



**CARRERA: AGROINDUSTRIAS**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.**

**TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: FERMENTACIÓN DE DIATOMEAS  
(*FRAGILARIA STRIATULA LYNGBYE*) PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO  
ORGÁNICO**

**MODALIDAD PROPUESTA METODOLÓGICA O TECNOLÓGICA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN SOSTENIBLE Y  
APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TITULO DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR/A: COROZO CRUEL FREDH KAEI**

**ASESOR: JONATHAN ARGUELLO**

**ESMERALDAS, ECUADOR- 2024**

## **AUTORÍA**

Yo, Corozo Cruel Fredh Kael Portador/a de la cédula de identidad No. 0804125326 declaro que los resultados obtenidos en trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de “Ingeniero Agroindustrial” son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto de investigación y luego de la redacción de este documento son y serán de mi sola, exclusiva responsabilidad legal y académica.

.....  
Fredh Kael Corozo Cruel

C.I. 080412532-6

## CERTIFICACIÓN

Mgt. Jonathan Arguello Cedeño, docente investigador de la PUCE Sede Esmeraldas, certifica que: El trabajo de integración curricular realizado por Corozo Cruel Fredh Kael bajo el título “ Fermentación de diatomeas para la producción de abono orgánico”, reúne los requisitos de calidad, originalidad y presentación exigibles a una investigación científica y que han sido incorporadas al documento final las sugerencias realizadas, en consecuencia, está en condiciones de ser sometido a la valoración del Tribunal encargado de juzgarla.

Y para que conste a los efectos oportunos, firma la presente en Esmeraldas, febrero 2024.

.....

Mgt. Jonathan Arguello Cedeño

**Asesor de Tesis**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a quienes hicieron posible la realización de este trabajo de titulación. A mi tutor, Jonathan Argüello, por su orientación y paciencia; a mi familia, especialmente a mis padres Fredh Corozo y Rosa Cruel, por su apoyo incondicional; a mi novia, Rosita Bermeo, por su constante apoyo emocional y comprensión durante este proceso; al comité de tesis, por sus sugerencias; a los profesores por su conocimiento; a las fuentes de investigación y a las instituciones de financiamiento. A todos quienes colaboraron, mi más sincero agradecimiento por ser parte esencial de este logro.

## TABLA DE CONTENIDO

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
AUTORÍA.....	2
CERTIFICACIÓN .....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
INTRODUCCIÓN .....	9
CONTEXTO DE LA PROPUESTA .....	10
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	10
JUSTIFICACIÓN .....	12
OBJETIVO GENERAL.....	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO .....	13
1.1 BASES TEÓRICAS.....	14
1.1.1 Tierra de diatomeas .....	14
1.1.2 Diatomeas en abonos.....	14
1.1.3 Fermentación anaeróbica.....	14
1.1.4 Fermentación controlada .....	14
1.1.5 Fermentación Microbiana.....	15
1.1.6 Seguridad alimentaria .....	15
1.1.7 Producción de abono orgánico.....	16
1.1.8 Enfoque sostenible .....	16
1.1.9 Aplicaciones agrícolas.....	16
1.1.10 Potencial de las diatomeas como fermento para producir abono.....	16

1.1.11	<b>Proceso de fermentación de diatomeas para producción de abono orgánico</b>	.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1.12	<b>Levaduras</b>	.....	17
1.1.13	<b>Saccharomyces cerevisiae</b>	.....	17
1.1.14	<b>Materiales orgánicos en abonos</b>	.....	17
1.2	<b>ANTECEDENTES</b>	.....	18
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA O TECNOLOGÍA PROPUESTA</b> .....20			
2.1	<b>DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA O TECNOLOGÍA PROPUESTA</b>	.....	20
2.1.1	<b>Tipos de investigación</b>	.....	20
2.1.2	<b>Método de investigación</b>	.....	21
2.1.2.2	<b>Método deductivo</b>	.....	21
2.1.3	<b>Técnicas de recolección de datos</b>	.....	21
2.1.4	<b>Análisis químicos y microbiólogos</b>	.....	22
2.2	<b>ANÁLISIS FODA DE LA METODOLOGÍA O TECNOLOGÍA:</b>	.....	22
2.3	<b>FASES / ETAPAS Y PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN:</b>	.....	23
2.3.5	<b>Diagrama</b>	de	flujo
2.3.6	<b>Procedimiento</b>	.....	24
<b>CAPITULO III. RESULTADOS ESPERADOS</b> .....26			
3.1	<b>BENEFICIOS Y MEJORAR CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA:</b>	.....	28
3.2	<b>IMPACTOS EN LA ORGANIZACIÓN O EMPRESA</b>	.....	29
3.3	<b>LIMITACIONES O RIESGOS</b>	.....	30
<b>CAPITULO IV. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN</b> .....30			
4.1	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:</b>	.....	32
4.2	<b>RECURSOS NECESARIOS:</b>	.....	33

4.3 RESPONSABLES DE LA IMPLEMENTACIÓN:.....	33
4.4 PRESUPUESTO ESTIMADO .....	34
4.5 EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LA PROPUESTA.....	34
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	34
5.1 CONCLUSIONES .....	34
5.2 RECOMENDACIONES.....	35
Bibliografía .....	36
ANEXOS .....	41

**Índice de tabla.**

Tabla 1. Análisis foda .....	22
Tabla 2. Materiales utilizados en la preparación del abono.....	23
Tabla 3. Resultado del análisis del suelo tras la aplicación del abono orgánico derivado del	

fermento de diatomeas en el terreno de Fredh Corozo Angulo _____	26
Tabla 4. Parámetros de Agrocalidad _____	26
Tabla 5. Resultado del análisis microbiológico del abono _____	28
Tabla 6. Cronograma de actividades _____	32
Tabla 7. Presupuesto estimado _____	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

### **Índice de ilustración**

Ilustración 1. Tierra diatomeas .....	42
Ilustración 2. Maíz molido .....	42
Ilustración 3. Levadura saccharomyces cerevisiae y azúcar.....	43
Ilustración 4. Desperdicios de jardín y de cocina .....	43
Ilustración 5. Abono fermentado .....	44
Ilustración 6. Riego del abono .....	44
Ilustración 7. Muestra para análisis microbiológico .....	45
Ilustración 8. Crecimiento de yerba en 4 días.....	45

## INTRODUCCIÓN

En medio de los desafíos cruciales que enfrenta la agroindustria, como la creciente demanda de alimentos y la urgencia de reducir su impacto ambiental, surge la fermentación de diatomeas como una innovadora propuesta con el potencial de transformar el paradigma de la fertilización en la agricultura contemporánea. Este proceso aprovecha las singulares propiedades de los microorganismos presentes en ambientes acuáticos, tales como lagos, ríos y océanos, para producir un abono orgánico que no solo promueve la salud del suelo, sino que también impulsa la sostenibilidad en la producción agrícola. La fertilización no solo impacta la productividad de los cultivos, sino también la calidad del suelo, la biodiversidad y la huella ambiental. La fermentación de diatomeas emerge como una alternativa agrónomicamente eficaz y coherente con los principios de la agricultura orgánica y sostenible al evitar el uso de fertilizantes químicos. (FAO, 2007)

El estudio se desarrolla en un contexto donde las prácticas agrícolas convencionales han suscitado preocupaciones importantes debido a la sobreexplotación de recursos y los impactos negativos en el medio ambiente. La propuesta de fermentación de diatomeas se presenta como una medida para mejorar la sostenibilidad agrícola. Sin embargo, es importante reconocer que aunque esta propuesta puede tener beneficios, no se puede considerar como una solución integral que abarque todos los aspectos ecológicos, económicos y culturales. Es importante tener en cuenta que los desafíos en la agricultura requieren enfoques multifacéticos y colaborativos que involucren a diversos actores, incluidos el gobierno, la comunidad científica y los agricultores, entre otros. Por lo tanto, la implementación de la fermentación de diatomeas debe ir acompañada de otras medidas complementarias y estrategias de gestión sostenible para abordar eficazmente los

problemas agrícolas y ambientales en las comunidades agrícolas, especialmente aquellas con recursos limitados. (Rizo et al., 2017)

## **CONTEXTO DE LA PROPUESTA**

En el complejo entramado de la agroindustria, donde convergen las demandas crecientes de producción alimentaria y la necesidad imperante de adoptar prácticas más sostenibles, surge la fermentación de diatomeas como un enfoque revolucionario para la producción de abono orgánico. Lo revolucionario de esta técnica radica en su capacidad para transformar el paradigma tradicional de fertilización agrícola. A diferencia de los métodos convencionales que dependen en gran medida de fertilizantes químicos, la fermentación de diatomeas utiliza microorganismos naturales, abundantes y renovables. Esto no solo reduce la dependencia de recursos no renovables, sino que también minimiza el impacto ambiental al evitar la contaminación del suelo y el agua con productos químicos nocivos. Además, la fermentación de diatomeas promueve la salud del suelo al mejorar su estructura y fertilidad, contribuyendo así a la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas agrícolas. En resumen, este enfoque revolucionario no solo representa una alternativa más sostenible y respetuosa con el medio ambiente, sino que también ofrece una solución innovadora para abordar los desafíos actuales y futuros de la agricultura (Palomino, 2020)

Esta problemática se intensifica en contextos específicos, como comunidades agrícolas con recursos limitados, donde la dependencia de fertilizantes químicos conlleva no solo consecuencias ambientales, sino también implicancias económicas y culturales. En estas

regiones, comprender y respetar las prácticas culturales y tradiciones agrícolas se torna crucial para la efectividad y aceptación de cualquier innovación propuesta en el ámbito agroindustrial. La fermentación de diatomeas para producir abono orgánico busca optimizar la eficiencia agrícola, promover la sostenibilidad y respetar la diversidad cultural inherente a las prácticas agrícolas. Su impacto va más allá de una respuesta local; se inserta en la comprensión de un problema global. El cual se refiere a la sobreexplotación de recursos naturales, a la pérdida de biodiversidad y los desafíos ambientales asociados con las prácticas agrícolas convencionales. La propuesta de fermentación de diatomeas, al armonizar aspectos ecológicos, económicos y culturales en el contexto agroindustrial, ofrece una solución integral que aborda tanto las necesidades locales como los desafíos globales, contribuyendo así a la sostenibilidad y la preservación de la diversidad cultural en la agricultura.

## **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

En el campo de la agricultura, la búsqueda de alternativas orgánicas y respetuosas con el medio ambiente para la producción de fertilizantes es fundamental para mantener la salud del suelo y de los cultivos. Sin embargo, la fermentación de diatomeas emerge como una técnica prometedora para la elaboración de abono orgánico. A medida que aumenta la conciencia sobre los efectos negativos de los fertilizantes químicos en los ecosistemas y la salud humana, se hace evidente la necesidad de explorar métodos naturales y renovables para mejorar la fertilidad del suelo y promover el crecimiento de las plantas de manera sostenible. **(Julca et al., 2006)**

La utilización de fertilizantes químicos en la agricultura ha sido motivo de controversia debido a sus efectos nocivos tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Estos productos químicos se emplean para mejorar el rendimiento de los cultivos al proporcionar nutrientes

esenciales para su crecimiento, lo que contribuye a aumentar la productividad agrícola. Sin embargo, se ha planteado la preocupación de que su uso indiscriminado pueda ocasionar daños a largo plazo en los suelos y en los ecosistemas circundantes. Algunos estudios han sugerido que la acumulación de residuos de fertilizantes químicos en el suelo y en el agua puede contaminar los recursos naturales y afectar negativamente a la biodiversidad. Además, existe la posibilidad de que ciertos componentes de estos fertilizantes, como los nitratos y los fosfatos, puedan filtrarse hacia los cuerpos de agua subterránea, causando problemas de contaminación y afectando la calidad del agua potable. Por lo tanto, el proyecto de integración curricular plantea la siguiente pregunta. **(García, 2015)** ¿Cuál es el impacto ambiental y la eficacia agrícola de la producción de abono orgánico derivado de la fermentación de diatomeas en comparación con los fertilizantes químicos convencionales?

## **JUSTIFICACIÓN**

La fermentación de diatomeas para producir abono orgánico en el ámbito agroindustrial surge como una respuesta a los desafíos críticos que enfrenta la agricultura contemporánea. La agroindustria, en su búsqueda constante de soluciones innovadoras y respetuosas con el medio ambiente, se enfrenta a la necesidad de maximizar la producción agrícola y minimizar el impacto ambiental, destacando la propuesta de usar diatomeas en la producción de abono orgánico como una alternativa prometedora debido a su potencial para abordar los desafíos actuales en la agricultura de manera integral y sostenible, ofreciendo una alternativa respetuosa con el medio ambiente frente al uso de fertilizantes químicos, lo que podría reducir significativamente la contaminación del suelo y del agua, así como preservar la biodiversidad. Además, las diatomeas poseen propiedades

nutricionales excepcionales que podrían mejorar la salud del suelo y la absorción de nutrientes por parte de los cultivos, potencialmente aumentando la productividad agrícola y la seguridad alimentaria. (Sanchez y Lucena, 2023)

La fermentación de diatomeas responde a estos problemas, con una alternativa orgánica y sostenible que puede contribuir a preservar los recursos naturales y a promover la salud del suelo en el entorno agroindustrial. La investigación busca no solo abordar las necesidades agrícolas, sino también alinear las prácticas con los principios fundamentales de la sostenibilidad y la deriva con la seguridad alimentaria. (Polo, 2018)

### **OBJETIVO GENERAL**

Establecer una alternativa metodológica sobre el uso de abono orgánico derivado de la fermentación de diatomeas para mejorar la fertilidad del suelo y promover un cultivo sostenible para la salud de los ecosistemas

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar un proceso de fermentación de diatomeas, definiendo las etapas clave y los requerimientos específicos del sistema.
- Evaluar la composición nutricional del abono orgánico resultante de la fermentación de diatomeas, analizando los niveles de macronutrientes y micronutrientes esenciales para las plantas, así como la presencia de compuestos orgánicos beneficiosos.

## **CAPITULO I. MARCO TEÓRICO**

## **1.1 BASES TEÓRICAS**

La fermentación de diatomeas para la producción de abono orgánico es un enfoque innovador en la agricultura sostenible que aprovecha las propiedades únicas de estos microorganismos. Las diatomeas son algas unicelulares con caparazones de sílice que suelen encontrarse en cuerpos de agua. Este proceso implica fermentar estas diatomeas, desencadenando reacciones metabólicas beneficiosas que resultan en un abono orgánico enriquecido.

### **1.1.1 Tierra de diatomeas**

Representa una alternativa natural y sostenible para mejorar la fertilidad del suelo y contribuir al control de plagas en la agricultura orgánica. Su aplicación cuidadosa y estratégica puede beneficiar tanto a los cultivos como al medio ambiente circundante. (Sánchez, 2023)

### **1.1.2 Diatomeas en abonos**

Es ampliamente utilizada en la agricultura orgánica como un componente de los abonos debido a sus propiedades beneficiosas para el suelo y las plantas. (E. Becerra; X Caballero, 2018)

### **1.1.3 Fermentación anaeróbica**

La fermentación anaeróbica es un tipo de fermentación que ocurre en ausencia de oxígeno molecular. En contraste con la respiración aeróbica, donde el oxígeno es utilizado como aceptor final de electrones en la cadena de transporte de electrones, en la fermentación anaeróbica, los microorganismos utilizan otros compuestos orgánicos como aceptor final de electrones. (Corrales, 2015)

### **1.1.4 Fermentación controlada**

Es proceso específico en el cual las diatomeas, que son microorganismos unicelulares con caparazones de sílice, son sometidas a condiciones controladas para desencadenar una serie de reacciones

metabólicas beneficiosas. (Andrade, 2012)

- **Fermentación aeróbica:** En la fermentación aeróbica, las diatomeas se fermentan en presencia de oxígeno. Este método favorece la actividad de microorganismos aeróbicos, como bacterias y hongos, que descomponen la materia orgánica presente en las diatomeas. Este proceso suele ser más rápido, pero puede requerir una mayor cantidad de oxígeno. (Dines, Griffiths, Gibbs, 2013)
- **Fermentación anaeróbica:** Este método puede ser más lento, pero tiene la ventaja de preservar ciertos compuestos y nutrientes que podrían perderse en presencia de oxígeno. La fermentación anaeróbica suele realizarse en condiciones selladas para evitar la entrada de aire. (Castro, 2015)
- **Fermentación con Adición de Microorganismos Específicos:** Algunos métodos de fermentación implican la adición deliberada de cepas específicas de microorganismos, como bacterias lácticas o levaduras beneficiosas. Esto se hace para potenciar ciertos beneficios, como la producción de compuestos útiles para las plantas. (Ostos, Rosas, González, 2018)

#### 1.1.5 **Fermentación Microbiana**

- La fermentación es un proceso metabólico en el cual los microorganismos, como bacterias y levaduras, descomponen sustancias orgánicas. La aplicación de este proceso a las diatomeas puede resultar en la liberación de compuestos beneficiosos para el suelo. (Puerta, 2010)

#### 1.1.6 **Seguridad alimentaria**

Se refiere al acceso de las personas a alimentos seguros, nutritivos y suficientes. Las teorías sobre seguridad alimentaria proporcionan el marco para evaluar cómo las prácticas

agrícolas, incluida la fermentación de diatomeas, contribuyen a este objetivo. (Kofi Annan, 2002)

#### 1.1.7 **Producción de abono orgánico**

La fermentación genera un abono orgánico que contiene nutrientes esenciales para las plantas, incluyendo nitrógeno, fósforo y potasio, así como otros elementos traza y compuestos orgánicos que mejoran la salud del suelo. (Enriquez, 2010)

#### 1.1.8 **Enfoque sostenible**

La fermentación de diatomeas se alinea con principios de sostenibilidad al evitar el uso de fertilizantes químicos. Además, al aprovechar organismos presentes en la naturaleza, se promueve un ciclo más equilibrado en el ecosistema agrícola. (Olmo, 2016)

#### 1.1.9 **Aplicaciones agrícolas**

El abono orgánico obtenido se puede utilizar en diversas prácticas agrícolas, desde la fertilización de cultivos hasta la mejora de la calidad del suelo en sistemas de rotación de cultivos.

- **Fertilizante ecológico y natural:** Gracias a la composición única de las diatomeas, el suelo resultante se convierte en un fertilizante excepcional para los cultivos. Este aporta nutrientes esenciales, como silicio y calcio, mejorando el intercambio catiónico y, por ende, la capacidad del suelo para absorber nutrientes. (Zambrano, 2013)

#### 1.1.10 **Potencial de las diatomeas como fermento para producir abono**

El uso de diatomeas como fermento en la producción de abono ofrece un potencial significativo para mejorar la fertilidad del suelo, promover prácticas agrícolas sostenibles y contribuir al desarrollo saludable de los cultivos. Su rica composición en nutrientes y su capacidad para mejorar el ambiente del suelo respaldan su valor en el ámbito de la producción de

abono orgánico. (Martinez, 2013)

#### 1.1.11 **Levaduras**

Las levaduras son organismos unicelulares pertenecientes al reino Fungi (hongos) que pertenecen principalmente al género *Saccharomyces*, se utilizan en la producción de enzimas, vitaminas y otros productos biotecnológicos. (Mendoza, 2005)

#### 1.1.12 ***Saccharomyces cerevisiae***

Es una especie de levadura muy utilizada en la industria alimentaria, en la fermentación de productos como el pan, la cerveza y el vino. Es una de las levaduras más estudiadas y utilizadas en la investigación biológica debido a su facilidad de cultivo y su historia como organismo modelo. (M. Parapouli; A. Vasileiadis; E. atziloukas; E. Afendra, 2020)

Se utiliza en la producción de una amplia gama de productos biotecnológicos, incluidas enzimas, proteínas recombinantes, vitaminas y biocombustibles. Su capacidad para producir una variedad de productos metabólicos y su facilidad de manipulación genética lo convierten en un organismo valioso en la biotecnología. (D. Peris; R. Pérez; C. Todd; E. Barrio; A. Querol, 2017)

#### 1.1.13 **Materiales orgánicos en abonos**

Los materiales orgánicos que se utilizan para hacer abono son una fuente valiosa de nutrientes para las plantas y ayudan a mejorar la estructura y fertilidad del suelo.

- **Residuos vegetales:** Los restos de plantas, como hojas caídas, tallos, recortes de césped, paja, heno, ramas trituradas y otros residuos vegetales, son excelentes materiales orgánicos para hacer abono. Aportan carbono al suelo y se descomponen lentamente, liberando nutrientes gradualmente a medida que se descomponen. (O. Hernández; A.

Hernández; C. Figueroa; A. Arras y D. Ojeda, 2013)

- **Compost:** El compostaje es un proceso de descomposición controlada de materiales orgánicos que resulta en un producto rico en nutrientes conocido como compost. Los materiales que se pueden compostar incluyen restos de cocina (cáscaras de frutas y verduras, posos de café, etc.), restos de jardín, papel y cartón no tratados, entre otros. El compost es una forma excelente de reciclar materiales orgánicos y mejorar la calidad del suelo. (T. Torres; U. Quipuzco; C. Meza, 2015)
- **Restos de cosechas:** Después de la cosecha de cultivos, los restos de plantas pueden ser recolectados y utilizados como abono. Estos incluyen tallos, hojas y raíces de plantas que no se consumen. (Fonseca, 2019)
- **Estiércol de lombriz:** El estiércol producido por lombrices (vermicompost) es una forma concentrada de nutrientes orgánicos y es beneficioso para mejorar la estructura del suelo y promover la salud de las plantas. (Bustamante, 2016)
- **Estiércol animal:** El estiércol de ganado, aves de corral, cabras, ovejas u otros animales es una fuente rica en nutrientes orgánicos como nitrógeno, fósforo y potasio. Sin embargo, es importante compostar el estiércol antes de utilizarlo como abono para evitar la propagación de enfermedades y reducir el contenido de patógenos y malos olores. (Acosta, 2019)

## 1.2 ANTECEDENTES

Para esta investigación se consideran tres estudios previos relacionados con el tema de investigación de este proyecto.

La investigación realizada por Faustino Champi Checya y Nataly Katherine Taype Ccahua, con el tema “Efecto de tiempo de cocción y fermentación sobre la calidad de la bebida fermentada a base de maíz morado (*Zea Mays*) germinado de variedad de Kculli” con el objetivo de Estudiar el efecto de tiempo de cocción y fermentación en la bebida fermentada a base de maíz morado (*Zea mays*) germinado de variedad de kculli, El estudio muestra una metodología completa que abarca desde la preparación de la materia prima hasta la evaluación sensorial de las bebidas fermentadas. Se destaca la importancia de variables como el tiempo de cocción y fermentación en la calidad del producto final, y se proporcionan resultados específicos relacionados con los parámetros fisicoquímicos y sensoriales. Se realizaron análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales después de almacenar las bebidas fermentadas. Se concluyó que el tiempo de cocción afecta la concentración de sólidos solubles y el pH, mientras que un mayor tiempo de fermentación tiende a reducir el °Brix y el pH. (Champi, Taype, 2018)

Otra investigación realizada por Edsani Gonzáles con el título “Efectos de tierras diatomeas en el rendimiento y la calidad de granos de dos variedades de maíz (*zea mays* L.) En condiciones de campo, Andenes-zurite, Anta”, Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de tierra diatomea en el rendimiento, calidad comercial de grano y crecimiento de las variedades de maíz INIA - 613 Amarillo Oro e INIA 618- Blanco Quispicanchi, en campo, Andenes - Zurite, Anta. centrándose en aspectos clave como el rendimiento y la calidad comercial de dos variedades de maíz. La presentación de datos específicos para cada tratamiento y variedad facilita la comprensión de las diferencias observadas con la conclusión de encontrar rendimientos distintos. (Martinez, Martinez, Cueva, 2012)

Como tercer estudio Fabila Martinez, Adame Martínez y Serrano Cuevas realizaron una investigación con el tema de “Efecto de la tierra de diatomeas en las propiedades químicas del suelo en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.)” con el objetivo de evaluar el efecto de la tierra de diatomeas como fertilizante, en las propiedades físicas y químicas del suelo en el cultivo de maíz, y determinar si la aplicación de estas puede reducir el empleo de fertilizantes químicos y en consecuencia la degradación química de nutrientes del suelo. Este estudio aborda la búsqueda de soluciones agrícolas sostenibles, evaluando el efecto fertilizante de tierras de diatomeas y un fertilizante líquido en comparación con un producto comercial. Se realizaron experimentos en campos de maíz híbrido HC8, analizando propiedades del suelo. Aunque algunas características mostraron diferencias, los resultados sugieren mejoras en el suelo con la aplicación de tratamientos, respaldando la evidencia de agricultores locales que obtuvieron mejores rendimientos con productos basados en diatomeas y fertilizantes orgánicos. (Martínez, Martínez, Cuevas, 2013)

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA O TECNOLOGÍA PROPUESTA**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA O TECNOLOGÍA PROPUESTA**

#### **2.1.1 Tipos de investigación**

La investigación es aplicada porque busca explorar cómo optimizar la fermentación de diatomeas para producir un abono orgánico de alta calidad. Esto implicaría estudiar factores como las condiciones de fermentación adecuadas, las proporciones óptimas de diatomeas y otros materiales orgánicos, así como los efectos del abono resultante en la salud del suelo y el rendimiento de los cultivos.

Según los medios que se emplean esta investigación es experimental porque implica la aplicación de métodos científicos rigurosos para aprobar una hipótesis.

La fermentación de diatomeas para producir abono es una investigación de método explicativo porque se busca comprender la relación que hay entre la fermentación y la calidad del abono resultante, teniendo la explicación de cómo la actividad microbiana, la composición química y otros factores influyen en la transformación de las diatomeas.

Según los datos, esta investigación es cualitativa porque se centra en explorar en detalle el proceso de fermentación de diatomeas y cómo afecta la producción del abono orgánico.

## **2.1.2 Método de investigación**

Puede ser una investigación deductiva e inductiva

### **2.1.2.1 Método inductivo**

Se caracteriza por su inicio en observaciones específicas, la identificación de patrones y regularidades en los datos observados, y el desarrollo de teorías o conclusiones generales a partir de las observaciones que se vean en el proceso.

### **2.1.2.2 Método deductivo**

Este enfoque puede investigar la validez de hipótesis específicas sobre cómo puede afectar la calidad y el rendimiento del abono que resulte.

## **2.1.3 Técnicas de recolección de datos**

En esta investigación utilizaré un método de recolección de datos sistemáticos y rigurosos sobre el proceso de fermentación de diatomeas y su impacto en la producción de abono orgánico. Además, podrá brindar oportunidad de realizar análisis detallados y obtener conclusiones fundamentadas sobre este tema. (Memo Gonzales, 2024)

### 2.1.4 Análisis químicos y microbiólogos

La realización de análisis de laboratorio puede determinar la composición química y microbiológica del abono orgánico producido a partir de la fermentación de diatomeas. Esto puede incluir análisis de nutrientes, contenido de materia orgánica, pH, actividad microbiológica, entre otros. (Elga Veolia, 20018)

## 2.2 ANÁLISIS FODA DE LA METODOLOGÍA O TECNOLOGÍA:

Tabla 1. Análisis foda

Análisis FODA
<p><b>Fortalezas:</b></p> <p><b>Sostenibilidad ambiental:</b> Producir abono orgánico por fermentación de diatomeas se considera un proceso respetuoso con el medio ambiente. Utiliza materiales naturales y no tóxicos, lo que puede ser un punto fuerte en un mercado cada vez más consciente del medio ambiente.</p> <p><b>Mayor fertilidad del suelo:</b> Las diatomeas ofrecen una fuente rica en nutrientes esenciales para las plantas, lo que podría mejorar notablemente la fertilidad del suelo y fomentar un crecimiento saludable de las plantas, también, la estructura porosa de las diatomeas mejora la estructura del suelo, aumentando la capacidad de retención de agua y aireación, lo que promueve un ambiente saludable para el crecimiento de las raíces y la actividad microbiana.</p> <p><b>Control de plagas:</b> Las diatomeas ofrecen una fuente rica en nutrientes esenciales para las plantas, lo que podría mejorar notablemente la fertilidad del suelo y fomentar un crecimiento saludable de las plantas.</p> <p><b>Baja toxicidad:</b> A diferencia de algunos fertilizantes químicos, el abono orgánico de las diatomeas es baja toxicidad, una opción segura para el medio ambiente, la salud humana y la fauna beneficiosa del suelo.</p> <p><b>Versatilidad de aplicación:</b> Puede ser utilizado en una amplia variedad de cultivos, incluyendo hortalizas, frutas, cereales y plantas ornamentales, lo que aumenta su potencial de mercado.</p>
<p><b>Oportunidades:</b></p> <p><b>Mercado en crecimiento:</b> Existe una creciente demanda de productos orgánicos y respetuosos con el medio ambiente en la industria agrícola, lo que brinda oportunidades</p>

para la producción y comercialización de abonos orgánicos derivados de diatomeas.

**Colaboraciones e investigaciones:** La colaboración con instituciones académicas y centros de investigación que puedan proporcionar oportunidades para mejorar la eficiencia y la calidad del proceso de fermentación de diatomeas, así como para explorar nuevas aplicaciones y productos derivados de este proceso.

#### **Debilidades:**

**Conocimiento limitado del mercado:** La falta de conocimiento y conciencia sobre este abono puede limitar su adopción y aceptación en el mercado, especialmente entre los agricultores que están acostumbrados a utilizar fertilizantes sintéticos.

**Competencia con productos convencionales:** La competencia con fertilizantes y productos convencionales puede representar una barrera para la penetración en el mercado, especialmente si los agricultores no están dispuestos a cambiar sus prácticas agrícolas establecidas.

#### **Amenazas:**

**Competencia de productos sintéticos:** La competencia de fertilizantes químicos y sintéticos puede representar una amenaza para la adopción del abono orgánico derivado de las diatomeas, especialmente si estos productos son más económicos o tienen una disponibilidad más amplia.

**Resistencia al uso de este abono orgánico:** La resistencia al cambio por parte de los agricultores y la industria agrícola en general puede ser una amenaza para la adopción y el crecimiento del mercado de abonos orgánicos derivados de diatomeas, especialmente si hay falta de confianza en su eficacia y beneficios.

## **2.2 FASES / ETAPAS Y PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN:**

*Tabla 2. Materiales utilizados en la preparación del abono.*

<b>Tema/aspecto</b>	<b>Materiales utilizados</b>
<b>Materia prima</b>	Tierra de diatomeas ( <i>FRAGILARIA STRIATULA LYNGBYE</i> )
<b>Insumos</b>	Agua, residuos de cocina, residuos de jardín, levadura

	( <i>saccharomyces cerevisiae</i> ), azúcar, maíz
<b>Materiales de proceso</b>	Bandejas, cucharitas
<b>Equipos de laboratorio</b>	pH metro, termómetro, balanza.

2.3.2 Diagrama de flujo



2.3.3 Procedimiento

- Adecuar el área experimental

- La obtención de la materia prima es lo principal de cada procedimiento, por consiguiente, debemos tener las tierras diatomeas de tipo FRAGILARIA STRIATULA LYNGBYE a disposición. Este tipo de diatomea, es esencial por su influencia en el campo agrícola.
- Luego preparamos la mezcla con 500 gramos de tierras diatomeas, la levadura de saccharomyces cerevisiae, con una adición de 500 gramos de azúcar, 2 litros de agua y 2 libras de maíz molido. Este es un proceso que aumenta la disponibilidad de sustratos que son fermentables para la levadura, favoreciendo una fermentación más eficaz y rápida
- Luego agregamos los materiales orgánicos que usaremos como residuos de cocina, jardín, humus y mezclamos homogénea. Aproximadamente 2 libras de materiales orgánicos, terminando con la adición de agua para que la mezcla sea más compacta (aproximadamente 4 litros)
- Luego de obtener esa mezcla, se almacena el abono por 3 semanas y se lo conserva bajo temperaturas de entre 15 y 25 grados centígrados para su fermentación
- Cuando nuestro abono haya madurado, se aplicará al suelo.
- Se aplica el abono 3 semanas después (tiempo debido para su fermentación)

### CAPITULO III. RESULTADOS ESPERADOS

Tabla 3. Resultado del análisis del suelo tras la aplicación del abono orgánico derivado del fermento de diatomeas en el terreno de Fredh Corozo Angulo

Código de muestra laboratorio Drouet	Parámetro	Método	Unidad	Resultados
DJU-09-0023	Materia orgánica	Volumétrico PEE/SFA/10	%	3,9
	Fósforo	Colorimétrico PEE/SFA/11	Mg/Kg	36,7
	Manganeso	Absorción atómica PEE/SFA/13	Mg/kg	11,5
	Hierro	Absorción atómica PEE/SFA/12	Mg/kg	13,5
	Zinc	Absorción Atómica PEE/SFA/12	Mg/kg	<14.9
	Cobre	Absorción atómica PEE/SFA/13	Mg/kg	2,58
	Nitrógeno	Volumétrico PEE/SFA/10	Mg/kg	0,15
	Conductividad eléctrica	Absorción atómica PEE/SFA/09	D5/m	6.,5
	pH a temperatura ambiente	Electrométrico PEE/SFA/06		6,27

**Elaborado por: Kael Corozo Cruel**

Tabla 4. Parámetros de Agrocalidad

PARAMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	<1,0	<0,15	<8,0	<20,0	<5,1	<1,1	3,1
MEDIO	1,0 - 2,0	0,15 - 0,30	8,0 - 14,0	20,0 - 40,0	5,1 - 15,0	1,1 - 4,0	3,1 - 7,0
ALTO	>2,0	>0,30	>14,0	>40,0	>15,0	>4,0	>7,0

**Cuadro del instructivo muestreo para análisis de suelo Agrocalidad**

*Interpretación de resultados. Tabla 1*

Materia orgánica: Este suelo contiene mucha materia orgánica, lo que es fundamental en el desarrollo y crecimiento de las plantas. Esta riqueza de materia orgánica no solo enriquece el suelo, sino que también influye positivamente en sus características físicas y química, mejorando la estructura del suelo, favoreciendo así las prácticas agrícolas.

Fósforo: Este suelo lleva un alto contenido de fósforo, lo cual señala su valioso aporte al crecimiento vegetal y a los diversos procesos metabólicos, ejerciendo una influencia significativa en la capacidad de las plantas.

Manganeso: Se observa un elevado nivel del componente, lo que indica un incremento en la actividad fotosintética y contribuye a la captación y utilización del dióxido de carbono.

Hierro: Se han detectado cantidades mínimas del elemento en el suelo, lo que indica la posibilidad de desafíos potenciales para el desarrollo de los cultivos.

Zinc: Está en un nivel intermedio, lo que resalta su importancia fundamental en la formación y producción de cualquier tipo de semilla.

Cobre: El suelo tiene un nivel medio de cobre, es muy importante para el proceso fotosintético.

Nitrógeno: El suelo presenta un nivel promedio de nitrógeno, indicando una situación donde promueve la fotosíntesis en un proceso normal de desarrollo

Conductividad eléctrica: El suelo tiene un exceso de sales solubles por lo que hay grandes cantidades de sales minerales, lo que es una desventaja

pH: El pH que desarrolló en este suelo es neutro, con un pH de 6,27.

Tabla 5. Resultado del análisis microbiológico del abono

Código de muestra de laboratorio	Levadura	Bacteria aeróbica
F28239	Saccharomyces cerevisiae; encontrado	Lactobacillus; encontrado

**Elaborado por: Kael Corozo Cruel**

*Interpretación de resultados microbiológicos*

Un gran indicador de que el abono tuvo éxito es la presencia del lactobacillus, es una bacteria que produce ácido láctico como producto de fermentación, es decir, se tuvo una fermentación ácida lo que contribuye a una buena conservación del abono.

La presencia de la saccharomyces cerevisiae indica una fermentación activa y la producción de compuestos orgánicos exitosa para el suelo.

**3.1 BENEFICIOS Y MEJORAR CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA:**

Los beneficios y mejoras que habrá con la implementación de mi propuesta se extienden a un nivel muy institucional, ofreciendo ventajas influyentes a diversos actores que se involucren en una cadena de suministro agrícola.

- Un gran beneficio es la eficiencia que hay en la producción, porque este tipo de abono derivado de una fermentación diatomeas genera muchas fuentes equilibradas y de liberación lenta para las plantas aumentando la eficiencia, la seguridad y la calidad de la

producción, mejorando la salud del suelo y aumentando una considerable proporción de nutrientes promoviendo un crecimiento eficaz en las plantas.

- Otro beneficio es la comodidad y reducción de los costos de producción, al producir abono orgánico internamente utilizando diatomeas, se reducirán los costos asociados con la compra de fertilizantes comerciales. Además, la fermentación de diatomeas es un proceso relativamente económico y de bajo costo, lo que contribuirá a una reducción general en los gastos de producción agrícola. Al calcular los costos de producción, hemos tenido en cuenta cada componente y el tiempo dedicado a su elaboración. El costo total de producción por galón asciende a \$85.80, que incluye todos los materiales y el tiempo invertido en su creación.
- Para evaluar y medir los beneficios que mencioné, se realizará evaluaciones y seguimientos para poder identificar las áreas de mejoras. En el caso de la reducción de costos, se compararán los costos de producción antes y después de la implementación del proyecto para determinar cualquier ahorro económico.

### **3.2 IMPACTOS EN LA ORGANIZACIÓN O EMPRESA**

La diversificación de mi propuesta tendría un impacto significativo porque se abriría una línea de productos adjuntada a su oferta, lo que implica aumentar la cartera de productos y abrir nuevos mercados especialmente por los consumidores que buscan productos a sus respectivos gustos

Al ofrecer un abono orgánico de mejor calidad, la empresa mejora su postura competitiva. La demanda de productos orgánicos estaría en aumento, pero la capacidad de producir un abono orgánico mejor daría la diferencia con sus competidores.

### **3.3 LIMITACIONES O RIESGOS**

La implementación del proyecto podría presentar problemas con los recursos limitados, incluyendo la disponibilidad limitada de recursos financieros, tiempo y personal, lo que podría afectar la capacidad de llevar a cabo el proyecto de manera eficiente y dentro de los plazos que se requieren

Además, la manipulación de materiales orgánicos y microorganismos en fermentación conlleva riesgos de seguridad y salud ocupacional que deben abordarse adecuadamente. La privacidad de los datos relacionados con la producción y los clientes debe protegerse según las regulaciones vigentes.

Por otro lado, las restricciones regulatorias o políticas gubernamentales relacionadas con la producción y comercialización de abonos orgánicos podrían afectar la viabilidad del proyecto al retrasar o impedir su implementación.

Además, la manipulación de materiales orgánicos y microorganismos en fermentación conlleva riesgos de seguridad y salud ocupacional que deben abordarse adecuadamente. La privacidad de los datos relacionados con la producción y los clientes debe protegerse según las regulaciones vigentes.

## **CAPITULO IV. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN**

Este proyecto se llevó en varias fases, lo que permitió una implementación efectiva y eficaz.

**Fase1:** Preparación y planificación del proyecto

**Tarea 1:** Se estableció un equipo de proyecto en donde se tuvo en cuenta los materiales y gastos necesarios, con un tiempo estimado de una semana.

**Tarea 2:** Indagación y adquisición de información sobre las diatomeas, su fermentación y la implementación que tendría como abono orgánico.

Se realizó con un tiempo estimado de 2 meses, en bibliografías con relación al tema.

**Tarea 3:** Evaluación de los recursos a utilizar y presupuesto disponible

Se llevó a cabo con un tiempo de una semana para analizar presupuestos y recursos

**Fase 2:** Diseño del proyecto y preparación del proceso de fermentación de diatomeas.

**Tarea 1:** Diseñar el proceso de fermentación de diatomeas.

Con unas 2 semanas se diseñó la fermentación de diatomeas para producir abono orgánico. Se consultó dudas con expertos y bibliografías extensas.

**Tarea 2:** Definir los equipos a necesitar el proyecto.

Se necesitó un tiempo aproximado de 2 semanas para definir los equipos y materiales a utilizar, con un presupuesto personal.

**Tarea 3:** Preparar la fermentación.

Se realizó con un tiempo estimado de 2 horas, teniendo el debido monitoreo.

**Fase 3.** Implementación del proceso de fermentación.

**Tarea 1:** La fermentación llevó a cabo un tiempo de 3 semanas, con los recursos necesarios para cumplir con esta etapa.

**Fase 4.** Evaluación y ajustes.

**Tarea 1:** Monitoreo del proceso de fermentación

El tiempo estimado fueron las 3 semanas de fermentación que tuvo el abono con equipos de

análisis de laboratorio.

**Fase 5.** Escalado de la producción del abono orgánico derivado de la fermentación de diatomeas.

**Tarea 1:** Evaluar la viabilidad de esta producción

Se analizaron los costos de producción y si viable en el mercado, con un tiempo estimado de una semana.

**Fase 6.** Utilización del abono orgánico.

**Tarea 1.** Aplicación del abono en el suelo del terreno de Fredh Clemente Angulo.

Se hizo uso del abono en el suelo, para comprobar la viabilidad y eficacia que tiene esta gran propuesta, con un tiempo estimado de 30 minutos.

**Fase 7.** Verificación de los resultados del abono.

**Tarea 1.** Tomar muestras del suelo para realizar un análisis del cambio en su composición.

Se hizo toma de muestras del suelo donde se regó el abono y se hizo un análisis donde se verifica un gran cambio, incluyendo la adquisición de nutrientes ricos que favorecen al gran desarrollo del suelo. Esto se dio con un tiempo estimado de 1 semana en un laboratorio, tomando las respectivas conclusiones.

#### 4.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

*Tabla 6. Cronograma de actividades*

Actividad	Responsable	Duración Estimada	Fecha de Inicio	Fecha de Fin
1. Preparación y planificación del proyecto	Investigador Kael Corozo Cruel	1 semana	1/11/2023	8/11/2023
2. Diseño del proyecto y preparación de la fermentación	Investigador Kael Corozo Cruel	2 semanas	9/11/2023	23/11/2023
3. Implementación del proceso de fermentación	Investigador Kael Corozo Cruel	3 semanas	24/11/2023	15/12/2023
4. Diseño del Proceso de Fermentación	Investigador Kael Corozo Cruel	3 semanas	16/12/2023	6/1/2024
5. Evaluación y ajustes	Investigador Kael Corozo Cruel	1 semana	7/1/2024	14/1/2024
6. Escalado de la producción del abono	Investigador Kael Corozo Cruel	1 semana	15/1/2024	22/1/2024
7. Utilización del abono orgánico	Investigador Kael Corozo Cruel	1 día	23/1/2024	24/1/2024
8. Verificación de los resultados del abono	Investigador Kael Corozo Cruel	1 semana	2/2/2024	9/2/2024

**Elaborado por Kael Corozo Cruel**

#### **4.2 RECURSOS NECESARIOS:**

Para llevar a cabo la fermentación de diatomeas y crear nuestro abono orgánico, utilizamos una variedad específica de diatomea, *Fragilaria*, como materia prima fundamental. Estas diatomeas se seleccionaron meticulosamente por su alta calidad y su potencial para mejorar la fertilidad del suelo.

Además de las diatomeas, recolectamos una variedad de componentes orgánicos, incluyendo desechos de cocina y jardín, que fueron agregados al proceso de fermentación para enriquecer aún más el abono con nutrientes esenciales y promover la actividad biológica del suelo. Para iniciar el proceso de fermentación, preparamos una mezcla con levadura *Saccharomyces cerevisiae*, agua, azúcar y una generosa porción de maíz molido. Esta combinación proporcionó las condiciones óptimas para la actividad microbiana y la descomposición de los materiales orgánicos, resultando en un abono de alta calidad y efectividad.

Durante el proceso de fermentación, se utilizó una balanza precisa para medir con precisión las cantidades de cada ingrediente, garantizando una mezcla equilibrada y consistente. Además, se empleó un pH metro para monitorear el pH del suelo después de la aplicación del abono, asegurando que se mantuviera en niveles óptimos para el crecimiento saludable de las plantas. Una vez completada la fermentación, se regaron 10 litros del abono orgánico resultante en el suelo, brindando a las plantas los nutrientes y la salud del suelo necesarios para prosperar y alcanzar su máximo potencial.

#### **4.3 RESPONSABLES DE LA IMPLEMENTACIÓN:**

Todas las actividades, incluyendo las respectivas revisiones y monitoreo fueron realizados por Kael Corozo Cruel, ejecutor.

#### 4.4 PRESUPUESTO ESTIMADO

Tabla 7. Presupuesto estimado

Descripción	Transporte	Insumos	Total	Tiempo
Compra de diatomeas	\$5	\$25	\$30	10 minutos
Compra de levaduras	\$5	\$25	\$30	30 minutos
Compra de maíz y azúcar	\$0	\$4,25	\$4,25	10 minutos
Materiales orgánicos	\$0	\$10	\$10	30 minutos
Análisis de laboratorio	\$10	\$165	\$175	2 días
<b>Total</b>	<b>\$30</b>	<b>229,25</b>	<b>259,25</b>	

Mi costo de trabajo tiene un valor de \$10, teniendo en cuenta que es un trabajo propio, tiempo de monitoreo y formulación del abono.

**Cuadro elaborado por Kael Corozo Cruel**

#### 4.5 EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LA PROPUESTA

Uno de los métodos para evaluar la efectividad de la fermentación de diatomeas para la producción de abono orgánico, será con la calidad del abono. Al realizar los exámenes se definirán estándares de calidad como la gran adición nutricional del suelo, con las medidas del fósforo, cobre, zinc, pH, materia orgánica contenida. Estos datos se comparan con las normativas nacionales de agrocalidad. Otro método sería la aceptación y adopción del producto en el mercado.

### CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

La abundante presencia de materia orgánica en el suelo, la cual no solo enriquece el suelo, sino que

también mejora sus características fisicoquímicas, favoreciendo el desarrollo y crecimiento de las plantas y facilitando las prácticas agrícolas. Este enriquecimiento del suelo es fundamental para el crecimiento vegetal y diversos procesos metabólicos, ya que se observa un alto contenido de fósforo, un elemento esencial para las plantas. Además, se ha detectado un nivel elevado de manganeso, lo que sugiere un aumento en la actividad fotosintética y contribuye a la captación y utilización del dióxido de carbono, beneficiando así el rendimiento de los cultivos.

A pesar de una cantidad mínima de hierro detectada, lo que plantea posibles desafíos para el desarrollo de los cultivos y sugiere la necesidad de abordar este aspecto en futuras investigaciones, se observa un nivel intermedio de zinc, destacando su importancia en la formación y producción de semillas. Además, el nivel medio de cobre encontrado es crucial para el proceso fotosintético y contribuye al desarrollo saludable de las plantas. Mientras tanto, el nivel promedio de nitrógeno en el suelo tratado indica una situación favorable para la fotosíntesis y el desarrollo normal de las plantas. Por último, se destaca la neutralidad del pH del suelo tratado, indicando condiciones adecuadas para el crecimiento de los cultivos, aunque se identifica un exceso de sales solubles que requiere gestión adecuada para optimizar el rendimiento de los cultivos.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Se debe explorar técnicas enriquecimiento del abono con micronutrientes, como el hierro, para asegurar un suministro adecuado en estos elementos que son esenciales para el crecimiento de los cultivos

Es importante implementar sistemas de control de calidad para garantizar la homogeneidad y la calidad del abono producido. Esto puede incluir análisis microbiológicos, así como pruebas de toxicidad para asegurar que el abono esté libre de contaminantes y sea seguro para su uso en la agricultura.

Realizar monitoreos continuos que conlleven, a la evaluación de los efectos acumulativos del abono en cuanto a la fertilidad del suelo y la productividad agrícola.

### 3 Bibliografía

Acosta. (2019). *Características físicas, químicas, microbiológicas y y efectividad agrónomica del abono líquido Biol obtenido por digestión anaerobia de estiércol de animales con rastrojo*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de file:///C:/Users/Personal/Downloads/BC-TES-TMP-3309%20ACOSTA%20VIDAURRE.pdf

Andrade. (2012). Diatomeas. *SABERMÁS*, 1. Obtenido de <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/la-ciencia-en-pocas-palabras/339-numero-39/614-diatomeas.html>

Bustamante. (2016). *Efecto de la aplicación de estiércol de lombriz en la disponibilidad de arsénico y cromo, en un cultivo de maíz del distrito de Orcotuna, Concepción*. Concepción: Universidad continental. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4650>

Castro. (2015). *Fermentación y respiración anaeróbica*. México: Khan Academy. Obtenido de <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cellular-energetics/cellular-respiration-ap/a/fermentation-and-anaerobic-respiration>

Champi, Taype. (2018). *“EFECTO DE TIEMPO DE COCCIÓN Y FERMENTACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE LA BEBIDA FERMENTADA A BASE DE MAÍZ MORADO (Zea Mays) GERMINADO DE VARIEDAD DE KCULLI”*. Arequipe: ESCUELA PROFESIONAL

- DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS. Obtenido de  
<https://repositorio.unsa.edu.pe/items/c1757d89-7daa-471f-a4ac-930f42d85f7f>
- Contreras. (2023). *Obtención de un abono orgánico a partir de la calcinación de huesos de cerdo (BIOCHAR)*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Obtenido de  
<https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/3397/2066>
- Corrales. (2015). Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. *Artículo de revisión*, 1-27. Obtenido de  
<http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n24/v13n24a06.pdf>
- D. Peris; R. Pérez; C. Todd; E. Barrio; A. Querol. (2017). *On the origins and industrial applications of Saccharomyces cerevisiae × Saccharomyces kudriavzevii hybrids*. *Yeast*. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/yea.3283>
- Dines, Griffiths, Gibbs. (2013). *Métodos para la producción de biomasa de diatomeas*. Libourne: Oficina española de patentes y marcas. Obtenido de  
<https://patents.google.com/patent/ES2825062T3/es>
- E. Becerra; X Caballero. (2018). *Elaboración y análisis de un abono a partir de diatomeas recicladas, carboximetilcelulosa y fecula de maíz en mezclas con distintas concentraciones de NPK*. Santander: Universidad Francisco De Paula Santander. Obtenido de <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/6280>
- Elga Veolia. (20018). Análisis microbiológico. *elgalabwater*, 1. Obtenido de  
<https://es.elgalabwater.com/microbiological-analysis#:~:text=EI%20an%C3%A1lisis%20microbiol%C3%B3gico%20es%20el,y%20del%20deterioro%20de%20alimentos.>

- Enriquez. (2010). *MANUAL DE BUENAS PRACTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS*. Bogotá: Repositorio ICCA. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/20083/BVE22048488e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fonseca. (2019). *Alternativas nutricionales eficientes en banano orgánico en la provincia del oro, Ecuador*. Machala: Universidad técnica de Machala. Obtenido de <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/104/198>
- García. (2015). *Determinación de las diferencias entre los alimentos orgánicos y transgénicos: una mirada desde su composición nutricional y sus políticas de calidad*. Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1574/1/diferencias\\_alimentos\\_transgenicos\\_organicos.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1574/1/diferencias_alimentos_transgenicos_organicos.pdf)
- Julca et al. (2006). *LA MATERIA ORGÁNICA, IMPORTANCIA Y EXPERIENCIA DE SU USO EN LA AGRICULTURA*. Idesia: Univesidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v24n1/art09.pdf>
- Kevin Rafael Palomino Pacheco. (2020). *METODOLOGÍA BASADA EN EL MODELO SCOR PARA ANALIZAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO EN LOMBRICULTIVOS*. Bogotá: Semantic Scholar. Obtenido de [https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home\\_40/recursos/05\\_v31\\_35/revista36/documentos/27072020/36\\_21.pdf](https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home_40/recursos/05_v31_35/revista36/documentos/27072020/36_21.pdf)

Kofi Annan. (2002). Seguridad Alimentaria y Nutricional. *FAO*, 1-8. Obtenido de

<https://www.fao.org/3/at772s/at772s.pdf>

M. Parapouli; A. Vasileiadis; E. atziloukas; E. Afendra. (2020). *Saccharomyces cerevisiae and its industrial applications*. Ioanina: Aims microbiology. Obtenido de

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7099199/pdf/microbiol-06-01-001.pdf>

Martinez. (2013). *EFEECTO DE LA DIATOMITA EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR EL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS*. Toluca: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO.

Obtenido de

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/13930/419713.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martinez, Martinez, Cueva. (2012). *Efecto de la tierra de diatomeas en las propiedades químicas del suelo en el cultivo de maíz (Zea mays, L.)*. Mexico: Universidad autónoma de Mexico.

Obtenido de file:///C:/Users/Personal/Downloads/Dialnet-

EfectoDeLaTierraDeDiatomeasEnLasPropiedadesQuimica-5344981%20(2).pdf

Martínez, Martínez, Cuevas. (2013). *Efecto de la tierra de diatomeas en las propiedades químicas del suelo en el cultivo de maíz (Zea mays, L.)*. México: Universidad Autónoma

del Estado de México. Obtenido de file:///C:/Users/Personal/Downloads/Dialnet-

EfectoDeLaTierraDeDiatomeasEnLasPropiedadesQuimica-5344981%20(2).pdf

Memo Gonzales. (2024). Métodos de recolección de datos: Qué son, tipos y ejemplos.

*Questionpro*, 1. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/metodos-de-recoleccion-de-datos/>

- Mendoza. (2005). *Importancia de la identificación de levaduras*. Caracas: Revista de la sociedad venezolana de microbiología. Obtenido de [https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1315-25562005000100004&script=sci\\_arttext](https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1315-25562005000100004&script=sci_arttext)
- O. Hernández; A. Hernández; C. Figueroa; A. Arras y D. Ojeda. (2013). *Calidad nutrimental de cuatro abonos orgánicos producidos a partir de residuos orgánicos vegetales y pecuarios*. Chihuahua: Terra Latinoamericana. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792013000100035](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792013000100035)
- Olmo. (2016). Fertilización sostenible contra el cambio climático. *AEFA*, 1. Obtenido de <https://aeфа-agronutrientes.org/fertilizacion-sostenible-contra-el-cambio-climatico>
- Ortega. (2010). *EFEECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (Lycopersicum esculentum MILL)*. SINALOA: Universidad Autónoma Indígena de México. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46116015005.pdf>
- Ostos, Rosas, González. (2018). Aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos. *Biotechnological applications of microorganisms*, 1. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n31/1794-2470-nova-17-31-129.pdf>
- Polo. (2018). *Sostenibilidad agroindustrial en el ámbito de la tercera etapa del proyecto Chavimochic: Un enfo que prospectivo*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v10n1/a14v10n1.pdf>
- Puerta. (2010). FUNDAMENTOS DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN EN EL BENEFICIO DEL CAFÉ. *CENICAFE*, 1-12. Obtenido de

file:///C:/Users/Personal/Downloads/Dialnet-

EfectoDeLaTierraDeDiatomeasEnLasPropiedadesQuimica-5344981%20(3).pdf

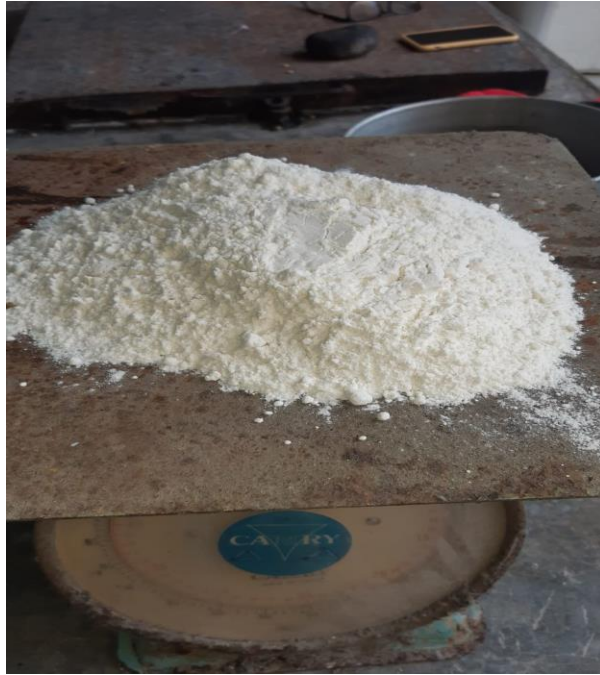
Sánchez. (2023). Tierra de diatomeas: qué es y para qué sirve. *Ecología verde*, 1. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/tierra-de-diatomeas-que-es-y-para-que-sirve-1687.html>

Sanchez, Lucena. (2023). *Importancia del estudio de diatomeas en el diagnóstico diferencial entre asfixia por sumersión y otras muertes de dudosa etiología médico legal*. Riobamba: UNACH. Obtenido de <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/download/2564/6319/>

T. Torres; U. Quipuzco; C. Meza. (2015). *Influencia de la fermentación láctica (abono bokashi) en el pre-compost para la producción de biogás y biol en biodigestores tipo batch*. Lima: UNALM. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6171145>

Zambrano. (2013). Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimientales. *Intagri*, 1. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimientales>

## ANEXOS



*Ilustración 1. Tierra diatomeas*



*Ilustración 2. Maíz molido*



*Ilustración 3. Levadura saccharomyces cerevisiae y azúcar*



*Ilustración 4. Desperdicios de jardín y de cocina*



*Ilustración 5. Abono fermentado*



*Ilustración 6. Riego del abono*



*Ilustración 7. Muestra para análisis microbiológico*



*Ilustración 8. Crecimiento de yerba en 4 días*