



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“REVISIÓN SISTEMÁTICA: SOBRE EL EFECTO  
DE LOS MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN  
LA CALIDAD DEL BIOL”

Trabajo de investigación para optar el grado de:

**Bachiller en Ingeniería Ambiental**

**Autor:**

Teddy Yojan Zambrano Ruiz

**Asesor:**

Mg. Magda Rosa Velásquez Marín

Cajamarca - Perú

2020

## DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría y fuerza para elegir esta

Carrera apasionante e interesante.

A mis queridos padres

Seres incansables en la lucha por

Conseguir mis sueños, inculcando el valor del estudio del estudio.

Así también a la UPN, y docentes por compartirnos sus conocimientos y experiencias, es gratificante aprender en el día a día.

## AGRADECIMIENTO

Familia, amigos expreso mi especial agradecimiento y a todos mis docentes de la Universidad por brindarme el conocimiento técnico en el desarrollo de mi carrera.

**Tabla de contenido**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>DEDICATORIA.....</b>                            | <b>2</b>  |
| <b>AGRADECIMIENTO .....</b>                        | <b>3</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>                      | <b>5</b>  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>                      | <b>6</b>  |
| <b>RESUMEN.....</b>                                | <b>7</b>  |
| <b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>              | <b>8</b>  |
| <b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>               | <b>10</b> |
| <b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>              | <b>15</b> |
| <b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b> | <b>19</b> |
| <b>REFERENCIAS .....</b>                           | <b>23</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                 | <b>24</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| TABLA 1. Etapas de selección de la información.....  | 11 |
| TABLA 2. Etapas de selección de la información.....  | 11 |
| TABLA 3. Etapa de selección de la información .....  | 12 |
| TABLA 4. Etapa de selección de la información .....  | 13 |
| TABLA 5. Estudios revisados y analizados en las diferentes herramientas virtuales .....              | 14 |
| TABLA 6. Análisis de la metodología y resultados de los hallazgos en las plataformas virtuales ..... | 16 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1. Etapa de selección de la información.....             | 15 |
| FIGURA 2. Google académico .....                                | 24 |
| FIGURA 3. Biblioteca virtual UPN .....                          | 24 |
| FIGURA 4. REpositorio de LA Universidad Agraria la Molina ..... | 25 |

## RESUMEN

La revisión sistemática tiene como objetivo principal la búsqueda de documentos de investigación científica relacionados sobre el efecto de los microorganismos efectivos en la calidad del biol, recopilando información de los últimos 15 años, y priorizando la obtención de información más actualizada. Se utilizó algunas bibliotecas virtuales como el Google Académico, biblioteca virtual de la UPN y Repositorio de la Universidad Agraria la Molina en el idioma español, clasificando la información, según criterios relacionados a temas que van acorde con la pregunta de investigación, ¿Qué se sabe sobre el efecto de los microorganismos efectivos en la calidad del biol en los últimos 15 años? Se logró identificar en una primera etapa 12 documentos de investigación entre los cuales existen tesis monografías y artículos científicos, entre ellos se priorizo para el trabajo de revisión sistemática 7 documentos de las tres plataformas virtuales ya misionadas.

**PALABRAS CLAVES:** Microorganismos efectivos, Biol, Biodigestores,

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Durante siglos, uno de los problemas más constantes que el ser humano ha enfrentado es el dilema de cómo disponer de los residuos sólidos que se genera. Para el próximo siglo se espera el incremento de la población mundial en unos diez billones, por lo que representa un problema tanto para el medio ambiente y la salud pública.

Los desechos orgánicos generados por la producción animal, agrícola, marina, industrial, así como la basura municipal, se ha convertido en la principal fuente de contaminación tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo (Higa T. , 1993). de las diferentes actividades humanas se desprenden numerosos residuos sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos. En algunos casos, sea por falta de conocimientos, recursos o voluntad, estos residuos son desechados en su totalidad sin ser reaprovechados o reutilizados, desperdiciando una potencial fuente de ingresos y/o insumos. En el ámbito rural, en donde se produce una gran cantidad de residuos orgánicos, incluyendo heces de los animales y residuos de los cultivos; los cuales contienen numerosos nutrientes que pueden ser reaprovechados, con el fin de reducir la contaminación, aumentar la producción y reducir la dependencia de los fertilizantes químicos, los monocultivos, y otras prácticas agrícolas poco amigables con el medio ambiente.

La biodigestión anaeróbica es un sistema de tratamiento de residuos orgánicos que ofrece una alternativa a corto plazo para el tratamiento y reaprovechamiento de los residuos agrícolas. Consiste en un contenedor hermético, llamado biodigestor; el cual es cargado con materia orgánica. Si esta última es sólida, se añade también agua. En ausencia de oxígeno, los microorganismos anaeróbicos presentes descomponen la materia orgánica para producir biogás.

Con el fin de acelerar el proceso de biodigestión y mejorar la calidad de los productos, suele aplicarse inóculos cargado de microorganismos al momento de la carga inicial. Comúnmente se utilizan purines, aguas de lavado de las granjas o vísceras de animales. Sin embargo, existe un inóculo con una gran potencialidad para usarse en los biodigestores: los Microorganismos Efectivos (EM).

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente la investigación trata de identificar publicaciones, tesis, artículos científicos, que permitan conceptualizar, sobre el tema: efectos de los Microorganismos efectivos en la calidad del biol

### **Objetivo General**

Analizar los estudios teóricos y empíricos sobre el efecto de los Microorganismos efectivos en la calidad del biol, entre los años 2004-2019.

### **Objetivos Específicos**

- Revisar publicaciones en Bibliotecas virtuales y buscadores.
- Seleccionar las publicaciones más representativas relacionadas con el efecto de los Microorganismos efectivos en la calidad del biol.
- Analiza las publicaciones.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica, para llevar a cabo este proceso metodológico la cual plantea una pregunta de investigación ¿Qué se sabe sobre el efecto de los Microorganismos efectivos en la calidad del biol, en los últimos 15 años?

Una revisión sistemática es un proceso metodológico que nos permite recopilar información acerca de un tema en específico. Además, nos ayuda a profundizar nuestros conocimientos y facilidad de entendiendo de nuestra investigación. Pero para ello es necesario consultar fuentes académicas de gran nivel y que contiene información buena y confiable.

El estudio de investigación considera toda búsqueda registrada en el idioma español, haciendo uso de las herramientas virtuales que se utilizaron son; Google Académico, biblioteca virtual de la Universidad privada del Norte y Repositorio de la Universidad Agraria la Molina.

En este estudio se consideran artículos científicos y tesis que tengan un adecuado nivel de relación con la pregunta de investigación. Para determinar la cantidad de información entre artículos y tesis se empleó un proceso de selección que consiste en tres etapas: Preselección, Selección primaria y selección definitiva en siguiente gráfico se detalla las etapas.

Tabla 1

*Etapas de selección de información*

| <b>Preselección</b>       | <b>Selección primaria</b>                              | <b>Selección definitiva</b>   |
|---------------------------|--|---|
| Empleó de palabras claves | Se realizo una lectura completa de toda la información | Se selecciono toda la información necesaria para la elaboración de la revisión sistemática. |
| Lectura y resúmenes       |  |   |
| Metodologías              | Aplicación de criterios de inclusión y exclusión       |   |

En las etapas de selección de información se consideró una estrategia de búsqueda que consiste en el empleo de recursos, palabras claves, criterios de selección y criterios de exclusión.

Para buscar hallazgos de forma digital se emplearon portales de búsqueda, de ellos algunos nos permiten un acceso. Y mediante palabras claves se realizó la búsqueda de la información. Los criterios principales de exclusión son las publicaciones en inglés e información que no muestren una fuente confiable.

Tabla 2

*Etapas de selección de información*

| <b>Herramienta virtual</b> | <b>Palabras claves</b>    | <b>Tipo de investigación</b> | <b>N° de estudios encontrados</b> |
|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
|                            | Microorganismos efectivos | Tesis                        | 4                                 |
| Google académico           | Biodigestores             | Articulo científico          | 2                                 |
|                            | Biol                      | monografía                   | 1                                 |
|                            | total                     |                              | 7                                 |

En el Buscador Google académico se utilizaron las palabras claves que guardan relación con en tema, se utilizaron filtros de tesis, artículos y guías, para poder simplificar la búsqueda. En tal trabajo se encontraron bastante información, pero se dio prioridad a la información más semejante al tema de investigación para facilitar nuestro proceso de selección

Tabla 3

*Etapa de selección de la información*

| <b>Herramienta virtual</b>   | <b>Palabras claves</b>    | <b>Tipo de investigación</b> | <b>N° de estudios encontrados</b> |
|------------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Biblioteca virtual de la UPN | Microorganismos efectivos | Tesis                        | 1                                 |
|                              | Biodigestores             | Artículo científico          | 1                                 |
|                              | Biol                      | monografía                   | 0                                 |
| total                        |                           |                              | 2                                 |

Por otra parte, en la biblioteca virtual de la UPN se han excluido algunos artículos encontrados en las herramientas virtuales donde la metodología no mantenía relación a la información que se necesitaba para la investigación realizada, los resultados hallados no mantenían una relación con lo que se buscaba para la investigación.

Tabla 4

*Etapa de selección de la información*

| <b>Herramienta virtual</b>                      | <b>Palabras claves</b>    | <b>Tipo de investigación</b> | <b>N° de estudios encontrados</b> |
|---|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Repositorio de la Universidad Agraria la Molina | Microorganismos efectivos | Tesis                        | 2                                 |
|   | Biodigestores             | Artículo científico          | 1                                 |
|   | Biol                      | monografía                   | 0                                 |
| total   |                           |                              | 3                                 |

En el Repositorio de la Universidad Agraria la Molina publican artículos y tesis que se desarrollan en el país y cual son de gran aporte para más investigaciones. Las palabras claves utilizadas arrojaron muchas investigaciones que algunas no guardan relación con la investigación emprendida. La estrategia de selección de información utilizada fue la de similitud y confiabilidad con el tema de investigación.

Una vez seleccionada la información de los artículos científicos, tesis y guía, se procesa la información con un conteo total para cada herramienta virtual utilizada a continuación, se establece una tabla de leyenda para la correcta selección de la información.

Tabla 5

*Estudios revisados y analizados en las diferentes herramientas virtuales*

| <b>Herramienta virtual</b>                             | <b>Tesis</b> | <b>Artículo científico</b> | <b>Monografía</b> | <b>Total, de estudios</b> |
|--|--------------|----------------------------|-------------------|---------------------------|
| <b>Google académico</b>                                | 4            | 2                          | 1                 | 7                         |
| <b>Biblioteca virtual UPN</b>                          | 1            | 1                          | 0                 | 2                         |
| <b>Repositorio de la Universidad Agraria la Molina</b> | 2            | 1                          | 0                 | 3                         |
| <b>Total</b>   | 7            | 4                          | 1                 | 12                        |

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Mediante un diagrama de flujo se evidencia el criterio de elegibilidad de los documentos de páginas elegidas, para lo cual se verificó los artículos tesis y guías, cuya información, metodología, resultados y fuente para su citación han sido más adecuados para recolección de datos y todos los que no guarden relación alguna han sido excluidos ya sea en la preselección o en la selección inicial.

Para determinar la cantidad de información entre artículos y tesis se empleó un proceso de selección que consiste en tres etapas: Preselección, Filtro y selección definitiva en siguiente gráfico se detalla las etapas

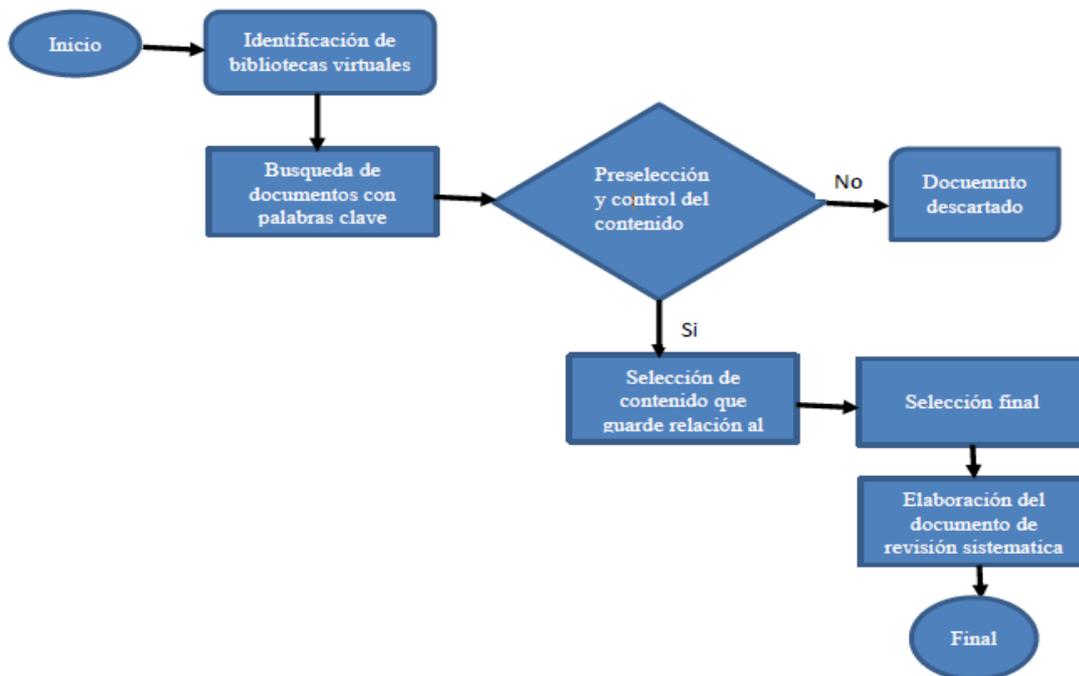


Figura 1. Etapa de selección de la información

Tabla 6

*Análisis de la metodología y resultados de los hallazgos en las plataformas virtuales*

| <b>Tipo de estudio</b> | <b>fuelle</b>      | <b>Titulo</b>   | <b>Metodología</b>   | <b>resultados</b>  |
|------------------------|--------------------|---|--|--|
| Monografía             | (Ramírez, 2006)    | Tecnología de microorganismos efectivos aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible   | Utilizo los EM para el tratamiento de los malos olores en el campo de la Avicultura mediante 4 formas  | Los resultados del estudio fueron que disminuyo los malos olores y mejoro la calidad del producto  |
| Artículo científico    | (Higa, 2009)       | Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible  | Mejorar y mantener las propiedades físicas y químicas del suelo mediante el uso de microflora  | Logro mejorar la calidad del suelo mediante el uso de distintas familias microbianas en diferentes cultivos  |
| Tesis                  | (Santamaria, 2009) | Evaluación microbiana, hormonal y nutricional de ocho formulaciones en la preparación de biol y su aplicación en tres dosis en el cultivo de palmito ( <i>bactris gasipaes hbk</i> )” | Evaluaciones microbiológicas y nutricionales en ocho fórmulas de biol, resultado de la combinación de cuatro inóculos de microorganismos y dos relaciones C/N, fueron estudiadas en aplicaciones en el cultivo de palmito con tres diferentes dosis (10, 20, 30%), | Los bioles presentaron un bajo contenido nutricional. No se tuvo respuesta a la aplicación de los tratamientos en el cultivo de palmito, en ninguna de las variables estudiadas (altura, calibre, hijuelos efectivos, rendimiento) |

|       |               |  |   |   |
|-------|---------------|--|---|---|
| Tesis | (Haro, 2013)  | Aplicación de biol enriquecido con microorganismos eficientes para la producción limpia de brócoli ( <i>brassica oleracea var. italica</i> ) híbrido legacy. | evaluar el efecto de distintas concentraciones de microorganismos eficientes capturados en diferentes condiciones ecológicas aplicados en tres concentraciones (2% C1, 4% C2 y 6% C3) y en mezcla con biol enriquecido aplicado en tres concentraciones (5% B1, 10% B2 y 15% B3), | Los resultados fueron favorables tanto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, como en la calidad de las pellas, al observarse plantas con mayor altura a los 60 días. |
| Tesis | (Rojas, 2014) | Estudio del efecto de la aplicación de microorganismos efectivos en la calidad del biol en un proceso de biodigestión anaeróbica                             | medir sus efectos en el proceso de biodigestión anaeróbica, centrándose en su producto líquido: el biol. Se realizó cuatro diferentes dosis con EM, asimismo, se dispuso un grupo control sin solución EM.  | Los resultados fueron muy positivos, pues las muestras con una mayor concentración de Microorganismos Efectivos mostraron valores menores a las demás concentraciones.        |

|       |              |   |   |   |
|-------|--------------|---|---|---|
| Tesis | (León, 2015) | El efecto de biol más microorganismos eficientes (em) sobre el comportamiento agronómico del maíz ( <i>zea mayz l.</i> ).   | La aplicación de biol mas microorganismos eficiente EM de preparación artesanal al suelo en el cultivo de maíz ( <i>Zea mayz L.</i> ) a diferentes dosis incrementa su productividad,   | Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos  |
| Tesis | (Díaz, 2017) | Características físicoquímicas y microbiológicas del proceso de elaboración de biol y su efecto en germinación de semillas” | El objetivo de ésta investigación fue caracterizar el proceso de elaboración de biol y evaluar la variación de las propiedades físicas (temperatura, color y olor), químicas (pH, CE y, macro y micro nutrientes) y microbiológicas (población de bacterias, hongos y actinomicetos), durante el proceso de digestión anaerobia | Los resultados mostraron diferentes cambios en los tratamientos durante su evaluación en cuantos a los parámetros estudiados. |

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Discusión

Este trabajo aporta a la identificación, revisión y descripción de las fuentes de información disponibles sobre el efecto de los microorganismos eficientes en la calidad del biol. El principal resultado ha sido la posibilidad de identificar la información, escasa, pero suficiente, como para tener mayor conocimiento del tema planteado. Es importante el punto de partida para planificar, organizar y desplegar la revisión de artículos científicos, monografías y tesis, encontrados de manera virtual. Los estudios analizados en esta revisión fueron encontrados en las bibliotecas virtuales, las cuales se mencionan: Google académico, Repositorio de la Universidad Agraria la Molina, biblioteca virtual de la UPN en el periodo 2005-2019.

Se encontraron 12 documento de investigación de los cuales se seleccionaron 7 documentos encontrados en las 3 plataformas virtuales ya mencionadas, se tomaron en cuenta según el criterio de relacionamiento más cercano al tema de la revisión sistemática.

Según Higa (2009), controlar la microflora del suelo para incrementar la predominancia de microorganismos benéficos y efectivos puede ayudar a mejorar y mantener las propiedades físicas y químicas de suelo. La apropiada y regular adición de enmiendas orgánicas es a menudo una parte importante de cualquier estrategia de ejercicio como de control.

Según Ramirez (2006), observa la funcionalidad bajo la coexistencia y coprosperidad de la tecnología de Microorganismos eficientes en el campo de la Avicultura, esta tecnología lo conforman principalmente los siguientes grupos de microorganismos benévolos: bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos, hongos de fermentación, su

aplicabilidad en la actualidad ha abarcado grandes campos de la agricultura, salud, medio ambiente e industria.

Según Santamaria (2009), los bioabonos o abonos biológicos son muy ricos en microorganismos que son los que promueven y benefician la nutrición y el crecimiento de las plantas. Su uso representa una importante alternativa para limitar el uso de fertilizantes químicos, reduciendo así, cualquier impacto ambiental y ofreciendo un producto sin residuos químicos; a más de mejorar la productividad de los cultivos y potenciando el reciclaje de los desechos agropecuarios de la finca.

Según Haro, (2013), concluye que los microorganismos eficientes recolectados en la zona alta con vegetación natural, caserío San Juan perteneciente a la parroquia San Miguelito (M3), produjeron los mejores resultados, tanto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, como en la calidad de las pellas, al observarse plantas con mayor altura a los 60 días (45,17 cm) y mejor diámetro de la pella (19,77 cm), por lo que es el tipo de microorganismos eficientes apropiados, con lo cual, el cultivo de brócoli, variedad Legacy responde mejor, contribuyendo así mismo a una producción limpia, favoreciendo la conservación del medio ambiente.

Según Rojas (2014), las actividades agropecuarias generan numerosos residuos orgánicos, los cuales no suelen ser reaprovechados adecuadamente. Los biodigestores constituyen una tecnología relativamente sencilla y práctica para el tratamiento y reaprovechamiento de los residuos agropecuarios. Por lo tanto, es pertinente realizar investigaciones en busca de optimizar el proceso y beneficios. Esta investigación se centró en un producto conocido a nivel mundial y en numerosos ámbitos, pero que ha sido muy

poco aplicado a la biodigestión anaeróbica: Los Microorganismos Efectivos (EM). Se trata de una mezcla de microorganismos benéficos con numerosas aplicaciones.

Según Leon (2015), concluye La aplicación de biol más microorganismos eficiente EM de preparación artesanal al suelo en el cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a diferentes dosis incrementa su productividad. Se utilizó Bloques Completo al Azar con cuatro tratamientos y 4 repeticiones. Se realizó pruebas de Tukey al 5%. En cuanto a los días en lo que concierne a la altura de planta a los 30, 60 y 110 se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.

Según Diaz (2017), actualmente, no existen parámetros que definan el proceso de elaboración de los bioles en el Perú. A consecuencia de ello, la calidad final del biol producido artesanalmente varía sustancialmente. El objetivo de ésta investigación fue caracterizar el proceso de elaboración de biol y evaluar la variación de las propiedades físicas (temperatura, color y olor), químicas (pH, CE y, macro y micro nutrientes) y microbiológicas (población de bacterias, hongos y actinomicetos), durante el proceso de digestión anaerobia. Se construyeron biodigestores artesanales para ensayar 4 formulaciones de biol elaborados en 121 días. Cada formulación de biol (tratamiento) utilizó diferentes insumos.

De acuerdo a los estudios indicados anteriormente podemos decir que el Efecto de los Microorganismos efectivos (EM) si influyen significativamente en la calidad del biol en algunos parámetros establecidos ya sea proporcional a la concentración y tratamiento que se aplica en el biol, esto hace necesario realizar futuro estudios para tener un mayor alcance de búsqueda del tema planteando ya que existe poco material de investigación publicando en el Perú y otros países.

## Conclusiones

- Podemos concluir haciendo mención que navegamos en las bibliotecas virtuales como Google académico, biblioteca virtual de la UPN y Repositorio de la Universidad Agraria la Molina, en las cuales encontramos documentos de investigación como tesis y artículos científicos, monografías; relacionados al tema sobre el efecto de los microorganismos eficientes en la calidad del biol, de manera muy restringida, logrando seleccionar 7 documentos los cuales son 5 tesis de grado, 1 monografía y 1 artículo científico.
- Se seleccionó y analizó los documentos más representativos para realizar la revisión sistemática el cual nos permite obtener información relevante para la elaboración de la tesis.
- Así mismo se concluye que con la revisión sistemática realizada se ha podido incrementar los conocimientos sobre el efecto de los microorganismos eficientes en la calidad del biol, el cual nos permite tener un mayor criterio al momento de realizar la tesis.

## REFERENCIAS

- Diaz, A. (2017). *Características fisicoquímicas y microbiológicas del proceso de elaboración de biol y su efecto en germinación de semillas*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Haro, M. (2013). *Aplicación del biol enriquecido con microorganismos eficientes para la producción limpia de brócoli*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Higa, T., & Parr, J. (2009). Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. *FUNDASES*, 13pag.
- Leon, E. (2015). *El efecto de biol más microorganismos eficientes (EM) sobre el comportamiento agronómico del maíz*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Ramirez Martinez, A. M. (2006). *Tecnología de microorganismos efectivos aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Rojas, H. (2014). *Estudio del efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la calidad del biol en un proceso de biodigestión anaeróbica*. Lima: Universidad Agraria la Molina.
- Santamaria Velasquez, D. S. (2009). *Evaluación microbiana, hormonal y nutricional de ocho formulaciones en la preparación de biol y su aplicación en tres dosis en el cultivo de palmito*. El Prado: Escuela Politécnica del Ejército.

## ANEXOS

### Anexo 1. Portal de búsqueda Google Académico

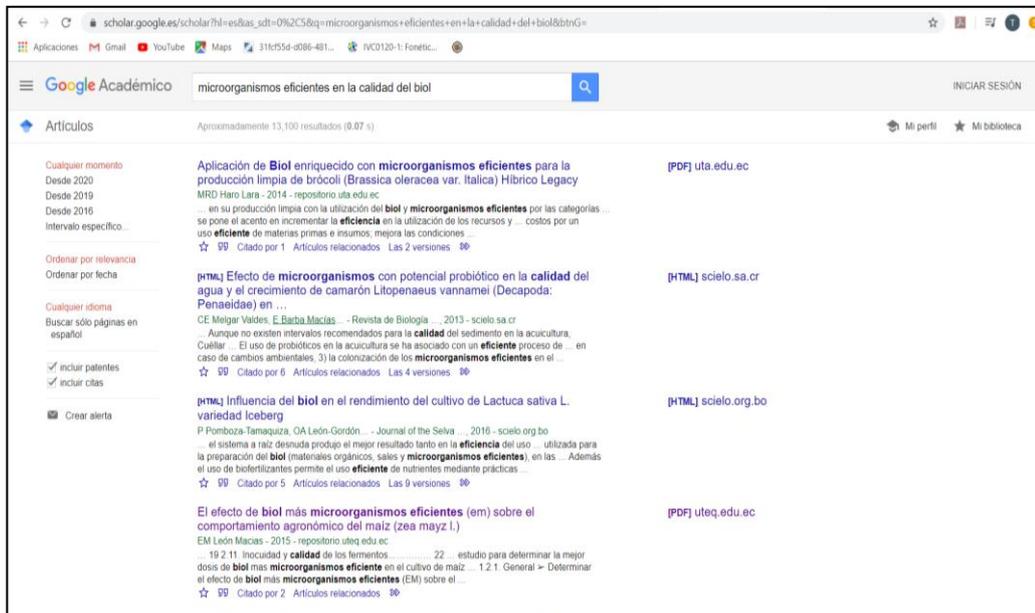


Figura 2. Google académico

### Anexo 2. Porta de busqueda biblioteca virtual UPN

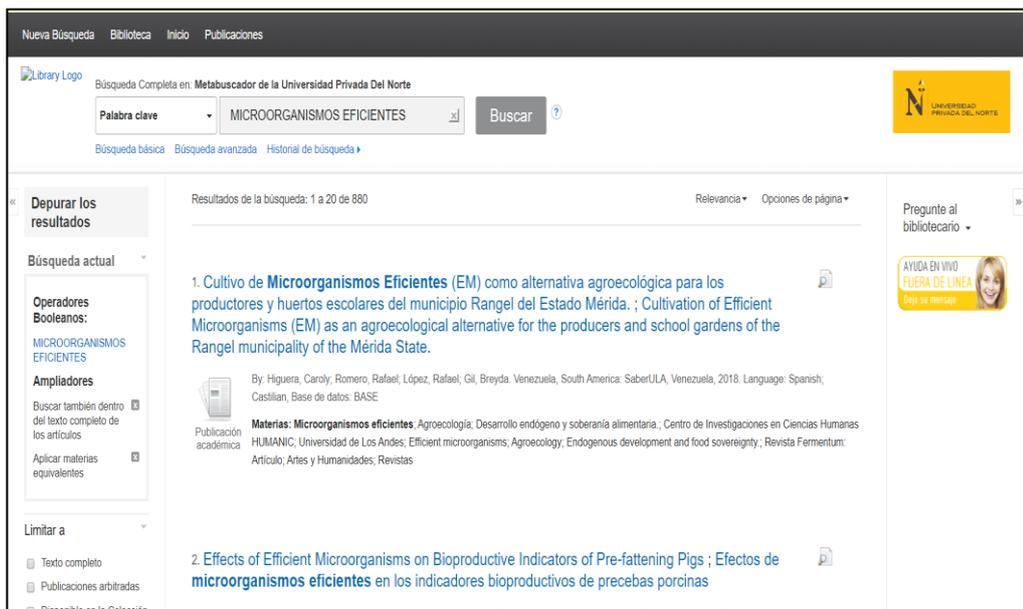


Figura 3. Biblioteca virtual UPN

### Anexo 3. Portal de búsqueda Repositorio Universidad Agraria la Molina



Figura 4. Repositorio de la Universidad Agraria la Molina