódica. De esta manera se evalúa el efecto de los fertilizantes orgánicos a medio plazo.

Zermeño, et al. (2015) desarrollaron la investigación, en fertilización biológica del cultivo de maíz. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de fertilizantes biológicos derivados de algas marinas aplicados al suelo y al follaje en un maíz forrajero (*Zea mays L.*). En la que la metodología de investigación, se utilizó un diseño estadístico completamente al azar con dos tratamientos (con y sin aplicación de fertilizantes orgánicos) y 10 repeticiones, donde una planta representó la unidad experimental. Las 10 plantas en cada melga se seleccionaron al azar en la parte central de las mismas. La comparación de medias se realizó con la prueba de Duncan ($p \leq 0.05$). Este trabajo con la investigación aquí planteada ya que se requiere incrementar su productividad. La aplicación de fertilizantes biológicos ha sido una alternativa que permite mejorar la productividad de cultivos por área cultivada y así mismo se reduce la contaminación del suelo y el agua. Los resultados encontrados se evaluaron dos tratamientos con y sin fertilizantes biológicos. los resultados encontrados La aplicación de biofertilizantes derivados de algas marinas incrementó el peso seco de las plantas ($p \leq 0.05$), A los 99 días después de trasplante el peso seco promedio de las plantas tratadas fue de 405.6 g planta, y el de las plantas sin aplicaciones fue 353.2 g planta⁻¹, esto representó un incremento de 14.8%, observaron un mayor peso fresco de plántulas de maíz al ser tratadas con extractos de algas marinas. En conclusión, La aplicación de fertilizantes biológicos derivados de extractos de algas marinas al suelo y al follaje en un cultivo de maíz forrajero indujo un mayor contenido relativo de clorofila y mayor tasa de transporte de electrones, que resulto en mayor altura de plantas, de mayor diámetro de tallo y mayor peso seco de planta.

Cardoso (2016) realizó la tesis en “Evaluación de abonos orgánicos en el cultivo biológico de la cebolla (*Allium cepa*) en el sur de Buenos Aires (Argentina) con el objetivo de este estudio fue comparar la tasa de mineralización potencial y la cantidad de N disponible para las plantas durante

un periodo equivalente a una temporada de cultivo primavera-estival para varios abonos orgánicos. Se trata de una investigación en la que la metodología utilizada se utilizó un diseño experimental de dos factores con tres repeticiones al azar, en el factor principal se evaluaron los abonos y en el secundario las fechas de muestreo. En la segunda se utilizó un diseño de tres factores con tres repeticiones al azar, tipo de suelo, fechas y abonos. Los tratamientos presentaron diferencias en la dinámica de amonificación. Esto indica que la dinámica del Ni en todos los tratamientos en el tiempo se comporta de la misma forma y por lo tanto que se puede analizar en conjunto en forma general. También sugiere que las diferencias entre la dinámica de nitrificación y amonificación se compensan, por tal motivo al evaluar el Ni ya no se encuentran. se concluyó, los tratamientos presentaron diferencias en la dinámica de amonificación (P interacción 0,1). Esto indica que la dinámica del Ni en todos los tratamientos en el tiempo se comporta de la misma forma y por lo tanto que se puede analizar en conjunto en forma general. También sugiere que las diferencias entre la dinámica de nitrificación y amonificación se compensan, por tal motivo al evaluar el Ni ya no se encuentran.

Cordero (2013) desarrolló en México la tesis “Caracterización química del estiércol y su manejo en explotaciones de lechería familiar de los altos Jalisco”, con el objetivo de caracterizar el manejo y la composición física y química del estiércol de vacunos de leche, en la región de los Altos de Jalisco, planteándose la hipótesis de que el estiércol generado por estos semovientes de dicha región, tiene nutrientes con características químicas ideales para servir como fertilizante mejorador del suelo agrícola en la producción de forrajes y hortalizas, Mediante las evaluaciones de los productores en el estudio, arrojó información acerca del intervalo del tiempo de limpieza, acumulación del estiércol de los corrales, en la explotación y el uso que se da al estiércol producido hasta su uso final. Se realizó análisis de los datos obtenidos de la encuesta y los análisis del laboratorio se utilizó estadística descriptiva con el programa Microsoft office Excel® ver 2007, y SAS 2009, se recolectaron 6 submuestras de estiércol de los corrales y pilas de los establos, utilizando 5

puntos 1). Superior Izquierdo, 2). Superior Derecho, 3). Medio o Central, 4). Inferior Izquierdo, 5). Inferior Derecho. Obteniendo 1 Kg de estiércol, posteriormente se homogenizó para obtener una muestra compuesta por establo para luego realizar el análisis del laboratorio. Los resultados obtenidos son de 100% de las explotaciones lechera en el estudio, el 30% no aplica el estiércol como fertilizante a los cultivos, ya que la se vende a ladrilleras o simplemente se ha pila y se acumula en las se acumula en las hectáreas de las explotaciones haciendo una contaminación al suelo y aire. El 70 % usa el estiércol como fertilizante para sus cultivos, el 43.5% lo hace solo 1 vez al año, el 8.7% dos veces por año, el 6.5% de 2 a 3 veces por año, el 4.3% cada mes y por último el 6.5% cada mes. En conclusión, todos los parámetro como de limpieza y acumulación del estiércol en los corrales son inadecuados, perdiéndose los nutrientes por medio de volatilización y lixiviación, la aplicación del estiércol a los cultivos varia ya que el exceso de estiércol supera las superficies de tierra para los cultivos, acumulando el estiércol, aumentando el pH, C.E ,las alternativas para mejor esta situación es el uso de compostas, digestores para generar electricidad, o conociendo la normatividad mexicana (NOM), para ayudar al medio ambiente.

Luque (2013) realizó en la Paz, Bolivia “Evaluación del manejo del estiércol y la fertilidad del suelo en parcelas agrícolas de las comunidades de Chinchaya y Cohani del municipio de Acoraimes”, con el objetivo de evaluar el manejo del estiércol y la fertilidad de suelos agrícolas de las comunidades de Chinchaya y Cohani del municipio de Ancoraimes. Se trata de una investigación en la que la metodología utilizada tiene un enfoque descriptivo y fue dividida en tres etapas: manejo y usos del estiércol, determinación de la oferta y demanda del estiércol, con la respectiva evaluación de la fertilidad de los suelos y cuantificación de los costos de uso del estiércol. Se recurrió al uso de encuestas a una muestra de 20 agricultores en la comunidad de Chinchaya y 15 agricultores en Cohani, para la recolección de información primaria, a la toma de muestras de estiércol con el uso de arnés a ovinos y bovinos de la comunidad, más el análisis físico y químico de las 22 muestras de suelo. Este trabajo es pertinente con la investigación aquí planteada ya que aborda una

evaluación del manejo del estiércol de ovino y bovino en parcelas agrícolas de comunidades rurales, interesando sobremanera su diseño estratégico con respecto a la recopilación de aspectos inherentes al manejo del estiércol, posteriormente para la determinación de la oferta y demanda de estiércol disponible en ambas comunidades, para finalmente evaluar la fertilidad de los suelos con los resultados de las muestras tomadas de diferentes parcelas y cuantificar los costos del uso del estiércol.

Los resultados encontrados con respecto al manejo del estiércol dan cuenta de que el mismo es inadecuado por parte de los agricultores, ya que el estiércol de ovino es mantenido en el corral durante un año, expuesto al pisoteo de los animales y el estiércol bovino es apilado sin protección a los vientos y al sol, lo cual provoca la pérdida de nutrientes.

Se concluyó que la principal fuente de estiércol para las comunidades de Chinchaya y Cohani del municipio de Ancoraimos proviene de las especies bovina y ovina, fuente que viene siendo manejada inadecuadamente, sobre todo en el almacenamiento y apilado, puesto que el almacenamiento del estiércol ovino es realizado en los corrales por el lapso de un año, al igual que el estiércol bovino es apilado cerca del lugar de descanso del animal, sin ninguna protección expuesta al sol y al viento provocando la pérdida de nutrientes.

Martínez y Rodríguez (2010) desarrollaron en Latacunga, Ecuador la tesis “Evaluar la aplicación de cuatro fuentes de Materia Orgánica en el cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp), en dos localidades de la provincia de Cotopaxi” con el objetivo de evaluar la aplicación de cuatro fuentes de MO en el cultivo de amaranto negro (*Amaranthus* spp.) en dos localidades de la provincia de Cotopaxi Se aplicó el diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 2 x 6 con un total de 12 tratamientos por repetición para cada localidad. Los resultados en el cultivo de *Amaranthus* respondió bien a la aplicación de abonos orgánicos especialmente el abono del cuy. En la variable días a la emergencia el mejor tratamiento fue bl2 con estiércol (Vacuno , - Agricultor Chimborazo) , con 16 días en la localidad ITA y para la localidad CEYPSA todos los tratamientos tuvieron igual comportamiento con un promedio de 36 días Para la variable días al panojamiento en la localidad del

ITA todos los tratamientos tuvieron igual comportamiento con un promedio de 83 días. En la variable días a la floración el más precoz fue t12 (testigo - Agricultor Chimborazo) con 119 días en la localidad del ITA. Para la variable altura de planta el mejor tratamiento fue b12 (Vacuno - Agricultor Chimborazo) con 179,78cm. para la localidad ITA, siendo la variedad que mejor se adaptó a estas localidades con la utilización de abono Vacuno, obteniendo la mayor altura.

En conclusión, de acuerdo al análisis bromatológico donde se refleja la aplicación de MO se obtuvo un valor nutricional alto en hierro utilizando el abono ovino aplicado a la línea ECU-4697 con 176ppm; se obtuvo también mayor porcentaje en proteínas con un promedio de 19,29%.

Carvajal et al. (2010) desarrolló la investigación “Fertilización biológica: Técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible”, con el objetivo de disminuir los impactos adversos causados sobre el ambiente por actividades agrícolas. Este trabajo es pertinente con la presente investigación, ya que se usa un fertilizante biológico con altas proporciones de N y K, medianas de Ca y P, y menores de Mg y S, que permite obtener efectos favorables sobre la estabilidad fisicoquímica del suelo, para el crecimiento de plantas y el desarrollo de la población microbiana benéficas. Se evaluó la influencia de abonos verdes (Frijol Castilla y *Crotalaria sp.*), dosis variable del estiércol vacuno y compost a base de rastrojo de frijol, sobre el rendimiento de un cultivo de papa. Se obtuvieron rendimientos de 55 t/ha, 53 t/ha, 47.7 t/ha, 43.3 t/ha y 33.3 t/ha. Tales valores de productividad no se habían reportado con anterioridad para el cultivo de papa en el área de estudio. Ello verifica la eficiencia de los fertilizantes biológicos en la producción agrícola. De otro lado, algunas propiedades fisicoquímicas del suelo mejoraron y los impactos ambientales ocasionados por el uso continuo de fertilizantes químicos fueron mitigados progresivamente. En conclusión, los fertilizantes biológicos brindan amplia gama de posibilidades para el desarrollo de la agricultura conservativa, en condiciones geográficas, económicas y culturales diversas. De esta manera, se pueden implementar técnicas de fertilización biológica de forma individual o combinada en cultivos de frutas, hortalizas, árboles maderables, etc. De

forma paralela, es posible reducir el uso de insumos químicos para obtener buenos rendimientos en los cultivos. De igual forma, se espera que las regulaciones normativas locales e internacionales controlen y verifiquen el uso y comercialización de compuestos químicos, como pesticidas, fertilizantes y plaguicidas, con el fin de mitigar los impactos ambientales asociados a las actividades de producción agrícola.

2.1.2 Nacional

Barrientos y Rojas (2020) realizaron la tesis sobre la “Efecto de compost y residuos orgánicos y estiércol vacuno en suelo franco arenoso de la Asociación de vivienda la Bloquetera – Villa María de Triunfo”, con el objetivo Evaluar el efecto del compost a base de residuo orgánico y estiércol vacuno sobre las propiedades físico-químicas del suelo franco arenoso de la Asociación de Vivienda la Bloquetera - Villa María del Triunfo. Se trata de una investigación Los ensayos fueron distribuidos de acuerdo al diseño experimental factorial 22, para analizar los resultados de las propiedades físico-químicas del suelo como textura, color, densidad aparente (Da), densidad real (Dr), porosidad (P), pH, MO, conductividad eléctrica (CE), humedad (H), nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K); fueron evaluados 2 tratamientos orgánicos de residuos frescos vegetales de las viviendas y estiércol vacuno con un periodo de 3 meses de descomposición. En esta investigación, el compost utilizado como indicador, es fundamental, para fomentar nuevos conocimientos en la conservación de los suelos franco arenosos y prácticas al manejar adecuadamente los residuos orgánicos, generando una calidad de vida en relación con el medio ambiente. Los resultados en él se logró buenos resultados de una amplia variedad de residuos orgánicos y funciona con mucho éxito, aunque en climas fríos no es lo más recomendable debido que el aire frío absorbido puede hacer descender la temperatura de las pilas principalmente en capas exteriores. En conclusión, Los efectos del compost a base de residuos orgánico vegetal + estiércol vacuno + tierra de cultivo sobre la propiedades físico-químicas del suelo franco arenoso, en un periodo de 30 días de

aplicación, demostraron cambios significativos en todos los parámetros evaluados, consiguiendo mejoras entre 0.05 a 4.44 % respecto al incremento de MO, de 0.01 a 0.28 % en nitrógeno, de 190 a 3893 ppm en potasio, de 0.60 a 124.07 ppm en fósforo, de 1.86 a 31.72 % en humedad y de 42.8 a 49.93 % en porosidad; mientras redujeron el pH de 8.10 a 7.65, Conductividad eléctrica de 12.5 a 4.73 dS/m, densidad aparente de 1.55 a 1.27 g/cm³ y en Densidad real de 2.71 a 2.46 g/cm³ redujeron.

Trujillo (2020) desarrolló la investigación “Fuente y dosis de materia orgánica en el rendimiento de papa en Pontó – Huari”, con el objetivo de evaluar el efecto de las tres fuentes de MO con las tres dosis en el rendimiento de cultivo de papa en condiciones del centro poblado de Conín, distrito de Pontó, Huari. En cuanto a los resultados Para la mayoría de las características evaluadas se observó interacción entre fuentes y dosis. Así también, en general la media del Factorial superó al adicional (testigo) en casi todas las variables evaluadas. Con respecto a la interacción sobresalió el Guano de islas con la dosis de 5 t ha⁻¹ al presentar los mayores valores para el conjunto de variables evaluadas, superando a las otras fuentes orgánicas.

En conclusión, para porcentaje de emergencia, altura de planta, número de tubérculos por planta y número de tubérculos por tallo no se presentó interacción entre las fuentes orgánicas y las dosis, para días a la floración se presentó interacción entre las fuentes orgánicas y las dosis. Gallinaza no mostró variación alguna, lo que sí ocurrió con el Guano de islas y el de ovino. Para número de tallos se presentó interacción entre las fuentes orgánicas y las dosis. En cuanto al guano de ovino se observaron incrementos en el número de tallos al incrementarse la dosis, para rendimiento se presentó interacción entre las fuentes orgánicas y las dosis, para rendimiento por categorías se presentó interacción entre las fuentes orgánicas y las dosis en las categorías extra, primera, segunda y tercera. Comparando dentro de dosis, el guano de islas obtuvo mayor rendimiento que las otras fuentes, y dentro de fuentes, las dosis crecientes en el guano de islas afectaron el rendimiento, ocurriendo lo contrario con la gallinaza y el guano de ovino, en las que se observaron incrementos en el rendimiento al incrementarse la dosis.

Mundaca (2020), desarrollo la tesis “Dosis de fertilizantes orgánicos granulados en la producción del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Creat Lankes en

la provincia de Lamas”. tuvo como objetivo general determinar la dosis de fertilizantes orgánicos granulado procedente de algas y aminoácidos con mayor efecto en las características agronómicas y el rendimiento de *Lactuca sativa*. Los mejores resultados promedios obtenidos se dieron con 110 kg/ha (T3) donde se obtuvieron en producción de lechuga 40 118,8 Kg. ha⁻¹ y por planta 160,5 g de peso, 1,44 cm de diámetro del cuello de la raíz, 23,1 hojas y 27,3 cm de altura.

El incremento de las dosis del fertilizante orgánico utilizado propició respuestas lineales positivas en la altura de planta, número de hojas por planta, diámetro del cuello de la planta, peso de la planta y el rendimiento con valores de coeficiente de regresión de 3.0775, 3,8902, 0.206, 31.198 y 7799 respectivamente. De conformidad con el análisis económico en general a mayor dosis de fertilizantes orgánicos granulado procedente de algas y aminoácidos en el cultivo de lechuga, mayores fueron los valores de B/C con 110 kg/ha (T3) con 1,53, con beneficio neto de S/ 8365.53 y una rentabilidad de 53.26%.

Salazar (2020), desarrolló el trabajo de investigación “Conocimiento y compromiso de la sociedad peruana con la agricultura sustentable”, con el objetivo determinar el estado de conocimiento de los profesionales que trabajan en los diversos ámbitos de la agricultura, respecto a la agricultura sustentable en el Perú. En conclusión, los resultados de la encuesta muestran que, para fomentar la agricultura sustentable en el Perú, debe realizarse conjuntamente (61,96 por ciento), tanto una mayor capacitación, como una mayor investigación, y un cambio de paradigma sobre los objetivos de la agricultura, destacando este último con el 27 por ciento. La gran mayoría de encuestados también manifestó la necesidad de que los productos de la agricultura sustentable deben certificarse (90,18 por ciento), el 90,80 por ciento pagaría un valor por encima del promedio del mercado, principalmente, para apoyar la adopción de una agricultura más racional (79,33 por ciento); además, el 47,26 por ciento de los encuestados estaría dispuesto a pagar hasta un 10 por ciento más que el precio del mercado.

Romero (2019) desarrollo la tesis “Análisis y perspectiva del desarrollo sostenible de la agricultura en la provincia de Huaura periodo 2000-2016” Analizar los efectos que tiene el desarrollo sostenible en la agricultura en la provincia de Huaura periodo 2010 – 2016. Los pequeños productores, principalmente de las zonas rurales no están

debidamente organizados sin contar con una capacitación necesaria para que aprovechen mejor sus cultivos.

La información con que cuentan estos productores agrícolas no son los necesarios para poder rendir eficientemente, niveles bajos en la productividad de la agricultura por falta del aprovechamiento en las semillas que estén mejoradas y el uso inadecuado de fertilizantes. En algunos casos se encuentran un uso excesivo con respecto a sus parcelas sin el aprovechamiento adecuado que deben tener, no utilizan eficientemente los recursos como el agua y el suelo. Las condiciones climáticas en ocasiones son de manera indeterminada afectando muchas veces algunos cultivos.

Escarcena (2019) realizó el trabajo de investigación “Estiércol de vacuno con bioactivador de la Rizosfera en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.) CV. Quantum en la campiña de Arequipa”, con el objetivo de evaluar el efecto del estiércol vacuno con bioactivador de la rizosfera en el rendimiento de arveja

verde (*Pisum sativum* L.) cv. Quantum en la campiña de Arequipa. Sobre la metodología se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 3x2 más un tratamiento adicional (testigo químico), para 7 tratamientos con 3 repeticiones; con un total de 21 unidades experimentales, también, se realizó el Análisis de Varianza y su respectiva prueba de significación de DUNCAN ($\alpha = 0,05$). Asimismo, el análisis estadístico de datos se hizo con el programa SAS 9,4 y el tratamiento adicional (testigo químico) se comparó con la prueba de contrastes ortogonales entre el testigo vs los factores en estudio. Los resultados se dieron únicamente a los 90 días tal, para el factor estiércol de vacuno, el nivel 15 t ha⁻¹ es estadísticamente igual al nivel 30 t ha⁻¹ y superior al nivel cero (sin aplicación) y para el factor bioactivador no se encontró diferencias estadísticas significativas, debido a que este bioactivador solo se activa cuando encuentra la presencia de material orgánico, el suelo del experimento presentó bajo contenido en MO, por lo tanto, este bioactivador no se activó. Con respecto a los efectos de interacción presenta diferencia significativa a los 75 y 90 dds. En conclusión, el estiércol de vacuno a mayores niveles incrementa el rendimiento comercial de arveja verde, mostrando diferencia significativa en los niveles más altos; sin embargo, para el bioactivador frente al testigo no influye sobre el rendimiento.

Janampa (2018) realizó la tesis “Niveles de estiércol de ovino y formas de siembra en el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Arizona- 3200 msnm, Ayacucho” con el objetivo de evaluar el efecto de niveles de estiércol de ovino y las formas de siembra sobre la calidad de espinacas. Se trata de una investigación en la que la metodología utilizada es el diseño experimental, se condujo en el diseño Parcelas divididas con arreglo factorial de 4 niveles del estiércol de ovino (E) en sub parcelas y 2 formas de la siembra (F) en parcelas, la combinación de los niveles de los dos factores forma 8 tratamientos, se utilizó 3 repeticiones. La prueba de comparación de promedios se utilizó el análisis funcional de la variancia, de este modo conocer la tendencia del estiércol de ovino con variables en estudio.

Resultados que muestra la tendencia de los efectos simples de los niveles de estiércol de ovino en cada forma de siembra en el efecto del número de hojas, donde observamos que existe una ligera superioridad en la forma de siembra en melgas, pero sin diferencia estadística; se observa en el caso del efecto de los niveles del estiércol de ovino se tiene una tendencia cuadrática siendo el nivel de 4 tn ha⁻¹ el que muestra el mayor número de hojas con valor de 12.40 hojas en ambas formas de siembra. Los tratamientos sin el estiércol de ovino tienen el menor número de hojas por planta en ambas formas de siembra. En conclusión, en número de hojas, existe influencia de los niveles del estiércol de ovino que presenta una tendencia cuadrática, siendo el nivel de 4 t.ha⁻¹ el que muestra el mayor número de hojas en un valor de 12 hojas en ambas formas de siembra.

En número de plantas, existe una tendencia cuadrática de los niveles de estiércol. El nivel óptimo de guano de ovino es de 6.4 t.ha⁻¹, con lo cual se alcanza producir 337 460 plantas por hectárea.

Quispe (2018) realizó la tesis “Niveles de estiércol de ovino en el rendimiento en vaina verde de dos variedades de haba (*Vicia faba* L.)”, con el objetivo determinar el efecto de los niveles de estiércol de ovino en el rendimiento en verde de haba en Socos-Ayacucho, se trata de una investigación , la metodología utilizada tiene un enfoque, donde la distribución de unidades experimentales se utilizó el Diseño de Bloque Completamente Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 2 variedades x 6 niveles de estiércol y 3 repeticiones (Bloques).

En cuanto a los resultados se aprecian que no existen diferencias estadísticas en las fuentes de variación, ósea que los niveles del estiércol y las variedades de forma independiente o en interrelación no tiene una influencia en la variación de la altura de la planta de haba, el coeficiente de variabilidad se encuentra dentro del rango permisible para experimentos de campo.

Concluyendo no hubo efecto del estiércol de ovino en altura de planta de haba. Con 4 t. ha⁻¹ de estiércol se obtuvo mayor longitud de vaina (10.42 cm). Existe una tendencia negativa en el peso de mil semillas de las dos variedades de haba cuando se incrementa los niveles de estiércol. Existe tendencia lineal positiva en el rendimiento de haba en verde cuando se incrementa el nivel de estiércol.

Anchivilca (2018) desarrollo su tesis en “Abonamiento orgánicos NPK, en arveja verde (*Pisum sativum L.*) cv. Rondo, bajo riego por goteo en Tupicocha Huarochiri” Evaluar la factibilidad económica con el uso de estiércoles en el cultivo de arveja en vaina verde, en condiciones de sierra. Las conclusiones que a continuación se mencionan se lograron en suelos con descanso de dos años y la aplicación de los estiércoles 30 días antes de la siembra y con sistema de riego por goteo. Los tratamientos con fertilización inorgánica y con estiércol de ovino presentaron los mejores rendimientos, con 15.8 y 14.72 t/ha. Los tratamientos con fertilizaciones orgánicas influenciaron en el rendimiento de arveja cv. Rondo en vaina verde, los que fueron superiores al tratamiento testigo sin ninguna fertilización.

Colachagua (2011) realizó la tesis “Fertilizantes Orgánicos e Inorgánicos en la producción de papa (*Solanum tuberosum L.*) Var Canchan, en las localidades de Hualahoyo y el Mantaro”, con el objetivo de evaluar el efecto de tres fertilizantes orgánicos en el rendimiento del cultivo de papa, en Hualahoyo y el Mantaro. Los resultados obtenidos al inicio y al final del experimento nos muestran el efecto de los diferentes tratamientos aplicados (T1 Ovino, T2 Cuy, T3 Vacuno, T4 Químicos y T5 testigo) en los diferentes suelos podemos observar que existe al final del experimento un incremento del porcentaje de MO en los tratamientos con estiércol de ovino, cuy y vacuno, frente a la conservación o disminución del nivel de MO en los tratamientos con fertilizante químico y 49 comparados al testigo absoluto; asimismo a nivel de los nutrientes P y K se observó un incremento en todos los tratamientos, así como también el incremento de capacidad de intercambio catiónico (CIC) y cationes cambiables

(Ca⁺² , Mg⁺², K⁺¹). El pH y la C.E. fueron analizados con mayor detalle a nivel de unidad experimental; es decir, cada tratamiento con su respectiva repetición, para una mejor visualización del efecto de los tratamientos aplicados. En conclusión, el peso de tubérculos por planta para las localidades, tuvieron promedios de 0,545 (El Mantaro) y 0,418 (Hualahoyo) kg/planta, con estimados de 20,2 t/ha y 15,5 t/ha, respectivamente. Asimismo, sobresalen los tratamientos abono de cuy, fertilizante químico y abono de ovino, con promedios de 0,609; 0,547 y 0,531 kg/planta respectivamente. En las interacciones tratamientos x localidad presenta mayor peso las interacciones abono de cuy - El Mantaro y abono de ovino - El Mantaro, con promedios de 0,668 y 0,609 kg/planta, con estimados de 24,7 t/ha y 22,6 t/ha, respectivamente. Elliot (2007) en su investigación “Desarrollo participativo de tecnologías: Lecciones desde la experiencia práctica en la Sierra del Perú” concluyó que la introducción de semillas de otras zonas permite el incremento en los rendimientos. Por esta razón, cuando se combinan con estiércol local, se presenta como la segunda opción más recomendable. De otra parte, se ha determinado que el uso de recursos locales de semillas y abonos orgánicos, incrementa el enfoque agroecológico y la sostenibilidad de la tecnología y de la base de los recursos. Se recomienda la utilización de semilla nueva con estiércol mejorado como la principal opción, pero es necesario considerar que la semilla nueva puede tener buenos rendimientos por un periodo de tres años, por lo que éste sería el periodo o tiempo de renovación de semilla de las zonas productoras de localidades vecinas o de otras zonas de buen potencial de producción.

2.1.3. Local

Rojas (2015) realizó la tesis “Efectos de abonos orgánicos en el rendimiento y composición química de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.) Variedad Hualhuas, en el distrito de Huando – Región Huancavelica” con el objetivo de determinar el efecto de abonos orgánicos en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* wild.), variedad Hualhuas en términos de rendimiento y composición química. Se empleó el método experimental, el mismo que se completará con el estadístico, análisis, síntesis y deductivo. Los resultados encontrados en cuanto al contenido de la materia orgánica, se observa que el estiércol de

vacuno (T1) y estiércol de cuy (T4) no mostraron diferencias estadísticas entre sí; sin embargo, el estiércol de vacuno (T1) mostró superioridad en relación a los estiércoles de alpaca (T2), ovino (T3), humus de lombriz (T5) y testigo (T6), de acuerdo al análisis económico de la producción de la quinua de variedad Hualhuas, el uso del estiércol vacuno logro con alta rentabilidad (555.99%), y mayor utilidad (S/.14,048.30) en relación a los demás abonos orgánicos utilizados en el trabajo de investigación.

En conclusión, los abonos orgánicos no causaron efecto alguno en el tamaño de planta de la quinua variedad Hualhuas a los 240 días de cosecha. Los abonos orgánicos no mostraron efecto significativo en el contenido de proteína cruda y materia mineral del grano de quinua. En cuanto al contenido de materia seca, el estiércol de vacuno difiere del de alpaca, ovino, cuy, humus de lombriz y testigo, permitiendo una mejor rentabilidad en relación a los otros abonos orgánicos utilizados en el experimento.

Soto (2015) desarrolló en Huancavelica, Perú la tesis “Efecto de la aplicación de fertilizantes biológicos en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* l.) variedad usuy en condiciones de Chuclaccasa Yauli-Huancavelica” con el objetivo de Evaluar el efecto de la aplicación de Fertilizantes Biológicos en el rendimiento de vaina verde del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), Los tratamientos evaluados fueron, T1-Ecovida, T2-Fortiprotec, T3-Aminovigor, T4-Agrobiol y T0 Testigo, 3 bloques y 15 unidades experimentales. las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación, contenido de materia seca, numero de nódulos, numero de flores, altura de planta, incidencia de plagas y enfermedades, rendimiento en vaina verde.

El material genético sembrado fue la variedad Usui a razón 4 semillas por golpe, después de germinadas las semillas fueron seleccionadas 10 plantas de partes centrales, para realizar evaluaciones respectivas los tratamientos recibieron la aplicación de fertilizantes biológicos en diferentes etapas fenológicas: siembra, emergencia, floración, fructificación. Se destaca entre los resultados que, el mayor porcentaje de germinación se obtuvo con el fertilizante Ecovida con 79,05 %, estadísticamente superior al resto de tratamientos, ya que contrariamente al tratamiento sin fertilizante biológico

presentó el menor porcentaje de germinación de plantas de arveja con 24,29 %. El mayor número de nódulos por planta se obtuvo con el fertilizante Ecovida con 62,00, estadísticamente superior al resto de tratamientos, contrariamente a T0 sin fertilizante biológico presentó el menor número de nódulos por plantas de arveja con 32,67. Se concluyó que, la altura de la planta, número de plagas, enfermedades y la materia seca de cultivo de arveja no presentaron diferencias significativas por efecto de fertilizantes biológicos, por lo que todos los tratamientos son iguales y no se utilizó la prueba de comparación Duncan, pero en cuanto a rendimiento existe alta significación estadística, lo cual explica que hay una diferencia en aplicación de fertilizante biológico; con la aplicación de Ecovida se ha obtenido un rendimiento de 6,7000 kg/ha-1 mientras con testigo 4,200 kg/ha-1. Donde se utilizó la prueba de comparación Duncan. Para número de flores, número de nódulos, porcentaje de germinación, existe alta significación estadística, por efecto de fertilizantes biológicos.

Marcañaupa (2014) desarrolló la tesis “Efecto de tres tipos de abonos orgánicos (humus de lombriz, estiércol de ovino y estiércol de vacuno) en la producción de plantones de durazno en Ocopa, Lircay, Huancavelica”, con el objetivo de determinar la cantidad óptima a usar de los abonos orgánicos en la producción de porta injertos de duraznos. Entre sus conclusiones se destaca que, para la altura de planta: a los 90 días, se obtuvo mejores portas injertos con T3 (20% humus + 20% estiércol de vacuno + 30% estiércol de ovino), con un promedio de 11,350 cm; a los 120 días, se obtuvo mejores portas injertos con T6 ((30% humus + 20% estiércol de vacuno + 20% estiércol de ovino), con un promedio de 20,50 cm; a los 150 días, se obtuvo mejores portas injertos con T6 ((30% humus + 20% estiércol de vacuno+ 20% estiércol de ovino), con un promedio de 25,90 cm. Para el número de hojas por planta: a los 90 días, se obtuvo el mejor resultado con T9 (30% humus + 30% estiércol de vacuno + 30% estiércol de ovino), con una media de 9.30 unidades; a los 120 días, se obtuvo el mejor resultado con T6 (30% humus + 20% estiércol de vacuno+ 20% estiércol de ovino), con una media de 12,70 unidades; a los 150 días, se obtuvo el mejor resultado con T6 (30% humus + 20% estiércol de vacuno + 20% estiércol de ovino), con una media de 22,10 unidades.

Gonzáles (2013) realizó la tesis "Influencia de musgo descompuesto *Sphagnum* y tres abonos orgánicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones de Acobamba", en Huancavelica, con el objetivo de evaluar el efecto de los diferentes abonos orgánicos en la producción de lechuga. Los abonos orgánicos de diferentes fuentes en estudio fueron las siguientes: sin sustrato (T1) estiércol de ovino (T2), Sustrato sphagnum (T3), Compost (T4) y Guano de isla (T5) de las que se han aplicado medio kilogramo/planta en el cultivo de la col (*Lactuca sativa* L.) White Boston. Se concluyó que, la comparación de promedios en número de hojas/planta por el efecto de los diferentes abonos orgánicos, se presentó en T4, T3, T5, T2 y T1 una diferencia altamente significativa en forma descendente con promedios de 16,58; 16,05; 15,47; 14,93 y 9,28 respectivamente a los 60 días después del trasplante. Existe diferencias estadísticas significativas en el efecto de los diferentes abonos orgánicos en el diámetro de cabeza/planta T4, T3, T5, T2 y T1 con promedios descendentes de 17,24; 17,10; 16,55; 15,69 y 12,39 respectivamente. Existe diferencias estadísticas significativas en el efecto de los diferentes abonos orgánicos en el rendimiento/parcela, T4, T5, T3, T2 y T1 con rendimientos en kg/ha que fueron de 1450,96; 13987,68; 13032,00; 11989,44 y 9730,56kg/ha respectivamente, esto se debe a la presencia de fósforo que contiene el guano de isla. El suelo, luego del período vegetativo del cultivo, seguirá conservando sus características físicas, químicas y biológicas post investigación, debido al uso de los abonos orgánicos que son fuente de MO.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Fertilización biológica

Ardiles (2019) asevera que un suelo exhibe una fertilidad biológica ideal cuando posee un alto porcentaje de MO, practicando la rotación de cultivos, enfatizando que la magnitud y el estado de la reserva orgánica, así como la riqueza y actividad de la biomasa edáfica son responsables de las transformaciones físicas y químicas del suelo.

Son procesos biológicos complejos como la conversión de nutrientes, en donde los microorganismos participan activamente en los ciclos que permiten

el movimiento de elementos y nutrientes, dentro de la agricultura el uso de los biofertilizantes tiene ventajas económicas (Valverde,2020).

Son tecnologías limpias apropiadas dentro de los esquemas de certificación nacional e internacional, por que ofrecen soluciones a problemas de deficiencia de nutrientes en el suelo, contribuyen con la disminución de los costos de producción, son compatibles con la protección del ambiente y representan una importante alternativa para la sustitución parcial o total de los fertilizantes minerales (Nuñez,2016).

Ventajas de uso de fertilizantes biológicos

Según Carvajal (2010) menciona que:

- La movilización de nutrientes es favorecido por el desarrollo de actividad biológica en los suelos.
- El mantenimiento de la salud de las plantas se ve favorecido por la adición balanceada de nutrientes.
- Suministran alimento e impulsa el crecimiento de microorganismos y gusanos benéficos para el suelo.
- Debido a que brindan buena estructura al suelo, favorece el crecimiento de raíces.
- Se favorece el desarrollo de asociación de micorriza, lo que incrementa la disponibilidad de fósforo (P) en el suelo.
- Ayudan suprimir ciertas enfermedades de las plantas y pueden brindar suministro continuo de micronutrientes al suelo.
- Contribuye el mantenimiento de concentraciones de nitrógeno N y P estable, minimizando la lixiviación.
- Mejora la capacidad del intercambio de nutrientes en el suelo, incrementan la retención de agua y promueven la agregación del suelo.

Limitaciones de usos de fertilizantes biológicos

- El compost presenta concentraciones altamente variables de nutriente, además los costos de aplicación son superiores a algunos fertilizantes químicos.
- La aplicación extensiva o a largo plazo puede resultar en acumulación de sales, nutrientes o metales pesados que podría causar efectos adversos

sobre el crecimiento de las plantas, el desarrollo de organismos propios del suelo, la calidad de los recursos hídricos y la salud humana.

- Los principales macronutrientes podrían no estar disponibles en cantidad suficiente para el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Podría presentarse deficiencias nutrientes, causadas por la baja tasa de transferencia de los micronutrientes y macronutrientes (Carvajal,2010).

Prácticas de fertilización biológica

La fertilización biológica se enmarca en el uso de insumos naturales (aguas residuales domésticas, residuos de cosecha, restos de descomposición de MO, estiércol animal, hongos y bacterias para estimular el crecimiento de las plantas) para facilitar el control biológico, biodegradar sustancias para mejorar la estabilidad del suelo, optimizar la fijación de nutrientes en la rizosfera, reciclar nutrientes, favorecer la simbiosis-micorriza y desarrollar procesos de biorremediación en suelos contaminados con sustancias tóxicas(Chirinos et al., 2006 citados por Carvajal y Mera, 2010)

La sociedad actual debe satisfacer sus necesidades alimentarias por medio de los recursos agrícolas, por ello es necesario emplear métodos que sea efectivos y variables para obtener buenos rendimientos y satisfacer la demanda global del insumo, de igual manera surge métodos alternativos para incrementar la fertilidad de los suelos. El objetivo es brindar mayores eficiencias, incrementar la calidad de los productos agrícolas, minimizando tiempos del cultivo y disminuir el costo de producción. De otro lado, la contaminación de los suelos por uso extensivo de insumos químicos y el monocultivo, ha conducido a la necesidad de incorporar técnicas de fertilización menos agresiva con el ambiente (Carvajal,2010).

Compostaje

Es la técnica más antigua utilizadas para la estabilización del desecho orgánica y fertilización orgánica del suelo, el objetivo principal es obtener el producto estable, química y biológicamente con alto contenido de micro y macronutrientes. El proceso de compostaje se desarrolla de la siguiente forma, las cepas de microorganismo descompone los residuos orgánicos generando diferenciales de temperatura .De forma simultánea el pH del medio disminuye por la producción de ácidos orgánicos , una vez alcanzado la temperatura cercana a 40°C, las bacterias termofílicas inician el proceso

de degradación , haciendo que la temperatura alcance a 65°C, en estas condiciones se inactiva el metabolismo de ciertos hongos , durante esta etapa las reacciones de transformación biológica son desarrolladas por los hongos actinomicetos y bacterias formadoras de esporas, estos consumen rápidamente compuesto de fácil de degradación como azúcares, proteínas, almidón y grasas, además el pH tiende a ser alcalino por efecto de liberación de iones amonio. Una vez degradado el material orgánico, la velocidad de las reacciones disminuye al igual a la temperatura, esta etapa se conoce como el enfriamiento. Los hongos termofílicos y bacterias mesofílicas son capaces de degradar celulosa que actúan en esta etapa, y finalmente comienza el proceso de maduración que requiere de varios meses, esta etapa culmina con la degradación de compuestos orgánicos, con el proceso se obtiene humus estable, ácidos húmicos y fúlvicos de alto poder nutritivo y potencial de fertilización de suelos con carencia de nutrientes.

Los beneficios que brinda el compost son amplios, y puede ser de ámbito físico, químico, biológico y ambiental. Las aplicaciones de compost depende de las condiciones de materia orgánica , humedad, temperatura, pH y la presencia de microorganismos , el compost incrementa el drenaje y la absorción de humedad en suelo que presenta deficiencias estructurales o carencia de nutrientes, además incrementa la productividad de los cultivos al promover el crecimiento de las plantas por incorporación de nutrientes esenciales , facilita la aplicación en diferentes tipos de suelo , reduce la escorrentía, y hace que los beneficios económicos para el agricultor sea sustentables, dando el aprovechamiento progresivo de residuos (Carvajal y Mera, 2010).

El compostaje es una mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes. Sin embargo, no todos los materiales que han sido transformados aeróbicamente, son considerados compost, El proceso de compostaje influye diferentes etapas que deben cumplirse para obtener compost de calidad, la utilización del material que no haya finalizado correctamente el proceso de compostaje puede acarrear riesgos, de acuerdo con (Román et al, 2013), de acuerdo con Salazar (2003) es un conjunto de restos orgánicos que sufren un proceso de fermentación y da un producto de color marrón oscuro, con olor a humus. Este abono orgánico resultante contiene materia orgánica

(parte de la cual es semejante al humus de la tierra), así como nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro y otros oligoelementos necesarios para la vida de las plantas.

Para preparar el compostaje, los residuos con altos contenidos de carbono (pajas y otros residuos fibrosos) se mezclan con materiales con alto contenido de nitrógeno (estiércol fresco, purín, gallinaza, leguminosas)

El objetivo del proceso de compostaje es favorecer la descomposición de los residuos orgánicos biodegradables, a través de la acción de microorganismos aeróbicos lo cual genera nutrientes para al suelo al tiempo que se da un uso útil a dichos residuos. El compostaje conduce a una etapa de maduración, caracterizada por su estabilidad química y microbiológica (FAO,2018).

El compostaje se fundamenta en un procedimiento biológico, que se lleva a cabo en cláusulas de fermentación aerobia, con adecuada humedad y que garantiza una modificación higiénica de los restos orgánicos en un alimento homogéneo y sumamente provechoso por los suelos (Piza,2020), tal como indica Moreno y Reyes (2020) es el humus obtenido artificialmente por descomposición bioquímica en caliente de residuos orgánicos, su preparación se lleva a cabo por medio del proceso de compostaje, este consiste en la degradación acelerada de la materia orgánica, mediante los microorganismos en condiciones controladas.

Abonos verdes

Consisten en tejido vegetal verde incorporado en el suelo, para corregir o mejorar las características físicas, principalmente se emplean cultivos de crecimiento rápido, como avena, vicia, trébol, alejandrino, centeno. Estos abonos incrementan la cantidad de materia orgánica disponible en el suelo para el desarrollo del proceso metabólico de la flora autóctona y otras especies vegetales, esto al estar en contacto con la matriz del suelo el material vegetal es susceptible de descomposición microbiana, que produce a compuestos húmicos capaces de incrementar la capacidad de adsorción de nutrientes, promover el drenaje, aireación, y la granulación del suelo, además, los productos de descomposición sirven como sustrato para

aquellos microorganismos encargados del proceso de transformación biológica. Estos procesos inciden positivamente sobre la producción de CO₂, amonio, nitritos, nitratos y otros compuestos simples, fácilmente asimilables por las plantas para su crecimiento y desarrollo.

La utilización de abonos verdes influye positivamente sobre ciertas características del suelo, como conservan de elementos nutritivos del suelo que son susceptibles pérdida por drenaje de agua, por otro lado, ciertos abonos de raíces largas capturan nutrientes desde horizontes bajo del suelo y tiene la capacidad de transportarlos hacia la superficie, donde se incrementa su disponibilidad para el desarrollo del proceso metabólico de las plantas (Carbajal y Mera, 2010).

Son cultivos intercalados o asociados que se emplean en la agricultura extensiva, la arboricultura, horticultura y la viticultura. Su introducción en la rotación no entraña por tanto una pérdida de sitio para los cultivos principales, puesto que esto se colocan en parcelas libres o en asociación con las otras plantas. Puede ser cosechado como forraje o bien triturado e incorporados a la capa superficial del suelo, incorporados demasiado profundamente, sufriría una descomposición parcialmente anaeróbica especialmente en suelos arcillosos (Campos,2020).

Los abonos verdes se pueden obtener a partir de plantas que se tumban en el suelo, preferiblemente leguminosas, pues se caracterizan por fijar nitrógeno en el suelo. No cualquier especie vegetal se adapta para ser utilizada como abono verde, ya que deben cumplir con las siguientes características principales.

1. Presentar rápido crecimiento inicial (agresividad inicial) y eficiente cobertura del suelo.
2. Producir elevadas cantidades de biomasa (materia verde y seca).
3. Presentar capacidad de reciclaje de nutrientes.
4. Crecer satisfactoriamente en suelos pobres, de baja fertilidad o degradados.
5. Consumir la mínima cantidad de agua posible y ser resistente a sequía.

6. Presentar un régimen bajo de ataque de plagas y enfermedades.
7. No comportarse como planta invasora, dificultando los cultivos sucesivos y/o la rotación (FAO,2018).

Consiste en que las especies vegetales se siembra en rotación y/o asociadas con cultivos comerciales convencionales las cuales se establecen en la superficie del cultivo para ser incorporada *in situ*, con el propósito fundamental de mantener mejor y restaurar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Moreno y Reyes,2020).

Vermicompost o Lombricompostaje

Es una técnica de fertilización biológica que consiste en aprovechar la actividad metabólica de lombrices de tierra para producir humus con alto contenido de nutrientes, requiriéndose de residuos orgánicos y residuos de cosecha; el material orgánico pasa a través del tracto digestivo de la lombriz donde es transformado en un material rico en microorganismos, macronutrientes y micronutrientes, de esta forma se obtiene fertilizante orgánico estable química y biológicamente.

La utilización, almacenamiento, transporte y la aplicación de vermicompost en suelos, reviste especialmente interés para aquellos con deficiencia de nutrientes, este tipo de actividad puede desarrollarse satisfactoriamente tanto en pequeño como en gran escala en condiciones ambientales variadas, o bajo condiciones controladas de laboratorio(Carvajal y Mera, 2010), es el proceso de compostar utilizando lombrices y microorganismos, quiere decir es un proceso eólico que termina en la estabilización de la materia orgánica, al igual al compost maduro, el producto final es materia orgánica, pero son las lombrices quienes realizan el proceso con la ayuda de los microorganismos (Román et al, 2013).

La producción intensiva de lombrices de tierra en condiciones de cautiverio, estas crianzas pueden ser para la producción de estos organismos o bien para el procesamiento de desecho orgánicos, los cuales constituyen su alimento (Salazar et al., 2003), las lombrices y los microorganismos utilizan los residuos y/o desechos orgánicos, de origen animal, vegetal, industrial y

humano, como fuente de energía para su metabolismo y después generan deyecciones, mismas que por su contenido se convierten en un abono ecológico de alta calidad (Moreno y Reyes, 2020).

Estiércol animal

El estiércol animal ha sido ampliamente utilizado por los agricultores desde hace varias décadas para la fertilización de los suelos agrícolas, dado los bajos costos asociados a su obtención, transporte y procesamiento. La gran disponibilidad de este y el aporte nutrimental y los oligoelementos hacen que sea una alternativa atractiva para el desarrollo de actividades de fertilización de los suelos con deficiencias nutrimentales (Carvajal y Mera, 2010).

Arellano et al. (2014) mencionan que todos los organismos animales desechan materiales, ya sea en forma líquida o sólida, que ya no son útiles para su organismo después de metabolizarlos y utilizarlos para mantenerse vivos. A los desechos sólidos se les conoce como excretas, excremento, estiércol, o heces, y aunque se considere un desecho este material contiene diversos elementos muy útiles para los suelos agrícolas, como agua, carbohidratos, proteínas, grasa, minerales y algunas sustancias inorgánicas, además de fragmentos celulares y microorganismos. Estos elementos se encuentran en proporciones variables, dependiendo de la especie animal, edad y el tipo de alimentación; no obstante, existen factores externos que pueden alterar esa composición, ya sea por el tipo de manejo y almacenaje que se le dé al estiércol, o bien por la velocidad con la que se realiza el proceso de descomposición.

Berrios (2015) menciona que el estiércol está compuesto por deyecciones sólidas y líquidas que resultan como desechos del proceso de digestión de los animales que consumen. Las principales ventajas que se logra con la incorporación de estiércol, es el aporte de nutrientes, incremento de la retención de humedad y mejora de la actividad biológica del suelo. Entre los estiércoles se tiene: gallinaza, camélidos, ovinos, vacunos, animales menores, porcino.

Cajamarca (2012) menciona que son abonos orgánicos de origen animal el estiércol de ganadería, humus de lombriz y los sub productos de origen animal como harina de sangre, de huesos, de pescado o de plumas. El estiércol está conformado por excrementos y orina de animales de ganadería, en cuya composición también pueden aparecer restos de distintos materiales de sus camas, como la paja de cereales. El estiércol suele ser de ganadería ovina, caprina, vacuna, porcina o equina. El estiércol de aves de corral es muy rico en N.

Moreno y Moral (2008 citado por Cevallos, 2016), determinaron que la producción de residuos ganaderos es en España del orden de 91 mt/año, representando unos 21 mt/año de MO y 655 kt/año de N. Son los subproductos orgánicos que se producen en mayor cantidad, siendo el sector bovino el máximo productos, con 42 mt/año, seguido del sector porcino con 25 mt/año. Las deyecciones de bovino aportan más del doble de MO que las de porcino, mientras que la generación total de N del mismo orden de magnitud. Las diferentes características de estos productos en función de los animales considerados hacen notar la imposibilidad de generalizar métodos de tratamiento aplicables en cualquier circunstancia.

Cueto et al. (2005 citados por Sánchez, 2010) mencionan que el estiércol de origen animal se utiliza por lo general, con la intención de mejorar las propiedades físicas del suelo o para incrementar su contenido de MO. No obstante, debe considerarse como un fertilizante orgánico, ya que contiene prácticamente todos los nutrimentos esenciales para las plantas.

Sánchez (2010) indica que el valor del estiércol depende del tipo de animal, calidad de dieta, la clase y la cantidad de cobertura usada y la manera en que es almacenado. El estiércol procedente de las aves y de las ovejas normalmente tiene mayor valor nutritivo que el de los caballos, de los cerdos o de las vacas, aunque el sol y la lluvia constante reducen drásticamente su valor.

Según López. et al (2004, citado por Sánchez, 2010) menciona generalmente es una materia orgánica que mejora las condiciones físicas del suelo, cuando se maneja adecuadamente, el estiércol animal juega un papel

importante en el mantenimiento de la fertilidad del suelo, si no se aplica bien o en exceso el estiércol pueda contaminar el aire, agua y el suelo, el estiércol contiene un buen número de nutrientes para las plantas. Casi la mitad de nitrógeno que contiene el estiércol es de forma amoniacal, pero si se maneja bien, es disponible casi inmediatamente para las plantas y el resto se encuentra en diversos compuestos orgánicos y no son disponibles para las plantas. La composición química del estiércol varía en función de la dieta del ganado, sin embargo, el nitrógeno es uno de los nutrientes encontrados en mayor cantidad en la mayoría de los estiércoles.

Davelouis (1993, citado por Anchivilca, 2018) indica que los estiércoles o enmiendas orgánicas mejoran las condiciones físicas del suelo especialmente en las regiones áridas de la costa peruana. Así mismo, la escasez del agua limita el balance apropiado con el aire del suelo. El estiércol se utiliza en dosis proporcionales, ya que un estercolado medio supone la aplicación de 30 t/ha, pero se utilizan a menudo dosis mayores de 40 a 50 t/ha; de igual manera no debe olvidarse su papel como suministrador de nutrientes. Por ejemplo, 30 t de estiércoles aportan 120, 75, y 165 kg/ha de N_2 , P_2O_5 y K_2O respectivamente; además estos nutrientes se encuentran en forma de complejos orgánicos, los cuales tienen que ser mineralizados para pasar a su forma asimilable, por ello no todos serán aprovechados por el primer cultivo instalado después de su aplicación.

Arellano et al. (2014) conoce como estiércol es el excremento proveniente del ganado vacuno y caballar herbívoros o sea comedores de hierba, por lo que la composición de sus excrementos básicamente es de fibra y agua.

Apaza (2013) menciona que el estiércol es una descripción general de cualquier mezcla de heces, orinas y desperdicios. Son excrementos de animales que se utilizan para fertilizar los cultivos. En ocasiones el estiércol está constituido por más de un desecho orgánico como por ejemplo el excremento de animales y restos de camas, como sucede con paja. El lugar donde se vierte o deposita el estiércol en el estercolero.

FAO. (2013 citado por Barrientos, y Rojas, 2020) indica que el estiércol es la materia orgánica utilizada para fertilizar la tierra y está compuesto

principalmente por eses y orinas de animales domésticos, también puede estar mezclado con material vegetal como paja, heno o materia de cama de animales. El estiércol es rico en nitrógeno, fosforo y potasio, además aumenta la fertilidad del suelo, mejora la estructura, la retención del agua en el suelo y ayuda a la resistir a la degradación.

El estiércol de origen animal es una opción viable para la aplicación a los cultivos como fertilizante orgánico por su alto contenido de nitrógeno (Moreno y Reyes, 2020).

Importancia

Es un fertilizante biológico con altas proporciones de nitrógeno y potasio, y como media de calcio, fosforo, menore magnesio y azufre permite obtener efectos favorables sobre la estabilidad fisicoquímica del suelo, así como el crecimiento y el desarrollo de las poblaciones microbianas benéficas.

El estiércol aporta la materia orgánica al suelo, la composición de sólidos orgánicos oscila entre el 20 y el 40%, debido alto contenido de nitrógeno, los procesos de descomposición de materia orgánica se desarrollan de manera más rápida, a pesar de tener un bajo contenido de fosforo, el estiércol evita el bloqueo de estos elementos haciendo que sea más disponibles para su uso por las plantas.

Aspecto como el tipo, edad y estado de salud del animal del que provienen el estiércol incide en la proporción de nutrientes del estiércol, el estiércol de ovinos y aves contiene altos niveles de nitrógeno, el de porcinos, equinos presentan menores proporciones de nitrógeno. El tipo de cama (mullido de paja, otras plantas que sirve para el descanso del ganado y eliminación del orinas y excretas, así mismo la utilidad y manejabilidad del producto depende de la proporción de trazas de metales pesados y oligoelementos. Por esta razón se debe considerar el uso del estiércol para la fertilización del suelo, evaluando la relación costos- beneficios y realizando la prueba técnica que verifique la inocuidad de este, finalmente la aplicación excesiva del estiércol puede generar una reducción significativa en el crecimiento de las plantas por efecto de niveles excesivos de nitrógeno, amónico y sales. (Carvajal y Mera, 2010).

¿Cómo manejar el estiércol para su aprovechamiento?

Arellano et al. (2014) indica que un adecuado manejo del estiércol aporta nutrientes a las plantas e incrementa la cantidad de MO en el suelo; para lograr esto, el ganadero o agricultor debe decidir qué hacer para manejar adecuadamente el estiércol y otros desechos orgánicos, de manera que tenga una producción agropecuaria rentable con pérdidas mínimas de nutriente. Esta acción les puede ahorrar gastos utilizados para la compra de los fertilizantes químicos comerciales, además esto también ayuda a reducir emisión de gases y la pérdida de nutrientes.

Sistema de manejo y degradación del estiércol y otras materias orgánicas

Existe diferente sistema de manejo de ganado que puede o no incluir el manejo del estiércol. Primer caso, primero se acumula el estiércol, para después degradarlo con diferentes técnicas, a fin de obtener el producto rico en nutrientes que puede servir como abono orgánico.

Pastoreo. es la manera sencilla y barata, pues el ganado va dejando a su paso el excremento en los potreros, sin que reciba ningún tratamiento o manejo. En realidad, el proceso de la degradación del estiércol se deja totalmente al medio ambiente y a los organismos que lo consumen o aprovechan para su reproducción. Si están presentes y en abundancia estos organismos degradan relativamente rápido el estiércol es decir varios días, pero si no los hay entonces la degradación puede tardar de semanas o incluso.

Corrales fijos o móviles. En este caso el ganado está confinado a un lugar cerrado y sus excrementos se acumulan dentro de estas zonas. Esto puede servir para ir abonando terrenos pobres que puedan posteriormente ser cultivadas, por lo que este sistema puede ser móvil al cambiar de sitio las cercas.

Almacenamiento de heces líquidas. En el sistema intensivo del ganado, el hatillo está constituido por muchas cabezas que están confinadas en una zona cerrada para facilitar su manejo. En este caso las heces y las orinas se

recolectan y almacenan juntas en tanques o contenedores especiales, que debe estar bien cerrados para evitar la pérdida de volatilización.

Almacenamiento en lotes secos. Otra manera de recolectar el estiércol y la orina de ganado confinado, es usando la paja o heno con vehículo de absorción. Aunque este sistema es poco usado, por que presenta muchas pérdidas de N y K contenido en la orina, así como de otros elementos presentes en las heces que se escurren o lavan cuando están expuesta a la intemperie o a la lluvia intensa.

Clases de estiércol

Se define al estiércol como una mezcla de las deyecciones animales sólidas y líquidas mezcladas con la cama del ganado, que queda impregnada. Los estiércoles “calientes” de caballo, oveja, cabra y aves de corral, desprenden más calor durante la fermentación que los estiércoles “fríos”, de vaca y cerdo. (Capó, 2007; Villarroel, 1990). Los estiércoles fríos tienen una acción lenta pero duradera, su utilización es recomendada para suelos ligeros (arenosos); mientras que el estiércol caliente se aplica a los suelos pesados (arcillosos), ya que calientan el suelo favoreciendo de esta forma el crecimiento de la planta gracias a una mineralización más rápida (Yahuita, 2013).

Estiércol de vacuno

Ludeña. (2019) menciona que estiércol es la principal fuente de abono orgánico y su apropiado manejo es una excelente alternativa para ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez de mejorar las características físicas y químicas del suelo. De todos los forrajes que consumen los animales, solo una quinta parte es utilizada en su mantenimiento o incremento de peso y producción, el resto es eliminado en el estiércol y la orina. La variación en la composición del estiércol depende de la especie animal, y su alimentación, contenido de materia seca y como se haya manejado. Para la práctica y uso en general se puede considerar que el estiércol contiene: 0,5 % de nitrógeno, 0,25 % de fósforo y 0,5 % de potasio, es decir que una tonelada de estiércol ofrece en promedio 5 kg de nitrógeno, 2,5 kg de fósforo y 5 kg de potasio. Al estar expuesto al sol y la intemperie, el estiércol pierde en general su valor.

Se debe evitar el uso del estiércol fresco, debido a que puede tener gérmenes de enfermedades, semillas de malas hierbas que se pueden propagar en los cultivos; por lo que es casi imposible abastecer las necesidades de los cultivos sólo mediante el estiércol.

Agricultura y Alimentación Ecológica de Euskadí ENEEK (2018, citados por Barrientos y Rojas, 2020) indican que estiércol de vacuno tiene una estructura muy buena, pero mejora con la adición de fibras secas, este tipo de estiércol, es bastante húmedo, necesita de 4 a 5 meses para compostaje, cabe señalar el uso de viruta puede cambiar las características del estiércol afectando su descomposición, sin embargo, el problema no es permanente en el estiércol de vacuno, debido al contenido de enzimas que ayuda en el proceso de la descomposición del mismo. El material es de acción lenta y duradera para los suelo ligeros y arenosos, compuesto por parte sólida y líquido. Según Guerrero (1993 citado por Luque, 2013) indica que tiene una importante presencia de compuestos de lenta degradabilidad, su descomposición es lenta, pero contribuye altamente a la mejora de la estructura del suelo. Su efecto nutritivo puede equivaler en el primer año de su aportación hasta el 30% del N total presente y el efecto residual tiene importancia relevante después de varios años del cese de los aportes, en función del tipo de suelo, del clima, de las labores, de otros abonados y de los cultivos que se siembren además de presentar características fuertemente diferenciadas en función del sistema de cría. En general, se trata de un abono de eficiencia media en el curso del primer año y de buen efecto residual.

Según Trinidad (1987 citado por Castillo, 2017) la composición química del estiércol vacuno presenta las siguientes características con un porcentaje de humedad de 36%, pH. 8, de MO 80% de N 1,5%, P 0,6% de K 2,5, calcio 3,2%, magnesio 0,8%, zinc 130 ppm, manganeso 264 ppm, fierro 6364 ppm, dentro de la relación de C/N igual a 16 y una tasa de mineralización de 35% por año.

Manejo del estiércol de vacuno

Acevedo et al. (2017) mencionan en los sistemas lecheros de la región son muy comunes los amontonamientos de estiércol y el uso de fosas o lagunas donde es depositada el agua residual proveniente de las áreas de alimentación y de las salas de

ordeña. El 100% de los entrevistados informaron que la práctica común en la zona es el apilado del estiércol recogido de los establos en montones descubiertos.

Compostaje de vacuno

El estiércol constituido con el excremento del ganado es el más relevante de los abonos orgánicos, puesto a que todas las sustancias orgánicas del estiércol se convierten en humus y esto hace provechosas las particularidades físicas del entorno como potenciar la estructura del suelo al que hace suave e hidrosópico (Piza,2020).

Composición química del estiércol vacuno

En estudios del estudio de la composición química del estiércol del ganado de las vacas lecheras en diferentes fuentes seleccionadas reporta la siguiente composición química promedio (% en base seca): 2-8% de N,0.2-1% P,1-3% K,1-1.5% de Mg 1-3% de sodio, 6-15% de sales solubles. Yahuita (2013) asevera que, para la práctica y uso en general se puede considerar que el estiércol contiene: 0.5, 0,25 y 0,5 % de NPK, respectivamente; de tal manera que, una tonelada de estiércol ofrece en promedio 5, 2.5 y 5 kg de NPK, respectivamente.

Propiedades nutrimentales del estiércol vacuno

Cepeda (2017) menciona que el estiércol contiene un buen número de nutrientes para las plantas. casi la mitad del N que contiene el estiércol está en forma amoniacal, si se maneja bien, es disponible casi inmediatamente para las plantas. El resto se encuentra en diversos compuestos orgánicos y no esté disponible para las plantas. El N orgánico debe ser convertido a nitrógeno amoniacal antes de ser absorbido por las plantas. La liberación de nitrógeno a partir nitrógeno orgánico es un proceso microbiano que está regulado por la temperatura y la humedad del suelo y que continua por dos a tres años después de ser aplicado al suelo. Entre el 25 a 75% de N en el estiércol está disponible durante el año en que se aplicó, esto depende del tipo del estiércol y la forma en que se ha manejado, aproximadamente la mitad del nitrógeno será liberado al año siguiente.

Tabla 1

Estimación de nutrientes en una tonelada de estiércol vacuno

Nutriente	Cantidad
Nitrógeno	42 kg
Oxido de fosforo (P2O5)	18 kg
Oxido de Potasio (K2O)	26 kg

Fuente: Cepeda (2017)

Efectos benéficos del estiércol vacuno

- Según Salcedo (2006, citado por Cepeda, 2017), señala que el estiércol del ganado bovino aporta MO que al ser incorporada al suelo agrícola tiene un gran impacto sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas:
- Amortigua el impacto de las gotas de lluvia, favoreciendo la infiltración lenta del agua, reduciendo el escurrimiento y la erosión.
- Al descomponerse produce sustancias y aglutinantes microbianos que ayuda a estabilizar la estructura deseable del suelo.
- Amortigua y regula la temperatura del suelo.
- Reduce la pérdida del agua por evaporación
- Aporta al mineralizarse diferentes nutrientes necesarios para la nutrición de la planta.
- Suelos con contenidos altos de MO, cuentan con mayor capacidad de almacenamiento de agua aprovechable.
- Amortiguador de los cambios químicos rápidos que normalmente se presentan cuando se aplica fertilizantes y/o caliza.
- Libera el ácido orgánico que ayuda a disolver minerales y los pone a disposición de la planta.

Estiércol ovino

Según De León (2011 citado por Luque, 2013) señala que las principales ventajas que se logra con la incorporación de estiércol de ovino, es el aporte de nutrientes, siendo el estiércol de riquezas más elevadas en N y K2O en comparación de los demás animales. El efecto sobre la estructura del suelo es

mediano, la persistencia es de tres años, mineralizándose aproximadamente el 50% el primer año, 35% el segundo año y el 15% el tercer año.

Según Tortasa (2012) el estiércol es de lo más rico y equilibrado cuando procede de ovejas que pastan en el campo ya que las ovejas comen una amplia variedad de plantas silvestres; sin embargo, se trata de un estiércol fuerte que es necesario fomentar en montón antes de incorporarlos al suelo. Se tiene nutrientes del estiércol de oveja: 0,8%, 0,5% y 0,4% para N, P y K, respectivamente, más toda la gama de oligoelementos. Todo el forraje que consumen los ovinos, solo una quinta parte es utilizada en su mantenimiento o incremento de peso y producción, el resto es eliminado en el estiércol y la orina. Según Pumisacho & Sherwood (2002 citado por Castillo, 2017) mencionan que la cantidad nutricional que aporta el estiércol de ovino para 1 000 kilogramos de abonos orgánicos es de 40 kg de N, 20 kg de P, 35 kg de K y 4 kg de magnesio; sin embargo, la cantidad de nutrientes depende de las especies y de la edad del animal así mismo de la forma de recolección.

- López y Herrera (2018) refieren que por sus características de consistencia y compactación, el estiércol debe ser regado y mezclado con otros materiales, siendo conveniente esperar de 3 a 4 meses para que llegue a su perfecta maduración.

Composición del estiércol

- Cepeda (1991 citado por Luque, 2013) indica que el análisis físico, químico de tres tipos de estiércol sea vacuno, ovino y camélido, demuestra que el estiércol de vacuno tiene altos niveles de N, P y K total en comparación con el estiércol de ovino y camélido.

Tabla 2

Análisis físico-químico de estiércol bovino y ovino

Características	Expresado en 100% de materia seca	
	Bovino	Ovino
Humedad %	42.00	44.00
pH	8.60	8.4
Salinidad mmhos/cm	8.10	12.8
Materia seca	58.00	56.00

Materia orgánica	64.00	56.00
N2 total	1.62	1.53
P total	1.51	1.19
K total	1.46	1.38
Cenizas	36.00	44.00

Fuente de Cepeda (1991)

Evaluó el efecto del estiércol y el abastecimiento de los tres principales elementos (N, P y K) en un suelo arenoso mediante el uso de la técnica del elemento faltante y encontró un incremento de 31, 121 y 21 % para el N, P y K respectivamente, concluyendo en que el P posiblemente sea absorbido en forma orgánica por parte del cultivo de la papa.

Manejo del Estiércol

Acevedo et al (2017) el manejo del estiércol es una de las prácticas más antiguas utilizadas en la agricultura por el hombre. Su aplicación al suelo determina un aumento de la fertilidad, como también la mejoría de las propiedades físicas.

Acevedo y Leos (2017) mencionan que en los sistemas lecheros de la región son muy comunes los amontonamientos de estiércol y el uso de fosas o lagunas donde es depositada el agua residual proveniente de las áreas de alimentación y de las salas de ordeña. El 100% de los entrevistados informaron que la práctica común en la zona es el apilado del estiércol recogido de los establos en montones descubiertos.

Arellano et al, (2014) aseveran con respecto al manejo de estiércol que consiste en la acumulación del estiércol para después degradarlo con diferentes técnicas, afín de obtener un producto rico en nutrientes que puede servir como abono orgánico.

FAO (1983 citado por Luque, 2013) indica que el estiércol fermentado es probablemente la forma de MO más valiosa, que puede ser añadida al suelo, debido a la flora microbiana que aporta. Además, con su utilización se obtienen cultivos intensivos más sanos que los cultivados mediante sales minerales.

Según Cordero (2008 citado por Ramírez, 2017) señala que los estudios realizados por lo anterior, en Costa Rica se ha orientado en elaborar estrategias que permita a los sistemas comerciales aprovechar de manera eficiente los desechos generados y la producción en menor área, con el fin de reducir o mitigar el impacto ambiental mediante el uso de buenas prácticas agropecuarias, dentro de las cuales el manejo de

las excretas ha sido una de las más utilizadas y de las cuales se obtiene productos que mejoran la calidad del suelo.

La excreta de oveja como valores promedio contiene 35% de materia seca, 2% de N, 5% de P₂O₅, 12% de K₂O y 3% de MgO y 64,6% de agua, por lo tanto, es considerada como un material con alto contenido de elementos químicos. Generalmente, una oveja adulta puede producir aproximadamente 300 gramos de excretas/día, de la cual se obtiene un abono orgánico de excelente calidad.

Brandjes, et al (1996 citado por Luque, 2013) manifiestan que los sistemas de manejo adecuados para el estiércol sólido consisten en utilizar material de cama para atrapar y detener el estiércol y/o permitir el escurrimiento de los líquidos, utilizando un equipo de separación de sólidos y líquidos.

Luque (2013) señala la preocupación por la forma de manejo y conservación del estiércol, que se deja en los corrales hasta el momento de su utilización en la siembra, ya que la acción del sol y de la lluvia provoca la pérdida de calidad del estiércol en cuanto al nitrógeno. En la actualidad uno de los principales problemas que se tiene en toda la explotación ganadera es el manejo que se le puede dar a la gran cantidad de excretas, lo cual tradicionalmente se ha limitado a simple lavado de los corrales utilizando grandes cantidades de agua que generalmente son expulsados a los ríos, causando contaminación, ya que contiene MO, microorganismos y nutrimentos, lo que conlleva entre otros a la disminución de oxígeno disponible y el aumento de contenido de amonio en el agua, provocando la muerte de la vida acuática y además amenaza la vida terrestre al ser consumida el agua por personas, animales y plantas.

Para el manejo es necesario realizar las siguientes actividades:

- Recolectar el estiércol fresco de los corrales del ganado
- Amontonar el montículo sobre el suelo sobre rastrojos (pajas) o en pozas bajo tierra
- Cubrir en tierra o rastrojos para protegerlo de la excesiva insolación o de lluvia
- Dejar fermentado durante los 30 días en la que se procede a voltear.
- A los 2 o 3 meses el estiércol está suficientemente fermentado y listo para ser incorporado como abono orgánico al suelo.

Ventajas del uso de estiércol: Las principales ventajas que ese logran con la incorporación del estiércol es el aporte de nutrientes, incremento en la capacidad de

retención de humedad y mejora la actividad biológica con los cuales se incrementan la productividad del suelo.

Formas de aplicación del estiércol

Guerrero (1993 citada por Luque, 2013), señala que el estiércol fermentado se reparte uniformemente en la superficie, enterrándolo pasando el arado dos veces y en forma cruzada. En suelos arenosos es conveniente mezclar bien el estiércol con el suelo a mayor profundidad; en los suelos arcillosos y compactados, es preferible esparcir uniformemente el estiércol en toda la superficie del suelo y luego incorporarlo superficialmente, siendo recomendable que la incorporación se realice de preferencia cuando el suelo esté húmedo, también se puede aplicar en forma localizada, junto a la semilla en el momento de la siembra.

Cajamarca (2012) menciona que la cantidad de estiércol a utilizar depende del cultivo, tipo de estiércol y del contenido de nutrientes del suelo. En suelos compactados, arcillosos arenosos es recomendable aplicar de 2,5 a 3,7 t/ha. En terrenos con suelo francos se necesita la mitad de esas cantidades. Los estiércoles se deberán aplicar mezclándolos bien con la tierra de la capa superficial del terreno a una profundidad no mayor de 20 cm.

Producción del estiércol

La cantidad producida anualmente varía principalmente con la especie animal, la edad y el régimen alimenticio. Los principales tipos de estiércoles producidos en orden decreciente y la cantidad de estiércol fresco/unidad animal/día.

Tabla 3

Cantidad de estiércol por especie

Especie	Cantidad Kg/día
Vacuno	16
Ovino	1,8
Equino	12,0
Porcino	2,3

Gallinaza	0,06
Caprino	1,8
Alpaca	0,55
Llama	1,0
Cuyes	0,11

Fuente: Carmen Felipe – Morales B. (2003)

Figueroa et al. (2009) mencionan que, de acuerdo a las estadísticas disponibles de inventario ganadero, solo agrupan bovinos totales y bovinos en producción.

Tabla 4

Excreción de heces y orinas en bovino lechero

	Productivas		No productivas	
		kg /vaca		día
Estiércol		43,2		19,4
Orina		23,1		12,2
Total		66,3		31,6

Fuente: Carmen Felipe – Morales B. (2003)

Vacas productivas: peso promedio= 630 kg, IDMS= 21.7 kg y PC= 17.5 %.

Vacas secas: peso promedio= 755 kg, IDMS= 10.4 kg y PC= 13.3 %.

Vaquillas: peso promedio= 437 kg, IDMS= 8.34 kg y PC= 11.2 %.

La excreta total de una vaca no productiva es aproximadamente del 48 % de lo que excreta una vaca en producción. La producción total de estiércol recién excretado (heces + orina) es de $7,5 \times 10^6$ t, de las cuales el 75 % proviene de las vacas en producción. Las heces representan el 64 % de la excreta total. El manejo más común de estiércol es aplicarlo directamente en las áreas agrícolas de la unidad de producción para evitar la pérdida de N. En el caso de la orina, su manejo y aprovechamiento está menos documentado con respecto a cantidades colectadas en áreas de alimentación y

sala de ordeña, así como cantidades aplicadas de manera diluida en el agua residual de la sala de ordeño.

Materia orgánica

García (2013) define a la MO del suelo como un complejo sistema de sustancias en permanente estado dinámico producido por la incorporación al mismo de residuos orgánicos, principalmente de origen vegetal, y en menor cuantía de origen animal, en diferentes estados de descomposición y evolución, de tal manera que este aporte al suelo permitirá a sus microorganismos obtener fuentes energéticas para así organizar toda la vida del suelo.

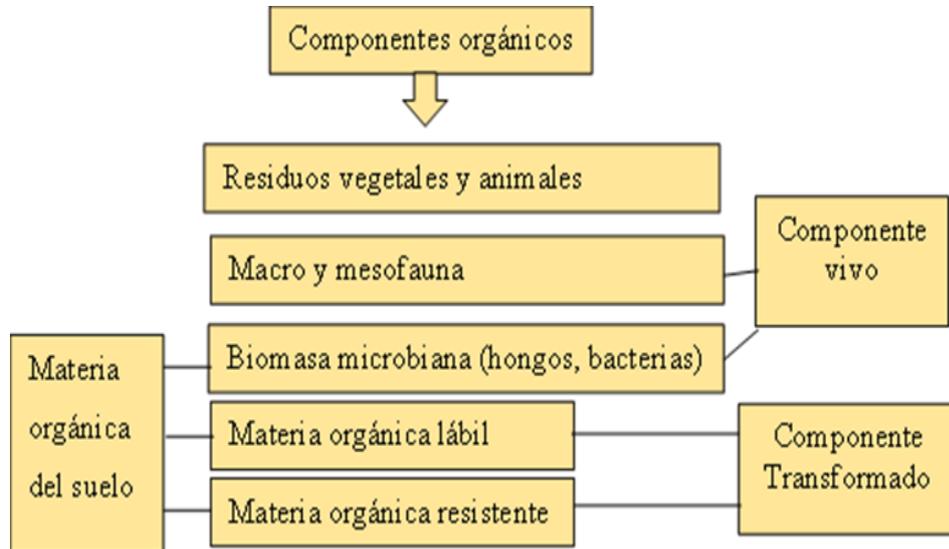
Bengoetxea (2009, citado por Ttito, 2019) quien define que la materia orgánica del suelo como la fracción de residuos orgánicos de plantas, animales o microorganismos”. Cuando muere un ser vivo la descomposición producida por estos factores convierte una parte en nutrientes minerales y la otra en humus. Teniendo en cuenta a Salazar et al (2003) definen, que la materia orgánica en el suelo, como fuente original serán los restos de plantas y animales, en diferentes estados de descomposición, así como la biomasa microbiana.

Materia orgánica en el suelo

Álvarez y Rimski (2016) indican que los componentes orgánicos presentes en el suelo están formados por estructuras variadas y de diferente complejidad como residuos vegetales y animales, organismos vivos (macro y meso fauna edáfica, hongos y bacterias) y la fracción orgánica que ha sufrido transformaciones (humificación) presentando estructuras complejas. La fracción humificada puede ser dividida según su habilidad o resistencia a la degradación microbiana. Existen diferentes metodologías para separar la fracción lábil de la más resistente. Dos de ellas son: la separación por densidad en MO liviana (<2 g/ml) y pesada (>2 g/ml) o por tamizado, MO gruesa o particulada (> 53µm) y fina (< 53 µm).

Figura 1

Componentes orgánicos presentes en el suelo



Importancia de la materia orgánica

Schroeder (1984 citado por Pérez et al., 2019) menciona que una pequeña porción de la MO de los suelos se encuentra en forma de restos de vegetales, animales y microbianos, todos estos compuestos experimentan transformaciones normalmente de origen biológico denominadas humificación y conforman un nuevo conjunto de sustancias que se conoce con el nombre genérico de humus.

Cajamarca (2012) menciona que la MO es uno de los componentes del suelo, en pequeña porción, formada por los restos de los vegetales y animales que por la acción del microbiota del suelo son convertidos en una materia rica en reserva de nutrientes para las plantas, asegurando la disponibilidad de macro y micro nutrientes. Cuando son agregados de restos orgánicos de origen vegetal o animal, los microorganismos del suelo lo transforman los compuestos complejos de origen orgánico en nutrientes en forma mineral que son solubles para las plantas.

Descomposición de materia orgánica

Según Berrios (2015) indica que los compuestos orgánicos empiezan a descomponerse con la acción microbiana cuando el tejido fresco es agregado al suelo, así como los

compuestos más simples como los azúcares y las proteínas simples se descomponen más fácilmente, mientras que los complejos como las ligninas son más resistentes. Se producen compuestos inorgánicos simples que contienen nutrientes esenciales para las plantas, especialmente nitrógeno, azufre, fósforo y CO₂, esto es debido a los cambios enzimáticos procedentes de la materia orgánica del suelo. Así, las proteínas al ser atacadas por microorganismos, dan lugar a aminoácidos, estos a su vez, son descompuestos para producir compuestos de amonio y sulfuros y finalmente nitratos y sulfatos a través de procesos de oxidación enzimática. Descomposición similar de otros compuestos orgánicos libera fosfatos inorgánicos, también cationes como calcio, magnesio, y potasio, El proceso completo que produce estas formas inorgánicas disponibles se denomina mineralización. La mineralización es efectuada por microorganismos especializados que requieren condiciones apropiadas para sobrevivir.

2.2.2 Desarrollo agrícola sostenible

El común denominador de la agricultura y el desarrollo sostenible se centra en la necesidad de minimizar la degradación de la tierra agrícola, maximizando a su vez la producción, teniendo en consideración el conjunto de actividades agrícolas, como el manejo de suelos, aguas, cultivos y la conservación de la biodiversidad, considerando a su vez el suministro de alimentos y materias primas. La sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola enmarca la capacidad del sistema para mantener su productividad a pesar de las perturbaciones económicas y naturales, externas o internas, teniéndose en cuenta las características naturales del sistema y las presiones e intervenciones que sufre, así como aquellas intervenciones sociales, económicas y técnicas que se hacen para contrarrestar presiones negativas; destacándose la resiliencia del sistema.

Asociación de Estados de Caribe (2012 citado por Romero, 2019) nos menciona sobre el desarrollo sostenible presente en la agricultura donde indica que la agricultura es muy importante para el bienestar de la economía y para la sociedad de la región del Caribe, lo cual nunca se debe de consentir que

entre en una etapa de declive , lo cual es muy cierto ya que cuando entra en una etapa de esa magnitud no hay un crecimiento económico , ni el crecimiento sustentable que permita mejorar el bienestar de la sociedad, por lo cual es de vital importancia ya que el bienestar de la población es algo que se debe tener en cuenta lo primordial . El mejoramiento continuo de la agricultura hará posible que haya un desarrollo sostenible en las regiones.

FAO (2017 citado por Salazar, 2020), indica que en la actualidad no se tiene una definición única respecto a la agricultura sustentable, pero existe una revisión de sus definiciones, las mismas que revelan algunos acuerdos y puntos en común que en su mayoría, por ejemplo, toman en cuenta los tres pilares de la sustentabilidad ambiental, social y económico.

Conway (1983, citado por Salazar, 2020) menciona que la sustentabilidad de la agricultura es la capacidad de un sistema para mantener su productividad a pesar de ser sometido a estrés intenso o a una gran perturbación. Define al estrés como un disturbio regular, a veces continuo, relativamente pequeño y predecible; por ejemplo, la salinidad del suelo; en cambio, una perturbación es un disturbio irregular, no frecuente, relativamente grande e impredecible; por ejemplo, la que causa una rara sequía o inundación. “Pocos intentos se han hecho para formular una definición precisa que sea medible, relevante a nivel nacional y comparable internacionalmente, para la agricultura sustentable. Existen muchos términos paraguas útiles para definirla, pero su utilidad puede ser limitada si se definen de manera demasiado rígida”

Spedding (2012 citado por FAO, 2017) intenta cubrir todos los sistemas de agricultura, es decir, cultivos, ganado, pesca, acuicultura, etc., pero cada sistema tiene características individuales que crean algunas dificultades con respecto a la medición. Una serie de sistemas de producción, por ejemplo, se basan en edificios y utilizan poca o ninguna tierra: manejan organismos biológicos, por lo general en ambientes altamente controlados y, sin embargo, nadie los clasificaría como "agrícola". Los sistemas de producción de cultivos están diseñados para producir alimentos para consumo humano,

piensos para animales, fibras para combustible, construcción o manufactura, y productos varios tales como tabaco e ingredientes para perfumes y drogas.

Smith y Mc Donald (1997 citado por FAO,2017), menciona consideran el alcance de la agricultura en términos de escala espacial, haciendo hincapié en que, a escala de campo, la agricultura se preocupa en gran medida por las condiciones del suelo, los nutrientes los niveles, la disponibilidad de agua y el crecimiento de las plantas. A escala de finca, la agricultura se ocupa de los cultivos y la producción y gestión ganadera, y la organización y viabilidad de las explotaciones operaciones. A escala regional, la agricultura es un factor importante en el uso de los recursos naturales y la usar. Y a escala nacional y mundial, la agricultura implica comercio, equidad (como la equidad distribución del ingreso) y el suministro de alimentos suficientes.

Agricultura y Desarrollo sostenible

Según Lal (2004, citado por Rizo et al., 2017) mencionan que la producción agropecuaria puede aportar de diferentes maneras al desarrollo sostenible , si en lo social , si se produce alimentos nutritivos e ino cuos a precio razonables, se generan empleos , se reducen los riesgos en la salud y la pobreza ; en lo ambiental , cuando se usan eficientemente los recursos renovables y no renovables , disminuye las pérdidas de agroquímicos por percolación , volatilización y erosión, se mantiene o mejora la calidad del suelo y se minimiza el riesgo de contaminación de aguas y emisiones de gases de invernadero a la atmósfera.

Rizo, et al. (2017) Entre estas se destacan las buenas prácticas agrícolas, la agroecología, la agricultura orgánica, la agricultura específica por sitio, el uso de la biotecnología y recientemente el interés renovado en la producción de biocombustibles. Sin embargo, se debe reconocer que el concepto mismo de sostenibilidad agrícola no es universal; por el contrario, es un debate entre posiciones egocentristas, humanistas y tecnocentristas.

Agricultura sustentable:

Morón (2019) menciona que la agricultura sustentable apunta al uso racional de los recursos para la agricultura, en particular del suelo, agua e insumos agrícolas, su objetivo es producir más o menos superficie de suelos, para satisfacer las necesidades básicas de fibras y alimentos sin provocar o minimizar impactos ambientales de forma económicamente viable y sin perjuicio para la salud de los productores y de la sociedad en general.

Se conoce la interrelación entre los componentes productivos, ambientales, económicos, y sociales de la agricultura, para esto es esencial que la agricultura que la sustentabilidad se extiende no solo a través del tiempo si no a nivel mundial y que considere el bienestar no solo de las generaciones futuras si no de todas las personas y seres vivos de la biosfera (García, 2020).

En la actualidad no se tiene una definición única al respecto a la agricultura sostenible, pero existe una revisión de definiciones, las mismas que revelan algunos acuerdos y puntos en común que, en la mayoría, toman en cuenta tres pilares de la sustentabilidad: ambiental, social y económica.

Principales tendencias en la agricultura sostenible

FAO (2017, citado por Moron. 2019) indica que si bien ha logrado grandes progresos en la reducción del hambre y la pobreza, así como la mejora de la seguridad alimentaria y nutrición, esto no es suficiente debido a que la seguridad alimentaria se ve amenazada por la creciente presión sobre los recursos naturales y el cambio climático , es precisamente aquí donde se mencionan los principales desafíos claves con la finalidad de avanzar hacia el sistema agrícola y alimentarios sostenibles , entre ellos se encuentra la desigualdad crecimiento demográfico , y las amenazas al cambio climático , como la intensificación de los desastres naturales , aumento de plagas y enfermedades en los cultivos agrícolas.

Desarrollo sostenible

Gómez (2020) menciona que la sostenibilidad, es la capacidad de mantenimiento en el tiempo de una situación o condición, mientras que el desarrollo sostenible es un cambio gradual y direccional, que no destruye las fuentes de renovación, el desarrollo mejora la calidad de vida respetando la capacidad de carga de la tierra.

El desarrollo sostenible parte de la suposición de que puede haber desarrollo, mejora cualitativa o despliegue de potencialidades, sin crecimiento, es decir sin incremento cuantitativo de la escala física, sin incorporación de mayor cantidad de energía, ni de materiales. Esto se puede dar el desarrollo, pero no un crecimiento indefinido donde los recursos son finitos (Salazar, 2020).

Sachs J (2014) da de conocer una forma de entender el mundo como un método para resolver los problemas globales. El desarrollo sostenible implica también un enfoque normativo sobre el planeta, en el sentido de que recomienda una serie de objetivos a los que el mundo debería aspirar. Los países se disponen a aprobar los ODS precisamente como guía para el desarrollo futuro de la economía y la sociedad en el planeta. Debe subrayarse que el desarrollo sostenible sugiere un enfoque holístico, en el sentido de que la sociedad debe perseguir simultáneamente objetivos económicos, sociales y ambientales.

Estas ideas se resumen habitualmente diciendo que los ODS promueven un crecimiento económico socialmente inclusivo y ambientalmente sostenible. Los gobiernos deben garantizar muchas funciones básicas para que las sociedades puedan prosperar. Por supuesto, esta lista cubre sólo una pequeña parte de lo que las personas de todo el mundo esperan de sus gobiernos. En el mundo actual, la buena gobernanza no se limita a los gobiernos. Nuestro bienestar depende de que estas poderosas empresas cumplan la ley, respeten el medio ambiente y ayuden a las comunidades en las que operan, en especial para erradicar la pobreza extrema.

Igual que ocurre con los gobiernos, sin embargo, a menudo la realidad es la contraria. Las multinacionales son a menudo las responsables de la corrupción pública al ofrecer sobornos a funcionarios con el fin de inclinar reglamentaciones o políticas fiscales en su favor, de realizar operaciones de evasión fiscal o lavado de dinero, o de perpetrar daños irreparables en el medio ambiente. Son objetivos ambiciosos, y no son pocos los obstáculos que se oponen al logro del desarrollo sostenible en la práctica. Hacer realidad el desarrollo sostenible en nuestro planeta superpoblado, desigual y degradado es el reto más importante al que se enfrenta nuestra generación.

El desarrollo sostenible contempla varios tipos de sostenibilidad:

- Social: Equidad en la distribución de ingreso y bienes
- Económica: asignación y gestión eficiente de los recursos, evaluada en términos macrosociales, junto a un flujo constante de inversiones.
- Ecológica: uso racional de recursos naturales, equilibrio de ecosistemas, preservación de recursos no renovables y la biodiversidad
- Espacial: mayor equilibrio de las áreas urbanas y rurales y mejor distribución territorial.
- Cultural: proceso de modernización enraizados de la cultura local.
- Política: participación de grupos y comunidades locales.

Figura 2

Tipos de sostenibilidad



Nota. Existe tres pilares que se debe tener en cuenta por parte de las comunidades: Medio ambiente, social y económico, cuyas conjugaciones permiten modelos de desarrollo sostenible, como desarrollo soportable, desarrollo equitativo y desarrollo viable. Fuente: Gómez (2020).

Gómez (2020) indica también que bajo el punto de vista de los tres pilares de desarrollo sostenible se tiene:

- Necesidades básicas cubiertas y oportunidades para disfrutar de una vida mejor.

- Promoción de valores que limiten los patrones de consumo a las posibilidades económicas.
- Crecimiento económico donde no solo se satisfacen las necesidades básicas, sino también hay crecimiento armonizado en los principios de la sostenibilidad.
- Los recursos no renovables se destruyen en un ritmo tal que, en el futuro quede el máximo de opción posibles.
- Se conserva las especies vegetales y animales.
- Se mantiene la integridad del ecosistema, minimizando los impactos.

Rentabilidad

El oficio de la agricultura también ha evolucionado con el tiempo, nutrido sus conocimientos para ser aplicados en los procesos diarios de producción, convertirse en una unidad más eficiente, recuperar su posición frente a la industrialización, brindar productos de alta calidad sin contenido de sustancias químicas dañinas no solo para la salud sino para todo el entorno ecosistémico y mantener una buena rentabilidad a corto, mediano y largo plazo y sobre todo reconectar con los ciclos naturales (Rueda , 2021). Rueda (2021) afirma todo lo anterior para hacer más conocida la historia y las problemáticas presentadas a lo largo de la agricultura es indicado mencionar que la siguiente investigación se centró en la rentabilidad a partir de los modelos de producción de la agricultura y para ello se estudió diferentes variables implicadas en el desarrollo de la empresa la meseta como la sostenibilidad, modelos de producción sostenible y rentabilidad. La sostenibilidad a día de hoy se considera parte fundamental en el desarrollo de cualquier actividad, debido que busca mantener un equilibrio en la explotación de los recursos, buscando el mayor provecho pero sin causar gran daño al ecosistema (entiéndase ecosistema de modo general como un entorno equilibrado que brinda beneficio a todos los actores presentes en el) pues la sostenibilidad se puede dar en diferentes ámbitos como el social, financiero y ambiental, y practicarla nos llevaría a tener un desarrollo sostenible.

Moreno y Reyes (2020) mencionan que la rentabilidad de esta práctica a provocado, hoy en día a que muchos agricultores, que no cuentan con los recursos suficientes para el manejo adecuado de sus cultivos, opten por el manejo agroecológico, pues esto les

permite ahorrar insumos, al provocar los residuos orgánicos generados en sus unidades de producción.

Rentabilidad en la producción Agrícola

Contreras (2006, citado por Molina, 2017) declara que en los últimos años, el cambio económico y los entornos reguladores han incrementado la importancia y complejidad de los deberes del administrador financiero, pues es el responsable de realizar los respectivos análisis que desde el punto de vista del desempeño organizacional son indispensables para planear y controlar de manera efectiva la gestión y evaluar la situación de la empresa, teniendo en cuenta, entre otros aspectos relativos a la política económica y a los mercados, el efecto distorsionante de la inflación. En el caso de la economía venezolana, desde finales de los años setenta, se ha producido un aumento generalizado y sostenido de los precios de bienes y servicios, circunstancia que impone a las empresas la introducción de ajustes en sus estados financieros básicos, balance general o estado de situación financiera, estado de resultados, estado de las utilidades retenidas y estado de flujo de efectivo, para evitar que la toma de decisiones se base en información que no refleja la verdadera realidad.

Salud del medio ambiente

La salud ambiental, son aquellos aspectos de la salud humana, incluida la calidad de vida, determinados por factores físicos, psicológico, social y estético, comprendiendo la vivienda, el desarrollo urbano, el uso del terreno y el transporte. La salud ambiental es considerada como parte de la salud pública.

Escobar y Campana (2020) afirma que es necesario garantizar la calidad de agua antes de asignar el uso, sin embargo, indica que el 70% de los ríos andinos y amazónicos no pueden ser desviados para consumo de agua en la costa, esto debido a la contaminación de la actividad extractiva, así como los hábitos de consumo de la población, también son causas principales de que los ríos no puedan ser desviados a la costa. El consumo de aguas manantiales, en alejados y urbanas, constituye riesgo en la salud, por la presencia de microorganismos y sustancias contaminantes. Los riesgos frecuentes están en la contaminación

en zonas agrícolas, pastoreo y ganadería, como las aguas residuales producto de protección adecuada, siendo afectados. Repercutiendo en consumo mínimo

recomendable. Los pobladores consideran la actividad minería afecta la conservación de los recursos naturales, en especial del recurso hídrico. Los habitantes, están notando cambios en la salud de la población, en especial de los estudiantes. que los problemas en la salud de los pobladores en Andahuaylas son el resultado de la contaminación ambiental, sin embargo “no están bien identificados en la provincia de Andahuaylas, esto porque no se cuenta con un diagnóstico preliminar de las fuentes de contaminación ambiental y sus principales impactos en la salud, y solamente se trabaja en base a casos aislados que se presentan en los diferentes centros de salud.

2.3. Marco conceptual

Rentabilidad. Es la diferencia entre los ingresos y gastos como también es el retorno sobre la inversión, siendo una evaluación para la gestión empresarial, medida a través de las ventas, activos y capital, tornándose a rentabilidad económica cuando muestra la eficacia en el uso de los activos, se mide dividiendo el beneficio operativo después de impuestos entre el activo neto promedio (Contreras y Diaz, 2015).

Abonos orgánicos. Es el producto del proceso de descomposición, aeróbica y anaeróbica de todo tipo de residuos de origen animal y vegetal, así como de residuos industriales y municipales, bajo las condiciones controladas, particularmente de humedad aireación y temperatura, en el cual participan macro y micro organismos (lombrices, ácaros, bacterias, hongos y actinomicetos). (Moreno y Reyes,2020).

Fertilización biológica. Son aquellos productos formulados con organismos vivos, que se utilizan para favorecer la nutrición de las plantas, el uso de fertilizantes biológicos tiene mucha ventaja con respecto a los químicos debido a que no poseen riesgos de contaminación ambiental, contribuye el contenido de materia orgánica y generalmente es de menor costo (INTA ,2021)

Fertilización. Mantener o aumentar la fertilidad de los suelos y su actividad biológica. Se trata de “nutrir el suelo para alimentar la planta”, dándole la primacía a la fertilización orgánica. Los seres vivos del suelo transforman el

humus y elementos minerales que las plantas absorben agresivamente, conforme a sus necesidades durante el crecimiento (Campos,2020).

Biofertilizantes. Son microorganismos abonos verdes y estiércoles, hasta extracto de planta, son productos que contienen microorganismos que al ser inoculados pueden vivir asociados o en simbiosis con las plantas y le ayuda a su nutrición y protección (Grageda, 2012).

Desarrollo. Sinónimo de aumento, adelanto, incremento, desenvolvimiento, prosperidad llamado también modernidad.

Por otra parte, el desarrollo mide la pobreza verdadera de la humanidad y de los bienes y servicios, maltratos tecnológicos de los países altamente industrializados a los países en vía de desarrollo (Alcalá, 2016).

Es un proceso deliberado de cambio social que persigue, como finalidad última, la igualación de oportunidades sociales, políticas y económicas, tanto en el plano nacional como en relación con otra sociedad, que poseen patrones más elevados de bienestar material.

Sistema agrícola sostenible. Es aquel que cumple una serie de metas a través del tiempo, que suele incluir el mantenimiento o mejora del medio ambiente natural, a la satisfacción de las necesidades alimentarias humanas y la variabilidad económica y el bienestar social (Salazar, 2020).

Agricultura sustentable. Un modelo de la producción sostenible a largo plazo, que tiene como elemento central de la vida de las personas y de los ecosistemas, que aprovecha de manera racional los recursos naturales con fines de producción de alimentos, sin afectar su disponibilidad para las futuras generaciones, y tiene como objetivos sociales, ambientales y económicos, además de fortalecer a la familia conductora de las unidades productivas, como respetando sus tradiciones culturales y estilos de vida propios, se enfoca no solamente en el cultivo ni en la crianza, si no en la integridad del ecosistema con sus interacciones, procesos, flujo de energía, pérdidas y los productos obtenidos en relación a su entorno territorial, los mercados, las políticas, normas y el mejoramiento de calidad de vida de las comunidades, la agricultura es sustentable cuando ha alcanzado autonomía, equilibrio, estabilidad, equidad, resiliencia y confiabilidad (Salazar, 2020).

Sostenibilidad. El término de sostenibilidad ha tomado un concepto moderno basado en el desarrollo de los sistemas socio ecológicos, que implica en tres dimensiones centrales del desarrollo sustentable, la economía, la social y la ambiental. Un proceso es sostenible cuando ha desarrollado la capacidad para producir indefinidamente a un ritmo en el cual no agota los recursos que utiliza y que necesita para funcionar y no produce más contaminantes de los que puede absorber su entorno, lo que se busca a partir de la sustentabilidad es avanzar hacia una relación diferente entre la economía y el ambiente y la sociedad (Salazar, 2020).

2.4. Marco filosófico

Córdova (2019) sostiene que la causalidad es una categoría filosófica que denota la conexión necesaria de los fenómenos, uno de los cuales se denomina causa, condición a otro denominado efecto, se distingue causa absoluta y la causa específica. La causa absoluta es el conjunto de todas las circunstancias cuya presencia determina necesariamente el efecto, y la causa específica es el conjunto de circunstancias cuya aparición, ante muchas otras circunstancias existen en la situación dada antes que se produzca el efecto y que forma las condiciones para que las causas actúen, lleva aparición del efecto.

La categoría de casualidad constituye una de las categorías de la investigación científica en el cual siempre se orienta hacia el descubrimiento de las principales dependencias causales; en la naturaleza todo tiene secuencia lógica, los fenómenos naturales, la propia vida, en fin, todo que ocurre en la naturaleza tiene relación causa y efecto, asumiendo como una conexión necesaria, ya que si conocemos la causa podemos deducir el efecto, también ocurre en sentido contrario, si conocemos el efecto podemos investigar su causa (Cortés, 2018).

Naturalismo y evolución filosófica

Un ético de la naturaleza nos indica que es una realidad compuesta por un conjunto de elementos de la realidad física que no rodea, y está en su interior presente muchas tonalidades. La naturaleza está compuesta por seres animados e inanimados que presentan niveles de una organización física, química y biológica. Los seres naturales se asocian formando sistemas. Todo sistema está

relacionado con otros en algunos aspectos y otros están aislados, los entes naturales están sujetos a las leyes (Baltodano,1994).

Enfoque de manejo del estiércol

El uso del estiércol o abono derivado del estiércol de animal cumple una función importante en el reciclaje de nutrientes orgánicos, en el desarrollo de la estructura del suelo fértil y contribuye al manejo de los desechos. Un manejo aeróbico apropiado del estiércol resultara en un producto beneficioso para la fertilidad del suelo y seguro desde una perspectiva de seguridad microbiana de los alimentos. Aunque es de baja frecuencia con que ocurre epidemias de enfermedades asociadas con frutas hortalizas frescas, está aumentando.

La fuente lógica de enfoque en la cuestión de contaminación ambiental de frutas y hortalizas por patógenos microbianos incluye el agua de riego y de proceso de poscosecha y el estiércol del animal. Hay pocos estudios sobre contaminación de hortalizas debido a la aplicación directa de estiércol o abonos derivados de estiércol a los campos sembrados con hortalizas; sin embargo, el aumento de patógenos microbianos presentes en el estiércol animal, preocupa por su perjuicio en los sistemas de producción agrícola cuando son mal manejados.

Sistema de manejo del estiércol

La alianza estratégica INIAP- CIP-ILRI-IFIDC-PROMSA utilizó el enfoque de investigación en sistemas, a fin de dar soluciones integrales a los diferentes problemas tecnológicos de los sistemas de producción mixtos: cultivos-ganaderías de la ecorregión andina y contribuir a su mejoramiento en términos biológicos y económicos, desde una perspectiva de manejo adecuado de recursos naturales. Para cumplir con el objetivo de contribuir al mejoramiento de la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción mixto, la alianza planteó identificar e implementar opciones tecnológicas para mejorar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción mixto. Las alternativas propuestas e implementadas en el campo de productores se diseñaron a tomar en cuenta las características propias de cada región y las prácticas utilizadas habitualmente, para lo cual se realizó un análisis ex -antes con base a un modelo de optimización económica y de simulación de cultivos y

ganadería. En papa se incluyó el uso de la variedad resistente a la racha, usos de semillas de buena calidad y manejo integrado de cultivos y sus plagas.

Dimensión social para reproducir la agricultura sustentable

Salgado (2014) menciona que, para asegurar la sustentabilidad en la agricultura, la clave radica en la toma de decisiones, por lo que propone el manejo holístico basado en un esquema de toma de decisiones que tiene como guía la declaración de una calidad de vida asociada a la valoración de la naturaleza como un todo, incluidos los seres humanos, que funciona de manera integral y no como partes aisladas. De acuerdo con este manejo, se define una meta holística detallada que incluye una descripción de las formas de producir que harían posible conseguir dicha calidad de vida y una descripción de los valores que permitirán a las personas mantenerla.

En el manejo holístico las decisiones sobre el modo de producir están asociadas a una forma de vivir y de consumir que coinciden en cierta valoración de la naturaleza; la definición de una meta holística es el resultado de la interacción entre agricultores y consumidores. Desde nuestra perspectiva, si los consumidores llegaran a tomar decisiones de abasto en interacción con los agricultores y sus decisiones de producción, sería posible favorecer la reproducción de sistemas de agricultura sustentable. Es importante identificar que cuando no existe interacción entre agricultores y consumidores, el mercado orientará la toma de decisiones de ambos actores, así se podrá suprimir la interacción entre ellos y sus posibles valoraciones con respecto a la agricultura. señala que la conexión entre los seres humanos y sus fuentes de la alimentación queda fracturada por el sistema alimentario industrializado que distancia física y psicológicamente a la gente del origen de sus alimentos.

2.5. Formulación de la hipótesis

General.

La fertilización biológica influye positivamente en el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay.

Específicas.

H1. La fertilización biológica influye positivamente en el desarrollo económico sostenible de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay.

H2. La fertilización biológica influye positivamente en el desarrollo social de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay.

H3. La fertilización biológica influye positivamente en el desarrollo ambiental de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay.

2.6. Identificación de variables

2.6.1 Variable independiente:

Fertilización Biológica

2.6.2 Variable dependiente:

Desarrollo agrícola sostenible

2.7. Definición operativa de variables e indicadores

Variables	Definición operativa	Dimensiones	Indicadores
<u>Independiente</u> Fertilización biológica	Utilización de estiércol animal para mejorar la fijación de nutrientes en los suelos agrícolas, de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay.	• Estiércol de vacuno.	Manejo
		• Estiércol de ovino	Manejo
<u>Dependiente</u> Desarrollo agrícola sostenible	La agricultura debe satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras de sus productos y servicios, garantizando al mismo tiempo la rentabilidad, la salud del ambiente y la equidad social y económica de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay.	• Económico	<ul style="list-style-type: none"> • Fuente de ingresos • Mejoras al sistema productivo • Desarrollo económico comunitario • Destino de la producción y asociatividad
		• Social	<ul style="list-style-type: none"> • Educación • Salud • Servicios básicos • Vivienda
		• Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Biodiversidad. • Conservación de suelo • Conservación de agua • Conservación del aire

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación corresponde al de tipo aplicada, ya que se enfoca en la aplicación de resultados con fines prácticos inmediatos, en conformidad con Carrasco (2005); así mismo se enmarca dentro de una investigación experimental, tecnológica y aplicada, ya que se evaluó el contenido y el manejo del estiércol en los cultivos.

3.2 Nivel de investigación

La investigación corresponde al nivel explicativo porque se explica el efecto producido en la variable comportamiento productivo a causa de la variable fertilización biológica, siendo esta última manipulada (Hernández, 2018).

3.3 Métodos de investigación

3.3.1 Localización

La fase experimental se realizó en los establos de ganado vacuno y ovino de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay, construido de material rústico con adobe y tablas. Dicha fase tuvo una duración de 60 días,

Figura 3

Comunidad de Pillcosay



Figura 4

Comunidad de Sachaorcco



Región: Huancavelica

Provincia: Acobamba

Distrito: Acobamba

Comunidades: Sachaorcco y Pillcosay

Datos meteorológicos de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay:

	Sachaorcco	Pillcosay
Altitud promedio:	3 570 m s.n.m.	3 454 m s.n.m.
Latitud sur:	12° 49' 19"	12° 50' 18" LE
Longitud oeste:	74° 33' 29"	74° 34' 41" MG
Temperatura promedio anual:	12°C	12°C
Humedad relativa:	62 %	60%
Precipitación pluvial anual:	620 mm año ⁻¹	600 mm año ⁻¹

3.3.2 Materiales

3.3.2.1 Material biológico

Se trabajó con 32 ovinos y 17 vacunos procedentes de la comunidad de Pillcosay, y con 40 ovinos y 14 vacunos de la comunidad de Sachaorcco, utilizando la técnica de observación de campo durante el manejo del estiércol, habiendo recolectado la información primaria siguiendo el proceso de pesado, identificación y evaluación del contenido de estiércol. Finalmente se evaluó el desarrollo agrícola sostenible mediante las encuestas con preguntas estructuradas apoyadas en la observación participativa.

3.3.2.2 Materiales y equipos de manejo

Se utilizaron arnés para la recolección de las heces de ganados vacuno y ovinos, la recolección se realizó en horas de mañana, tuvo la finalidad el acostumbramiento de los vacunos al arnés así como a la alimentación con pastos del lugar culminando el día de ensayo se colocó a cada animal con un juego de correas a modo de arnés, y bolsas de plástico para depositar las muestras de heces, procediendo diariamente a coleccionar y pesar inmediatamente luego del suministro de alimentos; así mismo se usó el GPS para determinar la ubicación exacta de la zona de muestreo del lugar de los productores de ganados de

ovinos y vacunos, se utilizó cámara fotográfica para registrar las actividades de investigación.

3.3.3 Actividades de investigación

3.3.3.1 Primera Fase: Manejo de la materia orgánica (estiércol)

a. Coordinación con las autoridades

Se trabajó con los productores de ambas comunidades, realizando la recolección de información en coordinación con las autoridades de ambas comunidades para poder encuestar, recolectar muestras del estiércol animal.

b. Evaluación del manejo de la materia orgánica

Para evaluar el manejo de la materia orgánica del se realizaron preguntas sobre la fuente de obtención del estiércol (especie), número de animales tratamiento previo, cantidad, forma y época de aplicación; dichas preguntas fueron redactadas previa observación participativa en ambas comunidades, con el propósito de ajustarlas a la realidad diferenciada de sus productores, de acuerdo a las variables planteadas.

c. Determinación de tamaño de la muestra.

Para el cálculo de tamaño de la muestra de los productores que fueron considerados para realizar las entrevistas, en ambas comunidades, se utilizó la siguiente formula:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + z^2 * p * q}$$

Donde:

N = tamaño de la población (Número total de productores)

z = nivel de confianza (90%, $z = 1,65$)

Es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos: un 90% de confianza es lo mismo que decir que nos podemos equivocar con una probabilidad del 10 %.

Los valores z más utilizados y sus niveles de confianza son:

z	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95,5%	99%

p = probabilidad de agricultores que utilizan estiércol (90 % =0,9)

Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio.

q = probabilidad de agricultores que no utilizan estiércol (10 % =0,1)

Proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir 1-p.

e = error máximo admisible en términos de proporción (10 % =0,10).

Este error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella.

n = Tamaño de la muestra (número de productores a encuestar).

PARA SACHAORCCO:

$$= \frac{(1,65)^2 * (0,9) * (0,1) * 49}{(0,10^2 * (49 - 1)) + (1,65)^2 * (0,9) * (0,1)}$$

$$n = \frac{12,006225}{0,48 + 0,245025}$$

$$n = \frac{12,006225}{0,725025}$$

$$n = 16,5597393193$$

PARA PILLCOSAY:

$$= \frac{(1,65)^2 * (0,9) * (0,1) * 15}{(0,10^2 * (15 - 1)) + (1,65)^2 * (0,9) * (0,1)}$$

$$n = \frac{3,675375}{0,14 + 0,245025}$$

$$n = \frac{3,675375}{0,385025}$$

$$n = 9,5458087137$$

En base a la fórmula se determinó las encuestas a realizarse, de acuerdo al tamaño de la muestra obtenida, fueron de 17 productores de la comunidad de Sachaorcco y 10 productores de la comunidad de Pillcosay.

D. Selección de la muestra

En ambas comunidades se procedió a visitar a los productores para consultarles en primera instancia, si tenían la disposición de participar en las encuestas y acordar el horario de vista.

E. Recolección de información primaria

La recolección de información primaria tuvo lugar entre los meses de Julio y noviembre de 2021, las preguntas en esta primera etapa, estaban orientadas a conocer el manejo de materia orgánica (estiércol) considerando las variables:

- Fuentes de obtención del estiércol (especies de animal vacuno y ovino)
- Número de animales en la comunidad y por familia
- Tratamiento del estiércol previo a su aplicación
- Cantidad de aplicación en las parcelas
- Forma de aplicación del estiércol
- Época de aplicación del estiércol
- Uso del estiércol animal

La finalidad fue verificar los datos recolectados, se participó en las actividades agrícolas de las comunidades, lo que permitió ampliar la información obtenida con las encuestas.

F. Análisis e interpretación de los datos recolectados.

En esta primera etapa variables consideradas para desarrollar las encuestas son de tipo cuantitativo y cualitativo, por lo tanto, los datos recolectados fueron analizados dentro del marco de la estadística descriptiva, para el manejo del estiércol en ambas comunidades.

3.3.3.2 Segunda Fase: Determinación de la oferta del estiércol

a. Recolección de información primaria

Para esta segunda etapa, se realizó las encuestas mencionadas anteriormente, considerando la cantidad del estiércol que los productores obtienen anualmente.

b. Recolección de las muestras del estiércol de vacuno y ovino.

Para la determinación de la cantidad exacta del estiércol ovino y vacuno se trabajó con una muestra de 49 animales (32 ovinos y 17 vacunos) en la comunidad de Pillcosay; mientras que en la comunidad de Sachaorcco se trabajó con una muestra de 54 animales (40 ovinos y 14 vacunos), recurriendo el uso del arnés diseñado para la recolección. Se colocó el arnés de recolección del estiércol en cada una de los vacunos y ovinos seleccionados al azar entre machos y hembras, por 12 horas durante la noche en los corrales donde descansan, al siguiente día se sacó el arnés con las muestras del estiércol, que fueron pesadas en una balanza gramera electrónica digital, obteniendo así la oferta potencial del estiércol, relacionando luego con el total de los animales existentes en cada comunidad para hallar la cantidad de deyección sólidas.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación e interpretación de datos

4.1.1 Fertilización biológica

4.1.1.1 Fuente de la obtención del estiércol

Existe diferentes especies de las cuales se puede utilizar el estiércol como abono, orgánico, pero los resultados de la encuesta señalan a las especies vacuno y ovino, como fuentes principales de obtención de este insumo. El 90% de los agricultores de ambas comunidades utiliza estiércol

4.1.1.2 Número de animales

El Cuadro 1 muestra que, en Sachaorcco existe un número de animales mayor que en Pillcosay, debido a que el número de familias es mayor y que además cuentan con un ecosistema apto y alimentación adecuada para la crianza de animales mayores y menores.

Cuadro 1

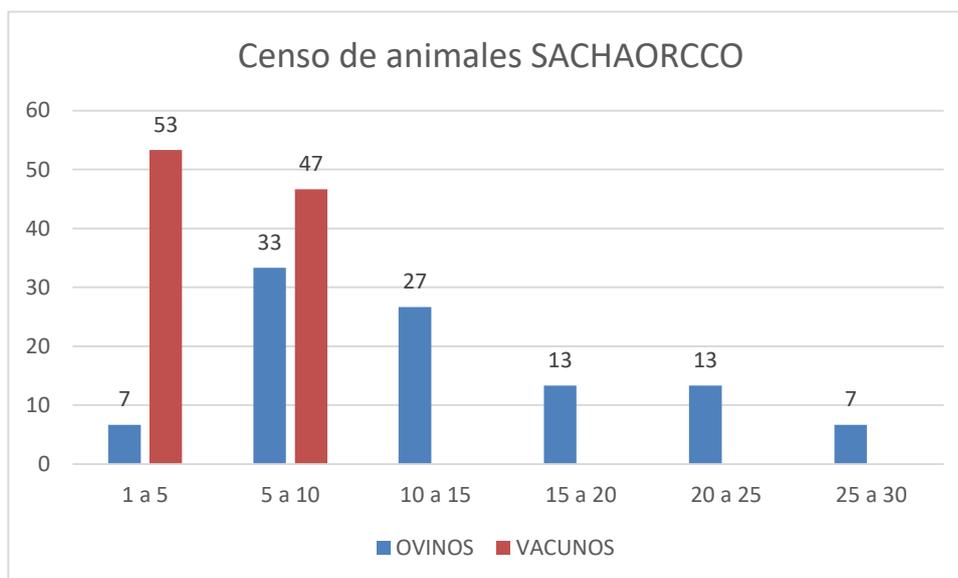
Censo de animales

Comunidad de Pillcosay			Comunidad de Sachaorcco		
Productor	Número de animales		Productor	Número de animales	
	Ovinos	Vacunos		Ovinos	Vacunos
1	24	0	1	12	4
2	6	15	2	8	1

3	8	10	3	6	2
4	2	6	4	10	4
5	28	8	5	5	0
6	15	3	6	6	1
7	0	3	7	3	7
8	2	4	8	11	0
9	16	8	9	23	8
10	8	2	10	8	2
Total	109	59	11	0	5
			12	15	6
			13	25	4
			14	0	8
			15	30	2
			16	17	6
			17	10	8
			Total	189	68

Figura 5

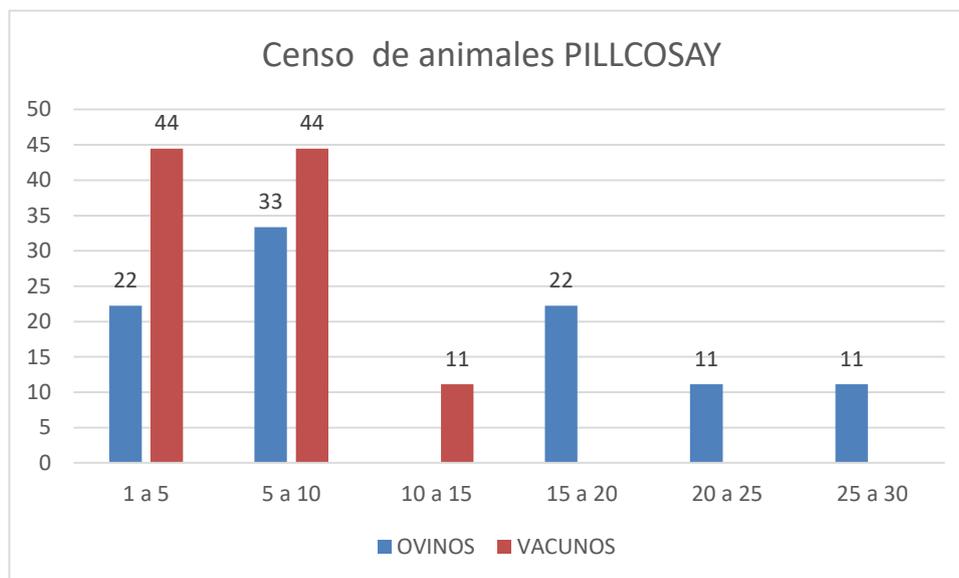
Variación de la tenencia de animales ovinos y vacunos en Sachaorcco



Nota. Se muestra el porcentaje de tenencia de los productores que, en ovinos un 33% tiene de 5 a 10 cabezas y un 27% tiene de 10 a 15 cabezas; mientras que en vacunos 53% tiene de 1 a 5 cabezas y el 47% restante tiene de 5 a 10 cabezas.

Figura 6

Variación de la tenencia de animales ovinos y vacunos en Pillcosay



Nota. Se muestra el porcentaje de tenencia de los productores que, en ovinos 33% tiene de 5 a 10 cabezas, 22% de 1 a 5 cabezas y otro 22% de 15 a 20 cabezas; mientras que en vacunos 44% tiene de 1 a 5 cabezas y otro 44% tiene de 5 a 10 cabezas.

4.1.1.3 Tratamiento del estiércol previo a su aplicación

Según las encuestas realizadas en Sachaorcco y Pillcosay, corroboradas por la técnica de observación participativa, de tal forma que tanto el estiércol ovino como estiércol vacuno, son conservados a un costado de los corrales hasta la próxima campaña de siembra, contrariamente a lo reportado por Yahuita (2013) quien indica que para la conservación del estiércol se debe proteger de la acción del sol y de la lluvia para que no pierda su calidad.

4.1.1.4 Cantidad de aplicación

Los agricultores de ambas comunidades indica aplicar a una parcela de $\frac{1}{4}$ hectárea (2500 m²), 40 cargas de estiércol, es decir 1840 kilos. Se indica en la comunidad de Sachaorcco el abonado de sus parcelas lo hacen solo con 13 qq/ha (10 cargas o 575 kilos) de estiércol de ganado mayor y menor; así mismo en la comunidad de Pillcosay el abonado es con 15 qq/ha (12 cargas o 690 kilos).

4.1.1.5 Época de aplicación

Según la observación en campo y las encuestas realizadas, el 60% de los productores de ambas comunidades aplican el estiércol a fines de septiembre,

un 30% en octubre, y por último un 10% realizan siembra atrasada, por diferentes causas que se observaron en el transcurso de la investigación como es el caso de la falta de las lluvias que se evidenció notoriamente. En un estudio realizado por Condori (2003) señaló que la época de aplicación de estiércol adecuada para el cultivo de papa varía entre mediados de octubre y fines de noviembre, correspondiendo a la denominada siembra grande.

4.1.1.6 Factores que influyen en la calidad del estiércol

La calidad del estiércol se mide por dos parámetros: 1. Contenido de nutrientes y 2. Capacidad que tienen para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Factor 1: Especie animal

En cuanto a la cantidad y calidad se refiera, el mejor estiércol es el de las gallinas por tener 5.4% de nitrógeno (orín y heces juntas), en segundo lugar, se encuentra el estiércol camélido.

A mayor contenido de humedad del estiércol, menor contenido de nutrientes, cuanto más seco, mayor será la cantidad de nutrientes, si existe mayor contenido de nutrientes entonces existirá mayor contenido de calcio y magnesio, ambos elementos en demasía, el pH se torna alcalino, situación no muy favorable.

Factor 2: Edad de los animales

Animales en crecimiento optimizan nutrientes, en tanto que los animales jóvenes al incorporar alimentos frescos y tiernos su estiércol es bastante húmedo y al tener mayor contenido de humedad tiene menor cantidad de nutrientes.

Factor 3: Alimento

Si la calidad del alimento es buena la calidad de estiércol también será buena.

Factor 4: Tipo de explotación

Encontramos a dos tipos de explotación principalmente, al ganado productor de carne y de leche, este último que tiene la peor calidad de estiércol, por ejemplo de entre el buey y reproductor, el reproductor posee un buen estiércol en forma líquida.

Factor 5: Manejo

La mayor pérdida de nutrientes se produce en almacenamiento y conservación. Si se pierde orina de vaca, se pierde el 50% de nutrientes, entonces, lo mejor para conservar nutrimentos de estiércol es aplicar cama, agregar paja en alimento o añadirlo en los establos de vaca. El uso de 1 kg de paja de cebada absorbe 2 kg de orina (1:2), la paja de avena o cebada tiene una relación de absorción de orina de 1:4, el aserrín de 1:6; mientras que, la turba de 1:8-15. La calidad de estiércol puede disminuir debido a que a mayor carbono habrá menor nitrógeno, esta situación se debe a la adición de mucha paja, esta última que posee carbohidratos, si existe mucha acumulación de carbono se puede adicionar harina de alfalfa por la presencia de nitrógeno en la misma.

4.1.1.7 Determinación de la oferta

Obtención del estiércol anual

De acuerdo al censo animal realizado en las comunidades de Pillcosay y Sachaorcco se encontró una población de:

257 animales (189 ovinos y 68 vacunos) en la comunidad de Sachaorcco

168 animales (109 ovinos y 59 vacunos) en la comunidad de Pillcosay

Para el cálculo de tamaño de la muestra de los animales que fueron considerados para recolectar heces, en ambas comunidades, se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + z^2 * p * q}$$

Donde:

N = tamaño de la población (Número total de animales)

z = nivel de confianza (90%, $z = 1,65$)

p = probabilidad (50 % =0,5)

q = probabilidad (50 % =0,5)

e = error máximo admisible en términos de proporción (10 % =0,10).

n = Tamaño de la muestra (número de animales a muestrear).

PARA SACHAORCCO:

$$\begin{aligned} &= \frac{(1,65)^2 * (0,5) * (0,5) * 257}{(0,10^2 * (257 - 1)) + (1,65)^2 * (0,5) * (0,5)} \\ n &= \frac{174,920625}{2,56 + 0,680625} \\ n &= \frac{174,920625}{3,240625} \\ n &= 53,9774349084 \\ n &= 54 \end{aligned}$$

PARA PILLCOSAY:

$$\begin{aligned} &= \frac{(1,65)^2 * (0,5) * (0,5) * 168}{(0,10^2 * (168 - 1)) + (1,65)^2 * (0,5) * (0,5)} \\ n &= \frac{114,345}{1,67 + 0,680625} \\ n &= \frac{114,345}{2,350625} \\ n &= 48,644509439 \\ n &= 49 \end{aligned}$$

En base a la fórmula se determinó los animales a muestrear, quedando en 54 animales de la comunidad de Sachaorcco y 49 animales de la comunidad de Pillcosay. Una vez determinada las muestras, se realizó un **muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional al tamaño del estrato** (Santos et al., 2004). El nivel de representatividad de la muestra se presenta en la Tabla 5.

Para ovinos de Sachaorcco:

Que tiene 189 ovinos de los 257 animales en total

Por lo tanto $189 / 257 = 0.7354085603$, que luego se multiplica por 54

(Muestra general ya determinada), dando como resultado 39.7120622562 o **40**

Para vacunos de Sachaorcco:

Que tiene 68 vacunos de los 257 animales en total

Por lo tanto $68 / 257 = 0.2645914397$, que luego se multiplica por 54

(Muestra general ya determinada), dando como resultado 14.2879377438 o **14**

Para ovinos de Pillcosay:

Que tiene 109 ovinos de los 168 animales en total

Por lo tanto $109 / 168 = 0.6488095238$, que luego se multiplica por 49

(Muestra general ya determinada), dando como resultado 31.7916666662 o **32**

Para vacunos de Pillcosay:

Que tiene 59 vacunos de los 168 animales en total

Por lo tanto $59 / 168 = 0.3511904762$, que luego se multiplica por 49

(Muestra general ya determinada), dando como resultado 17.2083333338 o **17**

Tabla 5

Distribución y representatividad de la muestra

Comunidad	Ovinos		Vacunos		Total
	N	n	N	n	
Sachaorcco	189	40	68	14	54
Pillcosay	109	32	59	17	49
Total	298	72	127	31	103

Tabla 6

Oferta potencial (OP) y oferta real (OR) de estiércol (kg) por año

Comunidad	Estiércol vacuno		Estiércol ovino	
	OP	OR	OP	OR
Sachaorcco	36 720	14 688	33 595	13 438
Pillcosay	31 235	12 494	20 080	8 032

Total	67 955	27 182	53 675	21 470
-------	--------	--------	--------	--------

Cantidad de estiércol por número de ovinos en Pillcosay y Sachaorcco

Luego de recolectar estiércol a una muestra de 32 ovinos de Pillcosay y 40 ovinos de Sachaorcco, a razón de un día por semana durante ocho semanas, se sacó el promedio diario que fue de 16,375 kg para Pillcosay, y de 19,75 kg para Sachaorcco, de tal manera que por regla de tres simple se determinó la oferta potencial diaria de estiércol ovino desde las poblaciones de 109 ovinos (55,7773 kg/día) de Pillcosay, y 189 ovinos (93,3187 kg/día) de Sachaorcco.

Para obtener la oferta potencial anual de estiércol ovino

Se multiplicó los reportes diarios por 360, donde:

$$55,7773 \times 360 = 20\,079,72 \text{ redondeando a } 20\,080 \text{ kg / año}$$

$$93,3187 \times 360 = 33\,594,48 \text{ redondeando a } 33\,595 \text{ kg / año}$$

Para obtener la oferta real anual de estiércol ovino

Se aplicó la teoría que indica que debido al porcentaje de pérdida de humedad del estiércol + la pérdida por las condiciones de almacenamiento hace que el peso total del estiércol disminuya en un 60 % (Luque, 2013); por lo tanto, el 40% de 20 080 = 8 032 y el 40% de 33 595 = 13 438.

Cantidad de estiércol por número de vacunos en Pillcosay y Sachaorcco

Luego de recolectar estiércol a una muestra de 17 vacunos de Pillcosay y 14 vacunos de Sachaorcco, a razón de un día por semana durante ocho semanas, se sacó el promedio diario que fue de 25 kg para Pillcosay, y de 21 kg para Sachaorcco, de tal manera que por regla de tres simple se determinó la oferta potencial diaria de estiércol vacuno desde las poblaciones de 59 vacunos (86,765 kg/día) de Pillcosay, y 68 vacunos (102 kg/día) de Sachaorcco.

Para obtener la oferta potencial anual de estiércol ovino

Se multiplicó los reportes diarios por 360, donde:

$$86,765 \times 360 = 31\,235,4 \text{ redondeando a } 31\,235 \text{ kg / año}$$

$$102 \times 360 = 36\,720 \text{ kg / año}$$

Para obtener la oferta real anual de estiércol ovino

Se aplicó la teoría que indica que debido al porcentaje de pérdida de humedad del estiércol + la pérdida por las condiciones de almacenamiento hace que el peso total del estiércol disminuya en un 60 % (Luque, 2013); por lo tanto, el 40% de 31 235 = 12 494 en Pillcosay y el 40% de 36 720 = 14 688 en Sachaorcco.

4.1.2 Desarrollo Agrícola Sostenible

Cuadro 2

Resultados obtenidos del índice de sostenibilidad en la dimensión económica

	Indicadores	Subindicadores (%)	Valores obtenidos (%)		ISA por subindicador		ISA por indicador		ISA por dimensión		
			Sachaorcco	Pillcosay	Sachaorcco	Pillcosay	Sachaorcco	Pillcosay	Sachaorcco	Pillcosay	
Dimensión económica	Fuente de ingresos	1	Ingresos mayores al sueldo mínimo	40	45	0.40	0.45	0.39	0.45	0.41	0.42
		2	Mejora de los ingresos económicos	40	50	0.40	0.50				
		3	Productores con acceso a créditos agrícolas	38	40	0.38	0.40				
	Mejoras al sistema productivo	4	Infraestructura vial	35	30	0.35	0.30	0.38	0.37		
		5	Infraestructura productiva	40	30	0.40	0.30				
		6	Disminución de costos de producción	40	50	0.40	0.50				
	Desarrollo económico comunitario	7	Mejora de la rentabilidad agrícola	40	40	0.40	0.40	0.42	0.43		
		8	Capacitación en maquinarias básicas	45	40	0.45	0.40				
		9	Transferencia tecnológica	40	50	0.40	0.50				
	Destino de la producción y asociatividad	10	Producción para la venta	50	60	0.50	0.60	0.43	0.43		
		11	Producción para el consumo	30	30	0.30	0.30				
		12	Asociatividad para la producción	50	40	0.50	0.40				

Figura 7

Biograma de sostenibilidad con relación a los sub indicadores e indicadores en la variable económica - Sachaorcco

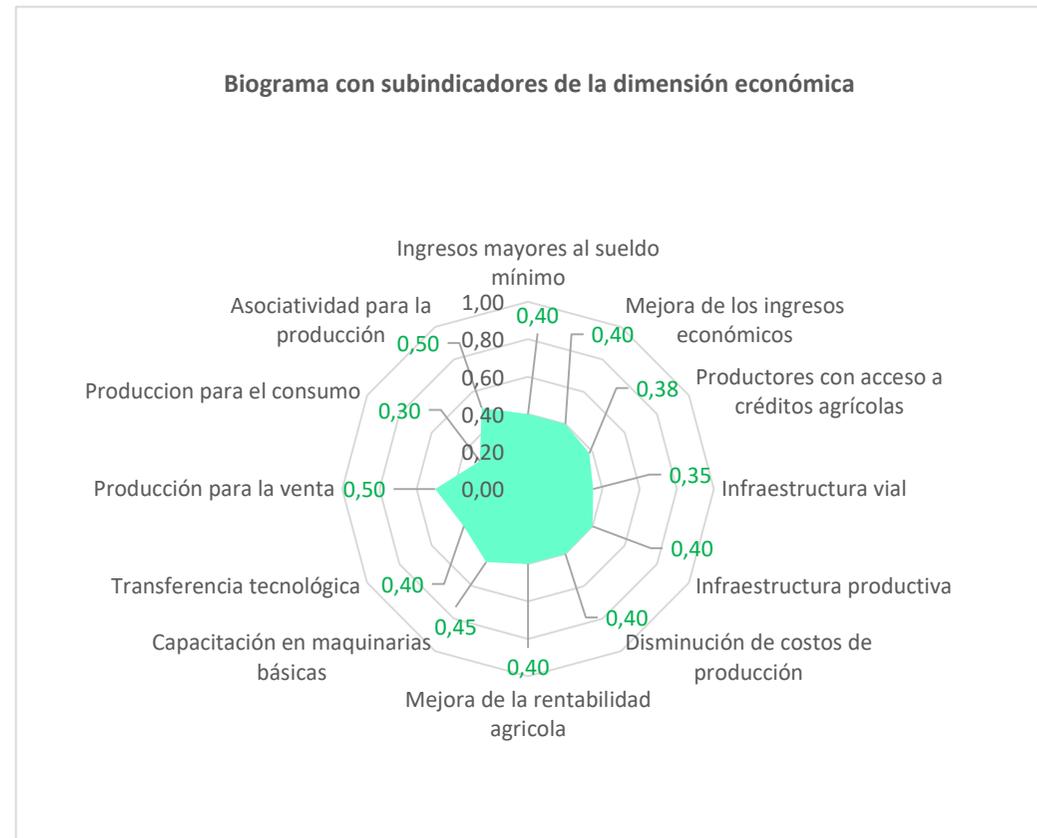
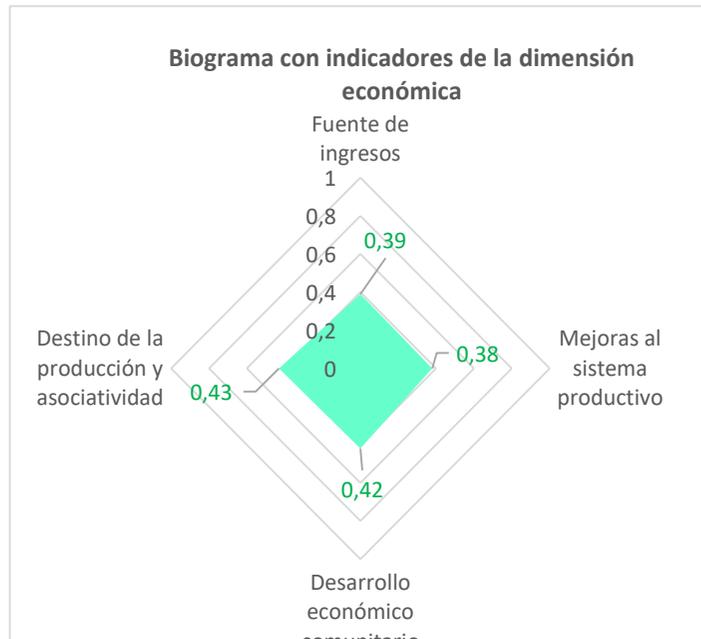
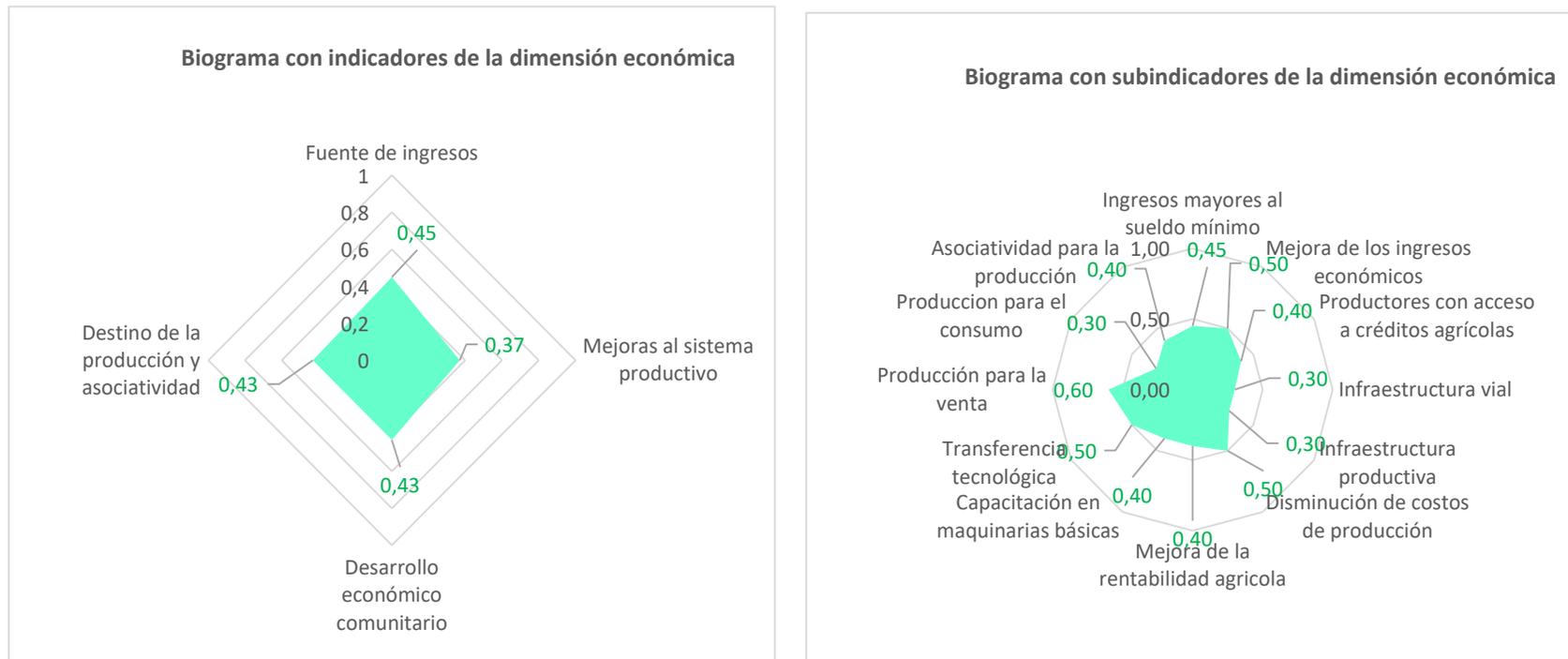


Figura 8

Biograma de sostenibilidad con relación a los sub indicadores e indicadores en la variable económica - Pillcosay



Cuadro 3

Resultados obtenidos del índice de sostenibilidad en la dimensión social

Indicadores	Subindicadores (%)	Valores obtenidos (%)		ISA por subindicador		ISA por indicador		ISA por dimensión		
		Sachaorcco	Pillcosay	Sachaorcco	Pillcosay	Sachaorcco	Pillcosay	Sachaorcco	Pillcosay	
Educación	1	Tasa de alfabetización	60	70	0.60	0.70	0.50	0.60	0.52	0.61
	2	Mejora de capacidades	50	60	0.50	0.60				
	3	Grado de instrucción de la cabeza de hogar	40	50	0.4	0.50				
Salud	4	Reducción del índice de morbilidad	40	40	0.4	0.40	0.35	0.37		
	5	Infraestructura médica	25	30	0.25	0.30				
	6	Familias con seguro social	40	40	0.40	0.40				
Servicios básicos	7	Agua potable	80	90	0.80	0.90	0.80	0.90		
	8	Energía eléctrica	90	100	0.90	1.00				
	9	Instalación de desagüe	70	80	0.70	0.80				
Vivienda	10	Familia con habitaciones para cada miembro	50	60	0.50	0.60	0.43	0.57		
	11	Título de propiedad	50	60	0.50	0.60				
	12	Casas de material noble	30	50	0.30	0.50				

Figura 9

Biograma de sostenibilidad con relación a los sub indicadores e indicadores en la variable social - Sachaorcco

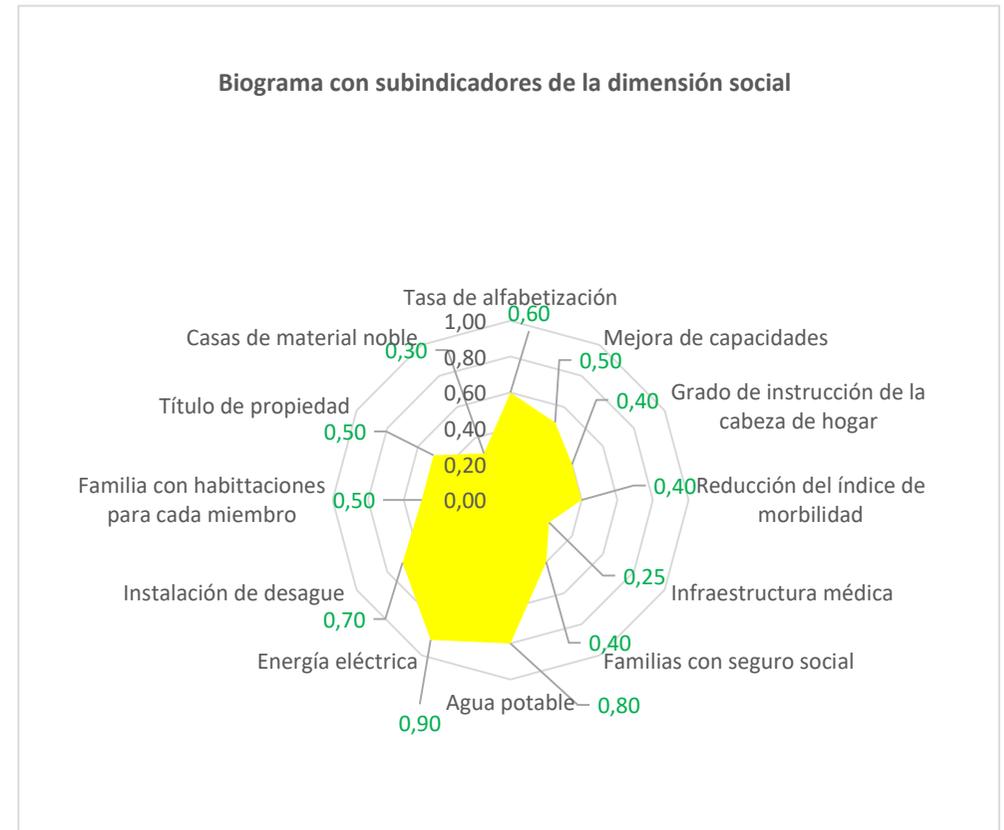
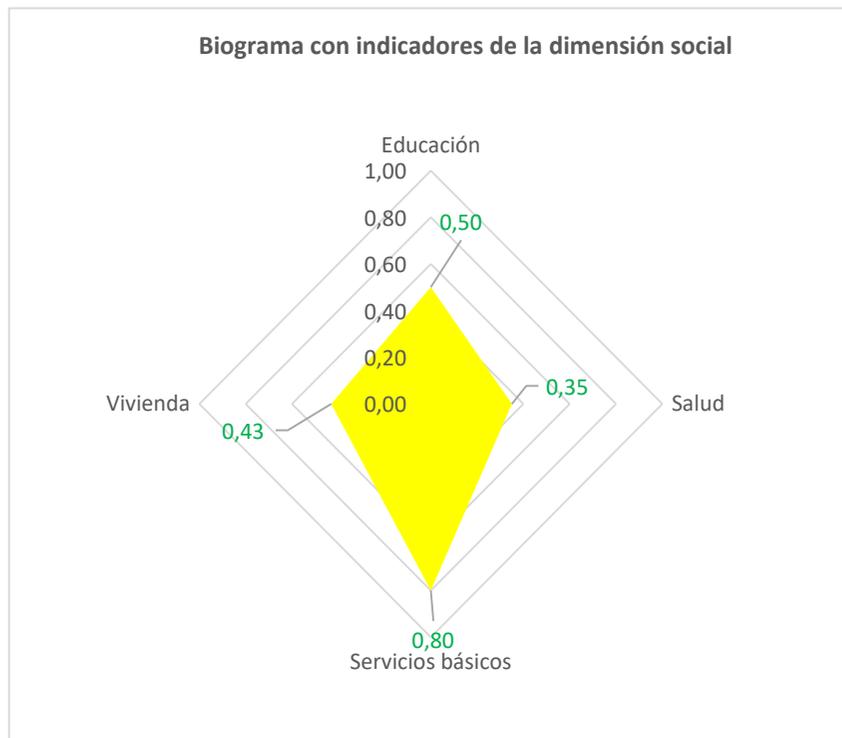
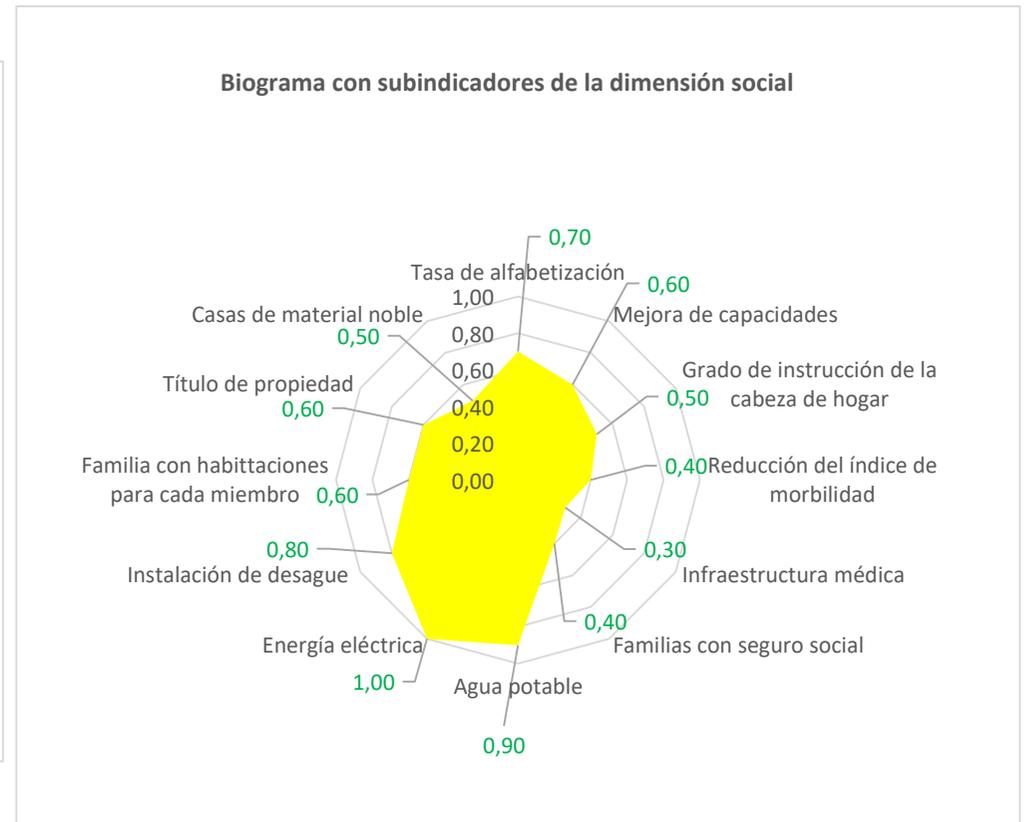
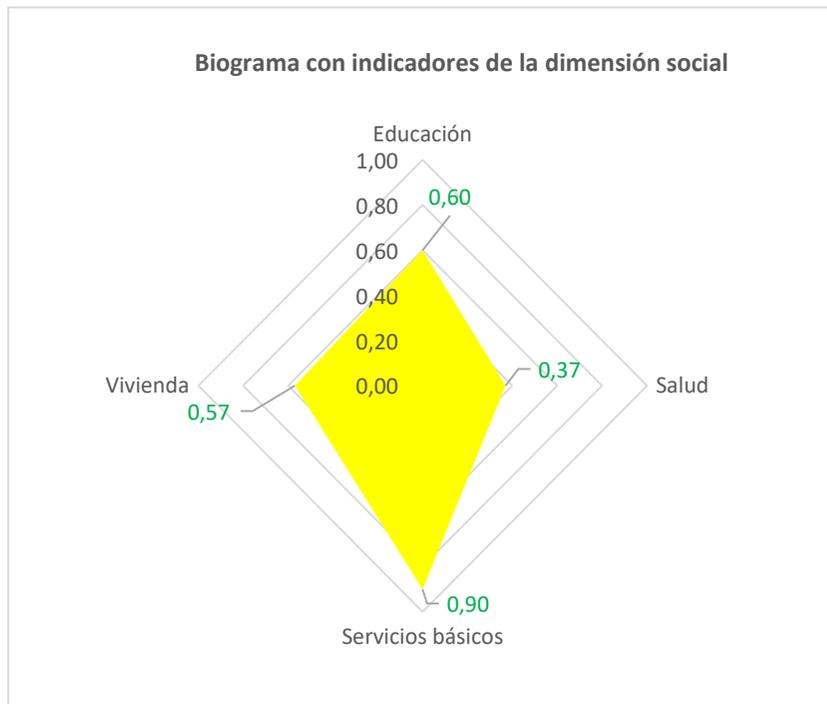


Figura 10

Biograma de sostenibilidad con relación a los sub indicadores e indicadores en la variable social - Pillcosay



Cuadro 4

Resultados obtenidos del índice de sostenibilidad en la dimensión ambiental

	Indicadores	Subindicadores (%)	Valores obtenidos (%)		ISA por subindicador		ISA por indicador		ISA por dimensión		
			Sachaorcco	Pillcosay	Sachaorcco	Pillcosay	Sachaorcco	Pillcosay	Sachaorcco	Pillcosay	
Dimensión ambiental	Biodiversidad	1	Cultivos diversificados	87	60	0.87	0.60	0.37	0.38	0.21	0.23
		2	Práctica de reforestación	6	13	0.06	0.13				
		3	Prácticas de agroforestería	19	40	0.19	0.40				
	Conservación de suelo	4	Uso de coberturas con leguminosas	15	7	0.15	0.07	0.11	0.07		
		5	Conservación de suelo, cultivos contra pendiente	8	7	0.08	0.07				
		6	Compostaje y elaboración de abonos orgánicos	9	7	0.09	0.07				
	Conservación de agua	7	Disminución de uso de plaguicidas	15	40	0.15	0.40	0.31	0.35		
		8	Uso de biofertilizantes	70	53	0.70	0.53				
		9	Reciclaje de residuos sólidos agrícolas	9	13	0.09	0.13				
	Conservación de aire	10	Reducción de arrojado de residuos a la intemperie	4	7	0.04	0.07	0.06	0.13		
		11	Implementación de cocinas mejoradas	4	7	0.04	0.07				
		12	Reducción de quema para instalar nuevo cultivo	10	25	0.10	0.25				

Figura 11

Biograma de sostenibilidad con relación a los sub indicadores e indicadores en la variable ambiental - Sachaorcco

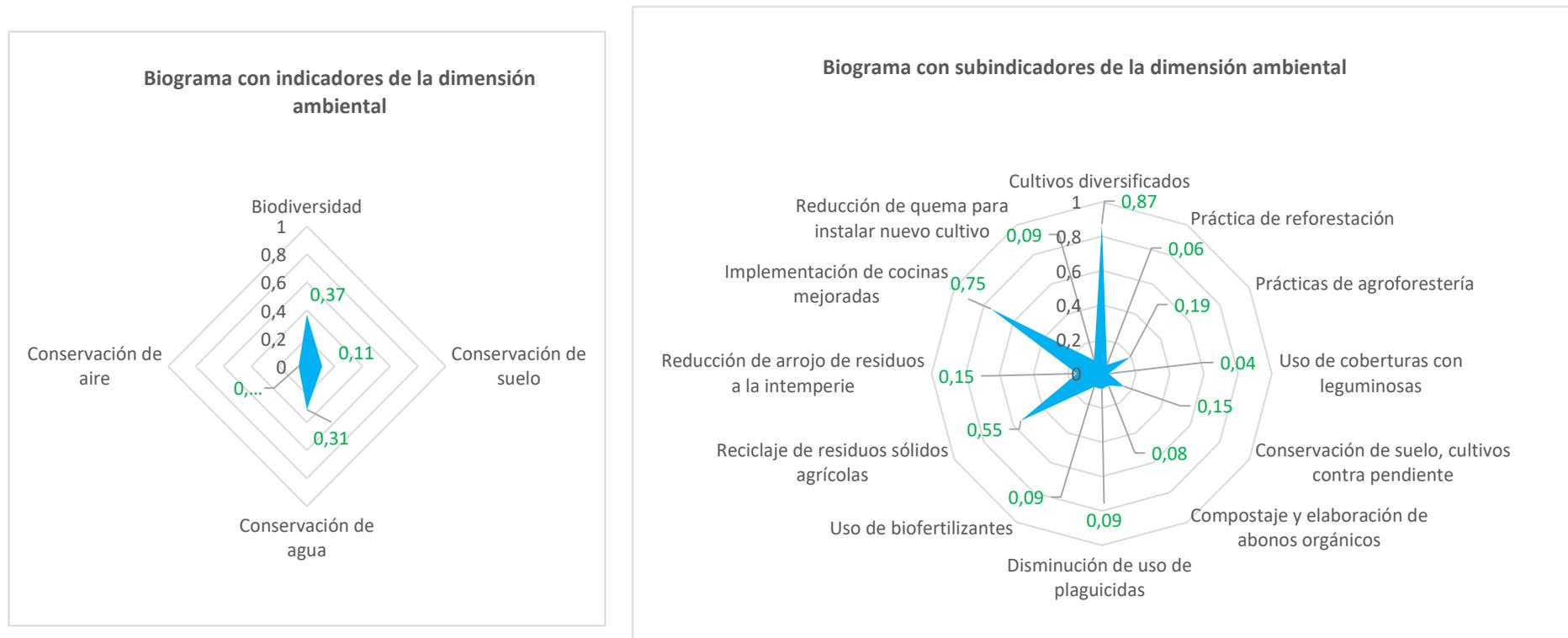
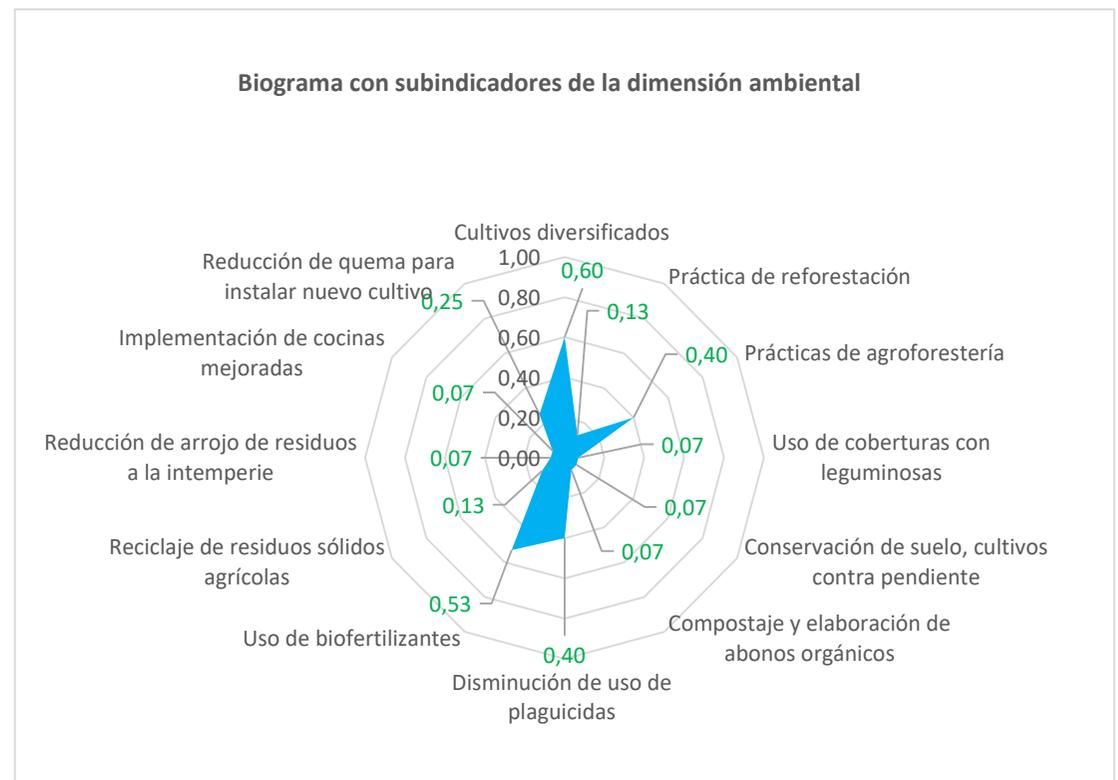
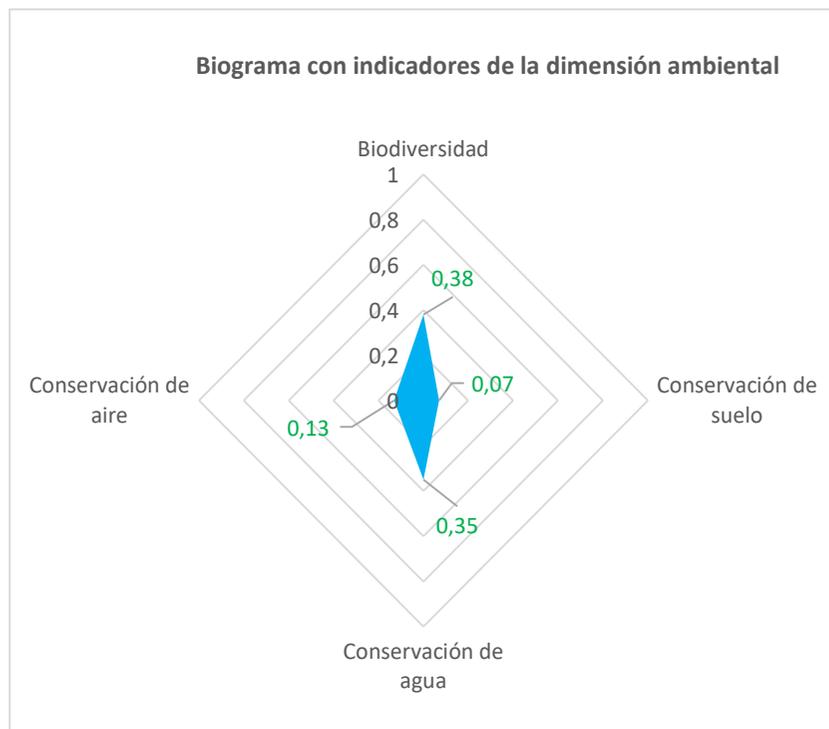


Figura 12

Biograma de sostenibilidad con relación a los sub indicadores e indicadores en la variable ambiental - Pillcosay



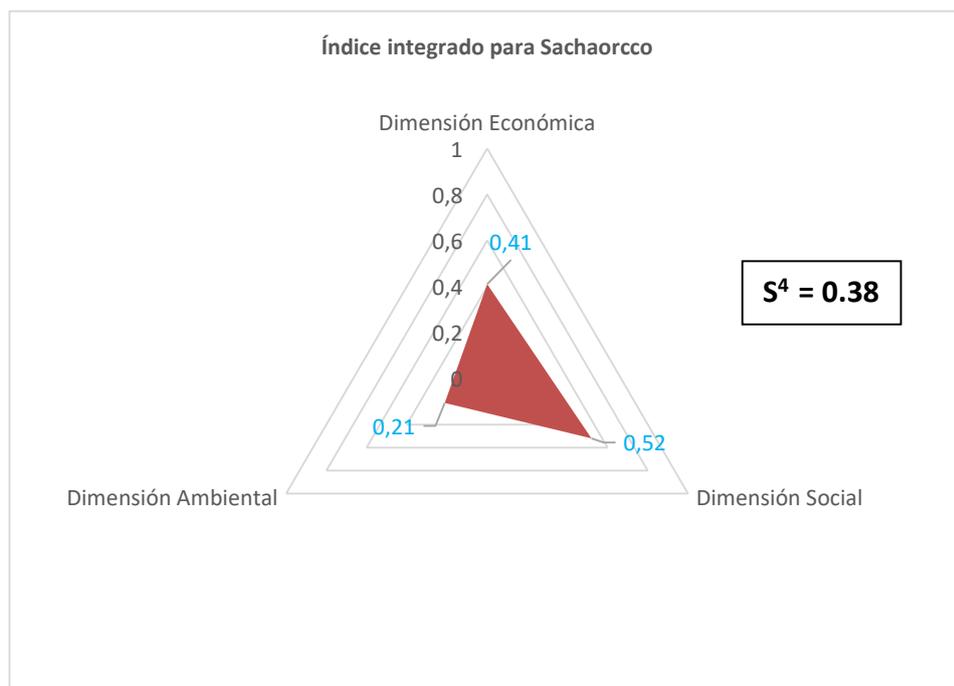
Cuadro 5

Índice integrado de desarrollo sostenible en Sachaorcco

Dimensiones	IS	Valor importancia por dimensión	S ⁴
D. Económica	0.41	43	0.18
D. Social	0.52	25	0.13
D. Ambiental	0.21	32	0.07
		100	0.38

Figura 13

Biograma de índice integrado de desarrollo sostenible en Sachaorcco



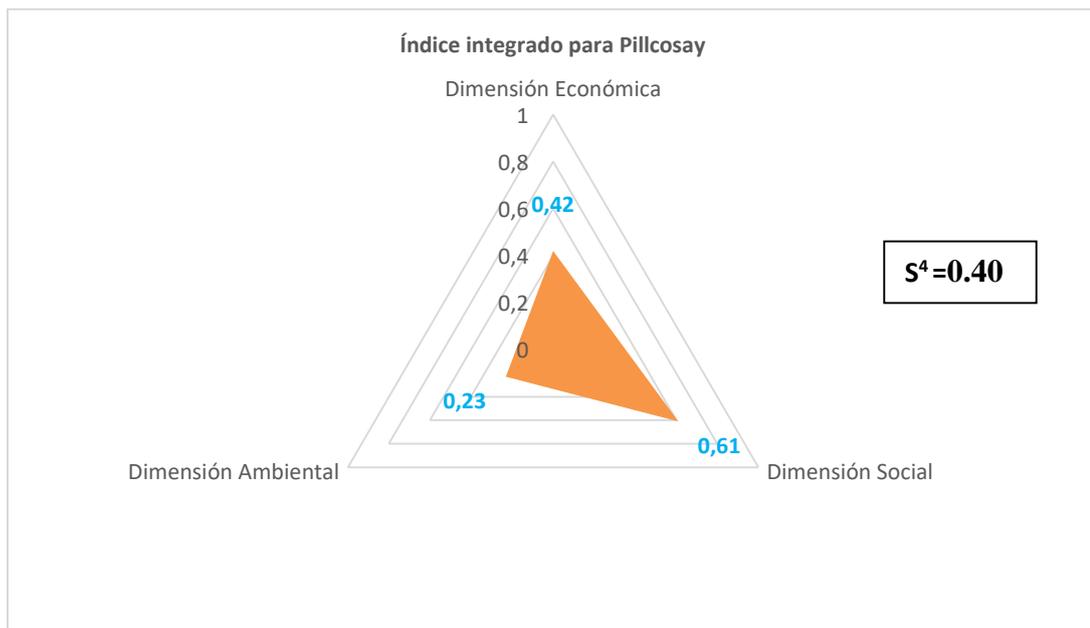
Cuadro 6

Índice integrado de desarrollo sostenible en Pillcosay

Dimensiones	IS	Valor importancia por dimensión	S4
Dimensión Económica	0.42	43	0.18
Dimensión Social	0.61	25	0.15
Dimensión Ambiental	0.23	32	0.07
		100	0.41

Figura 14

Biograma de índice integrado de desarrollo sostenible en Pillcosay



Cuadro 7

Valores de biograma

Valores del IS	Valores en el biograma
0.00	COLAPSO
0.20	COLAPSO
0.21	CRÍTICO
0.40	CRÍTICO
0.41	INESTABLE
0.60	INESTABLE
0.61	ESTABLE
0.80	ESTABLE
0.81	ÓPTIMO
1.00	ÓPTIMO

Fuente. Sepúlveda (2008)

4.2 Discusión de resultados

Los impactos ambientales ocasionados por el uso continuo de fertilizantes químicos fueron mitigados progresivamente gracias al manejo de estiércol de las especies vacuno y ovino, especies que son buenas fuentes de obtención de este fertilizante biológico, en concordancia con Huerta et al, (2009) quienes manifiestan que, la cantidad de estiércol generada al interior de la comunidad es suficiente para la elaboración de abonos orgánicos mediante un adecuado manejo del estiércol a pequeña escala, toda vez que entre los productores existe apreciación favorable de los estiércoles e interés por abonos orgánicos procesados.

Tanto el estiércol ovino como estiércol vacuno, son colocados a un costado de los corrales hasta la próxima campaña de siembra, contrariamente a lo reportado por Yahuita (2013) quien indica que para la conservación del estiércol se debe proteger de la acción del sol y de la lluvia para que no pierda su calidad.

En el presente estudio se determinó los índices integrados de desarrollo sostenible de 0.38 y 0.40 para las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay, respectivamente, equivalentes a la calificación como estado del sistema crítico, similar a lo reportado por Alcalá (2016) quien determinó un índice $S^4=0.37$ para la comunidad de Correntada, del valle de Pauriali, distrito de Mazamari, valor que equivale a la calificación como estado del sistema crítico, en el Biograma; ciertamente un estado del sistema muy preocupante, ya que sugiere que los indicadores y sub indicadores de sostenibilidad están muy bajos y su nivel de desarrollo es precario, de tal manera que se requiere de una oportuna intervención de las instituciones gubernamentales, ya sea a corto o mediano plazo.

Los índices para la dimensión Económica (0.41), dimensión social (0.52) y dimensión ambiental (0.21) determinados en el presente estudio, se asemejan a lo reportado por Carhuallanqui (2021) quien determinó índices de sostenibilidad ambiental, económico y social de 0,53 (inestable), 0,18 (colapso) y 0,24 (crítico), respectivamente, en unidades productivas de cacao convencional; estos índices corroboran lo aseverado por Lume (2019) quien investigó la sostenibilidad del cultivo de cacao convencional en unidades productivas, encontrando el índice para

la dimensión ambiental de 0.38, para la dimensión económica 0.35, dimensión social 0.34 en todos siendo crítico y la dimensión político institucional 0.10 en colapso.

Estos resultados nos llaman a la reflexión de que el bajo índice de sostenibilidad en la dimensión económica se da por el escaso uso de tecnología, baja diversificación de la producción y mínima productividad, dentro de una realidad muy conocida con alimentación desbalanceada en las poblaciones de bajos recursos que a su vez genera una alta susceptibilidad de contraer enfermedades, y las formas de tratar las múltiples enfermedades se centran en la etnoterapia, es decir a base de hierbas, asistiendo en pocas oportunidades a un centro de atención de salud.

Conclusiones

Respecto a la evaluación de manejo del estiércol, la principal fuente del estiércol para ambas comunidades, proviene de los vacunos y ovinos; siendo inadecuado el almacenamiento y apilado de estiércol.

El almacenamiento del estiércol tanto del ovino como del vacuno, se realiza en los corrales, apilándolo cerca del lugar de descanso del animal, a la intemperie, produciéndose la pérdida de nutrientes, después es trasladado a las parcelas, dos semanas antes de la siembra, aplicándolo directamente a los surcos.

El contenido de N existente en el suelo, es moderado, el P asimilable es muy bajo, el contenido de K intercambiable es de bajo a moderado, y el aporte de nutrientes del estiércol es elevado con respecto a estos tres elementos, en ambas comunidades, siendo eficiente para los cultivos, quedando residuos para usar en la rotación de otros cultivos.

A la luz de los resultados obtenidos en la presente investigación, la comunidad de Sachaorcco tiene un $S^4= 0.38$ que equivale a la calificación como estado del sistema crítico, al igual que la comunidad de Pillcosay que tiene un $S^4=0.40$ que también equivale a la calificación como estado del sistema crítico.

Recomendaciones

Para los agricultores, almacenar el estiércol bajo techo o en un pozo cubierto o en montones con lados escarpados para el desagüe, a fin de reducir la pérdida por lixiviación, por las lluvias.

A las autoridades locales, organizar talleres de información sobre los beneficios de los abonos orgánicos (estiércol y humus) en contraposición del uso de abonos químicos, el cual es utilizado por un número reducido de agricultores, puesto que la mayoría está consciente de las nefastas consecuencias futuras en las propiedades del suelo.

A los dueños de las parcelas, practicar la rotación de cultivos con leguminosas y cereales ya que es favorable para la incorporación del nitrógeno a los suelos.

Elaborar proyectos y actividades que mejoren los índices de sostenibilidad, desde la unidad de la familia de agricultores a corto o mediano plazo.

Referencias bibliográficas

- Acevedo, A., Leos, J., Figueroa, U. y Romo, J. (2017). Política ambiental: uso y manejo del estiércol en la Comarca Lagunera. *Acta Universitaria*, 27(4), 3-12.
- Alcalá, A. (2016). *Caracterización del desarrollo sostenible en dos comunidades agrícolas del distrito de Mazamari* [Tesis de Magister Scientiae en desarrollo sostenible, UNCP, Junín, Perú]. <https://n9.cl/ghg0v>
- Alvarado, M., Díaz, A. y Alejandro, F. (2018). Gallinaza, micorriza arbuscular y fertilización química reducida en la productividad de calabacita y pepino. *Rev. Int. Contam. Ambie.*, 34 (2), 273-279.
- Anchivilca, G. (2018). *Abonamiento orgánico y fertilización NPK en arveja verde (Pisum sativum L.) CV. Rondo, bajo riego por goteo en Tupicocha Huarochirí*. [Tesis de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina -Lima Perú]. <https://n9.cl/l0uw>
- Apaza, D. (2013). *Compostaje y biodigestión con subproductos de camal en Puno-Perú* [Tesis de Doctoris Scientiae en Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú]. <https://n9.cl/r6qh>
- Ardiles, R. (2019). *Diagnóstico de la fertilidad de los suelos con fines agrícolas de la comunidad campesina de Pampacancha-distrito y provincia de Recuay-Ancash*. [Tesis de Ingeniero agrónomo, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Recuay, Ancash]. <https://n9.cl/e6nd>
- Arellano, L., Cruz, M. y Huerta, C. (2014). *El estiércol: material de desecho, de provecho y algo más*. Instituto de ecología A.C. México. 38 p. ISBN: 978-607-7579-42-7.
- Blázquez, A. (2020). *Digerido anaeróbico de estiércol bovino como sustituto de la fertilización sintética: su efecto sobre el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.)* [Trabajo de Intensificación, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina]. <https://acortar.link/FgUdHb>
- Baltodano, A., y Víctor, H. (1994). *Lecciones de Filosofía contemporánea*. Trilce, Trujillo.

- Berrios, J. (2015). *Fuentes y niveles de materia orgánica en condiciones de invernadero* [Tesis de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú]. <https://n9.cl/ebdu2>
- Barrientos, L., y Rojas, D. (2020). *Efecto del compost de residuos orgánicos y estiércol vacuno en suelo franco arenoso de la Asociación Vivienda La Bloquetera - Villa María del Triunfo* [Tesis de Ingeniero ambiental, Universidad Peruana Unión, Lima, Perú].
- Campos, W. (2020). *Metodología campesina a campesino y su impacto en la promoción de la agricultura sostenible y seguridad alimentaria en las comunidades del distrito de Huacrachuco* [Tesis de maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, Huánuco, Perú]. <https://acortar.link/7vpR3o>
- Cajamarca, D. (2012). *Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos*. [Tesis de ingeniero agrónomo, Universidad de Cuenca, Ecuador]. <https://n9.cl/cm1r>
- Castillo, T. (2017). *Efectos de tres abonos orgánicos en el rendimiento de Solanum tuberosum L, Var Yungay en Santiago de Chuco* [Tesis de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad, Perú] <https://n9.cl/7xs8w>
- Carvajal, J. y Mera, A. (2010). Fertilización Biológica: Técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. *Producción + Limpia*, 5 (2), 77-96.
- Cardoso, O. J y Escobar, J.J. (2019). *Fertilización orgánica con composta de residuos biológicos y biodigestor, en la producción de maíz (Zea mays L.) en Temascaltepec, México* [Tesis Licenciatura de ingeniero agrónomo zootecnista. Universidad Autónoma del Estado de México] Temascaltepec, México.
- Cepeda, J. (2017). *Abonos orgánicos a base de estiércol bovino*. [Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México]. <https://acortar.link/4x3vx8>
- Cevallos, K. (2016). *Efecto del incremento de la concentración de microorganismos eficaces, en la calidad del compost obtenido a partir de estiércol de bovinos, en el cantón Yaguachi, Guayas-Ecuador-2013*. [Tesis de doctor en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Tumbes, Perú]. <https://n9.cl/05ou8>
- Colachagua, C. (2011). *Fertilizantes orgánicos e inorgánicos en la producción de papa (Solanum tuberosum l.) Var. canchan, en las localidades de Hualahoyo y*

- el Mantaro*. [Tesis de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional del Centro, Junín, Perú]. <https://n9.cl/dxaru>
- Contreras, N., y Diaz, E. (2015). Estructura financiera y rentabilidad: origen, teorías y definiciones. *Revista Valor Contable*, Vol. 2,(1), 35-44.
<https://acortar.link/qcQ4WX>
- Cordero, R. (2013). *Caracterización química del estiércol y su manejo en explotaciones de lechería familiar de los altos de Jalisco* [Tesis de Ingeniero en Sistemas Pecuarios, Universidad de Guadalajara, Jalisco. México].
<http://repositorio.cualtos.udg.mx:8080/jspui/handle/123456789/535>
- Córdova, A. (2019). *Efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales totora y la contaminación de las hortalizas por metales pesados en la comunidad de totora Ayacucho 2017-2018* [Tesis doctoral en medio ambiente y desarrollo sostenible, Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Perú].
- Cortés, F. (2018). Observación, casualidad y explicación casual. *Perfiles Latinoamericanos*, 26(52), 1-20. <https://doi.org/10.18504/pl2652-001-2018>.
- Haro, J. (2022). *Sustentabilidad de los sistemas de agricultura familiar en el Catón Penipe , Provincia de Chiborazo Ecuador* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima Perú] <https://acortar.link/itMZaK>
- Díaz, A., Alejandro, F., Cisneros, E., Espinosa, M. y Ortiz, F. (2021). Fertilización biológica, orgánica y mineral reducido en soya (*Glycine max L.*) *Terra Latinoamericana*, 39, 1-9. e725. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.725>
- Elliot, J. (2007). Desarrollo participativo de tecnologías: Lecciones desde la experiencia práctica en la sierra del Perú. p 79. ISBN N° 978-9972-47-144-5
- Escarcena, E. (2019). *Estiércol de vacuno con bioactivador de la Rhizósfera en la producción de arveja (Pisum sativum L.) CV. Quantum en la campaña de Arequipa*.
- Escobar, O. y Campana, A. (2020). Consumo de aguas manantiales y la salud ambiental de los estudiantes del IESTP Vilcabamba-Grau-Apurímac, 2020. *Big Bang Faustiniiano* 10(1), 42-45. <https://doi.org/10.51431/bbf.v10i1.670>
- Espinoza, A., Franco, D. Fajardo, P., Real, G. y Pincay, R. (2020). Crecimiento y rendimiento de clitoria ternatea con la aplicación de fertilizantes biológicos. *Nexo Agropecuario*, 8 (2), 43-51.

- FAO. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales*. FAO. <https://www.fao.org/3/i8864es/I8864ES.pdf>
- Figueroa, U., Núñez, G., Delgado, J., Cueto, J. y Flores, J. (2009). Estimación de la producción de estiércol y de la excreción de nitrógeno, fosforo, y potasio por bovino lechero en la Comarca Lagunera. P.154. ISBN: 978-607-00-1646-7
- Ferrus, E. (2016). *Influencia de la fertilización sobre la actividad biológica del suelo. Estudio comparativo de diferentes fuentes de materia orgánica*, [Tesis de doctorado, Universitat de les Illes Balears, España].
- González, R. (2013). *Influencia de musgo descompuesto Sphagnum y tres abonos orgánicos en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) en condiciones de Acobamba* [Tesis de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú]. <https://n9.cl/skc4m>
- Gómez, I. (2020). *Desarrollo sostenible*. Editorial Elearning, S.L .España, pg.132. <https://acortar.link/IOCIRY>
- Grageda, O., Díaz, A., Peña, J. y Vera, J. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(6), 1261-1274.
- Huerta, E., Cruz, J. y Aguirre, L. (2019). La apreciación de abonos orgánicos para la gestión local comunitaria de estiércoles en los traspatios. *Stud. soc. Rev. aliment. contemp. desarro. reg.*, 29 (53), 1-11.
- INTA (2021). *Manual para la producción de fertilizantes biológicos*. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, Managua, Nicaragua. <https://acortar.link/Cn5BUZ>
- Janampa, M. (2018). *Niveles de estiércol de ovino y formas de siembra en el rendimiento de espinaca (Spinacia oleracea L.)*. Arizona-3200 ms.n.m. [Tesis de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú]. <https://n9.cl/hjf4b>
- Khajeeyan, R., Salehi, A., Dehnavi, M. M., Farajee, H., y Kohanmoo, M. (2019). Physiological and yield responses of Aloe vera plant to biofertilizers under different irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 225.105768.
- López, C., y Herrera, Y. (2018). *Propuesta para el aprovechamiento de lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Estelí, I Semestre*

2017. [Tesis de Ingeniero Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Estelí, Nicaragua].
- Luque, R. (2013). *Evaluación del manejo del estiércol y la fertilidad del suelo en parcelas agrícolas de las Comunidades de Chinchaya y Cohani del Municipio de Ancoraimes* [Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia]. <https://n9.cl/ja4g9>
- Ludeña, M.J. (2019). *Efecto de los microorganismos eficaces en la descomposición de los desechos sólidos orgánicos más estiércol de ganado vacuno en el distrito de José Gálvez* [Tesis de Ingeniero Ambiental, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú].
- Lume, M. (2019). Sostenibilidad del cultivo de cacao convencional en el Centro Poblado Las Lomas – Río Negro.
- Marcañaupa, E. (2014). *Efecto de tres tipos de abonos orgánicos (humus de lombriz, estiércol de ovino y estiércol de vacuno) en la producción de plántones de durazno en Ocopa, Lircay, Huancavelica* [Tesis de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú]. <https://n9.cl/00aw4>
- Martínez, B., y Rodríguez, S. (2010). *Evaluar la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica en el cultivo de amaranto (Amaranthus spp) en dos localidades de la provincia de Cotopaxi* [Tesis de ingeniero agrónomo, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador]. <https://n9.cl/09on>
- Martínez, R. (2009). Sistemas de producción agrícola sostenible. *Tecnología En Marcha*, 22(2), 23-39
- Martínez, F. (2016). Gestión y tratamiento de residuos agrícolas. *Revista equipamiento y servicios municipales*, 125, 38-48. ISSN 1131-6381.
- Molina, O. (2017). Rentabilidad de producción agrícola desde la perspectiva de los costos reales: Municipios Pueblo Llano y Rangel del Estado Mérida, Venezuela. *Visión gerencial* <https://acortar.link/CkMx6a>
- Moron, M. (2019). *Presente y futuro de la agricultura sostenible*. CITE agroindustrial-Ica, Perú. p.4
- Moreno, A., y Reyes, J. (2020). *Tipos selectos de susceptibilidad, reto permanente para el nuevo milenio*. 1 edición AM Editores S. A. de C.V.

- Mundaca, J. C (2020). *Dosis de fertilizante orgánico granulado en la producción del cultivo de lechuga (Lactuca asativa L.) variedad Creat Lakes, en la provincia de Lamas* [Tesis de ingeniero agrónomo, UNSM, Tarapoto, Perú].
- Núñez, C. (2016). *Efectos de biofertilización con Azotobáctera chroococcum en el crecimiento y rendimiento de tomate (Solanum lycopersicum L.) y pepino (Cucumis sativus L.) cultivados en condiciones de invernadero*. [Tesis de maestría. Centro de investigación en química aplicada, Coahuila, México].
- Orozco, R. y Muñoz, R. (2016). Efecto de abonos orgánicos en las propiedades químicas del suelo y el rendimiento de la mora (*Rubus adenotrichus*) en dos zonas agroecológicas de Costa Rica. *Tecnología en Marcha* 25 (1),16-31.
- Pérez, G., Morgado, M., Vaillant, E. y Campos, O. (2019). Evaluación de sustratos para huertos intensivos y organopónicos. *Revista Universidad y Ciencia*, 8(especial), 368-379.
- Piza, J. (2020). *Efecto de un compostaje orgánico en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.)* [Tesis de pregrado. Universidad Agraria Ecuador, Milagros, Ecuador]. <https://acortar.link/jfRbYa>
- Quispe, J. (2018). *Niveles de estiércol de ovino en el rendimiento en vaina verde de dos variedades de haba (Vicia faba L.) Socos, 3200 msnm-Ayacucho* [Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú]. <https://n9.cl/lpdsc>
- Pulido, J. (2018). *Evaluación de la Fertilización Biológica como Alternativa a la Fertilización Química en el Cultivo de Hortalizas en el Estado de Colima* [Tesis de Ingeniero Ambiental, Instituto Tecnológico de Colima, Colima, México]. <https://acortar.link/eOlthZ>
- Ramírez, S. (2017). *Manejo de excretas de ovejas mediante compostaje, inoculado con microorganismos de montaña (MM) nativos en la finca experimental Santa Lucia, Heredia* [Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Heredia, Costa Rica]. <https://n9.cl/8tn0c>

- Rizo, M., Vuelta, D. y Lorenzo, A. (2017). Agricultura, desarrollo sostenible, medioambiente, saber campesino y universidad. *Red revista científicas de América Latina*, el Caribe, España y Portugal. 1027-2887, pp. 106-120.
- Román, P. Martínez, M. y Pantoja A. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor. Experiencias en América Latina. Santiago de Chile. FAO. E-ISBN 978-92-5-307845-5.
- Romero, K. D (2019). *Análisis perspectiva del desarrollo sostenible de la agricultura en la provincia de Huaura periodo 2000- 2016* [Tesis para optar el título de economista, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huamachuco, Perú].
- Rojas, R. (2015). *Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento y composición química de la quinua (Chenopodium quinoa W.) variedad Hualhuas, en el distrito de Huando -Región Huancavelica* [Tesis de ingeniero zootecnista, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú].
- Rueda, H. (2021). *Rentabilidad a partir de implementación de modelos productivos sostenibles*. Universidad de la Costa Facultad en Ciencias Económicas: Barranquilla, Colombia. Caso de estudio.
- Rueda, E., Ortega, J, Barrón, Jesús, López, J, Murillo, B., Hernández, L., Alvarado, A y Valdez, R. (2015). Los fertilizantes biológicos en la agricultura. *Invurnus*, 10 (1), 10-17. <https://acortar.link/m7nZL6>
- Sachs D. Jeffrey. (2014). *La era del desarrollo sostenible*. Ediciones Deusto, España
- Salazar, J. (2020). Conocimiento y compromiso de la sociedad peruana con la agricultura sustentable [Tesis de maestría. Universidad Nacional la Molina, Lima, Perú].
- Salazar, E., Fortis, M., Vásquez, A. y Vásques, C. (2003). *Abonos orgánicos y plasticultura*. Sociedad Mexicana de ciencias del suelo A.C. Facultad de agricultura y zootecnia de la UJED.
http://www.smcsmx.org/files/books/abonos_org.pdf
- Sánchez, J.E. (2010). *Fosforo residual de estiércol vacuno en la producción de forraje de maíz y avena en un suelo de textura arcillosa* [Tesis de Ingeniero en Agroecología, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México]. <https://n9.cl/4di6a>

- Sepúlveda, S. (2008). Metodología para estimar el nivel desarrollo sostenible de territorios. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José: Costa Rica. <http://www.iica.int>
- Silva, O., Martínez, R., Molina, R., y Castorena, M. (2017). Aplicación de Estiércol Bovino y Té de Lombricomposta en el Cultivo de Zanahoria (*Daucus carota* L.), en la Región de Rodeo, Durango. *Revista de Simulación y Laboratorio*, 4(11), 22-27.
- Storino, F. (2017). *Compostaje descentralizado de residuos orgánicos domiciliarios a pequeña escala: Estudio de proceso y del producto obtenido* [Tesis doctoral en agrobiología ambiental, Universidad Politécnica de Navarra, Pamplona].
- Ttito, A. (2019). “*Evaluación de las propiedades del suelo por incorporación de nutrientes y materia orgánica proveniente de los residuos sólidos orgánicos agrícolas del mercado metropolitano - I etapa Andrés Avelino Cáceres y su efecto en el cultivo del Raphanus sativus (rabanito) - Majes pedregal, 2017* [Tesis de licenciada en Química. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú].
- Trujillo, Y. L. (2020). Fuentes y dosis de materia orgánica en el rendimiento de papa en Pontó – Huari [Tesis de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional de José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú].
- Valverde, L.A. (2020). *Impacto del uso de biofertilizantes sobre la calidad de un suelo cultivado con gladiolos (Gladiolus grandiflorus L.)* [Tesis de ingeniero agrónomo, Universidad Autónoma del Estado de México, México].
- Yahuita, L. (2013). Comportamiento de la cebadilla (*Bromus catharticus*) con la incorporación de estiércol tratado de llama en la provincia Ingavi, municipio Viacha, comunidad Charahuayto. <https://n9.cl/wj0sik>
- Yaish, M. Al-Lawati, A., Jana, G., Yasuta, H. y Glick, B. (2016). Impact of soil salinity on the structure of the bacterial endophytic community identified from the roots of Caliph medic (*Medicago truncatula*). PLoS ONE, 11(7), e0159007. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159007>
- Zermeño, A., Cárdenas, J.O., Ramírez, O., Benavides, A., Cadena, M. y Campos, S. (2015). Fertilización biológica del cultivo de maíz. *Revista mexicana de ciencias Agrícolas*, 6 (12).

ANEXOS

Matriz de consistencia

Fertilización biológica para el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay, Acobamba, Huancavelica

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema general</p> <p>¿De qué manera la fertilización biológica influye en el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>a. ¿De qué manera la fertilización biológica influye en el desarrollo económico de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay?</p> <p>b. ¿De qué manera la fertilización biológica influye en el desarrollo social de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay?</p> <p>c. ¿De qué manera la fertilización biológica influye en el desarrollo ambiental de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar la influencia de la fertilización biológica en el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>a. Determinar la influencia de la fertilización biológica en el desarrollo económico de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay.</p> <p>b. Determinar la influencia de la fertilización biológica en el desarrollo social de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay</p> <p>c. Determinar la influencia de la fertilización biológica en el desarrollo ambiental de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La fertilización biológica influye positivamente en el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>a. La fertilización biológica influye positivamente en el desarrollo económico de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay</p> <p>b. La fertilización biológica influye positivamente en el desarrollo social de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay</p> <p>c. La fertilización biológica influye positivamente en el desarrollo ambiental de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Fertilización biológica</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Desarrollo agrícola sostenible</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Método: Macro metodología de Sistema agropecuario</p> <p>Diseño: Experimental GE: O1 X O2 Dónde: (X) Características de los parámetros G.E.: Grupo experimental.</p> <p>O1: Observación inicial. O2: Observación final. X: Manipulación de la variable independiente</p> <p>Población: N = 425 animales (ovino y vacuno)</p> <p>Muestra: n= 103 unidades experimentales.</p> <p>Muestreo: muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional al tamaño del estrato.</p>

Instrumento de recolección de datos

Encuesta a los pobladores de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay

Estimado vecino:

Estamos desarrollando el proyecto “Fertilización biológica para el desarrollo agrícola sostenible de las comunidades de Sachaorcco y Pillcosay, Acobamba, Huancavelica” por lo que le agradeceríamos que nos apoye con sus respuestas que serán de gran valor para la ejecución del proyecto en mención.

Comunidad :

DIMENSIÓN ECONÓMICA DEL DESARROLLO AGRICOLA SOSTENIBLE	Muy poco	Poco	Medianamente suficiente	Suficiente	Mucho
	1	2	3	4	5
Con la fertilización biológica:					
1. ¿Obtuvo ingresos mayores al sueldo mínimo?					
2. ¿Mejóro sus ingresos económicos?					
3. ¿Ha tenido acceso a créditos agrícolas?					
4. ¿Mejóro la infraestructura vial?					
5. ¿Se optimizó la infraestructura productiva?					
6. ¿Disminuyeron los costos de producción?					
7. ¿Mejóro la rentabilidad agrícola?					
8. ¿Se generó la capacitación en maquinarias básicas?					
9. ¿Mejóro la transferencia tecnológica?					
10. ¿Aumentó la producción para la venta?					
11. ¿Aumentó la producción para el consumo?					
12. ¿Se implementó la asociatividad para la producción?					

DIMENSIÓN SOCIAL DEL DESARROLLO AGRICOLA SOSTENIBLE Con la fertilización biológica:	Muy poco	Poco	Medianamente suficiente	Suficiente	Mucho
	1	2	3	4	5
1. ¿Aumentó la tasa de alfabetización?					
2. ¿Se dio la mejora de capacidades?					
3. ¿Mejóro el grado de instrucción de la cabeza de hogar?					
4. ¿Se redujo el índice de morbilidad?					
5. ¿Mejóro la infraestructura médica?					
6. ¿Aumentaron familias con seguro social?					
7. ¿Mejóro la calidad de agua potable?					
8. ¿Se optimizó la energía eléctrica?					
9. ¿Se amplió la instalación de desagüe?					
10. ¿Se organizó la familia con habitaciones para cada miembro?					
11. ¿Aumentaron los títulos de propiedad?					
12. ¿Aumentaron las casas de material noble?					

DIMENSIÓN AMBIENTAL DEL DESARROLLO AGRICOLA SOSTENIBLE Con la fertilización biológica:	Muy poco	Poco	Medianamente suficiente	Suficiente	Mucho
	1	2	3	4	5
1. ¿Se diversificaron los cultivos?					
2. ¿Se promovió la práctica de reforestación?					
3. ¿Se incentivó la práctica de agroforestería?					
4. ¿Se implementó el uso de cobertura con leguminosas?					
5. ¿Se mejoró la conservación de suelo con cultivos contra pendiente?					
6. ¿Se masificó el compostaje y elaboración de abonos orgánicos?					
7. ¿Disminuyó el uso de plaguicidas?					
8. ¿Aumentó el uso de biofertilizantes?					
9. ¿Se promovió el reciclaje de residuos sólidos agrícolas?					
10. ¿Aumentó la reducción de arrojado de residuos a la intemperie?					
11. ¿Se implementaron las cocinas mejoradas?					
12. ¿Se dio la reducción de quema para instalar nuevo cultivo?					

Base de datos

PRODUCTORES ENCUESTADOS	COMUNIDAD DE SACHAORCCO											
	DIMENSIÓN ECONÓMICA											
	Indicadores											
	Fuente de ingresos			Mejoras al sistema productivo			Desarrollo económico comunitario			Destino de la producción y asociatividad		
	Ingresos mayores al sueldo mínimo	Mejora de los ingresos económicos	Productores con acceso a créditos agrícolas	Infraestructura vial	Infraestructura productiva	Disminución de costos de producción	Mejora de la rentabilidad agrícola	Capacitación en maquinarias básicas	Transferencia tecnológica	Producción para la venta	Producción para el consumo	Asociatividad para la producción
1	4	3	4	3	5	5	5	4	5	3	4	5
2	3	4	3	4	3	3	3	4	3	5	3	3
3	3	3	3	2	3	5	5	3	5	5	3	5
4	3	2	2	5	5	3	3	5	3	3	5	3
5	4	5	5	3	3	4	2	2	4	5	2	4
6	3	3	3	5	4	3	5	5	3	3	3	5
7	5	2	3	3	2	4	2	3	3	4	3	3
8	2	4	4	3	3	3	3	3	4	3	5	3
9	4	3	2	4	5	3	5	5	3	3	3	4
10	2	4	3	2	2	5	3	3	2	5	2	3
11	2	3	4	3	5	3	3	3	5	3	3	5
12	5	5	3	4	3	3	4	4	3	4	5	3
13	3	3	3	3	2	5	3	3	3	5	2	4
14	3	4	5	3	4	3	3	5	3	3	3	3
15	4	3	2	5	3	3	4	3	4	5	3	4
16	2	5	3	2	3	4	2	5	3	3	4	3
17	5	3	4	3	5	3	5	3	5	5	3	5

PRODUCTORES ENCUESTADOS	COMUNIDAD DE SACHAORCCO											
	DIMENSIÓN SOCIAL											
	Indicadores											
	Educación			Salud			Servicios básicos			Vivienda		
	Tasa de alfabetización	Mejora de capacidades	Grado de instrucción de la cabeza de hogar	Reducción del índice de morbilidad	Infraestructura médica	Familias con seguro social	Agua potable	Energía eléctrica	Instalación de desagüe	Familia con habitaciones para cada miembro	Título de propiedad	Casas de material noble
	1	4	4	4	3	3	2	5	5	3	3	5
2	2	2	2	4	4	3	5	5	3	4	2	2
3	5	5	5	3	3	4	4	5	4	3	5	3
4	3	3	2	5	2	2	4	4	2	4	2	2
5	5	5	5	3	2	2	4	5	5	3	4	2
6	2	4	3	5	4	5	5	4	3	5	3	5
7	4	3	2	2	2	2	4	3	4	2	4	2
8	4	5	5	3	3	4	5	5	5	5	5	5
9	3	3	2	2	2	2	3	3	4	2	4	3
10	5	4	3	4	5	5	5	4	4	5	3	2
11	2	2	2	2	2	2	4	4	2	3	2	2
12	5	5	4	3	3	3	5	5	5	4	3	2
13	2	2	2	4	3	5	4	5	5	3	5	2
14	4	5	5	2	4	2	3	4	4	4	3	3
15	3	3	2	5	3	4	5	5	5	3	3	3
16	5	4	5	3	3	3	3	5	4	4	5	5
17	5	3	3	5	3	4	5	5	5	5	5	5

PRODUCTORES ENCUESTADOS	COMUNIDAD DE SACHAORCCO												
	DIMENSIÓN AMBIENTAL												
	Indicadores												
	Biodiversidad			Conservación de suelo			Conservación de agua			Conservación de aire			
	Cultivos diversificados	Práctica de reforestación	Prácticas de agroforestería	Uso de coberturas con leguminosas	Conservación de suelo, cultivos contra pendiente	Compostaje y elaboración de abonos orgánicos	Disminución de uso de plaguicidas	Uso de biofertilizantes	Reciclaje de residuos sólidos agrícolas	Reducción de arrojado de residuos a la intemperie	Implementación de cocinas mejoradas	Reducción de quema para instalar nuevo cultivo	
1	4	2	2	2	2	2	2	4	2	2	3	2	
2	3	2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	
3	5	3	3	5	3	3	4	5	5	2	2	2	
4	4	3	4	3	3	3	3	5	3	3	3	3	
5	5	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	
6	5	2	2	3	3	3	3	4	3	2	2	3	
7	5	2	4	3	2	2	3	3	3	3	5	4	
8	5	5	3	4	4	5	5	5	4	4	3	3	
9	4	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	
10	4	2	2	3	2	2	3	5	3	3	3	2	
11	5	3	4	3	3	3	4	5	3	3	3	5	
12	5	2	2	5	3	3	3	4	3	3	3	2	
13	4	2	2	2	2	3	2	4	2	2	2	2	
14	5	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	
15	4	2	2	3	3	3	3	4	2	2	3	3	
16	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	
17	5	2	2	3	3	5	3	5	3	3	3	2	

PRODUCTORES ENCUESTADOS	COMUNIDAD DE PILLCOSAY												
	DIMENSIÓN ECONÓMICA												
	Indicadores												
	Fuente de ingresos			Mejoras al sistema productivo			Desarrollo económico comunitario			Destino de la producción y asociatividad			
	Ingresos mayores al sueldo mínimo	Mejora de los ingresos económicos	Productores con acceso a créditos agrícolas	Infraestructura vial	Infraestructura productiva	Disminución de costos de producción	Mejora de la rentabilidad agrícola	Capacitación en maquinarias básicas	Transferencia tecnológica	Producción para la venta	Producción para el consumo	Asociatividad para la producción	
	1	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	5	3
2	4	3	3	3	5	3	4	3	4	3	3	4	
3	2	3	2	5	3	5	3	3	2	4	3	3	
4	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	3	4	
3	3	3	3	4	3	5	3	3	3	3	5	3	
6	5	4	5	3	2	2	4	5	5	3	3	5	
7	3	5	3	5	4	4	3	3	3	4	3	3	
8	4	3	5	3	3	3	3	3	4	3	5	3	
9	2	2	2	2	3	5	5	5	2	4	3	5	
10	5	5	3	3	3	3	3	3	5	5	3	3	

PRODUCTORES ENCUESTADOS	COMUNIDAD DE PILLCOSAY												
	DIMENSIÓN SOCIAL												
	Indicadores												
	Educación			Salud				Servicios básicos			Vivienda		
	Tasa de alfabetización	Mejora de capacidades	Grado de instrucción de la cabeza de hogar	Reducción del índice de morbilidad	Infraestructura médica	Familias con seguro social	Agua potable	Energía eléctrica	Instalación de desagüe	Familia con habitaciones para cada miembro	Título de propiedad	Casas de material noble	
	1	5	3	5	3	5	4	5	5	4	3	5	3
2	4	5	3	4	3	3	5	5	3	5	4	5	
3	5	5	3	3	3	5	5	5	5	4	3	3	
4	2	2	4	2	2	2	4	4	3	3	2	2	
5	4	4	3	5	5	3	5	4	5	5	4	5	
6	5	3	4	3	3	4	4	5	5	5	5	5	
7	5	5	4	3	3	3	5	5	4	3	3	3	
8	3	3	3	5	5	5	5	5	5	4	3	4	
9	5	5	5	3	3	3	4	4	5	5	5	3	
10	3	4	3	4	3	3	3	4	5	3	5	5	

PRODUCTORES ENCUESTADOS	COMUNIDAD DE PILLCOSAY											
	DIMENSIÓN AMBIENTAL											
	Indicadores											
	Biodiversidad			Conservación de suelo			Conservación de agua			Conservación de aire		
	Cultivos diversificados	Práctica de reforestación	Prácticas de agroforestería	Uso de coberturas con leguminosas	Conservación de suelo, cultivos contra pendiente	Compostaje y elaboración de abonos orgánicos	Disminución de uso de plaguicidas	Uso de biofertilizantes	Reciclaje de residuos sólidos agrícolas	Reducción de arrojado de residuos a la intemperie	Implementación de cocinas mejoradas	Reducción de quema para instalar nuevo cultivo
	1	4	2	2	3	3	3	3	5	3	3	3
2	3	3	4	3	3	3	5	3	2	3	3	4
3	5	2	2	3	3	2	2	4	3	3	4	3
4	4	3	4	3	3	5	4	3	5	3	3	2
5	4	4	3	4	5	3	3	5	3	3	3	5
6	3	2	2	2	3	3	4	3	2	4	3	3
7	5	2	4	3	3	3	3	5	2	2	2	2
8	3	2	3	3	3	3	5	3	3	3	3	4
9	5	2	4	3	3	3	3	4	2	2	3	3
10	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2

Fotografías



Coordinación con la autoridad de la comunidad de Pillcosay



Coordinación con la autoridad de la comunidad de Sachaorcco



Encuestas a los productores de la comunidad de Pillcosay



Encuestas a los productores de la comunidad de Sachaorcco



Determinación de número de animales de ovinos de la comunidad de Sachaorcco



Numero de animales de ganado vacuno de la comunidad de Pillcosay



Ovinos con arnés de la comunidad Sachaorcco



Uso de arnés para la recolección del estiércol ovino



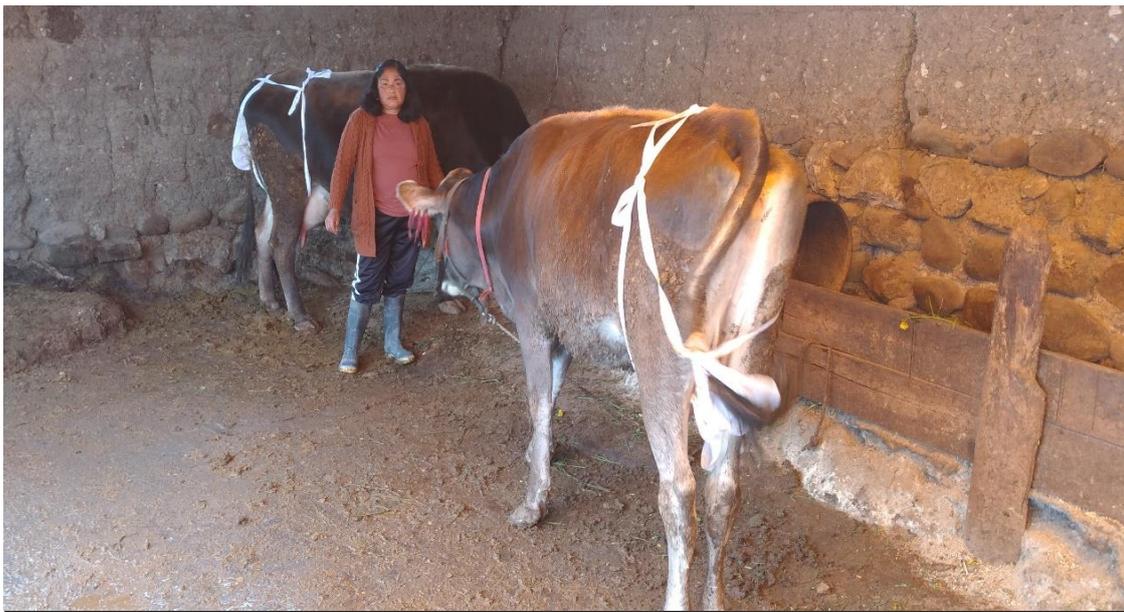
Uso de arnés en la vaca



Selección de las vacas para el uso de arnés



Forma de colocar el arnés en ganado vacuno



Lugar de descanso de ganado vacuno



Muestra del estiércol de vacunos para el pesado



Determinación de consumo de pasto en los vacunos



Selección de ganados ovino machos y hembra para colocar el arnés



La forma de colocar el arnés en el ganado ovino



La muestra colocada de arnés en el ovino



El estiércol de los ovinos es conservado en el piso del corral de descanso



Práctica de recolección de la muestra del estiércol de ovino



Los ovinos seleccionados con arnés esperando hasta el día siguiente para retirar la muestra de estiércol



Valor nutritivo del heno utilizando como alimento en ganado ovino



La alimentación de ovino con forraje henificado



Muestra del estiércol de ganado ovino



Forraje henificado de gramínea para el consumo del animal



Conservación del estiércol de vacunos en montones



Obtención de abonos orgánicos listo para la aplicación en los cultivos



Estiércol de ovinos de dos meses en proceso de descomposición



Estiércol de ganados vacuno de dos meses



Estiércol descompuesto de 6 meses



Estiércol de ganado ovino preparado para su descomposición



Ganados ovinos sujetado en estaca a lado de la casa del agricultor



El establo de ganado vacuno de la comunidad de pillcosay



Ganados ovinos sujetado en estaca a lado de la casa del agricultor



Espacio limpio del piso del corral del ganado ovino