UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR EN OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL EFECTO DE LA ADICIÓN DE ESTIÉRCOL BOVINO EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

AUTOR:

Zoila Rosa Guzmán Brito

DOCENTE - TUTOR:

MSc. Armando Vinicio Paredes Peralta

PUYO - PASTAZA -ECUADOR

2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO **Revisión bibliográfica del efecto de la adición de estiércol bovino en la producción agrícola**		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	4/5	
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	15/20	OBJETIVO CON 2 INTENCIONES: - realizar un análisis comparativo - determinar los mejores resultados
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	10/15	POCO DE ESTIÉRCOL BOVINO
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	12/15	SE DEFINE COMO VARIABLE -Comparación entre el estiércol bovino y un fertilizante tradicional sobre los cultivos agrícolas.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	20/25	SE DEFINE COMO VARIABLE EN METODOLOGÍA Y NO APARECE TRATADA AQUÍ -Comparación entre el estiércol bovino y un fertilizante tradicional sobre los cultivos agrícolas.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	5/10	SE GENERALIZAN DOSIS DE 60-80 t/ha CUANDO HAY CULTIVOS QUE NO LA UTILIZARON (TABLA 2)
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	
VALORACIÓN TOTAL	100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	x
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	76

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MARIA ADELA VALDES SAENZ

Dra. María Adela Valdés Sáenz

Dado en la ciudad de Puyo, a los 10 días del mes de agosto de 2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO: "Revisión bibliográfica del efecto de la adición de estiércol bovino en la producción agrícola"		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	25/25	
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	
VALORACIÓN TOTAL	100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	100

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
YAMILA LAZO PEREZ

MS, c. Yamila Lazo Pérez

Dado en la ciudad de Puyo, a los 10 días del mes de agosto de 2022

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE AGROPECUARIA

Puyo, 04 de agosto de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Guzmán Brito Zoila Rosa, con C.I. 1753209368, con el Tema: "Revisión bibliográfica del efecto de la adición de estiércol bovino en la producción agrícola", de la carrera de Agropecuaria. Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular, Paredes Peralta Armando Vinicio, MSc, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 0%, Informe generado con fecha 04 de agosto de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ARMANDO VINICIO
PAREDES PERALTA

Paredes Peralta Armando Vinicio, MSc.

Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	V2_Estiércol bovino corregido..pdf (D142658871)
Submitted	8/4/2022 5:16:00 PM
Submitted by	
Submitter email	tur2017164@uea.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	av.paredesp.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

Entire Document

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA FACULTAD DE CIENCIAS DE CIENCIAS DE LA TIERRA Trabajo de Integración Curricular |1 Revisión bibliográfica del efecto de la adición de estiércol bovino en la producción agrícola. Zoila Rosa Guzmán Brito 1 tur2017164@uea.edu.ec Armando Vinicio Paredes Peralta, M. Sc 2 av.paredesp@ uea.edu.ec Universidad Estatal Amazónica, Facultad de [Ciencias de la Tierra], Carrera de [Ingeniería Agropecuaria] (1)

Resumen El
uso de estiércol bovino como abono orgánico, es una alternativa viable para disminuir la utilización irrazonable de fertilizantes químicos, su aplicación en la producción agrícola brinda importantes beneficios tanto desde el punto de vista económico como en la producción de los diferentes cultivos. El objetivo del presente estudio de revisión bibliográfica fue realizar un análisis comparativo sobre las propiedades físico-químicas del suelo con adición de estiércol bovino frente a un testigo y finalmente determinar los mejores resultados productivos obtenidos en diferentes cultivos con la adición de estiércol bovino y un cultivo tradicional, para ello se recopiló información de fuentes bibliográficas confiables utilizando buscadores tales como google académico, pubmed, Scopus, entre otros, y la información fue ordenada mediante el gestor bibliográfico Mendeley. Diferentes estudios indican que la incorporación de estiércol bovino en un suelo mejora su estructura y agrega una cantidad sustancial de materia orgánica, los resultados reportados variaron MO: 11.40-51.89%, pH: 6.50-8.40, CO: 12.20-35.07 g/kg, Da: 0.56- 2.52 g/cm 3 , N: 1.45-2.78%, C/N: 9.17-12.98 y CE: 0.16-2.30 Ds/m. La adición de estiércol bovino como abono orgánico, mejora el rendimiento productivo de los cultivos agrícolas obteniendo mejores resultados que un fertilizante químico; la dosis que reportó los rendimientos más altos estuvo entre 60-80 t/ha y el momento de aplicación 30 días después de la siembra. Palabras Clave: Estiércol bovino, rendimiento, fertilización química.

Revisión bibliográfica del efecto de la adición de estiércol bovino en la producción agrícola.

Zoila Rosa Guzmán Brito[1]
tur2017164@uea.edu.ec

Armando Vinicio Paredes Peralta, M. Sc[2]
av.paredesp@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de [Ciencias de la Tierra], Carrera de [Ingeniería Agropecuaria] (1)

Resumen

El uso de estiércol bovino como abono orgánico, es una alternativa viable para disminuir la utilización irrazonable de fertilizantes químicos, su aplicación en la producción agrícola brinda importantes beneficios tanto desde el punto de vista económico como en la producción de los diferentes cultivos. El objetivo del presente estudio de revisión bibliográfica fue realizar un análisis comparativo sobre las propiedades físico-químicas del suelo con adición de estiércol bovino frente a un testigo y finalmente determinar los mejores resultados productivos obtenidos en diferentes cultivos con la adición de estiércol bovino y un cultivo tradicional, para ello se recopiló información de fuentes bibliográficas confiables utilizando buscadores tales como google académico, pubmed, Scopus, entre otros, y la información fue ordenada mediante el gestor bibliográfico Mendeley. Diferentes estudios indican que la incorporación de estiércol bovino en un suelo mejora su estructura y agrega una cantidad sustancial de materia orgánica, los resultados reportados variaron MO: 11.40-51.89%, pH: 6.50-8.40, CO: 12.20-35.07 g/kg, Da: 0.56-2.52 g/cm^3, N: 1.45-2.78%, C/N: 9.17-12.98 y CE: 0.16-2.30 Ds/m. La adición de estiércol bovino como abono orgánico, mejora el rendimiento productivo de los cultivos agrícolas obteniendo mejores resultados que un fertilizante químico; la dosis que reportó los rendimientos más altos estuvo entre 60-80 t/ha y el momento de aplicación 30 días después de la siembra.

Palabras Clave: Estiércol bovino, rendimiento, fertilización química.

Abstract

The use of bovine manure as organic fertilizer is a viable alternative to reduce the unreasonable use of chemical fertilizers, its application in agricultural production provides important benefits both from an economic point of view and in the production of different crops. The objective of the present bibliographical review study was to carry out a comparative analysis on the physical-chemical properties of the soil with the addition of bovine manure compared to a control and finally determine the best productive results obtained in different crops with the addition of bovine manure and a crop. For this, information was collected from reliable bibliographic sources using search engines such as academic google, pubmed, Scopus, among others, and the information was ordered through the Mendeley bibliographic manager. Different studies indicate that the incorporation of bovine manure in a soil improves its structure and adds a substantial amount of organic matter, the reported results varied MO: 11.40-51.89%, pH: 6.50-8.40, CO: 12.20-35.07 g/kg, Da: 0.56-2.52 g/cm3, N: 1.45-2.78%, C/N: 9.17-12.98 and CE: 0.16-2.30 Ds/m. The addition of bovine manure as organic fertilizer improves the productive yield of agricultural crops, obtaining better results than a chemical fertilizer; the dose that reported the highest yields was between 60-80 t/ha and the time of application 30 days after sowing.

Keywords: Bovine manure, yield, chemical fertilization.

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura tradicional, atraviesa desde hace mucho tiempo una complicada situación debido al aumento de los costos de los insumos agrícolas, principalmente de los abonos sintéticos, los cuales constituyen alrededor del 40-50 % de los costos de producción; este hecho ha originado la necesidad de encontrar alternativas que contribuyan a la mejora de la productividad de los suelos y que además certifiquen una producción sustentable en los diferentes cultivos agrícolas, evitando la degradación y contaminación del suelo (Martínez Reyes et al., 2018). En este contexto, el surgimiento de la agricultura orgánica nace como una respuesta a los efectos negativos que produce la agricultura tradicional, la misma, que está sustentada por la utilización indiscriminada de

fertilizantes químicos que en su gran mayoría poseen una elevada toxicidad y que, además contaminan y degradan los suelos y el agua (Carrasco & Sanchez, 2020).

La utilización de abonos orgánicos, representan un elemento decisivo para la regulación de una serie de procesos afines con la producción agrícola, estos aportan al suelo cantidades significativas de materia orgánica, ayudan a mejorar la flora microbiana y la textura, estos efectos positivos provocados en el suelo y las plantas, hacen que los abonos orgánicos sean una alternativa eficiente para mejorar las condiciones de los cultivos (Arteaga et al., 2021). Dentro de estos abonos orgánicos, se encuentran los estiércoles de animales, cuyos beneficios sobre el suelo y cultivos han sido demostrados (Ramírez-Gerardo et al., 2021) .

El uso de estiércol bovino como abono orgánico en diferentes cultivos agrícolas, mejora significativamente la estructura del suelo incrementando el contenido de materia orgánica, además ayuda a estimular el desarrollo de microfauna en el suelo; posee potasio, nitrógeno, fósforo, magnesio y calcio, los cuales se van liberando de forma paulatina con el pasar del tiempo (Zanor et al., 2018a). Según Fernández, (2020), el estiércol bovino posee elevadas concentraciones de fibra, fósforo 3 %, nitrógeno 10 % y potasio 4 %, además la aplicación de este abono orgánico le devuelve al suelo el 88 % de fósforo, 86 % de calcio, 80 % de potasio y el 73 % de nitrógeno.

La utilización irrazonable de fertilizantes sintéticos en los cultivos agrícolas, a pesar de que pueden potenciar la productividad, también han influido en el empobrecimiento de los parámetros físicos y químicos del suelo, lo cual ha influenciado en el ambiente, por el contrario, en distintas investigaciones se ha demostrado que la aplicación de abonos orgánicos, como el estiércol bovino brindan un abanico muy amplio de bondades puesto a que contribuyen en la mejora de las características físicas y químicas del suelo, dan una mayor disponibilidad de los nutrientes a las plantas, mejoran significativamente la estructura, dan mejor aireación, porosidad y capacidad de retención de líquidos, generando un impacto más leve sobre el ambiente, además, los costos de los fertilizantes orgánicos son notablemente menores a los químicos.

Por lo anteriormente dicho, el objetivo de la presente revisión bibliográfica es, realizar un análisis comparativo sobre las propiedades físico-químicas del suelo con adición de

estiércol bovino frente a un testigo y finalmente determinar los mejores resultados productivos obtenidos en diferentes cultivos con la adición de estiércol bovino y un cultivo tradicional.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

2.1. Tipo o diseño de investigación

Se ha aplicado una investigación exploratoria y documental. Mediante una búsqueda bibliográfica total se han recopilado artículos científicos y libros con información relacionada al efecto de la adición de estiércol bovino en la producción agrícola.

2.1.1. Investigación documental

Según Orozco & Díaz, (2018), la investigación documental, es un proceso científico y sistemático utilizado para indagar, recolectar, organizar, analizar e interpretar la información relacionada a un determinado tema, en este tipo de investigación, el investigador debe interpretar los datos e información recopilada para posteriormente plantear su aplicación.

Esta investigación, también es denominada como investigación bibliográfica, cuya característica principal es hacer uso de la información proveniente de datos secundarios. Se centra principalmente en orientar la información conseguida desde dos puntos de gran importancia, primero establece una relación entre los resultados existentes que proceden de distintas referencias bibliográficas; y segundo genera una visión total de un tema específico (Reyes & Carmona, 2020)

2.1.2. Investigación exploratoria

Según Soria-Barreto et al., (2021), la investigación exploratoria sirve para ponernos en contexto con fenómenos congruentemente desconocidos; contribuye en la obtención de información que sirva para el desarrollo de un nuevo tema investigativo; así mismo, ayuda a indagar nuevos problemas, entender nuevos conceptos, conjeturas y postulados. En este tipo de investigaciones, se identifican áreas, nuevas situaciones y contextos de estudio, ayuda a relacionar variables y de manera puntual contribuyen en el desarrollo de nuevos estudios.

2.2. Método de investigación

Se realizó un estudio y análisis de un abanico grande de artículos científicos afines al tema de esta investigación, para ello, mediante el gestor bibliográfico Mendeley, se clasificó la información obtenida en múltiples buscadores bibliográficos como Pudmed, google académico, Scopus, entre otros. Para la búsqueda de los documentos científicos relacionados al tema de este estudio, se utilizaron palabras claves tales como: Estiércol bovino, producción agrícola, agricultura tradicional y agricultura orgánica, las mismas que fueron traducidas al idioma inglés para ampliar el rango de búsqueda.

2.3. Criterios de inclusión para la información recopilada

2.3.1. Año de publicación:

Para la redacción de los resultados del presente estudio se tomaron investigaciones científicas publicadas en los últimos cinco años.

2.3.4. Selección de documentos.

Para elegir la información utilizada en la redacción de los resultados de esta investigación, se consideraron algunos puntos elementales los cuales se describen seguidamente:

-La información debe ser afín al tema del presente estudio.

-Todos los documentos científicos deben contener la información suficiente para poder citar de manera apropiada.

2.3.5. Variables a considera.

1. Efecto del estiércol bovino sobre las propiedades físicas y químicas.
2. Influencia del estiércol bovino sobre el rendimiento de los cultivos.
3. Comparación entre el estiércol bovino y un fertilizante tradicional sobre los cultivos agrícolas.

2.4 . Criterios de exclusión de literatura científica

1. Estudios con información poco relevante que no guarda relación con el tema desarrollado en este estudio.
2. Información muy antigua, publicada fuera del intervalo propuesto en esta investigación.
3. Información que no provenga de revistas de alto impacto (indexadas).
4. Artículos con una metodología confusa e incompleta.
5. Artículos que tengan resultados incompletos.
6. Documentos sin editorial.

2.5 . Manejo de la información

Se llevó a cabo una discriminación muy minuciosa de los artículos científicos hallados en la búsqueda bibliográfica, prestando mayor atención a aquellos cuyos resultados están relacionados con el objeto de estudio de esta investigación, después de haber seleccionado los documentos se realizó un análisis detallado de su información y se plasmó en un documento Word reportando los resultados más importantes de cada estudio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del estiércol bovino sobre las propiedades físicas y químicas del suelo:

Se han realizado diferentes estudios sobre la influencia del estiércol bovino en las propiedades físicas y químicas de suelos destinados a la producción agrícola, los resultados obtenidos a diferentes dosis de estiércol son comparados con un tratamiento control sin estiércol bovino. Seguidamente se presenta la tabla 1 con los resultados reportados por diferentes autores

Tabla 1. Efecto del estiércol bovino sobre las propiedades físico - químicas del suelo.

Dosis t/ha	pH	MO (%)	CO g/kg	Da (g/cm^3)	CE (dS/m)	N (%)	C/N	Autor
40	6.50	50.70	19.01	1.33	0.16	1.64	11.02	(Koritschoner et al., 2019)
Control	5.60	37.02	15.93	1.33	0.16	0.38	8.22	
4	8.01	39.61	12.20	0.56	0.25	1.82	9.17	(Zanor et al., 2018b)
Control	5.64	22,74	9.67	1.10	0.32	0.06	3.30	
60	5.80	33.30	22.09	1.45	2.13	1.87	10.18	(Barrios & Pérez, 2018)
120	6.90	43.75	31.30	2.52	2.25	2.06	12.34	
180	7.08	51.89	35.07	2.34	2.27	2.78	9.58	
Control	4.04	2.44	17.22	1.94	1.25	0.23	2.83	
40	8.40	11.40	17.90	1.27	3.10	1.45	9.68	(González-Betancourt et al., 2020)
80	8.10	11.50	19.81	1.42	3.60	1.89	11.43	
120	7.90	17.89	26.89	2.03	4.30	2.33	12,98	
Control	5.70	0.90	15.32	1.76	3.10	0.98	2.54	

MO: materia orgánica; CO: carbono orgánico; Da: densidad aparente; CE: conductividad eléctrica; N: nitrógeno; C/N: relación carbono-nitrógeno. Control: sin estiércol bovino.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados reportados por los autores que se muestran en la tabla 1, indican que el uso de estiércol bovino mejora las propiedades físicas y químicas del suelo, aportando excelentes cantidades de materia orgánica, modifica el pH de ácido a alcalino, incrementa notablemente la concentración de nitrógeno en el suelo y mejora las concentraciones de carbono orgánico y de densidad aparente. Una investigación desarrollada por Del Pino, (2018), menciona que la aplicación de estiércol bovino en los suelos agrícolas, mejora el contenido de materia orgánica hasta en un 50%, lo cual es beneficioso para las plantas; así mismo Barrios & Pérez, (2018), indican que una alternativa viable para rescatar suelos pobres en macronutrientes (N, P y K) y con elevadas concentraciones de salinidad, es utilizando abono orgánico elaborado con estiércol bovino, puesto a que, se incrementa la concentración de N hasta en un 3%, P en 3.98% y K en 2.93%, así mismo mejora los niveles de pH, logrando que los suelos alcancen valor alcalinos; Trejo-Escareño et al., (2018), aluden que elevadas dosis de estiércol bovino aumentan de manera significativa la conductividad eléctrica en los suelos agrícolas y esto es debido a la mineralización de

estiércol donde grandes cantidades de cationes y aniones son liberados. Johnston et al., (2019), indican que cantidades adecuadas de estiércol bovino en el suelo mejora y enriquece la estructura y textura del suelo, así como la capacidad de intercambio catiónico; Cervantes-Vázquez et al., (2022), revelan que la aplicación de estiércol bovino incrementa hasta en un 54% el contenido de carbono orgánico en el suelo, así mismo, mejora la densidad aparente y por lo tanto también mejora la aireación de suelo. Blanco & Arragan, (2020), establecen que un suelo agrícola equilibrado con buen control de liberación de carbono y nitrógeno debe tener valores de C/N entre 8.5-12, estos resultados coinciden con los reportados en la tabla 1. Salazar et al., (2018), demuestran que a pesar de que el estiércol bovino favorece las propiedades del suelo, también existe la posibilidad de que algunos iones se puedan incrementar en concentraciones con alta toxicidad para los cultivos agrícolas.

Efecto del estiércol bovino y fertilizantes químicos sobre el rendimiento de los cultivos:

Diferentes investigaciones revelan que la aplicación de estiércol bovino mejora el rendimiento productivo de los cultivos agrícolas y depende de la dosis y momento de aplicación. Seguidamente, se muestra la tabla 2 con los resultados de rendimiento obtenido con estiércol y fertilizantes químicos reportados por diferentes autores.

Tabla 2. Efecto del estiércol bovino sobre el rendimiento en la producción agrícola.

Dosis (t/ha)	Rendimiento (t/ha)	Cultivo	Momento de aplicación.	Autor
10	7.56	Maíz (*Zea mays*)	40 días después de la siembra.	(Luna-vega et al., 2018)
F. químico	10.5			
control	4.96			
40	39.53	Sandía (*Citrullus lanatus*)	30 días después de la siembra.	(Cervantes-Vázquez et al., 2022)
60	59.66			
80	48.32			
F. químico	29.2			
Control	17.89			

3	4.84	Jiló (*Solanum gilo* Raddi)	90 días después de la siembra.	(Schuertz et al., 2021)
4	5.68			
5	6.03			
F. químico	5.98			
Control	0.87			
20	4.75	Maíz (*Zea mays*)	35 días después de la siembra.	(García-Gonzales et al., 2020)
40	4.58			
60	5.24			
F. químico	4.78			
Control	3.2			
10	1.35	Frijol "Pinto coloso" (*Phaseolus vulgaris* L.)	30 días después de la siembra.	(Arellano-Arciniega et al., 2018)
20	0.71			
F. químico	1.90			
Control	1.33			
10	2.31	Frijol "Flor de Dalia" (*Phaseolus vulgaris* L.)	30 días después de la siembra.	
20	2.12			
F. químico	1.46			
Control	1.33			
30	32.20	Pimiento dulce (*Capsicum annuum*)	30 días después de la siembra.	(Medranda et al., 2018)
60	34.60			
90	39.86			
F. químico	23.8			
Control	13.92			

Control: sin estiércol bovino

Fuente: Elaboración propia.

El efecto que tiene la adición de estiércol bovino sobre el rendimiento de diferentes cultivos varía según la dosis y el momento de aplicación; la tabla 2 muestra que la aplicación de estiércol bovino mejora el rendimiento en la producción agrícola. Pegoraro, (2019), menciona que el rendimiento de los productos agrícolas mejoran con la aplicación de estiércol animal, y esto es debido a la disponibilidad de materia orgánica y macronutrientes que los abonos orgánicos brindan al suelo, por otro lado,

García & León, (2020), indican que los suelos con un contenido bajo de materia orgánica tendrán rendimientos inferiores que aquellos suelos con un buen manejo, Blanco & Arragan, (2020) revelan que el rendimiento de los cultivos agrícolas dependen de la dosis del estiércol bovino y el momento en que se aplica; y se ha demostrado, que elevadas dosis de estiércol bovino incrementan la conductividad eléctrica de suelo, lo cual provoca una disminución en el rendimiento agrícola (Vásquez, 2018). La investigación desarrollada por Medranda et al., (2018), señalan que el uso de estiércol bovino en la agricultura, trae mejores rendimientos productivos en comparación con un abono químico, además, brinda un abanico muy amplio de beneficios sobre las propiedades del suelo, mejorando la densidad aparente, aumenta la materia orgánica y la disponibilidad de los macronutrientes, así mismo, Ramiro et al., (2019), muestran que la aplicación de abono orgánico, antes o después de la siembra, trae bueno resultados, debido a que los microorganismos presentes en el suelo ayudan a descomponer la materia orgánica y contribuyen en la liberación del carbono orgánico y nitrógeno. González-Betancourt et al., (2020), mencionan que el estiércol bovino incrementa hasta en un 36% la producción agrícola, lo cual es una alternativa viable para disminuir el uso de fertilizantes químicos, que como lo reporta Salazar et al., (2018), perjudican las propiedades del suelo

4. CONCLUSIONES

El estiércol bovino como abono orgánico representa una excelente alternativa para remediar suelos pobres en nutrientes. En diferentes investigaciones, se ha demostrado que la adición de estiércol bovino modifica las propiedades del suelo, mejorando su estructura y aportando cantidades significativas de materia orgánica, en este sentido, los resultados reportados variaron MO: 11.40-51.89%, pH: 6.50-8.40, CO: 12.20-35.07 g/kg, Da: 0.56-2.52 g/cm^3, N: 1.45-2.78%, C/N: 9.17-12.98 y CE: 0.16-2.30 Ds/m.

La adición de estiércol bovino como abono orgánico, mejora el rendimiento productivo de los cultivos agrícolas obteniendo mejores resultados que un fertilizante químico; la dosis que reportó los rendimientos más altos estuvo entre 60-80 t/ha y el momento de aplicación 30 días después de la siembra.

5. REFERENCIAS

Abreu Cruz, E., Araujo Camacho, E., Luis Rodríguez Jimenez, S., Luisa Valdivia Ávila, A., Fuentes Alfonso, L., & Pérez Hernández, Y. (2018). Effect of combined application of chemical fertilizer and worm humus on Capsicum annuum Revista Centro Agrícola. *Centro Agrícola*, *45*(1), 52–61. http://cagricola.uclv.edu.cu

Albero, B., Tadeo, J. L., Del Mar Delgado, M., Miguel, E., & Pérez, R. A. (2019). Analysis of multiclass antibiotics in lettuce by liquid chromatography-tandem mass spectrometry to monitor their plant uptake. *Molecules*, *24*(22). https://doi.org/10.3390/MOLECULES24224066

Arellano-Arciniega, S., Osuna-Ceja, E. S., Martínez-Gamiño, M. A., & Reyes-Muro, L. (2018). GRAIN YIELD OF DRY BEAN FERTILIZED WITH CATTLE MANURE UNDER RAINFALL CONDITIONS. *Artículo Científico Rev. Fitotec. Mex*, *38*(3), 313–318.

Argote, R., & Ortíz, M. (2018). Elaboración de un abono orgánico para la producción de naranja valencia en la huerta escolar de la Institución Educativa Marco Fidel Suárez de Bolívar Cauca, con la participación de la comunidad educativa | Revista Latinoamericana de Educación Científica,. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora*, *1*(1), 19. https://revistaladecin.com/index.php/LadECiN/article/view/27

Arteaga, A. B., Arteaga, A. A. B., Canchos, E. G. T., & Coronado, G. J. (2021). Abonos orgánicos y niveles de materia orgánica bajo condiciones de invernadero en Ica, Perú. *Aporte Santiaguino*, *14*(1), pág. 21-30. https://doi.org/10.32911/as.2021.v14.n1.741

Barrios, M., & Pérez, D. (2018). efecto de la aplicación continua de estiércol de vaca en el crecimiento y rendimiento del maíz, y las propiedades químicas y físicas del suelo. *Bioagro*, *30*(2), 8. https://revistas.uclave.org/index.php/bioagro/article/view/473/193

Barus, W. A., Utami, S., & Azmi, E. P. (2018). Effect of Azolla Bocachi and Liquid Organic Fertilizer of Goat Manure on the Growth and Production of Chinese Kale (Brassica oleracea L.). *Indonesian Journal of Agricultural Research*, *1*(1), 78–86. https://doi.org/10.32734/INJAR.V1I1.172

Blanco, A., & Arragan, F. (2020). Aerobic liquid organic fertilizer (AOLA) concentrations in the cultivation of broccoli (Brassica oleracea) by means of drip irrigation. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, *7*(4), 66–72.

Carrasco Choque, F., & Sanchez Castro, J. D. R. (2020). FACTORES DE ADOPCIÓN DE AGRICULTURA ORGÁNICA EN LA REGIÓN DE PIURA 2020. *SEMESTRE ECONÓMICO*, *9*(1), 27–59. https://doi.org/10.26867/SECONOMICO.V9I1.342

Cervantes-Vázquez, T. J. Á., Preciado-Rangel, P., Fortis-Hernández, M., Valenzuela-García, A. A., García-Hernández, J. L., Cervantes-Vázquez, M. G., Cervantes-Vázquez, T. J. Á., Preciado-Rangel, P., Fortis-Hernández, M., Valenzuela-García, A. A., García-Hernández, J. L., & Cervantes-Vázquez, M. G. (2022). Efectos en el suelo por la aplicación de estiércol bovino y vermicompost, en el cultivo de sandía

(Citrullus lanatus). *Terra Latinoamericana*, *40*(17), 13. https://doi.org/10.28940/TERRA.V40I0.835

Cruz-Macías, W. O., Rodríguez-Larramendi, L. A., Salas-Marina, M. Á., Hernández-García, V., Campos-Saldaña, R. A., Chávez-Hernández, M. H., Gordillo-Curiel, A., Cruz-Macías, W. O., Rodríguez-Larramendi, L. A., Salas-Marina, M. Á., Hernández-García, V., Campos-Saldaña, R. A., Chávez-Hernández, M. H., & Gordillo-Curiel, A. (2020). Efecto de la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico en la acidez de suelos cultivados con maíz en dos regiones de Chiapas, México. *Terra Latinoamericana*, *38*(3), 475–480. https://doi.org/10.28940/TERRA.V38I3.506

Daniel, C.-G., Pastor, C.-M., Efraín, Q.-C., & del Artículo Resumen, D. (2018). Efecto de aplicación de abono orgánico y fertilizante liquido orina humana fermentada sobre la fertilidad del suelo en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en el municipio de el alto. *Journal of the Selva Andina Biosph. Bolivia.*, *6*(1), 3–10.

Del Pino, A. (2018). Patrones de descomposición de estiércoles en el suelo. *Terra Latinoamericana*, *26*(1), 43–52. https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v26n1/v26n1a6.pdf

Fernández, J. (2020). *Caracterización físico-química de biofertilizantes producidos a partir de la fermentación anaeróbica de residuos en establos lecheros.* [UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR]. http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22428/1/T-UCE-0004-CAG-281.pdf

Florez Ponce de León, W., Mamani López, P., Cabrera Navarrete, E., Robles Tello, M., Biotempo, R., & Biotempo, P. (2019). PRODUCCIÓN EXPERIMENTAL DE ABONO ORGÁNICO MEDIANTE BIORRESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y DE MERCADOS PARA MEJORAR LA BIOMASA DE SOLANUM TUBEROSUM L. *Biotempo*, *16*(1), 35–40. https://doi.org/10.31381/BIOTEMPO.V16I1.2172

García-Gonzales, E., Diaz-Chuquizuta, P., Hidalgo-Meléndez, E., & Aguirre Gil, O. J. (2020). Response of corn crop to concentrations of digested bovine manure in humid tropical climate. *Manglar*, *17*(3), 203–208. https://doi.org/10.17268/MANGLAR.2020.030

García, H., & León, N. (2020). Evaluación de abonos orgánicos en cultivos transitorios, fríjol (Phaseolus vulgaris) y maíz (Zea mayz). *Revista Matices Tecnológicos*, *12*(3), 7. http://138.117.111.22/index.php/revistamaticestecnologicos/article/view/140

González-Betancourt, M. de L., Gallegos-Robles, M. Á., Sánchez-Chávez, E., Orona-Castillo, I., Espinosa-Palomeque, B., López-Martínez, J. D., González-Betancourt, M. de L., Gallegos-Robles, M. Á., Sánchez-Chávez, E., Orona-Castillo, I., Espinosa-Palomeque, B., & López-Martínez, J. D. (2020). Estiércol bovino solarizado en la producción de tomate bajo condiciones de malla sombra. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *11*(2), 253–262. https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V11I2.2299

Johnston, A. E., Poulton, P. R., & Coleman, K. (2019). Soil Organic Matter: Its Importance in Sustainable Agriculture and Carbon Dioxide Fluxes. *Advances in*

Agronomy, *101*(4), 1–57. https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)00801-8

Koritschoner, J., Rampoldi, E., & Hang, S. (2019). Cambios en las características físicas y químicas de un suelo después de la incorporación de compost de distinto origen. *AGRISCIENTIA*, *36*(15), 9. https://www.bing.com/search?q=Cambios+en+las+características+físicas+y+químicas+de+un+suelo+después+de+la+incorporación+de+compost+de+distinto+origen&cvid=b2ab5a821c1b4871937f5c6793b79311&aqs=edge..69i57j69i60j69i11004.901j0j1&pglt=41&FORM=ANNAB1&PC=HCTS

Luna-vega, D., Luisa, M., & Pimienta-barrios, E. (2018). Evaluación de composta, vermicomposta y excreta de bovino en la producción de maíz (Zea mays l.). *Articulo Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias Septiembre*, *3*(8), 46–52. https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias/vol3num8/Revista_Ciencias_Naturales_V3_N8_7.pdf

Martínez Reyes, L., Aguilar Jiménez, C. E., Carcaño Montiel, M. G., Galdámez Galdámez, J., Gutiérrez Martínez, A., Morales Cabrera, J. A., Martínez Aguilar, F. B., Llaven Martínez, J., Gómez Padilla, E., Martínez Reyes, L., Aguilar Jiménez, C. E., Carcaño Montiel, M. G., Galdámez Galdámez, J., Gutiérrez Martínez, A., Morales Cabrera, J. A., Martínez Aguilar, F. B., Llaven Martínez, J., & Gómez Padilla, E. (2018). Biofertilización y fertilización química en maíz (Zea mays l.) en Villaflores, Chiapas, México. *Siembra* , *5*(1), 26–37. https://doi.org/10.29166/SIEMBRA.V5I1.1425

Medranda, E., Cedeño, G., Cargua, J., Villacorta, H., & Lucas, L. (2018). EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO Y AVÍCOLA EN LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO DULCE (Capsicum annum L.) - Buscar. *Revista Espamciencia*, *7*(1), 7. https://www.bing.com/search?q=EFECTO+DEL+BIOL+BOVINO+Y+AVÍCOLA+EN+LA+PRODUCCIÓN+DE+PIMIENTO+DULCE+(Capsicum+annum+L.)&cvid=29baaa70d75444c28bbf65ff5ef0b69f&aqs=edge..69i57j69i61j69i11004.1523j0j1&pglt=41&FORM=ANNAB1&PC=HCTS

Orozco Alvarado, J. C., & Díaz Pérez, A. A. (2018). ¿Cómo redactar los antecedentes de una investigación cualitativa? *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, *1*(2), 66–82. https://doi.org/10.30698/RECSP.V1I2.13

Pegoraro, V. R. (2019). Aplicación de compost de cama profunda porcina: calidad de suelo y producción de soja (Glycine max L.). *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*, *3*(2), 7.

Ramírez-Gerardo, M. G., Vázquez-Villegas, S., Méndez-Gómez, G. I., Mejía-Carranza, J., Ramírez-Gerardo, M. G., Vázquez-Villegas, S., Méndez-Gómez, G. I., & Mejía-Carranza, J. (2021). Caracterización de abonos orgánicos aplicados a cultivos florícolas en el sur del Estado de México. *CienciaUAT*, *16*(1), 150–161. https://doi.org/10.29059/CIENCIAUAT.V16I1.1518

Ramiro, S., Quilismal, M., Alcantara, E. Á., Ruales, V. R., Rosales, H. B., & Urresta, L. B. (2019). Combination of two biofertilizers and chemical fertilizers in the production of Solanum tuberosum cv. Superchola in Ecuadorian Andisols. *Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas*, *46*(4), 44–52.

http://cagricola.uclv.edu.cu

Reyes, L., & Carmona, F. (2020). La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio. *Universidad Simón Bolivar*, *3*(3), 4. https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/6630

Ruiz, E. M. (2018). EFECTO DE TRES TIPOS DE ABONO ORGÁNICO LÍQUIDO (BIOL), EN LA ETAPA DE DESARROLLO EN VIVERO DE BOLAINA BLANCA (Guazuma crinita C.Martius) EN PUCALLPA PERÚ. *TZHOECOEN*, *10*(3), 371–382. https://doi.org/10.26495/RTZH1810.327529

Salazar, E., Idilio, H., López-Martínez, J., Vázquez, C., Serrato-Corona, S., & Orona-Castillo, I. (2018). Efecto residual de estiércol bovino sobre el rendimiento de maíz forrajero y propiedades del suelo. *Terra Latinoamericana*, *28*(4), 10. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792010000400010

Schuertz, D., Jandiê, A., Cavalcante, J., Maffei, M., & Silva, S. (2021). Crecimiento y la producción de Solanum gilo Raddi en sistemas de cultivo de callejones con adición de estiércol de ganado. *Research, Society and Developmen*, *10*(15), 12. https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/22729/20508

Sergio Benedicto-Valdés, G., Montoya-García, O., Vicente-Hernández, Z., Ramírez-Ayala, C., Alberto, J., & Escalante-Estrada, S. (2019). Incorporation of organic fertilizers and release of C-CO2 as an indicator of carbon mineralizaron. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, *6*(18), 513–522. https://doi.org/10.19136/ERA.A6N18.2022

Soria-Barreto, K., Zuniga-Jara, S., Contreras, F., Soria-Barreto, K., Zuniga-Jara, S., & Contreras, F. (2021). Empresas B en Latinoamérica: un estudio exploratorio sobre compromiso laboral. *Información Tecnológica*, *32*(3), 113–120. https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000300113

Trejo-Escareño, H. I., Salazar-Sosa, E., López-Martínez, J. D., & Vázquez-Vázquez, C. (2018). Impacto del estiércol bovino y gallinaza en el suelo y producción de forraje de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *4*(5), 727–738. https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V4I5.1171

Vásquez, C. (2018). Mineralización del estiércol bovino y su impacto en la calidad del suelo y la producción de tomate (Lycopersicum sculentum Mill) bajo riego sub-superficial. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, *12*(4), 259–273. https://www.researchgate.net/publication/237786690_Mineralizacion_del_estiercol_bovino_y_su_impacto_en_la_calidad_del_suelo_y_la_produccion_de_tomate_Lycopersicum_sculentum_Mill_bajo_riego_sub-superficial

Zamora, K. (2018). Uso potencial de lixiviados y tés de vermicompost en el control del ojo de gallo del cafeto Mycena citricolor. *Agronomía Costarricense*, *41*(1), 20. https://doi.org/10.15517/RAC.V41I1.29747

Zanor, G. A., López-Pérez, M. E., Martínez-Yáñez, R., Ramírez-Santoyo, L. F., Gutiérrez-Vargas, S., León-Galván, M. F., Zanor, G. A., López-Pérez, M. E., Martínez-Yáñez, R., Ramírez-Santoyo, L. F., Gutiérrez-Vargas, S., & León-Galván,

M. F. (2018a). Mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de un suelo agrícola mezclado con lombricompostas de dos efluentes de biodigestor. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, *19*(4), 1–10. https://doi.org/10.22201/FI.25940732E.2018.19N4.036

Zanor, G. A., López-Pérez, M. E., Martínez-Yáñez, R., Ramírez-Santoyo, L. F., Gutiérrez-Vargas, S., León-Galván, M. F., Zanor, G. A., López-Pérez, M. E., Martínez-Yáñez, R., Ramírez-Santoyo, L. F., Gutiérrez-Vargas, S., & León-Galván, M. F. (2018b). Mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de un suelo agrícola mezclado con lombricompostas de dos efluentes de biodigestor. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, *19*(4), 1–10. https://doi.org/10.22201/FI.25940732E.2018.19N4.036

Zenteno, I. Q., Gutiérrez Rodríguez, ; Edgar, Demis, ;, & Foronda, A. (2020). Aplicación de yeso agrícola y enmiendas orgánicas para la remediación de suelos salino-sódicos. *Revista de Agricultura*, *62*, 11. https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/260327/1/rev62-10.pdf

ANEXOS

5. MARCO TEÓRICO

5.1. ABONO ORGÁNICO

Los abonos orgánicos, se caracterizan porque poseen elevadas cantidades de materia orgánica, energía y microorganismos y se obtienen a través de la degradación y mineralización de materias orgánicas tales como estiércol animal, desechos de cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, entre otros. Su aplicación en los suelos agrícolas mejora notablemente las propiedades físicas y químicas (Ruiz, 2018).

En comparación con los fertilizantes convencionales, los abonos orgánicos tienen un menor impacto ambiental. Es posible reciclar desechos orgánicos con su ayuda; también favorecen la fijación de carbono en los suelos y la energía que requieren para su producción en muy baja y contribuyen en el aumento de la capacidad de retención de agua. En el lado negativo, los fertilizantes orgánicos pueden promover el crecimiento de patógenos si no se tratan adecuadamente (Albero et al., 2019).

5.1.1. IMPORTANCIA DE LA APLICACIÓN DE LOS ABONOS ORGÁNICOS.

La fertilización del suelo es crucial porque fomenta el crecimiento de microorganismos beneficiosos, lo cual es esencial para la salud de las plantas. Para que las plantas absorban los nutrientes incluidos en los fertilizantes químicos, deben estar preparadas para hacerlo, y esto se logra mediante el trabajo de los millones de microorganismos que se encuentran en los fertilizantes orgánicos que convierten los minerales en componentes comestibles (Carrasco & Sanchez, 2020). En palabras prácticas, el proceso de producción de alimentos no puede ocurrir sin fertilizantes orgánicos, e incluso la aplicación de fertilizantes no ayudará si los minerales no se utilizan en los fertilizantes mismos, convirtiéndose en sales insolubles que atrofian el crecimiento de las plantas y finalmente las matan (Zamora, 2018).

Las plantas necesitan nitrógeno, fósforo y potasio para sobrevivir, pero la materia orgánica también es crucial para un crecimiento saludable porque mejora la estructura del suelo, la retención de agua y la actividad biológica (Zanor et al., 2018a). Si no fuera por la estructura del suelo y las bacterias, las plantas nunca podrían utilizar los

desechos orgánicos. Todo el mundo está familiarizado con los macroorganismos como las lombrices de tierra, las hormigas y muchos más, pero los microorganismos no son tan conocidos porque son demasiado pequeños para ser vistos a simple vista. Se incluyen organismos como bacterias, hongos y amebas. Al trabajar en conjunto, pueden convertir la materia orgánica en subproductos inofensivos como el dióxido de carbono y el agua (Cruz-Macías et al., 2020).

5.1.2. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

El fertilizante orgánico, al ser de color más oscuro, es más eficiente para absorber el calor del sol y calentar el suelo, lo que mejora la disponibilidad de nutrientes. También hace que los suelos arcillosos sean más manejables y compacta los suelos arenosos. Dado que afecta el drenaje y la aireación, también puede usarse para aumentar la permeabilidad del suelo. Reduce los impactos de la erosión hídrica y eólica y aumenta la retención de agua en el suelo durante los períodos de lluvia (Ramírez-Gerardo et al., 2021).

5.1.3. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

La fertilidad del suelo aumenta cuando se usan fertilizantes orgánicos porque mejoran la capacidad de intercambio de cationes y disminuyen los cambios de pH (Zenteno et al., 2020).

5.1.4. BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

La tierra agrícola pierde muchos nutrientes, lo que podría reducir la materia orgánica del suelo, por lo que esos nutrientes deben reponerse después del cultivo permanentemente. El estiércol, el compost y otros materiales orgánicos agregados al campo pueden ayudar a lograr este objetivo (Ramiro et al., 2019).

La fertilización es el proceso de agregar compuestos minerales u orgánicos al suelo para aumentar su capacidad de retención de nutrientes; esto ayuda a redistribuir los nutrientes que las plantas extraen de la tierra y ayuda a garantizar que el suministro de estos en el suelo se renueve constantemente. Sin embargo, la calidad de la producción de cultivos puede mejorarse en cualquier suelo mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos, y esto es particularmente cierto en suelos que tienen un bajo contenido de

materia orgánica y se han degradado como resultado de la erosión (González-Betancourt et al., 2020).

5.1.5. PREPARACIÓN DE UN ABONO ORGÁNICO

El origen, el método de recolección, el almacenamiento y la humedad del estiércol, que debe ser lo más fresco posible ya que la actividad microbiana es mayor, son elementos que afectarán la calidad final del fertilizante orgánico (Ramiro et al., 2019). Los animales empleados como fuente de estiércol deben estar en buenas condiciones y mantenerse en la granja orgánica durante un período de tiempo prolongado. Los fertilizantes deben administrarse muy temprano en la mañana o después de la puesta del sol en la tarde para obtener los mejores resultados (Argote & Ortíz, 2018). Las rocas que contienen alguno de los micronutrientes o minerales necesarios para la fabricación de fertilizantes se muelen o trituran hasta obtener una harina en forma de talco, esta harina luego se combina con los fertilizantes o se usa para crear biofertilizante (Argote & Ortíz, 2018).

5.1.6. TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS

-COMPOST: Este fertilizante se produce cuando diversos desechos orgánicos, como restos de cosecha, estiércol animal y otros residuos, son descompuestos por macroorganismos en presencia de aire (oxígeno y otros gases), dando como resultado el compost, que es un fertilizante superior para uso en la agricultura. Debido a que debe voltearse repetidamente durante todo el proceso, que dura unos 3 meses, este tipo de fertilizante requiere mucho esfuerzo para producirlo. Para poder brindar esta forma de pago, es necesario determinar cuánto trabajo manual se realiza en la finca o en el hogar (Florez et al., 2019).

-BOCASHI: El bocashi es un método de creación de abono orgánico de origen japonés que puede estar listo para su aplicación en tan solo 10 o 15 días, aunque es mejor administrarlo a los 25 días para que madure. Bocashi, que se traduce como "fermento suave" (aunque en realidad es una especie de compost), se considera ventajoso ya que se produce rápidamente, utiliza una variedad de ingredientes en proporciones suficientes para producir un producto

equilibrado y es el resultado de un proceso de fermentación. Algunas de sus desventajas incluyen el hecho de que a muchas granjas les resulta difícil obtener algunas de sus partes constituyentes, y no se recomienda desarrollar una dependencia externa para realizar pagos por productos orgánicos. Bocashi es uno de los numerosos métodos de compostaje; sin embargo, no es el único ni el mejor (Barus et al., 2018).

-LOMBRICOMPOST: Dado que las lombrices trabajan día y noche para digerir una cantidad equivalente a su peso cada día, su uso es ideal para acelerar la descomposición de los materiales orgánicos. Una lombriz de tierra típica pesa un gramo, por lo que no tiene la mejor apariencia, no obstante, si se posee de s 10.000 lombrices, es como producir 10 kilogramos por día, lo que equivale a 3.650 kilogramos, o 3,6 toneladas en un año (Florez et al., 2019). El compost de lombriz tiene una alta concentración de microorganismos, lo cual es esencial para la conexión suelo-planta. Las lombrices también ayudan a equilibrar el pH del suelo y ayudan a descomponer los nutrientes. Es siete veces más fácil encontrar nitrógeno y fósforo, once veces más fácil encontrar potasio, el doble de fácil encontrar calcio y seis veces más fácil encontrar magnesio (Florez et al., 2019).

-ABONOS ORGÁNICOS BIOFERMENTADOS: Estos fertilizantes, a diferencia de los anteriores, son líquidos, requieren mucho menos esfuerzo, se pueden producir en grandes cantidades y, al mismo tiempo, se diluyen para su aplicación en una proporción de 4 a 10%, lo que los hace significativamente menos caro (Daniel et al., 2018).

Se producen a través de la biofermentación de estiércol animal, principalmente bovino, hojas de plantas y frutos, y estimulantes como leche, suero, melaza, jugo de caña, jugo de frutas o levadura, según el tipo de biofermento a producir, entre otros. Pueden funcionar ya sea aeróbicamente (con la presencia de aire) o anaeróbicamente (proceso en ausencia de aire). Si el suelo está cubierto, se puede aplicar directamente a las plantas o se puede usar para hacer compost (Daniel et al., 2018).

5.1.7. EFECTO DE LOS FERTILIZANTES ORGÁNICOS SOBRE LAS PLANTAS Y EL SUELO

Numerosas propiedades físico-químicas del humus aumentan la estructura del suelo, la retención de humedad, facilitan la absorción de nutrientes por parte de las plantas y promueven el crecimiento de las plantas, entre otros impactos beneficiosos para el suelo y las plantas (Zamora, 2018).

Los ácidos húmicos y fúlvicos mejoran los cambios físicos, químicos y biológicos en los suelos, lo que finalmente da como resultado una mayor fertilidad y producción. Estos beneficios incluyen: promover la formación de agregados estables; actuando con arcillas y humus para mejorar la estructura del suelo; aumentando la cohesión en suelos arenosos y disminuyéndola en suelos arcillosos; impartir un color oscuro al suelo, lo que eleva su temperatura; aumenta la capacidad del suelo para retener la humedad; y también mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, reduciendo la erosión provocada por la escorrentía superficial (Ruiz, 2018).

Las sustancias húmicas tienen una amplia gama de efectos sobre las plantas. Por ejemplo, los ácidos húmicos favorecen el crecimiento de tallos y raíces. También hay informes de que la aplicación de ácidos húmicos aumenta el crecimiento de las plántulas y el contenido de nutrientes en *Triticum aestivum* L. (trigo), *Nicotiana tabacum* L. (tabaco), *Zea mays* L. (maíz) y *Lycopersicum esculentum* Mill (tomate). Por otro lado, si se aplican niveles elevados de ácidos húmicos, frena estas plantas (Carrasco & Sanchez, 2020).

Las sustancias húmicas no tienen efectos en la absorción de micronutrientes cuando el humus se aplica vía foliar, pero el tratamiento de semillas y sustratos con ácidos húmicos mejora la absorción de micronutrientes como Fe-Cu y Zn, en maíz y trigo, y estimula y aumenta la absorción de fósforo, lo que podría ayudar a eliminar los problemas de clorosis (Carrasco & Sanchez, 2020).

5.2. FERTILIZANTES QUÍMICOS

Los fertilizantes químicos pueden ser compuestos naturales o artificiales de origen inorgánico, lo que significa que no se derivan de plantas o animales. Los depósitos de

salitre (nitrato de sodio), roca fosfórica y cloruro de potasio son donde puede encontrar los naturales. La mayoría de las sales minerales de nitrógeno, fósforo y potasio componen los fertilizantes sintéticos, que son los producidos intencionalmente y se denominan compuestos cuando contienen más de uno de estos elementos. El potasio, el fosfato y el nitrógeno son las tres categorías para los fertilizantes simples (Cruz et al., 2018).

5.2.1. TIPOS DE FERTILIZANTES QUÍMICOS

- NITROGENADOS: El ingrediente fundamental en su producción es el nitrógeno atmosférico, que se fabrica para reaccionar con hidrógeno a altas presiones y temperaturas para producir amoníaco. El hidrógeno se produce quemando gas natural. El amoníaco es el ingrediente principal en la mayoría de los fertilizantes nitrogenados y puede usarse como fertilizante (García & León, 2020).

- FOSFATADOS: La materia prima principal utilizada para fabricarlos es la roca fosfórica, que también se puede usar directamente como fertilizante, se deriva de fuentes naturales tanto terrestres como marinas. La roca fosfórica se puede tratar con ácido sulfúrico para producir superfosfato simple y ácido fosfórico para producir superfosfato triple (Pegoraro, 2019).

-POTÁSICOS: Se crean a partir de sales de potasio que se extraen de depósitos de silvinita y carnalita que se encuentran de forma natural y luego se procesan químicamente para producir fertilizantes (Cervantes-Vázquez et al., 2022).

5.2.2. EFECTOS NEGATIVOS DE LOS FERTILIZANTES QUÍMICOS

-SUELOS ÁCIDOS E INFERTILIDAD: Los fertilizantes químicos ayudan al crecimiento de las plantas, pero no benefician al suelo en el que se cultivan esas plantas. Además, son capaces de causar daños graves. Algunos fertilizantes químicos tienen niveles excesivos de nutrientes que saturan el suelo, anulando el impacto de otros nutrientes esenciales. Todo esto contribuye a la esterilidad del suelo (Florez et al., 2019).

Debido a la creciente acidez provocada por los fertilizantes químicos, los suelos pueden volverse potencialmente infértiles. Y es cierto que muchos de ellos incluyen ácido clorhídrico y sulfúrico. Pueden dañar los microorganismos y el pH del suelo si se aplican en exceso (Florez et al., 2019).

- AUMENTO DE MICROORGANISMOS PELIGROSOS: Los fertilizantes químicos con alto contenido de nitrógeno pueden tener el impacto contrario al de los fertilizantes con alto contenido de ácido. Además, el suelo no se beneficiará de esto. El número de microorganismos aumenta cuando los niveles de nitrógeno son demasiado altos. Si su número se vuelve demasiado grande, estos microorganismos harán más daño que bien a las plantas. Esto se debe a que consumen todos los nutrientes locales y desechos orgánicos (Carrasco & Sanchez, 2020).

-CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS: La absorción de nutrientes por parte de las plantas está limitada por la disposición de los mismos. Por lo tanto, si se usa demasiados nutrientes artificiales, el fertilizante impregnará el suelo y terminará en arroyos, ríos, océanos y lagos. Naturalmente, el resultado es que, si estos fertilizantes químicos se utilizan incorrectamente, las fuentes de agua potable pueden contaminarse (Carrasco & Sanchez, 2020).

5.3. COMPOSICIÓN DEL ESTIÉRCOL BOVINO

El estiércol bovino contiene aproximadamente un 1.5% de nitrógeno y puede mejorar la fertilidad del suelo. Este estiércol aplicado directamente ayuda a aumentar la productividad del suelo de dos maneras clave: Primero agregando nutrientes muy necesarios y segundo, mejorando las cualidades físicas del suelo (Benedicto-Valdés et al., 2019).

Tabla 3: Propiedades físicas y químicas del estiércol bovino

Propiedad	Unidad	Valor
Nitrógeno Total	%	1.5
Materia Orgánica	%	70
Humedad	%	36
pH	-	8
Relación C/N		26
Hierro	ppm	354
Manganeso	%	0.8
Fósforo	%	0.6
Potasio	%	2.5
Calcio	%	3.2

Fuente: (Benedicto-Valdés et al., 2019).