

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

FACULTAD DE ZOOTECNIA



“BIOFERTILIZANTE ACELERADO DE EXCRETAS PORCINAS,
SANGRE BOVINA Y SUERO LÁCTEO HIDROLIZADOS
ENZIMÁTICAMENTE Y ESTABILIZADO CON BACTERIAS ÁCIDO
LÁCTICAS.

Presentado por:

Christian Lauro Jacinto López Sánchez.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ZOOTECNISTA

LIMA-PERÚ
2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA

“Biofertilizante acelerado de excretas porcinas, sangre bovina y suero lácteo hidrolizados enzimáticamente y estabilizado con bacterias ácido lácticas.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ZOOTECNISTA

Presentado por:
Christian Lauro Jacinto López Sánchez.

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado.

Ing. José Manuel Cadillo Castro.

Presidente

Ing. Carmen H. Álvarez Sacio.

Patrocinador

Blgo. Juan G. Juscamaita Morales.

Patrocinador

Dr. Gladys J. Carrión Carrera

Miembro

Dr. Víctor Meza Contreras.

Miembro.

Índice

I.	INTRODUCCIÓN	9
II.	OBJETIVOS	11
2.1	OBJETIVO GENERAL:	11
2.2	OBJETIVO ESPECIFICO	11
III.	REVISIÓN LITERATURA	12
3.1	RESIDUOS SÓLIDOS Y RESIDUOS SÓLIDOS AGROPECUARIOS	12
3.2	MARCO LEGAL “ GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS AGROPECUARIOS” ..	13
3.2.1	Ley N° 26842, ley general de Salud	13
3.2.2	Reglamento Tecnológico de Carnes (D.S N° 22- 95- AG)	13
3.2.3	Reglamento del sistema sanitario porcino. D.S N°002-2010-AG.	14
3.2.4	Reglamento de manejo de los residuos sólidos del sector agrario. D.S N° 016-2012-AG. (MINAGRI, 2012).....	15
3.3	ACTUALIDAD DE LA INDUSTRIA PORCINA EN EL PERÚ.....	21
3.4	ACTUALIDAD DE LA INDUSTRIA CÁRNICA EN EL PERÚ	22
3.5	ACTUALIDAD DE LA INDUSTRIA LECHERA EN EL PERÚ.....	23
3.6	EXCRETA PORCINA	26
3.6.1	Definición.....	26
3.6.2	Composición química	27
3.6.3	Composición microbiológica	29
3.6.4	Uso de la excreta porcina.....	30
3.7	SANGRE BOVINA	31
3.7.1	Definición.....	31
3.7.2	Composición química	31
3.7.3	Uso de la sangre bovina	33
3.8	SUERO LÁCTEO	33
3.8.1	Definición.....	33
3.8.2	Composición química	34
3.8.3	Uso del suero lácteo.....	36
3.9	FERTILIZANTES	36
3.9.1	Nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta	36
3.9.2	Biopreparados.....	39
3.10	FERMENTACIÓN LÁCTICA	40
3.10.1	Bacterias Acido lácticas (BAL)	40

3.10.2	Bacteriocinas	41
3.10.3	Bioprotector comercial o consorcio microbiano (BIOLAC o B-lac)	41
3.11	ENZIMAS PROTEOLÍTICAS:	42
3.12	MELAZA	42
3.13	BIOENSAYOS DE TOXICIDAD AGUDA CON SEMILLAS	43
3.13.1	Definición de bioensayo	43
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	45
4.1	LUGAR Y DURACIÓN DE EJECUCIÓN	45
4.2	MATERIALES EN EL ELABORACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE	45
4.2.1	Materias primas e insumos:	45
4.2.2	Materiales:	46
4.2.3	Reactivos y soluciones	46
4.2.4	Equipos	47
4.3	MATERIALES EMPLEADOS PARA EL ENSAYO DE FITOTOXICIDAD	47
4.3.1	Materiales	47
4.3.2	Materia prima	47
4.4	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	48
4.4.1	Potencial de hidrógeno (pH)	48
4.4.2	Análisis microbiológico	48
4.4.3	Análisis físico químico	48
4.5	METODOLOGÍA	52
4.5.1	Producción de biofertilizante acelerado	52
4.5.2	Análisis de las variaciones del nivel de pH de los biofertilizantes acelerados	54
4.5.3	Caracterización de los biofertilizantes acelerados	54
4.5.4	Evaluación de la fitotoxicidad de los biofertilizantes acelerados	55
4.5.5	Evaluación económica de los biofertilizantes acelerados	59
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
5.1	PRODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTE ACELERADO	60
5.1.1	Condiciones iniciales de las materias orgánicas y el sustrato inicial	60
5.2	VARIACIÓN DEL pH DE LOS BIOFERTILIZANTES ACELERADOS	61
5.3	CARACTERIZACIÓN DE BIOFERTILIZANTES ACELERADOS T7 Y T12	66
5.3.1	Análisis microbiológico	66
5.3.2	Análisis fisicoquímico	68

5.4	EVALUACIÓN DE LA FITOTOXICIDAD DE LOS BIOFERTILIZANTES ACELERADOS T7 Y T12.....	71
5.4.1	Concentración de diluciones para la prueba de bioensayo:.....	71
5.5	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS TRATAMIENTOS T7 Y T12.	76
VI.	CONCLUSIONES	78
VII.	RECOMENDACIONES	79
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
IX.	ANEXOS.....	85

Índice de Cuadros

Cuadro 1: Subsector Pecuario: octubre 2015 (Año base 2007)	21
Cuadro 2 Características de excretas porcinas	26
Cuadro 3 Composición química del estiércol de cerdo (% base seca)	28
Cuadro 4: Composición microbiológica (UFC/g)	29
Cuadro 5 Composición de las diferentes fracciones de la sangre	32
Cuadro 6 Composición química de la sangre bovina	32
Cuadro 7 Composición típica del suero ácido y dulce (g/l)	35
Cuadro 8 Análisis microbiológico del B-lac	41
Cuadro 9 Parámetros evaluados en los biofertilizantes	49
Cuadro 10 Metodología empleada para el análisis físico químico.	49
Cuadro 11 Análisis fisicoquímico de los biofertilizantes presentes en el mercado.	50
Cuadro 12. Tratamientos de biofertilizantes en etapa de laboratorio	52
Cuadro 13. Diluciones del biofertilizante acelerado para la prueba de germinación	55
Cuadro 14 Recomendaciones para las pruebas de toxicidad con lechuga	56
Cuadro 15. Cálculos matemáticos para la prueba de bioensayo	59
Cuadro 16 Valores de pH de los insumos utilizados para el tratamiento	60
Cuadro 17 Nivel de pH de los 15 tratamientos en la primera selección.	61
Cuadro 18 Evaluación del nivel de pH de los 5 mejores tratamientos durante 30 días	64
Cuadro 19. Análisis microbiológicos de las excretas porcinas y los biofertilizantes T7 y T12 ..	67
Cuadro 20 Análisis fisicoquímico de los biofertilizantes T7 y T12	70
Cuadro 21. Condiciones de pH y C.E de las diluciones de cada biofertilizante	71
Cuadro 22 Resultados de bioensayo con lechuga T7	73
Cuadro 23. Resultados de bioensayo con lechuga T12	73
Cuadro 24. Resultados de bioensayo en maíz	75
Cuadro 25. Resultados de bioensayo en maíz	75
Cuadro 26 . Precios de insumos	76
Cuadro 27. Cuadro resumen de la evaluación económica de los biofertilizantes acelerados T7 y T12.	77

Índice de Figuras

Figura 1. Ingreso de leche fresca e insumos para la industria láctea	24
Figura 2 Metodología de elaboración de un biofertilizante.	52
Figura 3. Esquema de la plántula de <i>L. sativa</i> al finalizar el periodo de exposición	58
Figura 4. Estadios por los que atraviesa la semilla de lechuga durante el ensayo de la germinación y elongación	58
Figura 5. Estadios por los que atraviesa la semilla de maíz durante el ensayo de la germinación y elongación.....	58
Figura 6 Variación del nivel de pH en los tratamientos	63
Figura 7. Variación del nivel de pH en los 5 mejores tratamientos durante 30 días.	65

Índice de Anexos

Anexo I. Ficha técnica del B-lac.....	85
Anexo II. Primera selección, evaluación diaria de pH. Repetición 1.....	86
Anexo III. Primera selección, evaluación diaria de pH. Repetición 2	87
Anexo IV. Primera selección, evaluación diaria de pH. Repetición 3	88
Anexo V. Análisis de varianza para el nivel de pH- Primera selección Día 0.	89
Anexo VI. Prueba de Tukey el nivel de pH- Primera selección Día 0.....	89
Anexo VII. Análisis de varianza para el nivel de pH- Primera selección Día 5.....	90
Anexo VIII. Prueba de Tukey el nivel de pH- Primera selección Día 5.	90
Anexo IX. Análisis de varianza para el nivel de pH- Primera selección Día 20	91
Anexo X. Prueba de Tukey el nivel de pH- Primera selección Día 20.	91
Anexo XI. Evaluación de los niveles de pH de los 5 mejores tratamientos	92
Anexo XII. Análisis de varianza para el nivel de pH- Segunda selección Día 30.....	93
Anexo XIII. Prueba de Tukey para el nivel de pH- Segunda selección Día 30*.....	93
Anexo XIV. Análisis microbiológico de las excretas porcinas frescas.	94
Anexo XV. Análisis microbiológico del biofertilizante acelerado T7.....	95
Anexo XVI. Análisis microbiológico del biofertilizante acelerado T12.....	96
Anexo XVII. Análisis físico y químico de los biofertilizante acelerado T7 y T12.	97
Anexo XVIII. Porcentaje de germinación con lechuga con el T7 (80SI, 5B, 15M).....	98
Anexo XIX. Crecimiento radicular relativo al día 5 de lechuga con el T7 (80SI, 5B, 15M)..	99
Anexo XX. Porcentaje de germinación de lechuga con el T12 (75SI, 5B, 20M).....	100
Anexo XXI. Crecimiento radicular relativo al día 5 de lechuga con el T12 (75SI, 5B,20M)	101
Anexo XXII. Porcentaje de germinación de semillas de maíz con el T7 (80SI, 5B, 15M) ..	102
Anexo XXIII. Crecimiento radicular relativo al día 5 de maíz con el T7 (80SI, 5B, 15M) .	103
Anexo XXIV. Porcentaje de germinación de s de maíz con el T12 (75SI, 5B, 20M)	104
Anexo XXV. Crecimiento radicular relativo al día 5 de maíz con el T12 (75SI, 5B, 20M).	105
Anexo XXVI. Costo de producción de 1 litro de biofertilizante T7 (80SI, 5B, 15M).	106
Anexo XXVII. Costo de producción de 100 litros de biofertilizante T7 (80SI, 5B, 15M).	107
Anexo XXVIII Costo de producción de 1 litro de biofertilizante T12 (75SI, 5B, 20M). ..	108
Anexo XXIX. Costo de producción de 100 litros de biofertilizante T12 (75SI, 5B, 20M).	109
Anexos XXX. Registros fotográficos	110

I. INTRODUCCIÓN

Según el informe bianual Foreign Agricultural Service (USDA, 2015) la producción mundial de carne de cerdo en el 2016 se mantendrá en los 112 millones de toneladas, obteniendo una tasa media anual de crecimiento del 0.5% desde el 2015.

En el Perú actualmente se registra una población de 32 millones de personas, con una tasa promedio de crecimiento de 1.47 % (INEI, 2015) lo que genera una oportunidad para las industrias del sector pecuario, ya que este sector junto al agrario abastecen la demanda de alimentos originada por el crecimiento de la población.

Como consecuencia del incremento de la producción pecuaria, la generación de residuos sólidos y efluentes agropecuarios es uno de los problemas ambientales más importantes a solucionar, ya que actualmente la mayor parte de las industrias del sector pecuario no presentan un plan de gestión integral de sus residuos, originando una falta en contra de la normativa ambiental y un impacto ambiental.

En la industria porcina los impactos ambientales son básicamente los ruidos, olores y sobre todo los residuos sólidos y efluentes. Las excretas porcinas como principal residuo agropecuario, conlleva un alto riesgo de contaminación al suelo, aire y agua (mantos freáticos principalmente), por presentar en su composición: nitratos, fosfatos, amoníaco y metales pesados. Ocasionando un proceso de salinización de los suelos, efecto invernadero de la tierra y un proceso de eutrofización de los mantos acuíferos (Mariscal, 2007).

Otro de los problemas que se puede ver en la actualidad es la falta de una infraestructura adecuada para el aprovechamiento de los residuos generados en los centros de faenamiento, a partir del sacrificio de animales (vacunos, ovinos, porcinos, aves, etc.). En los mataderos, se obtienen diariamente una serie de subproductos del beneficio: sangre, huesos, pezuñas, etc. (Zamora, 2003).

Este mismo problema existe en la industria lechera, ya que algunos de los efluentes forman parte de los contaminantes más severos que existen, tal es el caso del suero de leche, subproducto de la manufactura de quesos, caseína, caseinatos y mantequilla, que representa del 80 al 90 % del volumen del lácteo transformado por la industria lechera y que para su tratamiento biológico demanda una elevada cantidad de oxígeno. La producción mundial anual estimada de suero lácteo es de aproximadamente 145 millones de toneladas, de las cuales 6 millones son de lactosa. A pesar de los múltiples usos del suero, el 47 % es descargado en suelo, drenajes y fuente de agua, tornándose un serio problema para el ambiente (Carrillo, 2002).

Por lo expuesto que hoy en día se busca nuevas soluciones para el manejo de los residuos agropecuarios (sólidos y líquidos), que sean eficientes y eficaces de bajo costo, de fácil acceso para su desarrollo y que brinden al mercado un nuevo producto con valor agregado, que pueda usarse en la alimentación animal y/o como fertilizante con lo cual además se tendrán una mejor retribución económica de estos procesos.

La presente investigación pretende presentar una metodología rápida, sencilla y económicamente eficiente para utilizar y valorar los residuos sólidos agropecuarios (excretas de cerdo, sangre bovina y suero lácteo) en la producción de un biofertilizante acelerado mediante la hidrólisis enzimática y estabilizada con bacterias ácido lácticas.

II. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL:

- Producir un biofertilizante acelerado de excretas porcinas, sangre bovina y suero lácteo, hidrolizado enzimáticamente y estabilizado con bacterias ácido lácticas.

2.2 OBJETIVO ESPECIFICO

- Analizar las variaciones del nivel de pH de la mezcla de residuos orgánicos hidrolizados (excreta porcinas, sangre bovina y suero lácteo), tratadas con un complejo enzimático, con diferentes combinaciones de melaza y bacterias ácido lácticas.
- Caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente el biofertilizante acelerado producido de excreta porcina, sangre bovina y suero lácteo hidrolizados enzimáticamente y estabilizados con bacterias ácido lácticas.
- Evaluar la fitotoxicidad del biofertilizante acelerado producido empleando una Prueba de Bioensayo con semillas de maíz y lechuga.
- Evaluar el Costo-Beneficio del biofertilizante acelerado producido.

III. REVISIÓN LITERATURA

3.1 RESIDUOS SÓLIDOS Y RESIDUOS SÓLIDOS AGROPECUARIOS

- Según la OEFA (2015): los residuos sólidos son sustancias, productos o subproductos en estado sólidos o semisólido, desechados por su generador. Se entiende por generador a aquella persona que en razón de sus actividades produce residuos sólidos. Suele considerarse que carecen de valor económico, y se les conoce coloquialmente como “basura”.
- Según la Ley 27314 – Ley de residuos sólidos: Los residuos sólidos son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente, para ser manejados a través de un sistema que incluya, según corresponda, las siguientes operaciones o procesos: 1. Minimización de residuos, 2. Segregación en la fuente, 3. Reaprovechamiento, 4. Almacenamiento, 5. Recolección, 6. Comercialización, 7. Transporte, 8. Tratamiento, 9. Transferencia, y 10. Disposición final (PWI, 2015)
- Según la ley 27314 – Ley de residuos sólidos: los residuos sólidos agropecuarios son generados en el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias. Para la actividad agrícola están establecidos los envases de fertilizantes, plaguicidas, agroquímicos, entre otros. Y para actividad ganadera tiene establecidos las deyecciones sólidas y líquidas de los animales, restos de cama y de alimento, residuos de medicamentos, animales muertos y materia inerte (DS N° 016 – 2012- AG). No obstante la actividad ganadera presenta diversos sectores industriales donde se producen generalmente aguas residuales, suero lácteo, residuo ruminal, pelos, pezuñas, sangre, materia orgánica, etc.

3.2 MARCO LEGAL CON LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS AGROPECUARIOS

Actualmente existe una ineficiente política ambiental que monitoree, fiscalice y sancione un mal manejo en la gestión de los residuos sólidos agropecuarios que se generan en la industria cárnica, porcina o quesera. Pero se tiene una base en la cual cada industria mencionada puede guiarse y basarse en realizar una gestión de sus residuos sólidos (PWI, 2015).

Este marco legal incluye normas referidas a la institucionalidad ambiental de gestión de residuos sólidos agropecuarios, mediante las cuales se establecen las competencias de cada ente para decidir o actuar en relación a una serie de materias que le son atribuidas para su gestión (PWI, 2015).

3.2.1 Ley N° 26842, ley general de Salud (Congreso de la Republica, 1997)

- *Artículo 103°: La protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tiene la obligación de mantenerlo dentro de los estándares para preservar la salud de las persona, establece la Autoridad de Salud competente.*

- *Artículo 104°: Toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.*

3.2.2 Reglamento Tecnológico de Carnes (D.S N ° 22- 95- AG) (MINAGRI, 1995)

- *Artículo 08°: las instalaciones mínimas del camal.*
 - *Desagües: Deberán contar con sistemas de colectores que garanticen el flujo de aguas servidas y con canales de buena pendiente, contarán con tratamiento primario de sólidos suspendidos y con lechos de secado; el efluente resultante sólo será evacuado al colector público previo tratamiento según el reglamento*

de Control Sanitario para la Apertura y Funcionamiento de Plantas Industriales (D. S. 029-65-DGS).

- *Equipos de desnaturalización: Instalaciones para desnaturalizar y destruir los decomisos y condenas. Comprenden equipos tales como biodigestores, incinerador o crematorio y autoclaves.*

3.2.3 Reglamento del sistema sanitario porcino. D.S N°002-2010-AG (MINAGRI, 2010)

- *Artículo 24.- Manejo de cerdos muertos y sus desechos: las granjas tecnificadas y semitecnificada deberán contar con silos o instalaciones adecuadas para disponer de los animales muertos, fetos, placentas u otros, para minimizar el riesgo sanitario.*
- *Anexo 2.- Medias de bioseguridad para establecimiento de porcinos en crianza tecnificada y semitecnificada.*
- *De los desechos de origen animal.*

El establecimiento deberá poseer un lugar apropiado, destinado a la eliminación de todos los cadáveres y desechos animales, aislados y separados de cerdos, limitado por un cerco que impida el acceso de roedores y aves.

- *De los efluentes y excretas*

El establecimiento con cerdos en crianza tecnificada, debe contar con un sistema de tratamiento de todos los desechos (líquidos y sólidos), de modo tal que no produzcan un impacto negativo en el medio ambiente que afecte a zonas urbanas, la napa freática o cursos de agua.

3.2.4 Reglamento de manejo de los residuos sólidos del sector agrario. D.S N° 016-2012-AG. (MINAGRI, 2012)

- *Artículo 1.- Objetivos del Reglamento: Regular la gestión y manejo de los residuos sólidos generados en el Sector Agrario, en forma sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de prevención y minimización de riesgos ambientales, así como la protección de la salud y el bienestar de la persona humana, contribuyendo al desarrollo del país.*

Objetivos específicos de este reglamento son:

- *Asegurar el cumplimiento de las disposiciones legales para el manejo de residuos sólidos con la finalidad de prevenir riesgos sanitarios, proteger la calidad ambiental, la salud y bienestar de las personas, estableciendo las acciones necesarias para dar un adecuado tratamiento técnico a los residuos de las actividades de competencia del Sector Agrario.*
 - *Regular la minimización de residuos, segregación en la fuente, reaprovechamiento, valorización, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento, transferencia y disposición final de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos derivados de las actividades agropecuarias y agroindustriales.*
 - *Promover, regular e incentivar la participación de la inversión privada en las diversas etapas de la gestión de los residuos sólidos, promoviendo, en particular, el reaprovechamiento ecoeficiente de los recursos que puedan ser generados a partir de los residuos sólidos no peligrosos agropecuarios y agroindustriales.*
- *Artículo 9.- Plan de manejo de residuos sólidos: El Plan de Residuos Sólidos, deberá formar parte del Plan de Manejo Ambiental contenido en el instrumento de Gestión Ambiental que corresponda.*

Para aquellos proyectos, actividades y/u obras que no les corresponden instrumentos de gestión ambiental, deben desarrollar su respectivo Plan de Manejo de Residuos, el cual debe ser presentado ante la autoridad ambiental competente

del sector Agrario para su respectiva aprobación.

Cada plan de manejo incluirá los procedimientos técnicos y administrativos necesarios para lograr una adecuada gestión de los residuos sólidos.

Conjuntamente con la Declaración de Manejo de Residuos Sólidos del año anterior, el generador debe presentar en formato digital e impreso ante la autoridad ambiental competente del Sector Agrario, el respectivo Plan de Manejo de Residuos Sólidos que va a ejecutar en el siguiente año, dicho plan deberá ser refrendado por la empresa operadora de residuos sólidos.

- *Artículo 10.- Contenido del plan de manejo residuos sólidos: El Plan de Manejo de Residuos sólidos deberá cumplir con los objetivos del presente Reglamento y debe considerar lo siguiente:*

Datos generales de la actividad:

- *El Plan de manejo de residuos sólidos deberá estar sellado y firmado por el titular del proyecto o de la actividad y un profesional colegiado con especialización y experiencia en gestión y manejo de residuos sólidos.*
- *Describir la actividad que desarrolla, incluyendo el flujo de insumos e identificando los puntos en que se generan los residuos sólidos.*

Características de los residuos:

- *Caracterizar los residuos sólidos tanto peligrosos y no peligrosos, estimando los volúmenes.*

Manejo de residuos sólidos generados.

- *Determinar medidas alternativas de minimización y valoración de residuos sólidos.*

- *Determinar procedimientos internos de recojo, segregación, almacenamiento, reciclaje y traslado de residuos sólidos.*
 - *Definir los equipos, rutas, calendarios y señalización que deberán emplearse para el manejo interno de los residuos sólidos. (adjuntando un plano con la infraestructura básica).*
 - *Determinar un plan de contingencia ante un evento inesperado que genere derrame, incendio o exposición de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.*
 - *Elaborar un formato de registro de residuos sólidos, considerando cantidad, peso, volumen, identificación, peligrosidad y otras características.*
 - *Otros que pudieran ser considerados y aprobados por la normatividad vigente.*
- Educación Ambiental en manejo de residuos.*
- *Elaborar un programa de capacitación para el personal responsable de la generación y manejo de los residuos sólidos de la actividad.*
 - *Diseñar actividades de difusión y educación ambiental en la gestión del manejo de residuos sólidos con sus trabajadores, usuarios, instituciones y/u otros grupos de interés haciendo uso de los diversos medios de comunicación. Todo lo que se consigue en el Plan de manejo de residuos sólidos será exigible desde su aprobación.*

Educación ambiental en manejo de residuos:

- *Elaborar un programa de capacitación para personas responsables de la generación y manejo de los residuos sólidos de la actividad.*
 - *Diseñar actividades de difusión y educación ambiental en la gestión del manejo de residuos sólidos con sus trabajadores, usuarios, instituciones y/o otros grupos de interés haciendo uso de diversos medios de comunicación.*
- *Artículo 24.- Tratamiento de residuos orgánicos: Los residuos orgánicos, que se generen en las actividades del Sector Agrario, deben recibir tratamiento con la finalidad de reducir o neutralizar las sustancias peligrosas que contienen, recuperar materia o sustancias valorizadas, facilitar su uso como fuente de energía, favorecer la disposición del rechazo y en general, mejorar la gestión del proceso de valorización.*

El tratamiento de los residuos peligrosos puede ser realizado por el generador y de no contar con un sistema de tratamiento, deberá utilizar los servicios de una EPS- RS autorizados para tal fin.

○ *Artículo 25.- Residuos de limpieza de cursos o cuerpos de agua: El manejo de los sedimentos o lodos provenientes del dragado de cursos o cuerpos de aguas continentales, que se realiza con fines de limpieza, se ejecuta con la autorización de la Autoridad nacional del Agua, previo opinión técnica favorable de la autoridad de salud, indicando:*

- *Las características físicas, químicas y biológicas del material a retirar*
- *La metodología de extracción*
- *La tecnología de tratamientos o disposición final.*

○ *Artículo 32.- Del transporte de residuos:*

- *32.1.- El traslado de los residuos dentro de las instalaciones del generador puede ser realizado con cualquier vehículo apropiado para este fin.*

Toda operación de transporte de residuo fuera de las instalaciones del generador debe ser realizada por una EPS-RS o EC.RS.

- *32.2.- Tratándose del transporte de residuos sólidos peligrosos, el transporte de hará a través de la empresa autorizada por el Sector Transporte y Comunicaciones de acuerdo con lo dispuesto por la Ley N° 28256, Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y su reglamento, aprobado mediante el D.S N° 0.21-2088- MTC.*

El transporte de residuos peligrosos debe cumplir con las condiciones de manejo señaladas en el título VI del presente Reglamento.

○ Artículo 33.- Obligaciones y responsabilidades del generador: Los generadores de residuos sólidos tienen el deber de:

- *Manejar los residuos generados de acuerdo a las disposiciones del presente reglamento o de la aprobación del instrumento de gestión ambiental correspondiente.*
- *Clasificar los residuos a generar o que genera, diferenciando los residuos peligrosos de los no peligrosos*
- *Contar con áreas o instalaciones apropiadas para el acopio, transporte y almacenamiento de los residuos, en condiciones tales que eviten la contaminación del lugar o la exposición de su personal o terceros, a riesgos relacionados con su salud y seguridad. De ser necesario, el generador dispondrá de áreas o instalaciones para el acopio y almacenamiento intermedio y central de residuos, las cuales deben cumplir con estándares de manejo similares, de acuerdo a la normativa vigente.*
- *Acondicionar en las infraestructuras debidamente construidas, aprobadas y/o autorizadas, de conformidad con la legislación vigente, espacios para el acopio, tratamiento, transporte interno y disposición final a los residuos sólidos que generen.*
- *Conducir un registro centralizado y permanente actualizado con datos por los menos mensualizados, sobre la generación y manejo de los residuos en las instalaciones bajo su responsabilidad, dando cuenta de lo siguiente.*
 - *Caracterización de residuos*
 - *Número y localización de las áreas e infraestructura de manejo de residuos habilitadas.*
 - *Número y localización de contenedores diferenciados por tipo de residuos.*
 - *Movimientos de entrada y salida de residuos sólidos peligrosos.*
 - *Tipo y cantidad de residuos reaprovechados y lugar de reaprovechamiento*
 - *Tipo y cantidad de residuos entregados a EPS- RS y EC- RS, y el lugar de destino*

- *Datos de la EPS-RS y EC-RS*
- *Verificar la vigencia y alcance de las autorizaciones y licencias otorgadas a la EPS-RS y EC-RS que hubieren sido contratadas.*
- *Presentar la declaración de manejo de residuos sólidos dentro de los quince primeros días hábiles de cada año, por cada tipo de residuo, ante la autoridad ambiental del Sector Agrario.*
- *Presentar para su aprobación, el plan de manejo de residuos sólidos, ante la autoridad ambiental del Sector Agrario.*
- *Presentar en los quince primeros días de cada mes, los documentos originales del manifiesto de manejo de residuos sólidos peligrosos acumulados del mes anterior ante la autoridad ambiental del Sector Agrario.*
- *Presentar para su aprobación, el plan de contingencias y aplicarlo ante situaciones de emergencia.*
- *Brindar facilidades necesarias para que la autoridad de salud, la autoridad ambiental del Sector Agrario puedan cumplir con las funciones establecidas en la Ley general, reglamento de la ley y el presente reglamento.*
- *Conservar la información que sustenta las declaraciones e informes remitidos ante las autoridades competentes, durante un plazo no menor de 5 años y tenerla a disposición para facilitarla a los supervisores correspondientes, a su requerimiento.*
- *Cumplir con los otros requerimientos previstos en el presente reglamento y otras disposiciones en materia de residuos sólidos vigentes.*

3.3 ACTUALIDAD DE LA INDUSTRIA PORCINA EN EL PERÚ

Según el informe técnico brindado por el INEI en el periodo enero-octubre de 2015 el sector agropecuario registró un crecimiento de 2,37% (Cuadro 1), debido al resultado favorable del subsector pecuario en 5,64% y al ligero crecimiento por parte del subsector agrícola en 0,39%. Aquel incremento del subsector pecuario (5,64%), es explicado por la mayor producción de aves 8,30%, huevos 8,18%, leche fresca 3,06% y porcino en 4,89%.

Cuadro 1: Subsector Pecuario: octubre 2015 (Año base 2007)

Producto	Ponderación	Variación porcentual 2015/2014	
		Octubre	Enero-Octubre
Ave	15.44	8.80	8.30
Huevos	3.48	6.31	8.18
Leche fresca	5.73	3.53	3.06
Porcino	2.37	3.44	4.89

FUENTE: (INEI, 2015).

Según el Censo Nacional Agropecuario realizado el 2012, la distribución de la población de porcinos se concentra en la Sierra con 1 135,800 cabezas (con un 67,2 % de la línea Criolla), seguido por la Costa la cual abarca 853,000 (con la línea predominante Mejorados con 62,2%) y finalmente la selva con 235 500 cabezas (con un 79.2% de la línea Criolla) (INEI, 2012).

Con la concentración a gran escala en distintas regiones del país, principalmente en la Costa, han surgido algunos inconvenientes con el manejo de los residuos agropecuarios debido a que se pueden considerar como fuentes de olores y vectores de enfermedades. Estos residuos pueden ser de tipo orgánico (estiércol solido o fresco y animales muertos) o inorgánicos (jeringas, envases, frascos, empaques, etc.).

Peralta 2010; y Chia- Fang, 2009 concluyen que las excretas y los purines son los principales residuos orgánicos generados en el sistema de producción animal, debido a que presenta una alta tasa de demanda química de Oxígeno (DQO), nutrientes (nitrógeno, fosforo y Potasio), metales pesados, antibióticos y agentes patógenos.

Entre los problemas que generan los vertidos de purines, puede citarse el exceso de nutrientes que se vierte al suelo, fundamentalmente nitrógeno, fósforo y potasio, la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas, y la generación de un residuo voluminoso y costoso de gestionar y transportar (Noa, 2013).

Los principales efectos que podemos apreciar son:

- Eutrofización de las aguas en los puntos de vertido con la consiguiente desaparición del oxígeno y la vida animal.
- Emisión de malos olores, gas metano (efecto invernadero, destrucción capa ozono) y amoníaco (elemento causante de lluvia ácida).
- Daños a la vida vegetal: Aparición de clorosis y necrosis, alteraciones en el sistema radicular y en el desarrollo vegetativo y acumulación de tejidos vegetales.
- Contaminación de acuíferos y de suelos por lixiviación de aguas cargadas de nitratos y metales pesados: alteración de un ecosistema difícil de recuperar.

Según el Reglamento Sanitario De Granjas Porcinas 2010 en su Anexo 2, sobre medidas de bioseguridad, las granjas porcinas deben presentar un manejo de excretas que garantice las buenas condiciones sanitarias y cumpla con las regulaciones dictadas por las autoridades competentes. DIGESA, INRENA u otros.

3.4 ACTUALIDAD DE LA INDUSTRIA CÁRNICA EN EL PERÚ

Si bien en el país existen normas para el control higiénico sanitario y ambiental (Reglamento Tecnológico de Carnes (D.S N 22- 95- AG) (MINAGRI, 1995), y Ley General del Ambiente, MINAM, 2010), los trabajos más recientes indican no solo serias carencias tecnológicas en los procesos de beneficio, sino también la ausencia de programas de capacitación y estrategias de mejoramiento de la calidad que apunten a lograr una mayor eficiencia en los procesos, en la obtención de un producto inocuo y en la reducción de los daños ambientales.

En la Legislación peruana aún no existen lineamientos específicos y claros para el subsector en cuanto a estándares o límites para la eliminación de aguas residuales provenientes del proceso de beneficio de camales.

Según el Centro de Promoción De Tecnologías Sostenibles (CPTS), 2009, los principales problemas ambientales que enfrentan los mataderos son:

- Contaminación hídrica con contenido ruminal, sangre y materia orgánica. Con pocas excepciones, los mataderos no cuentan con sistemas de tratamientos de efluentes.
- Contaminación atmosférica, causada por la descomposición de la materia orgánica, la misma que origina malos olores.
- Emisión de gases de efecto invernadero, debido al uso ineficiente de la energía.
- Los límites para descargas líquidas (BDO, DQO) de la legislación ambiental no se pueden alcanzar debido a que algunos mataderos han implementado sistemas de tratamientos de efluentes para disminuir la carga orgánica, y otros mataderos directamente no han implementado ningún sistema.

3.5 ACTUALIDAD DE LA INDUSTRIA LECHERA EN EL PERÚ

Según el informe técnico del Instituto nacional de estadística e informática INEI, 2016 la producción de leche fresca a nivel nacional es de 158.6 mil toneladas en febrero del 2016 (INEI, 2016).

En cuanto al ingreso de Leche Fresca a la industria láctea (Plantas procesadoras) se aprecia que en los últimos 14 años se tuvo altas tasas de crecimiento (Figura 1) hasta el año 2008, a partir de ese año las tasas de crecimiento han sido menores y hasta negativas como el caso del año 2011 y el año 2014 (AGALEP, 2015).

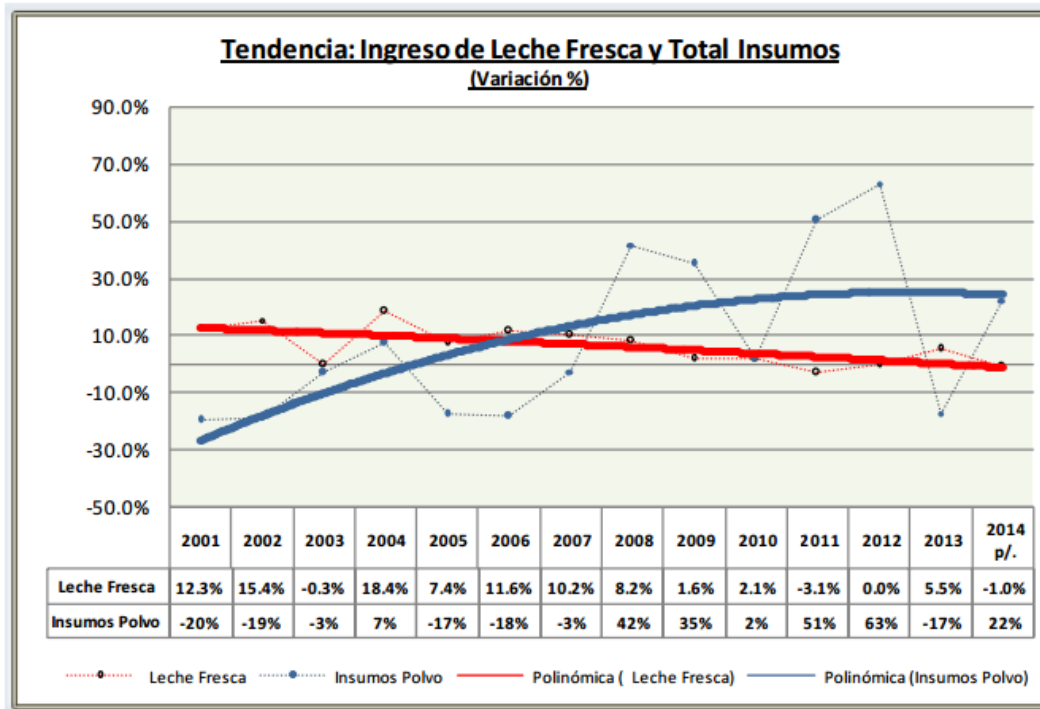


Figura 1. Ingreso de leche fresca e insumos para la industria láctea

FUENTE: (AGALEP, 2015)

Los principales productos derivados de la industria láctea son: leche fresca pasteurizada, leche evaporada y otros derivados, como el Yogurt, helados, quesos y mantequillas. Pero también generan residuos como el suero lácteo, el cual es vertido a las redes de alcantarillado (Guerreo, 2005).

Para Sanmartín, 2010, el suero lácteo presenta un alto poder contaminante derivado principalmente del contenido de materia orgánica (lactosa, proteínas y materia grasa), siendo su riqueza en lactosa la principal responsable, por su capacidad para actuar como sustrato de fermentación bacteriana.

Los desechos comunes de una planta de procesamiento de lácteos incluyen los siguientes elementos contaminantes (Guerreo 2005):

- Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO)
- Sólidos Totales en suspensión
- pH, Acidez y Alcalinidad
- Temperatura
- Fósforo

- Cloro
- Efluentes provenientes de los procesos
- Aceites y grasas

Otros contaminantes emitidos por las plantas de procesamiento de leche son, humos de calderos, fugas de refrigerante y derrames de aceites de motor, solventes y/o petróleo. (Guerreo, 2005)

3.6 EXCRETA PORCINA

3.6.1 Definición

Es el principal residuo generado por el sector porcino, está constituido por la mezcla de excretas del animal (55% excretas sólidas y 45% orina), junto con el agua de lavado utilizado para la limpieza de los planteles. La excreta contiene principalmente sólidos que flotan, sólidos que sedimentan, y sólidos en suspensión (Cuadro 2). La tasa de producción de excretas y su composición es altamente variable. Esta variabilidad en parte se debe a factores asociados a la explotación y al manejo de los animales, por ejemplo la alimentación (calidad, cantidad y composición del alimento ingerido por el animal, número y madurez fisiológica del animal, número de fases de alimentación, etc.), el clima local, el tipo de bebedero, el volumen de agua consumida, el sistema de alojamiento y frecuencia de limpieza (Chia-Fang, 2009).

Cuadro 2: Características de excretas porcinas.

Características	Parámetros
DQO (Demanda Química de Oxígeno)	> 4 g DQO/L
DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno)	2,5 g O2/L
Sólidos totales	> 3 g/L
Sólidos volátiles	> 3 g/L
Nitrógeno Total (NH4+)	> 300 mg/L
Fosforo Total (P)	> 100 mg/L
Otros:	
• Desinfectantes	ND
• Antibióticos	ND
• Microorganismos Patógenos	ND
• Metales Pesados	ND

FUENTE: Chia-Fang, 2009.

3.6.2 Composición química

La composición química del estiércol de cerdo es variable (Mariscal, 2007) debido, a diferentes factores tales como:

- Procesamiento que reciba las excretas
- El manejo de alimentación y el diseño de los comederos pueden también influir en la composición química del estiércol, ya que cuando existe desperdicio de alimento hacia el piso, el estiércol podría contener una cantidad variable de almidón.
- La edad, raza, estado fisiológico que van variando de acuerdo a la etapa productiva del cerdo
- La calidad de la ración ofrecida, los ingredientes empleados en la preparación de ésta tienen influencia en la composición química del estiércol (Noa 2013).

En el Cuadro 3 se pueden observar los cambios que ocurren en la concentración de nutrientes del estiércol de cerdo con diferentes tratamientos.

Cuadro 3: Composición química del estiércol de cerdo (% base seca).

Tipo de estiércol	PC	EE	FC	C	ELN	Ca	P	Referencia
Fresco								
Crecimiento 1	a	26.2	8.5			1.6	3.7	Sepúlveda <i>et al</i> (1991) ¹
	b	29.3	5.9			0.7	2.6	
Crecimiento 2	a	23.8	8.4			2.1	3.4	
	b	28.9	6.2			0.6	2.3	
Desarrollo	a	23.3	8.4			2.6	2.2	
	b	28.0	5.8			0.6	1.9	
Finalización	a	25.1	8.9			2.8	2.6	
	b	28.2	6.5			0.7	2.1	
Fresco		22.7	12.8	15.6				Solorio(1993) ¹
Deshidratado (al sol)		14.7	2.9	7.5				Salcedo(1989) ¹
Solidos Recuperados		14.8	4.5	19.8	14.2	42.8		Iñiguez <i>et al.</i> (1986) ¹
Estiércol Gorrinos oreados		16.74	8.80	15.5	14.50	32.19		Mendoza (1998) ²
Estiércol las categorías , prensado y oreado	todas	8.97	1.03	19.77	16.60	47.61		Zanabria (1998) ²
Estiércol porcino		15.87	4.69	17.52	12.05	49.87	0.61	1.36 Cobos <i>et al.</i> (1998) ³

Fuente:

¹ citados por Gutiérrez y Ku, 1996.

² citados por Cornejo, 2011.

³ citados por INIFAP, 2002.

a=Alimento comercial, b=Alimento comercial mezclado con sorgo en la granja.

3.6.3 Composición microbiológica

Dentro de los microorganismos patógenos podemos encontrar las bacterias pertenecientes a los géneros *Escherichia*, *Clostridium*, *Salmonella*, *Yersenia*, *Mycobacterium*, *Campylobacter*, *Brucella* y *Leptospira* (Cuadro 4), lo cual limita o restringe su uso debido a que puede ser un vector de enfermedades (Cornejo, 2011).

Cuadro 4: Composición microbiológica (UFC/g).

Indicadores	Líquido residual crudo	Excreta sólida
Aerobios mesófilos viables	2.3×10^7	7.2×10^7
<i>Escherichia coli</i>	3.6×10^5	6×10^4
Coliformes totales	2.3×10^6	5.4×10^6
Enterococos	1.6×10^6	3.6×10^5
<i>Clostridium perfringens</i>	3×10^4	1.6×10^5
Otros Clostridium	0.8×10^4	0.5×10^4
Microaerófilos	1.3×10^4	0.6×10^4
<i>Salmonella sp.</i>	3.5×10^4	4×10^4
<i>Shigella sp.</i>	1.3×10^5	2.4×10^4
Levaduras	3.8×10^7	1.1×10^7
Mohos	5.1×10^5	7.5×10^5
pH	6.9	7.6
MS. %	-	23.5

FUENTE: Cornejo, 2011.

3.6.4 Uso de la excreta porcina

A. Producción de biol.

El biol producido por excretas porcinas provienen de un proceso de descomposición anaeróbico, fermentación metanogénica, donde es obtenido mediante una filtración de la mezcla final donde se separa la parte líquida (biol) y la parte sólida (biosol) (Cordero 2010).

Ventajas del uso del biol:

- Mejora la calidad del cultivo, ayudándole a soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima.
- Utilizable en gran variedad de cultivos
- Bajo costo de producción

B. Producción de Biogás (parte gaseosa)

El biogás a base de excretas porcinas provienen de un proceso de descomposición anaeróbico, fermentación metanogénica, donde el proceso al igual que el compostaje se desarrolla por acción enzimática de los microorganismos que estabilizan la porción fermentable de los residuos través de las diferentes etapas (López, 2003).

C. Producción de biosol (parte sólida)

El biosol producido por excretas porcinas provienen de un proceso de descomposición anaeróbico, fermentación metanogénica, dependiendo de la tecnología a emplear, este subproducto tratado puede tener entre 10% y 25 % de humedad. Su composición depende mucho de los residuos que se emplearon para su fabricación (Aparcana, 2008).

Ventajas de uso del biosol

- Regula, fortalece y mejora el rendimiento de la producción.
- Mejora la retención de los nutrientes en el suelo.
- Mejora la estructura del suelo y su capacidad de retención de la humedad.
- Mejora la porosidad, permeabilidad y ventilación del suelo.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas

3.7 SANGRE BOVINA

3.7.1 Definición

Este subproducto se obtiene después del aturdimiento del animal y realizando un desangrado por un lapso de 3 a 5 minutos. Generalmente se recogen alrededor de 10 litros de sangre por cada res sacrificada, lo que equivale a más del 50% de la totalidad de la sangre del animal (Peña, 2008).

La sangre es considerada un subproducto aprovechable por la industria alimentaria sólo en el caso que sea recogida bajo condiciones higiénicas y destinadas a la elaboración de un producto de valor añadido. Según Zamora, 2003, la sangre es uno de los residuos con mayor poder contaminante, requiere una Demanda Química de Oxígeno (DQO) total, de aproximadamente 375.000 mg/L, esta elevada carga orgánica la convierte en un producto que debe tratarse antes de verterla a un ambiente acuático natural para evitar posibles consecuencias negativas como la disminución del oxígeno en disolución en el agua o la muerte de los organismos que la habitan.

3.7.2 Composición química

Dependiendo de la especie animal y de la eficiencia del proceso existen pequeñas diferencias entre la composición de las fracciones de la sangre (Cuadro 5 y 6). El plasma es un líquido que contiene 6-8% de proteína de alto valor nutritivo (fibrinógeno, globulinas, albuminas, trombina, factores de crecimiento y lipoproteínas). La Fracción Celular separada del plasma contiene 28-38 % de proteína, de la cual un 90% se encuentra en forma de hemoglobina (Zamora, 2003).

Cuadro 5: Composición de las diferentes fracciones de la sangre.

Compuesto	Sangre Completa	Suero (66% de la sangre)	Plasma (60% de la sangre)	Fracción Celular (40% de la sangre)
Agua	80.8	91.2	90.8	60.8
Sales minerales	0.9	0.8	0.8	1.1
Grasas	0.2	0.1	0.1	0.4
Proteínas	17.0	7.5	7.9	35.1
Albumina	2.2	3.3	3.3	
Fibrinógeno	0.3		0.4	
Globulina	2.8	4.2	4.2	
Estroma	1.7			5.1
Hemoglobina	10.0			30.0
Otras sustancias	1.1	0.4	0.4	2.6

FUENTE: Zamora, 2003.

Cuadro 6: Composición química de la sangre bovina.

Química sanguínea bovina	Parámetros
pH sanguíneo (venoso)	7.38
Proteínas plasmáticas	6.8 g/dl
Calcio	9-11 mg/dl
Fósforo	5-9 mg/dl
Magnesio	2-3 mg/dl
Sodio	132-245 mEq/L
Potasio	4.1-5.1 mEq/L

FUENTE: Gasque, 2008.

3.7.3 Uso de la sangre bovina

A. Plasma sanguíneo

Según Gasque 2008, el plasma sanguíneo es la fracción de la sangre al cual se ha extraído por centrifugación los elementos celulares pero que contienen fibrinógeno, que lo hace diferente del suero. El plasma tiene una gran cantidad de aplicaciones como:

- Uso humano, como ingrediente en la producción cárnica
- Productos molidos y curados
- Productos emulsionados
- Productos prensados y especialidades cárnicas
- En la industria panificadora para mejorar sus propiedades funcionales.

B. Harina de sangre

Es un producto de la industria cárnica con un alto contenido proteico, se obtiene por la deshidratación de la sangre con un rendimiento de 2.8kg/ animal sacrificado. La harina de sangre puede ser de baja calidad dependiendo el procesamiento por el cual se obtenga, sobre todo la temperatura. Las aplicaciones de la harina de sangre es más para la elaboración de concentrados para animales monogástricos (Gasque, 2008).

3.8 SUERO LÁCTEO

3.8.1 Definición

Es el residuo líquido de la fabricación de queso y caseína, es una de las mayores reservas de proteínas alimentarias que quedan todavía fuera de los canales del consumo humano. En la actualidad se sigue desperdiciando una gran proporción de los litros totales que se generan día a día. Se considera al suero como un elemento no deseable, de escaso interés y de alto costo de eliminación (Schaller, 2009).

Se estima que a partir de 10 litros de leche de vaca se puede producir de 1 a 2 kg de queso (dependiendo el tipo de queso) y un promedio de 8 a 9 kg de suero de quesería o suero lácteo, lo que representa cerca del 90% del volumen de la leche utilizada para el

queso por esto contiene la mayor parte de compuesto hidrosolubles, 95% de la lactosa, 25% de las proteínas y 8% de la materia grasa (Buchelli 2014).

3.8.2 Composición química

Los principales componentes del suero lácteo, tanto dulce como ácido, son el agua (93-94%), lactosa (70-75% de los sólidos totales), proteínas séricas (8-11% de los sólidos totales) y minerales (10-15% de los sólidos totales). También presenta grasa y vitaminas (Sanmartín, 2010)

En el Cuadro 7 se puede observar la composición media del suero caprino, bovino y ovino. La composición del suero lácteo depende del tipo de queso (enzimático o ácido), de las técnicas de elaboración queseras empleadas (como el método de coagulación), del tratamiento que experimenta el suero líquido (tratamientos térmicos, pre concentración, recuperación de los finos de caseína), del estado fisiológico del animal, del tipo de raza y especie, y además sigue la tendencia de la composición química de la leche de la que proviene (Sanmartín, 2010)

Cuadro 7: Composición típica del suero ácido y dulce (g/l).

	Suero Dulce			Suero Acido		
	Vaca a, b, e	Cabra c	Oveja c, d	Vaca a, b, e	Cabra c d	
pH	5.9-6.4	6.2	6.3	4.6-4.8	4.6	
Solidos Totales	63.0-70.0	66.1	74.6- 83.84	63.0-70.0	64.0	62.91
Lactosa	46.0-52.3	47.1	50.98- 51.6	44.0-46.0	50.7	39.18
Proteína	6.0-10.0	7.7	10.5- 18.71	5.8-8.0	5.3	9.35
Grasa	0.2-10	5.1	6.46-8.2	0.1-0.5	0.3	0.4
Cenizas	5.0	6.1	4.30-5.65	7.5	7.6	8.36
NNP	0.37	0.5	0.8	0.40	0.6	0.67
Ca	0.4-0.6	ND	0.49	1.2-1.6	ND	1.35
Fosfato	1.0-3.0	ND	ND	2.0-4.5	ND	ND
Lactato	2.0	ND	ND	6.4	ND	ND
Cloruros	1.0-1.2	ND	ND	0.9-1.2	ND	ND
Magnesio	0.07-0.08	ND	ND	0.10-0.11	ND	ND
Citrato	1.2-1.7	ND	ND	0.2-10	ND	ND
Sodio	0.4-0.53	ND	ND	0.4-0.51	ND	ND
Potasio	1.4-1.6	ND	ND	1.4-1.6	ND	ND
Sulfatos	0.7	ND	ND	0.5	ND	ND

FUENTE:

a: Jelen, 1992.

b: Riera et al., 1996.

c: Casper et al., 1998.

d: Pintado et al., 2001.

e: Sanmartín, 2010.

3.8.3 Uso del suero lácteo

A. Alimentación animal

Para alimentar a los cerdos se recomienda no administrar más de 12-15 litros de suero. Las cerdas reproductoras presentan una gran necesidad de vitamina B, de manera que el suero les aporta cantidades suficientes de Vitamina B2 y ácido pantoténico, pudiendo ingerir hasta 15-25 kg/día (Sanmartín, 2010).

B. Fertilizante

El suero aporta nutrientes y agua para promover el crecimiento de plantas. La cantidad de suero que se puede usar como fertilizante depende del pasto y de la lluvia, pero está limitada a 15-90 toneladas/acre o 7m³/ha/día. Si se exceden los límites, podría causar problemas de salinidad y acidez excesiva (Sanmartín, 2010).

C. Quesos de suero

Es una de las formas más directas de recuperación de las proteínas séricas, las cuales acompañadas de cierta grasa residual, se desnaturalizan y coagulan tras la aplicación de un tratamiento térmico (Sanmartín, 2010).

3.9 FERTILIZANTES

Según la Asociación internacional de la industria de los fertilizantes (IFA, 2002), los fertilizante tiene la función de proveer nutrientes necesarios e insuficientes en el suelo o aire. Obteniendo una producción más alimentos y cultivos comerciales, y de mejor calidad.

3.9.1 Nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta

Dieciséis elementos son esenciales para el crecimiento de una gran mayoría de plantas y éstos provienen del aire y del suelo circundante. En el suelo, el medio de transporte es la solución del suelo.

El origen de los elementos es:

- Del aire: carbono (C) como CO₂ (dióxido de carbono)
- Del agua: hidrógeno (H) y oxígeno (O) como H₂O (agua)
- Del suelo, el fertilizante y abono animal: nitrógeno (N) – las plantas leguminosas obtienen el nitrógeno del aire con la ayuda de bacterias que viven en los nódulos de las raíces - fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl).

Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, por los que se aplican al suelo en gran volumen, si este es deficiente en uno o más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales. En contraste a los macronutrientes, los micronutrientes o microelementos son requeridos sólo en cantidades ínfimas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo. (IFA, 2002)

Dentro del grupo de los macronutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas, los nutrientes primarios son nitrógeno, fósforo y potasio.

- El Nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta. Suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO₃⁻) o de amonio (NH₄⁺). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes (IFA, 2002).
- El Fósforo (P), que suple de 0,1 a 0,4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los

suelos naturales o agrícolas o dónde la fijación limita su disponibilidad (IFA, 2002).

- El Potasio (K), que suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas. Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (IFA, 2002).

Los nutrientes secundarios son magnesio, azufre y calcio. Las plantas también los absorben en cantidades considerables.

- El Magnesio (Mg) es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol; por ello, del 15 al 20 por ciento del magnesio contenido en la planta se encuentra en las partes verdes. El Mg se incluye también en las reacciones enzimáticas relacionadas a la transferencia de energía de la plantas (IFA, 2002).
- El Azufre (S) es un constituyente esencial de proteínas y también está involucrado en la formación de la clorofila. En la mayoría de las plantas suple del 0,2 al 0,3 (0,05 a 0,5) por ciento del extracto seco. Por ello, es tan importante en el crecimiento de la planta como el fósforo y el magnesio; pero su función es a menudo subestimada (IFA, 2002).
- El Calcio (Ca) es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas. Aunque la mayoría de los suelos contienen suficiente disponibilidad de Ca para las plantas, la deficiencia puede darse en los suelos tropicales muy pobres en Ca. Sin embargo, el objetivo de la aplicación de Ca es usualmente reducir la acidez del suelo (IFA, 2002).

Los micronutrientes o microelementos son el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el molibdeno (Mo), el cloro (Cl) y el boro (B). Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta. Son absorbidos en cantidades minúsculas, su rango de provisión óptima es muy pequeño. Su disponibilidad en las plantas depende principalmente de la reacción del suelo. El suministro en exceso de boro puede tener un efecto adverso en la cosecha subsiguiente (IFA, 2002).

3.9.2 Biopreparados

Son sustancias y mezclas de origen vegetal, animal o mineral presentes en la naturaleza que contienen propiedades nutritivas para las plantas o repelentes y atrayentes de insectos para prevención y control de plagas y/o enfermedades (IPES/ FAO, 2010).

Los biopreparados se pueden clasificar atendiendo a diversos criterios siendo los más comunes:

- De acuerdo a la forma de acción:
 - Bioestimulante / Bioenraizador.
 - Biofertilizante
 - Biofunguicida
 - Bioinsecticida / biorepelente

A. Bioestimulante/ bioenraizador

Se preparan a base de vegetales que poseen sustancias que ayudan y promueven el desarrollo de las distintas partes de la planta, fundamentalmente, en sus primeros estadios. Actúan aportando un suplemento alimenticio; facilitando la absorción y el traslado de nutrientes; y estimulando una mayor y rápida formación de raíces. Se utilizan en la reproducción de plantas por esquejes y estacas (IPES/ FAO, 2010).

B. Biofertilizantes

Son el resultado de la descomposición o fermentación (mediante la acción de microorganismos) de materia orgánica disuelta en agua, transformando elementos que no podrían ser aprovechados directamente por las plantas en sustancias fácilmente asimilables por las mismas. Un buen ejemplo es el estiércol o los minerales. Promueven una mejor nutrición de la planta y, a partir de la misma, su resistencia a los ataques de insectos y enfermedades (IPES/ FAO 2010).

Hay dos tipos de biofertilizantes, los aeróbicos que se producen en presencia de oxígeno y los anaeróbicos que se elaboran en ausencia del mismo. También existen los biofertilizantes enriquecidos, cuando se les añaden compuestos o elementos minerales para tener un producto más completo que aporte más nutrientes a las plantas.

Dentro de la rama de biofertilizantes enriquecidos, se encuentran los biofertilizantes acelerados, estos son elaborados a partir de materias orgánicas que pasan por un proceso de fermentación anaeróbica, en este caso una fermentación láctica, con la ayuda de un consorcio microbiano de bacterias ácido lácticas, estas bacterias aceleran el proceso de biodegradación, dando como resultado un biofertilizante acelerado libre de bacterias patógenas y con niveles elevados de nutrientes necesarios para las plantas. (Buchelli 2014).

3.10 FERMENTACIÓN LÁCTICA

Es un proceso bacteriológico que tiene como producto principal el ácido láctico proveniente de la transformación de los hidratos de carbono de las materias orgánicas tratadas. Las bacterias responsables del proceso son provenientes del grupo de bacterias Gram positivas. Las bacterias ácido lácticas están constituidas por varios géneros como:

- *Aerococcus*
- *Carnobacterium*
- *Enterococcus*
- *Lactobacillus*
- *Lactococcus*
- *Leuconostoc*
- *Pediococcus*
- *Streptococcus* (Buchelli, 2014)

3.10.1 Bacterias Acido lácticas (BAL)

Las bacterias ácido lácticas o BAL son bacterias Gram positivas, anaerobios aerotolerantes, que mediante un proceso de fermentación, transforman los azúcares en ácido láctico mayormente. Para la formación del ácido láctico es preferible la utilización de bacterias termófilas de rápida fermentación con la adición mínimas de nutrientes nitrogenados y que crezcan a valores reducidos de pH y para que así tengan ventajas competitivas frente a otras bacterias (Buchelli, 2014)

Según la cantidad y la presencia de ácido láctico, las BAL pueden ser homofermentativas y heterofermentativas. Las homofermentativas tienen como único producto de la degradación de los hidratos de carbono al ácido láctico. En cambio las heterofermentativas pueden producir en conjunto el ácido láctico y además de otros compuestos como el ácido acético o etanol y dióxido de carbono en relaciones equimolares (Buchelli, 2014).

3.10.2 Bacteriocinas

Son péptidos antimicrobianos segregados o producidos por las BAL que inhiben el crecimiento de bacterias competidoras. El espectro antibacteriano frecuentemente incluye organismos patógenos producidos por la descomposición de los alimentos (*Staphylococcus aureus*) o de las bacterias Gram negativas (Buchelli, 2014)

3.10.3 Bioprotector comercial o consorcio microbiano (BIOLAC o B-lac)

Es un consorcio microbiano y posee bacterias del género *Lactobacillus sp.* en mayor proporción:

Cuadro 8: Análisis microbiológico del B-lac.

Parámetros	Resultados
Recuento de <i>Lactobacillus sp</i> (UFC/ml)	7x10 ⁷
Recuento de mohos (UFC/ml)	<10
Recuento de bacterias mesófilas viables (UFC/ml)	3.3x10 ⁴
Recuento de coliformes totales (NMP/ml)	<3
Recuento de coliformes fecales (NMP/ml)	<3

Nota: los valores <3 y <10 significan ausencia.

FUENTE: García, 2008.

3.11 ENZIMAS PROTEOLÍTICAS:

Las enzimas son sustancias de naturaleza proteica que catalizan reacciones químicas, siempre que sea termodinámicamente viable. En las reacciones, las enzimas actúan sobre sustratos específicos, las cuales se convierten en diferentes moléculas o productos (Guccione, 2009)

Para efectuar la hidrólisis de las proteínas se pueden emplear ácidos y enzimas proteolíticas provenientes de diferentes fuentes. Entre ellas se pueden apreciar la papaína, ficina y bromelina extraídas de plantas; la pepsina, la renina y quimiotripsina de tejidos animales y las enzimas de origen microbiano ya sea a partir de hongos o bacterias. (Fernández 2001; citado por Guccione, 2009)

3.12 MELAZA

Es el efluente de la preparación del azúcar mediante cristalización repetida final, de la cual no se puede extraer más azúcar. Su composición es muy heterogénea y puede variar considerablemente dependiendo de la variedad de caña de azúcar, suelo, clima, periodo de cultivo, sistema de ebullición del azúcar, tipo y capacidad de los evaporadores, entre otros (Fajardo y Sarmiento, 2007; citado por Buchelli, 2014).

La melaza es la fuente de carbono que utilizan las BAL en el proceso de fermentación láctica para poder realizar la biodegradación de las materias orgánicas (Buchelli, 2014).

3.13 BIOENSAYOS DE TOXICIDAD AGUDA CON SEMILLAS

3.13.1 Definición de bioensayo

En Ecotoxicología, un bioensayo o prueba de toxicidad es una técnica empleada para determinar si un residuo químico presente en el ambiente está en cantidades suficientemente altas para afectar adversamente algunos aspectos del espectro normal de actividades de animales y plantas. Los bioensayos en Ecotoxicología se realizan con el supuesto de que los organismos probados son “sucedáneos” o “claves” de organismos “superiores” presentes en su ambiente natural (Hernández, 2014). La Ecotoxicología está basada en el principio de que hay una relación directa entre la reacción tóxica (la respuesta) y la cantidad de sustancia recibida (la dosis). Un supuesto importante de esta relación es que existe una dosis a la cual no ocurre respuesta, el segundo supuesto es que una vez que la dosis máxima ha sido alcanzada cualquier incremento en ésta no resultará en un incremento del efecto (Hernández, 2014).

El término toxicidad se refiere al potencial inherente de una sustancia para causar daño sistémico a los organismos. Los efectos tóxicos se clasifican en agudos y crónicos. Los efectos agudos suceden inmediatamente después de una sola exposición a la sustancia a concentraciones generalmente altas (muerte, parálisis, inhibición de crecimiento); los efectos crónicos se presentan después de un largo tiempo de exposición y proporcionan una respuesta subletal (cáncer, daño a los órganos, dificultad en la reproducción). Las pruebas de toxicidad aguda son relativamente simples, son de corta duración y de bajo costo, además de que se cuenta con bases de datos para muchas sustancias y efluentes. Estas pruebas usadas con frecuencia para una valoración de toxicidad rápida o para determinar la sensibilidad relativa de diferentes especies. Las pruebas de toxicidad crónica son más complejas y requieren más tiempo que las de toxicidad aguda; éstas son diseñadas para ciclos de vida de especies particulares con la finalidad de obtener información de teratogenicidad (capacidad de la sustancia para producir malformaciones en el organismo) (Hernández, 2014).

Los bioensayos más utilizados en los estudios de ecotoxicidad para la valoración de la calidad del suelo son: el de germinación de semillas, crecimiento de plantas, el de lombrices y el de microorganismos (Hernández, 2014).

Los bioensayos de germinación de semillas han sido diseñados para evaluar la fitotoxicidad de una sustancia en los estadios tempranos críticos del crecimiento de una planta. Se refiere a la estimación de una respuesta desfavorable a una sustancia en donde se evalúa la toxicidad aguda (Hernández, 2014).

Con este bioensayo pueden medirse puntos finales como mortalidad, germinación, crecimiento o cualquier característica fisiológica relevante. Estos puntos finales abarcan desde mediciones puntuales como la mortalidad hasta mediciones continuas como el crecimiento, reportándose como cambios en la altura o longitud, y biomasa. Aunque en los protocolos oficiales de las agencias internacionales de regulación ambiental no se incorporan determinaciones del estado fisiológico de la planta, se pueden realizar mediciones de la tasa fotosintética (intercambio gaseoso) o condición fotosintética (fluorescencia), actividad enzimática, respiración total y respiración oscura (Hernández, 2014).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 LUGAR Y DURACIÓN DE EJECUCIÓN

La etapa experimental se realizó en el Laboratorio de Biotecnología Ambiental de Biorremediación del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina ubicado en el distrito de la Molina, provincia de Lima, departamento de Lima.

4.2 MATERIALES EMPLEADOS EN EL ELABORACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE.

4.2.1 Materias primas e insumos:

- Excretas porcinas: Proveniente de la Unidad Experimental en Cerdos (UEC) de la Universidad Agraria La Molina
- Sangre bovina: Proveniente Camal Frigorífico Lurín S.A.C, la recolección es directa en baldes de 20 litros.
- Suero Lácteo: El suero lácteo de quesería provino de la producción de queso fresco de Planta Piloto de Leche de la Universidad Nacional Agraria La Molina
- Complejo enzimático: Se empleó un complejo enzimático en estado líquido, basado en enzimas proteolíticas de origen bacteriano y facilitado por el Laboratorio de Biotecnología Ambiental de Biorremediación del Departamento de Biología de la Universidad Nacional Agraria La Molina
- Melaza de caña: Se empleó melaza proveniente de la Unidad Experimental de Zootecnia de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Bacterias ácido lácticas: Consorcio Microbiano en estado líquido, facilitado del Laboratorio de Biorremediación del Departamento de Biología de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

4.2.2 Materiales:

- Envases de plástico de 1 litro
- Baldes de plástico de 1 galón y de 20 litros
- Colador de plástico
- Bolsas de plástico
- Agua destilada
- Pipetas
- Malla coladora
- Baguetas
- Picetas
- Guantes de Látex
- Mascarillas
- Placas Petri
- Agua de mesa
- Bureta
- Vaso precipitado
- Matraz aforado de 50 y 100 ml
- Matraz Erlenmeyer
- Pinzas
- Papel milimetrado
- Caja aislante de tecnopor
- Materiales de oficina

4.2.3 Reactivos y soluciones

- Solución buffer de pH 7.01. Hanna Buffer solution HI7007
- Solución buffer de pH 4.01. Hanna Buffer solution HI7004
- Solución de calibración de pH-metro HI 7031
- Solución de almacenamiento de pH-metro HI 70300
- Solución de limpieza de pH-metro HI 7061

4.2.4 Equipos

- Cámara lumix de 16 megapíxeles
- Refractómetro RHB-40
- Potenciómetro HI 8424
- Conductímetro HI98311
- Balanza electrónica de precisión , modelo LPCR-20
- Balanza gramera
- Prensa
- Estufa
- Autoclave

4.3 MATERIALES EMPLEADOS PARA EL ENSAYO DE FITOTOXICIDAD

4.3.1 Materiales

- Placas Petri
- Papel filtro de filtración rápida
- Pipetas de 10 ml y 1 ml
- Agua destilada
- Vasos de precipitación y probetas graduadas
- Pinzas, plumones de tinta indeleble, papel milimetrado y tijeras

4.3.2 Materia prima

- Semillas de maíz: Se utilizaron semillas de maíz (*Zea Mays*) variedad 701 obtenidas del PIPS de Maíz de la UNALM. Estas semillas no contenían fungicidas ni plaguicidas, además su poder germinativo era mayor de 90%.
- Semillas de lechuga: Se utilizaron semillas de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad tipo Duett obtenidas del Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral de la UNALM. Estas semillas no contenían fungicidas ni plaguicidas, además su poder germinativo era mayor de 90%.

4.4 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

4.4.1 Potencial de hidrógeno (pH)

Se determinó mediante medición directa, introduciendo el electrodo del pH metro en las muestras (materias orgánicas hidrolizadas anaeróbicamente con diferentes porcentajes de melaza y B-lac). Se consideró una lectura válida al valor que se mantuvo constante por 15 segundos aproximadamente. El equipo fue calibrado previamente usando buffer de pH 4 y pH 7.

4.4.2 Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos de las excretas porcinas frescas y de los biofertilizantes acelerados seleccionados se realizaron en el Laboratorio Marino Tabusso de la Facultad de Ciencias de la Universidad Agraria La Molina – el análisis incluyó Enumeración de coliformes totales y fecales (NMP/g), Enumeración de *Escherichia coli* (NMP/g), Recuento de mohos y levaduras (UFC/g), Enumeración de *Staphylococcus aureus* (NMP/g) y Detección de *Salmonella sp.* en 25 g. para las excretas porcinas frescas; y además un Recuento de *Lactobacillus sp.* (UFC/ml) para los biofertilizantes acelerados seleccionados.

Estos análisis se realizaron con el propósito de determinar el nivel inicial de microorganismos de las excretas porcinas y para comprobar la efectividad del método de fermentación homoláctica.

4.4.3 Análisis físico químico

Los análisis fisicoquímicos (análisis especial de materia orgánica) de los tratamientos seleccionados fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los parámetros evaluados, metodología empleada y resultados promedios que se aprecian a las muestras líquidas (biofertilizantes) se presenta en los cuadros 9, 10 y 11.

Cuadro 9: Parámetros evaluados en los biofertilizantes.

Parte líquida
<ul style="list-style-type: none"> • pH • Conductividad Eléctrica • Sólidos Totales • Materia orgánica en solución • Macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y Na). • Micronutrientes (Fe, Cu, Zn, Mn y B).

FUENTE: Noa (2013).

Cuadro 10: Metodología empleada para el análisis físico químico.

Parámetros	Metodologías empleada
pH	Potenciometría
Conductividad eléctrica	Conductometría
Sólidos totales	Gravimetría
Materia orgánica	Walkeley y Black ó Dicromato de potasio
Nitrógeno	Kjeldahl
Fósforo	Amarillo de vanadato Molibdato
K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn.	Espectrometría de absorción atómica
Boro	Curnina

FUENTE: Noa (2013).

Estos análisis se realizaron con el fin de determinar el valor agronómico de los tratamientos y así comprobar la efectividad del método en la obtención de biofertilizante acelerado en un corto tiempo, además de evitar una contaminación del medio ambiente, capturando la mayor cantidad de nutrientes en el biofertilizante.

Cuadro 11 Análisis fisicoquímico de los biofertilizantes presentes en el mercado.

Parámetros	Fermentación homoláctica			Fermentación anaeróbica
	Biofertilizante acelerado Excretas porcinas 1 ⁽¹⁾	Biofertilizante acelerado T8 Día 30 ⁽²⁾	Biofertilizante acelerado Excretas porcinas 2 ⁽³⁾	Biol Casa Blanca ⁽⁴⁾
pH	4.52	3.72	3.70	8.2
C.E dS/m	27.10	22.20	27.50	15.3
Solidos totales g/L	210.00	95.40	156.38	-
M.O. en solución g/L	161.00	72.50	117.80	5.4
Macronutrientes				
N Total mg/L	5320.00	3546.70	4289.60	980
P Total mg/L	2964.00	955.26	27.31	121
K Total mg/L	8850.00	5190.00	3050.00	6760
Ca Total mg/L	6310.00	2440.00	3460.00	220.4
Mg Total mg/L	1950.00	755.00	1410.00	53.4
Na Total mg/L	970.00	755.00	581.00	542
Micronutrientes				
Fe Total mg/L	166.00	33.15	215.10	-
Cu Total mg/L	104.00	3.15	2.28	-
Zn Total mg/L	15.23	21.60	19.92	-
Mn Total mg/L	41.00	12.30	34.72	-
B Total mg/L	8.47	8.74	3.07	-

FUENTE:

- (1) Biofertilizante acelerado Excretas porcinas 1, Noa (2013).
- (2) Biofertilizante acelerado T8 Día 30, Buchelli (2014).
- (3) Biofertilizante acelerado de excretas porcinas, PWI. SAC 2014.
- (4) Biol Casa Blanca de estiércol de cuy, Román (2012).

A. Prueba de Bioensayo con semillas de maíz y lechuga

La prueba de Bioensayo con semillas de lechuga (*Lactuca Sativa*) y maíz (*Zea Mays*) se realizaron en el Laboratorio de Biorremediación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina mediante bioensayos de germinación y crecimiento radicular. La finalidad de estos bioensayos con semillas de lechuga (*Lactuca sativa*) y maíz (*Zea Mays*) fue evaluar la calidad agronómica del biofertilizante líquido orgánico y determinar el nivel adecuado de dilución del biofertilizante acelerado para su uso agronómico.

B. Evaluación económica de los biofertilizantes acelerados

La realización de este análisis se basó en costo total de cada tratamiento y la ganancia en una proyección de 100 litros de biofertilizante acelerado, debido a que la parte líquida (biofertilizante acelerado) representa casi el 90% de todo lo producido en el proceso de fermentación láctica a comparación de la parte sólida (biosol), que representa el 10% de todo lo producido.

4.5 METODOLOGÍA

4.5.1 Producción de biofertilizante acelerado

Se combinó y homogenizó las materias orgánicas (excretas porcinas, sangre bovina, suero de leche) en las mismas proporciones (1:1:1) con el volumen apropiado de enzima proteolíticas (0.3%) y se incubó la mezcla por 4 horas en una estufa con una temperatura de 65 - 70 °C. La mezcla resultante se denominó “Sustrato inicial” (SI), en donde las materias orgánicas han pasado por un proceso de hidrólisis enzimática. El proceso detallado se presenta a continuación:

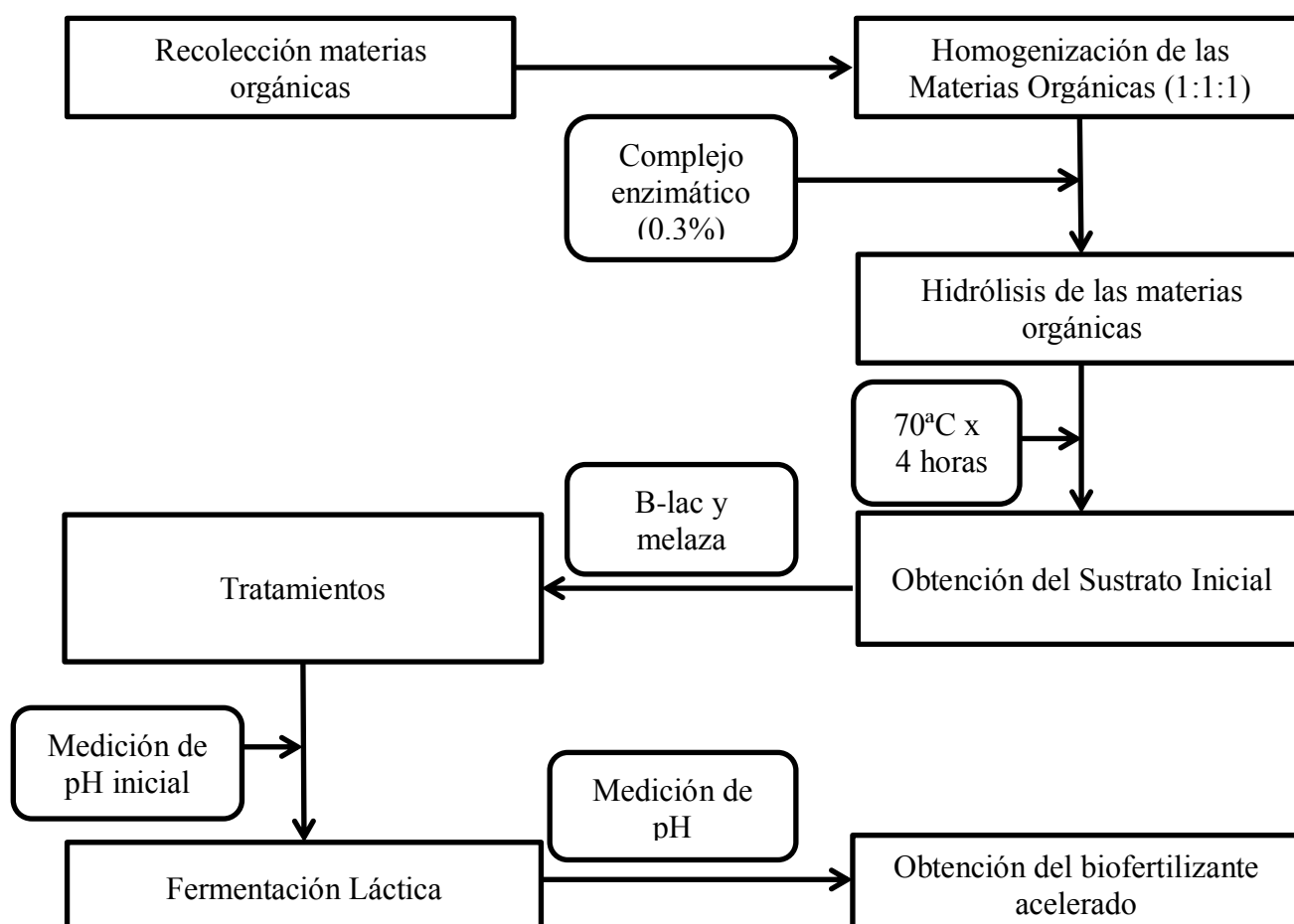


Figura 2 Metodología de elaboración de un biofertilizante.

Cuadro 12: Tratamientos de biofertilizantes en etapa de laboratorio basados en un 1kg de mezcla.

Tratamiento	Sustrato Inicial (SI)		Melaza (M)		B- Lac (B)	
	Porcentaje (%)	Peso (gr)	Porcentaje (%)	Peso (gr)	Porcentaje (%)	Peso (gr)
T1	100	100	0	0	0	0
T2	95	95	0	0	5	5
T3	90	90	0	0	10	10
T4	85	85	0	0	15	15
T5	80	80	0	0	20	20
T6	85	85	15	15	0	0
T7	80	80	15	15	5	5
T8	75	75	15	15	10	10
T9	70	70	15	15	15	15
T10	65	65	15	15	20	20
T11	80	80	20	20	0	0
T12	75	75	20	20	5	5
T13	70	70	20	20	10	10
T14	65	65	20	20	15	15
T15	60	60	20	20	20	20

4.5.2 Análisis de las variaciones del nivel de pH de los biofertilizantes acelerados.

Para los dos procesos de selección se midieron los niveles de pH desde el día 0 hasta finalizar el proceso de fermentación (20 y 30 días), para determinar el comportamiento que presenta en cada tratamiento. También se evaluaron olores y presencia de algunos hongos

4.5.3 Caracterización de los biofertilizantes acelerados.

En esta etapa se realizaron los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los 2 mejores tratamientos seleccionados (T7 (80SI, 5B, 15M) y T12 (75SI, 5B, 20M)).

a. Obtención de una muestra representativa del tratamiento.

Se combinó las muestras de los biofertilizantes acelerados de las tres repeticiones que se realizaron y se tomó como muestra representativa un litro de la solución.

b. Transporte de la muestra representativa.

En una botella de toma de muestra desinfectada se recibió la muestra, la que identifican con el tratamiento, fecha de colección y el lugar de procedencia. Finalmente se trasladó la muestra en una caja de tecnopor para evitar cualquier variación de temperatura o contaminación con el medio al laboratorio correspondiente.

c. Evaluación en el laboratorio

Se realizaron las pruebas descritas en los cuadros 19 y 20.

4.5.4 Evaluación de la fitotoxicidad de los biofertilizantes acelerados.

En el bioensayo de fitotoxicidad de los biofertilizantes acelerados se emplearon semillas de lechuga (*Lactuca sativa*) y maíz (*Zea mays*). Estas semillas fueron expuestas a diferentes concentraciones de biofertilizante (estas se especifican en el Cuadro 13).

El objetivo principal fue determinar los efectos fitotóxicos en el proceso de germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas durante los primeros días de crecimiento.

A. Concentración de diluciones para la prueba de bioensayo.

Para las diluciones de los biofertilizantes acelerados, se tomó como referencia a Carhuanchu, 2012, tal como se detalla a continuación:

Cuadro 13: Diluciones del biofertilizante acelerado para la prueba de germinación.

Tratamiento	Concentración de dilución del biofertilizante acelerado (%)
T1	0%
T2	0.1%
T3	1%
T4	5%
T5	7.5%
T6	8.8%
T7	10%
T8	50%

FUENTE: Carhuanchu, 2012.

B. Recomendaciones para realizar la prueba de bioensayo

Para realizar las pruebas en semillas de lechuga y maíz se siguieron las recomendaciones dadas por Castillo, 2004 (Cuadro 14).

Cuadro 14: Recomendaciones para las pruebas de toxicidad con lechuga.

Parámetros	Valores
Tipo de ensayo	Estático
Volumen de solución de prueba	4 mL
Número de semillas por réplica	Veinte
Número de réplicas	Tres
Duración de la prueba	120 h
Efecto medido	Inhibición en la elongación de la radícula e hipocotilo. Inhibición en la germinación.
Resultado final	% de inhibición Germinación > 90%
Aceptabilidad de los resultados	Control positivo y negativo de acuerdo con los valores admitidos en las cartas control

FUENTE: Castillo, 2004.

C. Prueba de bioensayo

Para la prueba de bioensayo de toxicidad con semillas de lechuga (*Lactuca Sativa*) y maíz (*Zea Mays.*) se empleó la metodología descrita por Sobrero y Ronco (2004):

- a. Colocar en cada caja Petri un disco de papel filtro.
- b. Marcar correctamente cada caja con la dilución correspondiente, así como la fecha y hora de inicio y término del bioensayo.
- c. Saturar el papel de filtro con 4 o 5 ml de la dilución evitando que se formen bolsas de aire.
- d. Con la ayuda de una pinza, colocar cuidadosamente 20 semillas, dejando espacio suficiente entre las semillas para permitir la elongación de las raíces.
- e. Tapar las capsulas y colocarlas en bolsas plásticas para evitar la pérdida de humedad.
- f. Realizar tres repeticiones para cada dilución ensayada.
- g. Terminado el periodo de exposición (120 h), se procederá a cuantificar el efecto en la germinación y en la elongación de la radícula y del hipocotilo.

D. Cálculo de resultados de la prueba de bioensayo

- Medición del efecto en la germinación:

Se registró el número de semillas germinadas (n) y el porcentaje de germinación relativa (PGR%) considerando como base una prueba testigo o control. Se considera la germinación de una semilla para un bioensayo si esta visible en un periodo de 120 horas (Castillo, 2004).

$$PGR = \frac{N^* \text{ de semillas germinadas en el extracto (n) } \times 100}{N^* \text{ de semillas germinadas en el testigo (n)}}$$

- Medición del efecto en la elongación de la radícula :

Se registró la elongación de la radícula de cada una de las plántulas y el crecimiento de radícula relativo (CRR %), correspondientes a cada dilución. Se consideró la medición de elongación de la radícula desde el nudo (región más engrosada de transición entre la radícula y el hipocotilo) hasta el ápice radicular. La Figura 5, 6, y 7 muestran los distintos estadios de la semilla de lechuga y maíz durante la prueba de germinación y elongación (Castillo, 2004)

$$CRR = \frac{\text{Elongación de la radícula en el extracto} \times 100}{\text{Elongación de radícula de testigo}}$$

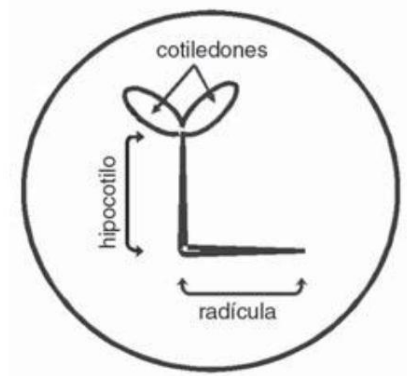


Figura 3. Esquema de la plántula de *L. sativa* al finalizar el periodo de exposición



Figura 4. Estadios por los que atraviesa la semilla de lechuga durante el ensayo de la germinación y elongación



Figura 5. Estadios por los que atraviesa la semilla de maíz durante el ensayo de la germinación y elongación

- Cálculo del Índice de germinación

Se procedió a calcular el Índice de germinación de cada tratamiento teniendo como base el tratamiento control. Carhuacho 2012,

Cuadro 15: Cálculos matemáticos para la prueba de bioensayo.

Cálculos matemáticos para la prueba de bioensayo

$$IG = \frac{PGR \times CRR}{100}$$

Dónde

- PGR: Porcentaje de Germinación Relativo.
- CRR: Crecimiento de Radícula Relativo.
- IG: Índice de Germinación

FUENTE: Buchelli (2014)

4.5.5 Evaluación económica de los biofertilizantes acelerados

Se procedió a calcular las siguientes variables.

- Costo unitario de las materias orgánicas y materiales (S/ unidad).
- Costo total producción(S/).
- Costo de producción por litro de biofertilizante (S/ / litro).
- Ganancia.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 PRODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTE ACELERADO

5.1.1 Condiciones iniciales de las materias orgánicas y el sustrato inicial.

El pH de las materias orgánicas empleadas para la elaboración del biofertilizante acelerado se encuentra en el Cuadro 16 en el que se puede observar que el pH inicial de las excretas porcinas es el más elevado (7.52). Al realizar la mezcla de las materias orgánicas en la proporción de 1:1:1 (excretas porcinas, sangre bovina y suero lácteo) observamos que el pH de esta mezcla fue 6.80, el cual se encuentra por encima de lo citado por Buchelli, 2014 (mezcla inicial = 5.12) y cuando la mezcla es sometida al proceso de hidrólisis, el pH baja a 5.30, esta disminución guarda concordancia con el efecto de disminución del nivel de pH de las materias orgánicas después del proceso de hidrólisis, observado por Noa, 2013. La mezcla de las materias orgánicas hidrolizadas se denominó Sustrato Inicial (SI).

Cuadro 16: Valores de pH iniciales de los insumos utilizados para el tratamiento.

Materias primas	pH
Excretas de cerdo	7.52
Sangre bovina	6.04
Suero lácteo	3.04
Mezcla inicial sin hidrolizar	6.80
Mezcla inicial hidrolizada	5.30
Melaza	4.58
B-Lac	3.38

5.2 VARIACIÓN DEL NIVEL DE pH DE LOS BIOFERTILIZANTES ACELERADOS

En el cuadro 17 se presenta los niveles de pH de los tratamientos en la primera selección y los detalles se presentan en los anexos II, III y IV. Las mediciones se realizaron desde el día 0 hasta el día 20.

Cuadro 17 Nivel de pH de los 15 tratamientos en la primera selección.

Tratamiento	Días							
	0	1	2	3	4	5	10	20
T1(100SI, 0B,0M)	5.30 ^a	5.22	5.24	5.06	5.37	5.83 ^{ab}	6.56	7.58 ^a
T2(95SI, 5B,0M)	5.23 ^{ab}	5.03	5.14	5.02	5.59	5.92 ^{ab}	6.41	7.42 ^a
T3(90SI, 10B,0M)	5.25 ^{ab}	5.02	5.03	5.11	6.24	6.44 ^a	7.05	6.89 ^{ab}
T4(85SI, 15B,0M)	5.19 ^{bc}	4.88	4.89	4.96	5.44	5.55 ^b	5.79	6.67 ^{ab}
T5(80SI, 20B,0M)	5.10 ^{de}	4.84	4.92	5.03	5.19	5.78 ^b	6.03	6.14 ^b
T6(85SI, 0B,15M)	5.09 ^{de}	5.14	5.14	4.16	4.23	4.09 ^c	4.02	3.89 ^c
T7(80SI, 5B,15M)	5.14 ^{cd}	5.03	5.01	4.17	4.26	4.13 ^c	4.03	3.90 ^c
T8(75SI, 10B,15M)	5.05 ^{ef}	4.96	4.98	4.19	4.22	4.08 ^c	3.85	3.72 ^c
T9(70SI, 15B,15M)	5.02 ^{ef}	4.91	4.93	4.06	4.14	4.06 ^c	3.91	3.72 ^c
T10(65SI, 20B,15M)	4.92 ^{gh}	4.83	4.87	4.03	4.03	3.91 ^c	3.77	3.65 ^c
T11(80SI, 0B,20M)	5.06 ^{de}	5.17	5.20	4.18	4.27	4.15 ^c	4.05	3.90 ^c
T12(75SI, 5B,20M)	5.05 ^{ef}	4.98	4.98	4.09	4.18	4.13 ^c	4.02	3.85 ^c
T13(70SI, 10B,20M)	4.96 ^{fg}	5.22	5.23	4.09	4.24	4.10 ^c	3.97	3.84 ^c
T14(65SI, 15B,20M)	4.92 ^{gh}	4.83	4.86	4.07	4.23	4.09 ^c	3.93	3.83 ^c
T15(60SI, 20B,20M)	4.85 ^h	4.77	4.78	4.02	4.18	4.05 ^c	3.91	3.75 ^c

Letras iguales dentro de una misma columna indica que no existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$) a la prueba de Tukey.

Dónde: Sustrato Inicial (SI), Melaza (M) y B- Lac (B).

A. Primera selección (20 días de fermentación)

En el día 0 se puede observar que existe diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$), anexo V y VI. Siendo el T1 el que presenta el mayor nivel de pH (5.30) y el T15 el menor nivel de pH (4.85), esto se debe al nivel de inclusión de los complementos (Sustrato Inicial, B-lac y Melaza) mientras mayor es el porcentaje de inclusión del consorcio microbiano (B-lac) o la melaza, el nivel de pH de la mezcla final del tratamiento va disminuyendo debido a las propiedades acidificantes que presentan dichos componentes (niveles de pH de 3.38 y 4.58 respectivamente). Esta tendencia guarda concordancia con los resultados descritos por Noa, 2013 y Buchelli, 2015.

En el día 5 se observa que los tratamientos que tienen melaza en su composición (T6 al T15) muestran una considerable disminución de pH, y a su vez presentan diferencia estadística ($P \leq 0.05$), anexo VII y VIII, a los demás tratamientos. Existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos T4 y T5 al compararlo con el T3 siendo ambos similares al T1 y T2. Cuando se realizó la evaluación de los tratamientos, se observó que en los tratamientos T6 al T15 no se perciben los olores desagradables a diferencia de los tratamientos T1 a T5, que mantienen un nivel de pH elevado ocasionando que haya presencia de olores desagradables como consecuencia de la putrefacción de la materia orgánica.

En el día 20 se observó que los tratamientos T1 a T5 mantenían niveles de pH por encima de 6, mientras que los tratamientos T6 a T15, tenían pH por debajo de 4. Cabe mencionar que el nivel de pH por debajo del 4 demuestra que las colonias de bacterias ácido lácticas se encuentran establecidas en el medio del sustrato inicial transformando los azúcares en ácidos orgánicos, por lo tanto se inhibe el crecimiento de las bacterias patógenas y se elimina el proceso de putrefacción de las materias orgánicas (Buchelli, 2014).

Los tratamientos del T1 a T5 en el día 20 de evaluación fueron descartados por presentar un elevado nivel de pH y olores desagradables característicos de un proceso de putrefacción. También se descartaron los tratamientos T6 y T10 por presencia de descomposición y los tratamientos T11, T14 y T15 por su costo elevado (altos niveles de inclusión de bacterias ácido lácticas).

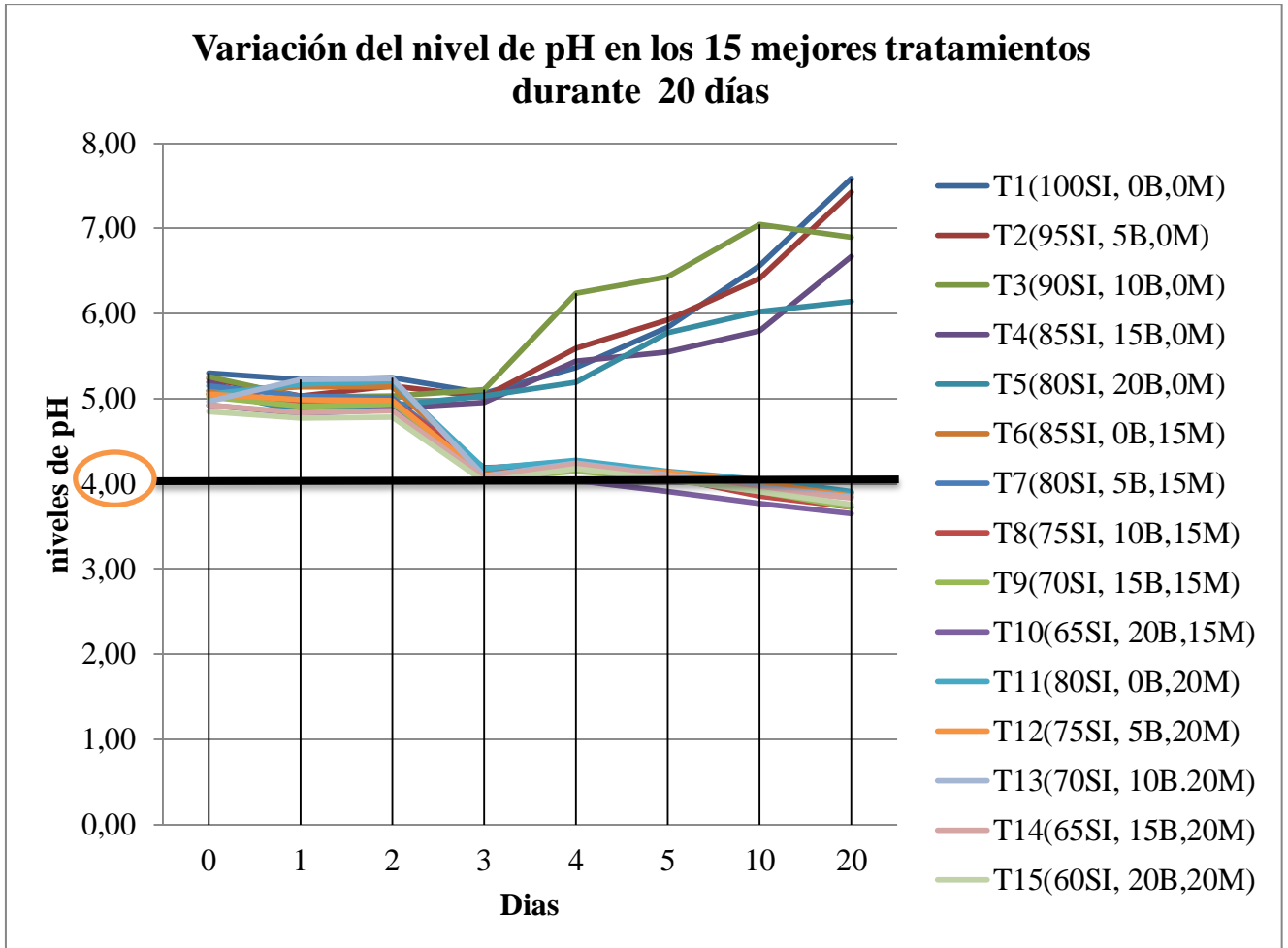


Figura 6 Variación del nivel de pH en los tratamientos.

Nota: Un nivel de pH 4 indica la condición de estabilidad microbiológica.

B. Segunda selección (30 días de fermentación)

Los tratamientos T7, T8, T9, T12, T13, debido a que presentaron niveles de pH por debajo de 4 al día 20 y ser los más económicos en su composición, fueron seleccionados para volver a realizar la prueba, con un periodo de evaluación de 30 días,

En el cuadro 18 y figura 7 se presentan los resultados de pH obtenidos desde el día 0 hasta el día 30, observándose que los tratamientos 8 y 9 difieren estadísticamente ($P < 0.05$) del tratamiento 12, no existiendo diferencias estadísticas con los demás tratamientos (anexos XI, XII y XIII), teniendo todos niveles de pH por debajo de 4; debido a ello y teniendo en cuenta el nivel de inclusión del bioprotector comercial (B) o melaza (M), los cuales aumentan el costo de producción del biofertilizante acelerado, se seleccionaron los tratamientos T7 (80SI, 5B, 15M) y T12 (75SI, 5B, 20M) para la etapa de caracterización del biofertilizante acelerado, por presentar un bajo nivel de inclusión del bioprotector comercial en ambos casos (5%B).

Cuadro 18: Evaluación del nivel de pH de los 5 mejores tratamientos durante 30 días.

Tratamientos	Días											
	0	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30	
T7(80SI, 5B,15M)	5.16	3.53	3.56	3.61	3.64	3.70	3.90	3.68	3.74	3.75	3.77 ^{ab}	
T8(75SI, 10B,15M)	5.05	3.52	3.52	3.60	3.61	3.65	3.86	3.61	3.65	3.67	3.70 ^b	
T9(70SI, 15B,15M)	4.95	3.53	3.47	3.54	3.52	3.60	3.77	3.60	3.62	3.51	3.70 ^b	
T12(75SI, 5B,20M)	5.11	3.64	3.67	3.75	3.76	3.79	4.01	3.83	3.81	3.74	3.86 ^a	
T13(70SI, 10B,20M)	4.99	3.60	3.61	3.65	3.69	3.70	3.92	3.71	3.75	3.64	3.72 ^{ab}	

Letras iguales dentro de una misma columna indica que no existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$) a la prueba de Tukey.

Dónde: Sustrato Inicial (SI), Melaza (M) y B- Lac (B).

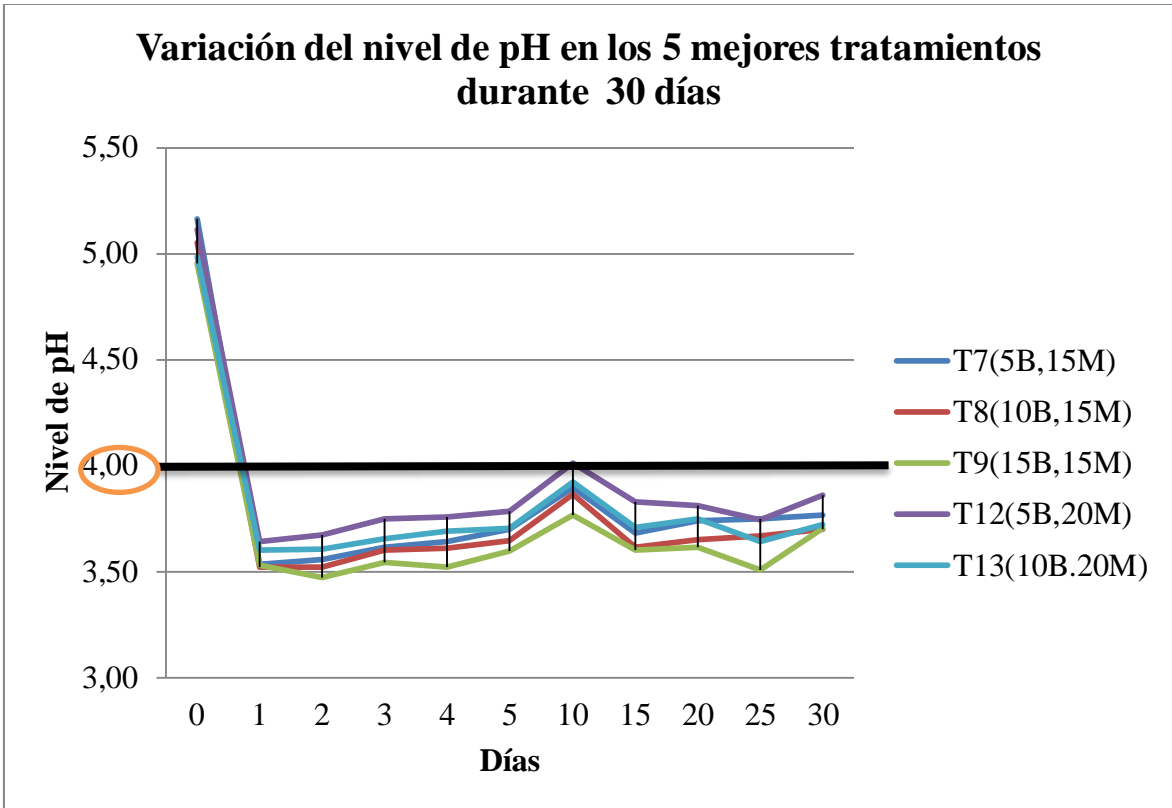


Figura 7. Variación del nivel de pH en los 5 mejores tratamientos durante 30 días.

5.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS BIOFERTILIZANTES ACELERADOS T7 Y T12.

5.3.1 Análisis microbiológico

En el Cuadro 19 y anexos XIV, XV y XVI, se presentan los resultados de los análisis microbiológicos de las excretas porcinas frescas y de los biofertilizantes acelerados T7 y T12 al día 30 de evaluación.

Como se puede observar las excretas porcinas presentan una alta carga bacteriana inicial (sin tratamiento), la cual es representada por coliformes fecales y totales, *Escherichia coli*, mohos y levaduras. Para el caso de coliformes totales y fecales se obtuvo un valor de 53×10^6 NMP/mL, que supera lo reportado por Cornejo, 2011 quien da valores de 50×10^5 NMP/mL. Para el caso de *Escherichia coli*, se obtuvo un valor de 31×10^3 NMP/mL, que se encuentra por encima de lo reportado por Cornejo, 2011 quien reporta un valor de 6×10^4 UFC/ml. El recuento de mohos y levaduras arrojó un valor de 26×10^5 UFC/ml, que es menor a lo reportado Cornejo, 2011 quien obtuvo un valor de mohos y levaduras de 1.18×10^7 UFC/ml. El alto valor obtenido en estos parámetros se puede deber a factores ambientales y de manejo al momento de recolectar la muestra (Noa, 2013).

Para el día 30 los análisis indican que no hay presencia de carga bacteriana (coliformes fecales, totales y *Escherichia coli*), en ambos tratamientos (T7 y T12), esto se debe a la acción bactericida de las bacterias lácticas. Las BAL presentan un metabolismo homoláctico, un solo producto, el ácido láctico, el cual permite la reducción del nivel de pH en el medio, impidiendo la replicación de las bacterias Gram positivas y Gram negativas (Vásquez *et al.*, 2009). Otro de los factores que contribuyó a la ausencia de los coliformes se debe al proceso de hidrólisis (70°C por 4 horas), donde se desnaturaliza la composición física de los microorganismos, ocasionando un deterioro no solo en la membrana microbiana como lo indica Noa, 2013, sino también de las enzimas y proteínas transportadoras necesarias para el crecimiento y replicación de dichos microorganismos. La concentración de mohos y levaduras, se logró reducir a niveles de 23×10^2 en T7 y 20×10 en T12 UFC/mL, esto se debe a que el ácido láctico,

inhibe el crecimiento y reproducción de las levaduras y en especial a la formación de moho (Buchelli, 2014).

Cuadro 19: Análisis microbiológicos de las excretas porcinas y los biofertilizantes T7 y T12.

Parámetros	Excretas porcinas frescas ⁽¹⁾	Biofertilizante T7 (80SI, 5B,15M) Día 30 ⁽²⁾	Biofertilizante T12 (75SI, 5B,20M) Día 30 ⁽²⁾
Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	53 x 10 ⁶	<3	<3
Enumeración de coliformes fecales (NMP/mL)	53 x 10 ⁶	<3	<3
Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/mL)	31 x 10 ³	<3	<3
Recuento de mohos y levaduras (UFC/mL)	26 x 10 ⁵	23 x 10 ²	20 x 10
Enumeración de <i>Staphylococcus aureus</i> (NMP/mL)	<100	<10	<10
Recuento de <i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/mL)		19 x 10	7 x 10
Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Nota: Los valores < 100, <10 y <3 indican ausencia de microorganismos en ensayo

(1)Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” del Departamento de Biología de la UNALM. Los valores se encuentran en NMP/g. (Anexo 14).

(2)Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” del Departamento de Biología de la UNALM. Los valores se encuentran en UFC/mL (Anexo 15 y 16).

Dónde: Sustrato Inicial (SI), Melaza (M) y B- Lac (B).

5.3.2 Análisis fisicoquímico

En el Cuadro 20 se presenta el análisis fisicoquímico de los biofertilizantes acelerados T7 y T12, observándose que el pH de ambos se mantuvo por debajo de 3.70. Este resultado guarda similitud con los datos de Buchelli, 2014, quien reporta un pH de 3.72 del biofertilizantes acelerados a base de bagazo de cebada, excretas bovinas y suero de quesería. Pero no guarda similitud con los resultados obtenidos por Noa, 2013 quien sólo trabajó con excretas porcinas hidrolizadas obteniendo un biofertilizante acelerado con pH de 4.52.

Los valores de conductividad eléctrica para los biofertilizantes T7 y T12 son similares y coinciden con los reportes de Noa, 2013; PWI, 2014 para biofertilizantes acelerados elaborados con excretas de cerdo (>20 dS/m). Estos biofertilizantes acelerados, en términos de evaluación de fertilizantes orgánicos, son considerados muy salinos por tener niveles de CE mayores a 16 dS/m (Rosa, 2012).

El nivel de materia orgánica presente en los biofertilizantes acelerados T7 y T12 (177.74 y 185.88 g/L, respectivamente) fueron semejantes a los valores descritos por Noa, 2013 (161.00 g/L); pero muy por encima de los resultados obtenidos por Buchelli, 2014 (72.50) y Casa Blanca (5.4) esto se debe a que las excretas porcinas presenta una mayor proporción de materia orgánica a comparación de las excretas bovinas y de cuy respectivamente.

La concentración de Nitrógeno Total de los biofertilizantes T7 y T12 fueron de 10444.00 y 10556.00 mg/L respectivamente, lo cual se encuentra muy por encima de lo citado por Noa, 2013 (5320.00 mg/L) y PWI, 2015 (4289.60 mg/L), esto se puede deber a que la calidad de la excreta porcina en torno a su composición fisicoquímica es afectada por factores de animal, manejo y ambiental (Peralta, 2005). Estos resultados demuestran que el proceso de fermentación láctica mantiene los niveles de macronutrientes dentro del biofertilizante y no son eliminadas al ambiente.

La concentración de Fósforo Total de los biofertilizantes T7 y T12 fue de 2532.26 y 2270.16 mg/L respectivamente, lo cual guarda concordancia con los valores obtenidos

por Noa, 2013 (2964.00 mg/L), pero muy por encima de lo citado por PWI, 2015 (27.31 mg/L),

La concentración de Sodio Total de los biofertilizantes T7 y T12 fue de 3050.00 y 6500.00 mg/L respectivamente, lo cual están por debajo de lo citado por Noa, 2013 (8850.00 mg/L) y de Buchelli, 2014 (51910.00 mg/L)

Con respecto a los micronutrientes, los biofertilizante T7 y T12 presentaron mejores concentraciones en hierro, zinc y manganeso a comparación de lo citado por Noa, 2013 que tenía las mejores concentraciones en cobre y boro.

Cuadro 20: Análisis fisicoquímico de los biofertilizantes T7 y T12.

Parámetros	Fermentación homoláctica	
	biofertilizantes acelerados T7 ⁽¹⁾ (80SI, 5B,15M)	biofertilizantes acelerados T12 ⁽¹⁾ (75SI, 5B,20M)
pH	3.69	3.70
C.E dS/m	21.60	22.60
Solidos totales g/L	211.64	225.34
M.O. en solución g/L	177.74	185.88
Macronutrientes		
N Total mg/L	10444.00	10556.00
P Total mg/L	2532.26	2270.16
K Total mg/L	6500.00	7000.00
Ca Total mg/L	5700.00	4885.00
Mg Total mg/L	1340.00	1500.00
Na Total mg/L	3900.00	3750.00
Micronutrientes		
Fe Total mg/L	234.00	168.75
Cu Total mg/L	34.00	19.40
Zn Total mg/L	315.00	273.50
Mn Total mg/L	47.10	44.85
B Total mg/L	7.58	3.89

(1) Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes, 2013. (Anexo 17).

Dónde: Sustrato Inicial (SI), Melaza (M) y B- Lac (B).

5.4 EVALUACIÓN DE LA FITOTOXICIDAD DE LOS BIOFERTILIZANTES ACELERADOS T7 Y T12.

Debido a que los resultados del análisis fisicoquímico demostraron que los biofertilizantes T7 y T12 guardan cierta similitud, se procedió a realizar una prueba de bioensayo con semillas de maíz (*Zea Mays*) y lechuga (*Lactuca Sativa*) debido a su importancia económica para el ámbito ganadero y a la gran sensibilidad a los metabolitos fitotóxicos y su rápida germinación (Cuevas *et al.* 2012).

5.4.1 Concentración de diluciones para la prueba de bioensayo:

En el Cuadro 21, se muestran los resultados de la medición de los parámetros de pH y conductividad eléctrica (C.E) en el laboratorio utilizando un potenciómetro y un conductímetro, respectivamente. Luego de medir estos parámetros en cada dilución y en el blanco, se observó que el nivel de pH disminuye conforme aumenta la concentración del biofertilizante. Por otro lado, la conductividad eléctrica aumentó conforme se incrementaba la concentración de los biofertilizantes.

Cuadro 21: Condiciones de pH y C.E de las diluciones de cada biofertilizante.

Tratamiento	Biofertilizante T7 (80SI, 5B,15M)		Biofertilizante T12 (75SI, 5B,20M)	
	pH	C.E (dS/cm)	pH	C.E (dS/cm)
Control (0%)	6.50	0	6.80	00
0.1/100	5.83	0.2	5.71	0.1
1/100	4.72	0.3	5.53	0.4
5/100	4.44	2.2	4.48	2.4
7.5/100	4.25	3.6	4.32	3.6
8.5/100	4.18	3.8	4.24	3.6
10/100	3.95	3.5	3.89	3.8
50/100	3.82	12.3	3.75	15.6

Dónde: Sustrato Inicial (SI), Melaza (M) y B- Lac (B).

5.4.2 Resultados de la prueba de bioensayo:

El Índice de Germinación (IG), expresado en porcentaje, se calculó en base al Porcentaje de Germinación Relativo (PGR) y el Crecimiento de Radícula Relativo (CRR). Un índice de germinación mayor a 80 ($IG > 80$) indica que no existe sustancias fitotóxicas o condiciones que puedan inhibir el crecimiento de las plantas, en cambio un índice de germinación menor a 50 ($IG < 50$) indica una fuerte presencia de sustancias fitotóxicas o condiciones que inhiben el crecimiento adecuado de las plantas, un índice de germinación entre 50 y 80 ($50 < IG < 80$) indican una presencia moderada de sustancias fitotóxicas (Buchelli, 2014).

A. Lechuga

Los resultados de este ensayo se presentan en los cuadros 22, 23 y anexos XVIII, XIX, XX Y XXI.

Al analizar el número de semillas germinadas, se observa que sólo germinaron aquellas semillas de lechuga expuestas a concentraciones de 0.1/100, 1/100, 5/100 y el control (0/100) para ambos biofertilizantes. Demostrando que a concentraciones elevadas existe un efecto fitotóxicos para la lechuga en el proceso de germinación.

Se puede observar que a una concentración de 0.1/100 existe mejor Índice de germinación en ambos biofertilizantes al compararlo con el control; siendo superior el T7 con un IG de 111.74% al compararlo con el T12 con 84.38%, los cuales guardan concordancia según lo citado por Buchelli, 2014 quien obtuvo un resultado de 112.5% en una concentración al 0.01/100 y de 80.1% en una concentración de 0.1/100. Esto nos puede indicar que no existen sustancias fitotóxicas en la solución y que los nutrientes presentes en dicha concentración han propiciado un mejor crecimiento de las plantas (efecto fitoestimulante).

Cuadro 22: Resultados de bioensayo con lechuga T7.

Tratamiento	Biofertilizante T7 (80SI, 5B,15M)				
	Semillas Germinadas (n)	PGR (%)	Elongación de la Radícula (mm)	CRR (%)	IG (%)
Control	20		33.33		
0.1/100	20	100.00	37.24	111.74	111.74
1/100	20	100.00	24.32	72.96	72.96
5/100	16	78.30	1.93	5.80	4.54
7.5/100	0	0.00	0.00	0.00	0.00
8.5/100	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10/100	0	0.00	0.00	0.00	0.00
50/100	0	0.00	0.00	0.00	0.00

Dónde: Sustrato Inicial (SI), Melaza (M) y B- Lac (B).

Cuadro 23: Resultados de bioensayo con lechuga T12.

Tratamiento	Biofertilizante T12 (75SI, 5B,20M)				
	Semillas Germinadas (n)	PGR (%)	Elongación de la Radícula (mm)	CRR (%)	IG (%)
Control	20		31.70		
0.1/100	20	100.00	26.63	84.38	84.38
1/100	20	100.00	6.25	19.69	19.69
5/100	15	75.00	1.45	4.69	3.52
7.5/100	0	1.67	0.17	0.63	0.01
8.5/100	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10/100	0	0.00	0.00	0.00	0.00
50/100	0	0.00	0.00	0.00	0.00

Dónde: Sustrato Inicial (SI), Melaza (M) y B- Lac (B).

B. Maíz:

Los resultados de este ensayo se presentan en los cuadros 24, 25 y anexos XXII, XXIII, XXIV y XXV.

Al analizar el número de semillas germinadas, se observa que germinaron aquellas semillas de maíz expuestas a concentraciones de 0.1/100, 1/100, 5/100, 7.5/100, 8.5/100, 10/100 y el control (0/100) para ambos biofertilizantes. Demostrando que la planta de maíz presenta una mejor resistencia a concentraciones elevadas de los biofertilizantes T7 y T12 a comparación de las semillas de lechuga, pero no al grado de resistencia para una concentración de 50/100 en ambos casos.

Se puede observar que a una concentración de 0.1/100 existe mejor Índice de germinación en ambos biofertilizantes al compararlo con el control; siendo superior el T7 con un IG de 101.82% al compararlo con el T12 con 89.16%, los cuales guardan concordancia con los resultados obtenidos por Carhuancho, 2012 quien obtuvo un resultado de 95.6% para un biol jaula (excretas de gallinas), 106.2% para un biol piso (excretas de gallinas) y 88.8% para un biol mezcla en una concentración de 0.1/100. Esto nos puede indicar que no existen sustancias fitotóxicas en la solución y que los nutrientes presentes en dicha concentración han propiciado un mejor crecimiento de las plantas (efecto fitoestimulante).

Cuadro 24: Resultados de bioensayo en maíz.

Tratamiento	Biofertilizante T7 (80SI, 5B,15M)				
	Semillas Germinadas	PGR	Elongación de la Radícula	CRR	IG
Control	9	-	55.13	-	-
0.1/100	9	100.00	56.20	101.82	101.82
1/100	8.67	96.33	47.97	87.27	84.07
5/100	8	88.89	24.10	43.64	38.79
7.5/100	7.33	81.44	16.17	29.09	23.69
8.5/100	8	84.89	16.63	30.91	26.24
10/100	8	88.89	13.40	23.64	21.01
50/100	0	0.00	0.00	0.00	0.00

Dónde: Sustrato Inicial (SI), Melaza (M) y B- Lac (B).

Cuadro 25: Resultados de bioensayo en maíz.

Tratamiento	Biofertilizante T12 (75SI, 5B,20M)				
	Semillas Germinadas	PGR	Elongación de la Radícula	CRR	IG
Control	9	-	50.27	-	-
0.1/100	9.33	103.67	42.50	86.00	89.16
1/100	8.67	96.33	31.43	62.00	59.72
5/100	10	111.11	22.47	44.00	48.89
7.5/100	8.67	96.33	18.47	36.00	34.68
8.5/100	9	100.00	19.33	38.00	38.00
10/100	9	100.00	16.93	34.00	34.00
50/100	0	0.00	0.00	0.00	0.00

Dónde: Sustrato Inicial (SI), Melaza (M) y B- Lac (B).

5.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIOFERTILIZANTES ACELERADOS T7 Y T12

En el cuadro 26 se presenta el precio de los insumos empleados para la preparación de los biofertilizantes y en el cuadro 26 y anexos XXVI, XXVII, XXVIII y XXIX se presentan los cálculos de la evaluación económica de ambos biofertilizantes de acuerdo al volumen de producción, 1 litro ó 100 litros.

En el cuadro 27 se puede observar que es mejor producir volúmenes altos (100 litros) debido a que disminuye el impacto de los costos fijos, apreciándose para el caso del T7, cuando se produce por litro individual el costo es S/. 47.24 y cuando el volumen de producción es 100 litros, el costo por litro es S/. 2.54; mientras que para el caso de T12 es S/. 45.21 y S/. 2.45, respectivamente. Por lo tanto si el precio de venta es S/. 5.00 por litro, existe pérdida cuando se produce por litro individual (-S/.42.28 para el T7 y -S/. 42.07 para el T12) y ganancia en producción a mayor volumen. (S/. 252.38 para el T7 y S/. 271.20 para el T12).

Cuadro 26: Precios de insumos.

Insumo	Unidad	Precio Unitario (S/.)
Enzimas proteolíticas	Litros	20
Melaza	Kilogramos	0.53
B-lac	Litros	15
Excreta de cerdo	kilogramos	0.06
Suero lácteo	Litros	0.30
Sangre bovina	Litros	0.08

Cuadro 27: Cuadro resumen de la evaluación económica de los biofertilizantes acelerados T7 y T12.

	Costo total producción (S/.)	Cantidad producida (litros)	Costo de producción por litro de biofertilizante (S/. / litro)	Precio de venta unitario por litro de biofertilizante acelerado (S/.)	Total (S/.)	Ganancia (S/.)
Biofertilizante T7 (80SI, 5B,15M)	47.28	1.00 ⁽¹⁾	47.24	5	5.00	-42.28
	254.02	100.00 ⁽¹⁾	2.54	5	500.40	252.38
Biofertilizante T12 (75SI, 5B,20M)	47.31	1.05 ⁽¹⁾	45.21	5	5.25	-42.07
	256.43	104.63 ⁽¹⁾	2.45	5	523.15	271.20

Dónde: Sustrato Inicial (SI), Melaza (M) y B- Lac (B).

VI. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó la presente investigación se desprenden las conclusiones:

- La fermentación anaeróbica realizada por las bacterias ácido lácticas del consorcio microbiano (B-Lac), con la ayuda de un proceso de hidrólisis enzimática es una buena opción para la producción de un biofertilizante acelerado utilizando excretas porcinas, sangre bovina, suero lácteo.
- La reducción del nivel de pH por debajo de 4 al día 5 demuestra la estabilización del biofertilizante acelerado usando la mezcla de los residuos orgánicos hidrolizados combinados con melaza y bacterias ácido láctico.
- Mediante los análisis microbiológicos se puede afirmar que el biofertilizante acelerado producido bajo estas condiciones de trabajo es un producto inocuo, dado que no hay presencia de microorganismos patógenos (coliformes fecales, coliformes totales, etc.).
- Mediante los análisis fisicoquímicos se puede demostrar que la concentración de materia orgánica, el contenido de macronutrientes y micronutrientes de los biofertilizantes acelerados producidos es alto en determinados elementos, resultando ser un producto de calidad agronómica.
- El bioensayo de fitotoxicidad con semillas de lechuga y maíz demostró que la concentración más favorable fue la de 0.1% en T7, obteniéndose un alto Índice de germinación en ambos casos.
- El tratamiento T7 (80SI, 5B, 15M) resultó ser el mejor tratamiento económicamente rentable en la producción de biofertilizante (252.38 nuevos soles por la producción de 100 litros de biofertilizante) en comparación al T12 (75SI, 5B, 20M) debido a que abarca un 5% más de sustrato inicial a tratar.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas de bioensayos en diferentes etapas productivas para el maíz, sorgo, u otros insumos necesarios para la crianza porcina, con la finalidad de encontrar las recomendaciones optimas de aplicación del biofertilizante para dichos cultivos.
- Realizar un estudio de mercado de fertilizantes orgánicos para la agricultura
- Probar la elaboración de biofertilizante a gran escala para reducir los costos de producción.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aparcana, S. 2008. Estudio sobre el valor Fertilizante de los Productos del Proceso “FERMENTACION ANAERÓBICA” para la Producción de Biogás. German ProfEC- Perú SAC. Lima Perú 9p.
2. Asociación de ganaderos lecheros del Perú (AGALEP), 2015 - Informe del sector lácteo – Enero. Lima, Perú. 13p.
3. Buchelli, H. 2014. “Producción de biofertilizante de bagazo de cebada, excretas de vacuno y suero de quesería mediante fermentación homoláctica” 127p.
4. Carhuancho, F. 2012. Aprovechamiento del estiércol de Gallina para la elaboración de Biol en Biodigestores Tipo Batch como propuesta al Manejo de Residuo Avícola. Lima, Perú .148 p.
5. Carrillo, J. 2002. Tratamiento y Reutilización del Suero de leche. Revista Conversus, No. 10. Abril 2002. IPN. México. Disponible en <http://mundolacteoycarnico.com/>. Revisado el 20 de agosto del 2013.
6. Castillo G. 2004. Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de agua. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. INTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA (IMTA) México. 189p.
7. Centro de promoción de Tecnologías Sostenibles- CPTS. 2009. Guía Técnica de Producción más limpia para mataderos de bovinos. 208p
8. Chia- Fang, H. 2009. Toxicidad metanogénica de purín de cerdo mediante ensayos discontinuos. Tesis para optar el título de Ing. Civil Ambiental, Universidad de la Serena, Chile. 97.

9. Congreso de la republica (CR), 2000. Ley N° 27314.- Ley General de Residuos Sólidos. Lima, Peru. 22p
10. Congreso de la Republica (CR), 1997. Ley N° 26842 – Ley General de Salud, Lima, Perú. 30p.
11. Cordero, I. 2010. Aplicación de Biol a partir de residuos: Ganaderos, de Cuy y Gallinaza, en cultivos de *Raphanus sativus L.* para determinar su incidencia en la calidad del suelo para agricultura. Tesis para optar el título de Ing. Ambiental, Cuenca, Ecuador. UPS. 107p.
12. Cornejo, M. 2011. Efecto de un bioprotector comercial en la reducción de olores de efluentes de una granja Porcina. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnia, Lima, Perú. UNALM, 5-10.19p
13. Cuevas, M. et al. 2012. Capítulo 3 Evaluación de la toxicidad de los suelos mediante bioensayos con semillas. Métodos de Eco toxicológicos para la evaluación de suelos contaminados con Hidrocarburos ed. 3. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) e Instituto Nacional de Ecología (INE). Universidad de Veracruzana. México. 136 p.
14. Gasque. R. 2008. Enciclopedia Bovina. Capítulo 5. Características generales del ganado bovino. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – UNAM. 420p.
15. Guccione, L. 2009. Tratamiento de Residuos orgánicos del comedor universitario de la UNALM para su uso como alimento para cerdos en crecimiento. Tesis para optar el título de Ing. Ambiental, Lima, Perú. UNALM. 122P
16. Guerreo, M. 2005 Propuesta de una manual de gestión ambiental con base en la normal NTP – ISO 14001:2002 para la planta piloto de leche de la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. Trabajo de investigación no experimental para optar el título de ingeniero en industrias alimentarias.
17. Gutiérrez, E.; Ku, J. 1996. Utilización del Estiércol de Cerdo en Alimentación de los Rumiantes. *Nutrición Animal Tropical* 3(1): 19-41p.
18. Hernández, L. 2014 Estudios eco toxicológicos en diferentes bio indicadores ambientales del bioplaguicida Tricosave-34; 7-10.
19. Instituto nacional de estadística e informática (INEI), 2015. Informe técnico N° 12 Diciembre, 2015, Lima, Perú. 53 p.
20. Instituto nacional de estadística e informática (INEI), 2016. Informe técnico N° 04 Abril, 2016, Lima, Perú. 57 p.

21. Instituto nacional de estadística e informática (INEI), 2012. Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012, Lima, Perú. 63 p.
22. International Fertilizer Industry Association (IFA), 2002. Los fertilizantes y su uso – Cuarta edición and Food and Agriculture Organization 1-10p.
23. López, A 2003- Valorización del Estiércol de Cerdo a través de la Producción de Biogás, Bogotá Colombia, 37p.
24. Mariscal, G 2007 .Cap.7 Tecnologías disponibles para reducir el potencial contaminante de las excretas de granjas porcícolas. Reporte de la iniciativa de la Ganadería, el Medio Ambiente y el Desarrollo (LEAD) – Integración por Zonas de la Ganadería y de la Agricultura Especializada (AWI)- Opciones para el manejo de Efluentes de Granjas Porcícolas de la Zona Centro de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en <http://www.fao.org/wairdocs/lead/x6372s/x6372s08.htm> Revisado el 25 de febrero del 2015
25. Ministerio del ambiente- (MINAM), 2012 – Política Nacional del Ambiente. Lima, Peru 48p
26. Ministerio del Ambiente (MINAM), 2010 – Ley N° 28611. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental - Ley N° 28245. Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental - Decreto Supremo N° 008 - 2005 - PCM. Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - Decreto Legislativo N° 1013, Lima, Perú. 166.p
27. Ministerio del Ambiente (MINAM), 2011 – Plan Nacional de Acción ambiental- PLANAA- Perú 2011-2021 2 edición, Lima, Perú. 80p.
28. Ministerio de Agricultura (MINAGRI), 2012 Decreto Supremo N° 016-2012-AG Aprueban Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario, Lima, Perú. 10p.
29. Ministerio de Agricultura (MINAGRI), 2010 Decreto Supremo N° 002-2010-AG Aprueban Reglamento del sistema sanitario porcino, Lima, Perú. 29p.
30. Ministerio de Agricultura (MINAGRI), 1995 Decreto Supremo N° 022-1995-AG Aprueban Reglamento Tecnológico De Carnes, Lima, Peru 8p.
31. Noa, J. 2013. Uso de complejo enzimático y bioprotector comercial sobre la estabilidad y transformación de excretas porcinas. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista, Lima, Perú. UNALM.125p.

32. Organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA), 2015, Informe 2014-2015 – Índice de cumplimiento de los municipios provinciales a nivel nacional.
33. Peru Waste Innovation PWI, 2015 Plan local de gestión ambiental de residuos sólidos agropecuarios para granjas periurbanas de la zona de Saracoto Alto, PGLARSA, 2015
34. Peña, J. 2008 Modelo de gestión en el manejo integral de residuos y subproductos en pequeños y medianos mataderos de ganado bovino del estado Tachira; Venezuela. Congreso Nacional del Medio Ambiente Cumbre del Desarrollo Sostenible Madrid España 9 p.
35. Peralta, J. 2005. Recomendaciones Técnicas para la Gestión Ambiental en el Manejo de Purines de la Explotación Porcina. Colección Libros INIA N°18. Santiago, Chile. 196.p
36. Peralta, R. 2010. Determinación de parámetros óptimos en la producción de Fast Biol usando las excretas del ganado lechero del establo de la Universidad Agraria La Molina. Trabajo de investigación para optar el título de Biólogo, Lima, Perú. 120p
37. Promoción del Desarrollo Sostenible (IPES) y Organización de la naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (IPES/FAO, 2010)- Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana.. Primera edición, noviembre de 2010.
38. Rosa, J. 2012. Análisis físico y químico de fertilizante orgánico (Biol) producido por biodigestores a partir de estiércol de ganado. 42 p.
39. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México) et al, (INIFAP, 2002). Reporte de la Iniciativa de la Ganadería, el Medio Ambiente y el Desarrollo (LEAD) - Integración por Zonas de la Ganadería y de la Agricultura Especializadas (AWI) - Opciones para el Manejo de Efluentes de Granjas Porcícolas de la Zona Centro de México. 253 p
40. Schaller, A. 2009. Sueros de Lechería. Revista Alimentos Argentinos. Sueros de lechería: Oportunidad para el agregado de valor N* 44. Argentina. 65 p.
41. Sanmartín. B. 2010. Aprovechamiento de suero de quesería de origen caprino mediante la obtención de concentrados de proteínas séricas y subproductos de clarificación. Estudio de sus propiedades Tecnológicas. Tesis Doctoral Universidad de Santiago de Compostela. Facultad de Ciencias. Lugo, España 284p.

42. Sobrero, M.C., Ronco, A. 2004. Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga (*Lactuca sativa L.*). p: 71-79. En: Ensayos Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas, G Castillo, Ed., Ottawa, Canadá.
43. United States Department of Agriculture (USDA). 2015. Livestock and Poultry: World Market and Trade. FAS Foreign Agriculture service.
44. Zamora, L. 2003. Aislamiento, Identificación y conservación de cultivos de bacterias lácticas antagonistas de micro biota contaminante de sangre de matadero. Tesis Doctoral para optar el grado de Doctor de la Universidad de Girona. España. 255p,

IX. ANEXOS

Anexo I. Ficha técnica del B-lac.

NOGA-FER PERU SAC. "Mejorando la productividad en la agroindustria"

BIOLAC

Biolac es un consorcio de microorganismos benéficos o GRAS (Generalmente Reconocidos como Seguros) concentrado líquido de amplio uso en el sector agropecuario.

Biolac presenta un complejo de bacterias benéficas cuyos metabolitos mejoran el pH del suelo, acelerando el proceso de descomposición de la materia orgánica e incrementando la población microbiana benéfica del suelo, optimiza la solubilidad de los nutrientes y activa y estimula los procesos fisiológicos de las plantas.

Biolac protege el medio ambiente, no contamina el agua y restaura el suelo en el agro ecosistema.

PROPIEDADES Y VENTAJAS:

Pecuario:

Biolac acelera el proceso de descomposición de la materia orgánica en el suelo y en procesos de compostaje.

Biolac en el tratamiento de agua en bebederos de animales para mejorar el sistema inmune y la biota del tracto digestivo.

Biolac reduce los malos olores en crianza de animales, evitando el incremento de moscas.

Biolac mejora el tratamiento de aguas residuales.

Agrícola:

Biolac es un acidificante orgánico, presenta un pH de 3,5 a 3,8.

Biolac aumenta la solubilidad de los nutrientes del suelo y su absorción por las plantas.

Biolac estimula el proceso de germinación de las semillas y las protege de microorganismos fitopatógenos del suelo.

Biolac optimiza el aprovechamiento de los fertilizantes químicos ayudando a disminuir su uso.

Biolac incrementa la población de microorganismos benéficos del suelo como bacterias promotoras de crecimiento.

Biolac suprime el desarrollo de microorganismos fitopatógenos.

Biolac promueve la secreción de exudados radiculares.

Biolac es compatible con los plaguicidas de uso común.

Biolac mejora la resistencia a plagas, enfermedades y factores climáticos adversos.

Biolac es compatible con el uso de otros microorganismos benéficos como entomopatógenos y hongos antagónicos.

Biolac es efectivo para el tratamiento sanitario en pastizales.

COMPOSICIÓN

- pH de 3,5 a 3,8
- Bacterias probióticas.
- Ácidos orgánicos como ácido láctico.
- Bacteriocinas.
- Vitaminas del complejo B.
- Microorganismos aerobios viables
- Además de sustancias precursoras de compuestos asimilables por las plantas.

APLICACIÓN

- Sobre las excretas de los animales de granja use solución concentrada o al 50%.
- En compost usar una concentración de 1 L en 100 L de agua.
- En bebederos de animales de 1 a 2 mL por 1 L de agua.
- En plantas 1 a 2 L por cilindro de 200 L de agua vía foliar.

RECOMENDACIONES DE USO

- No necesita condiciones especiales de aplicación y manejo.
- No necesita adherente ni acidificante adicional.
- Agítelo antes de usar, una vez preparada la solución nutritiva usarlo inmediatamente.
- Después de usar **Biolac** tápelo herméticamente.
- Almacenar en ambientes ventilados y evitar la exposición directa al sol.

Av. 2, Mz E2, Lt56, Tercera Etapa, San Antonio de Carapongo, Lurigancho.

Cel-957606910

nogaferperu@gmail.com

Anexo II. Primera selección, evaluación diaria de pH. Repetición 1.

Días Tratamiento	0	1	2	3	4	5	10	20
T1(100SI, 0B,0M)	5.30	5.21	5.21	5.06	5.32	5.74	6.19	7.29
T2(95SI, 5B,0M)	5.24	4.90	5.12	4.96	5.20	5.29	6.02	7.22
T3(90SI, 10B,0M)	5.25	5.03	5.05	4.96	6.00	6.24	7.05	7.57
T4(85SI, 15B,0M)	5.18	4.94	4.97	4.89	5.41	5.50	5.71	7.11
T5(80SI, 20B,0M)	5.10	4.86	4.89	4.94	5.02	5.29	5.43	5.47
T6(85SI, 0B,15M)	5.09	5.11	5.15	4.15	4.27	4.12	4.04	3.9
T7(80SI, 5B,15M)	5.11	5.03	5.03	4.20	4.33	4.17	4.09	3.89
T8(75SI, 10B,15M)	5.05	4.95	4.98	4.16	4.29	4.15	3.91	3.75
T9(70SI, 15B,15M)	5.03	4.85	4.94	4.12	4.17	4.10	3.87	3.66
T10(65SI, 20B,15M)	4.92	4.80	4.90	3.94	4.08	3.87	3.77	3.6
T11(80SI, 0B,20M)	5.08	5.09	5.13	4.18	4.29	4.13	4.00	3.87
T12(75SI, 5B,20M)	5.05	4.99	5.05	4.15	4.30	4.15	4.02	3.88
T13(70SI, 10B,20M)	4.98	4.93	4.99	4.14	4.31	4.15	4.00	3.88
T14(65SI, 15B,20M)	4.90	4.86	4.92	4.05	4.23	4.05	3.91	3.8
T15(60SI, 20B,20M)	4.85	4.78	4.80	3.92	4.18	4.07	3.95	3.81

Anexo III. Primera selección, evaluación diaria de pH. Repetición 2.

Días Tratamiento	0	1	2	3	4	5	10	20
T1(100SI, 0B,0M)	5.30	5.20	5.06	5.08	5.40	5.90	6.90	7.86
T2(95SI, 5B,0M)	5.25	5.09	5.22	5.07	5.98	6.50	6.96	7.64
T3(90SI, 10B,0M)	5.26	5.00	5.01	5.23	6.41	6.65	7.02	7.53
T4(85SI, 15B,0M)	5.19	4.90	4.92	4.98	5.45	5.56	5.66	6.2
T5(80SI, 20B,0M)	5.11	4.81	5.03	5.05	5.35	6.14	6.45	6.67
T6(85SI, 0B,15M)	5.06	5.11	5.07	4.14	4.27	4.10	4.00	3.86
T7(80SI, 5B,15M)	5.16	5.01	4.98	4.12	4.27	4.15	4.00	3.86
T8(75SI, 10B,15M)	5.04	4.93	4.96	4.10	4.22	4.03	3.85	3.71
T9(70SI, 15B,15M)	5.01	4.85	4.86	3.97	4.16	4.05	3.96	3.78
T10(65SI, 20B,15M)	4.98	4.79	4.83	4.03	4.12	3.97	3.83	3.66
T11(80SI, 0B,20M)	5.04	5.11	5.20	4.17	4.32	4.19	4.15	3.94
T12(75SI, 5B,20M)	5.03	4.93	4.87	4.02	4.15	4.15	4.02	3.85
T13(70SI, 10B,20M)	5.00	4.83	4.82	4.03	4.17	4.09	3.95	3.82
T14(65SI, 15B,20M)	4.98	4.84	4.88	4.11	4.28	4.14	3.98	3.84
T15(60SI, 20B,20M)	4.82	4.78	4.80	4.07	4.20	4.06	3.89	3.73

Anexo IV. Primera selección, evaluación diaria de pH. Repetición 3.

Días Tratamiento	0	1	2	3	4	5	10	20
T1(100SI, 0B,0M)	5.30	5.26	5.46	5.05	5.38	5.86	6.6	7.6
T2(95SI, 5B,0M)	5.21	5.1	5.09	5.03	5.6	5.98	6.25	7.4
T3(90SI, 10B,0M)	5.25	5.04	5.03	5.14	6.3	6.42	7.08	5.58
T4(85SI, 15B,0M)	5.20	4.8	4.79	5	5.45	5.58	6	6.7
T5(80SI, 20B,0M)	5.08	4.86	4.85	5.1	5.2	5.9	6.2	6.28
T6(85SI, 0B,15M)	5.11	5.2	5.19	4.18	4.16	4.06	4.03	3.9
T7(80SI, 5B,15M)	5.16	5.04	5.03	4.2	4.18	4.08	4	3.95
T8(75SI, 10B,15M)	5.06	5	4.99	4.3	4.16	4.05	3.8	3.7
T9(70SI, 15B,15M)	5.02	5.02	5	4.1	4.1	4.02	3.9	3.72
T10(65SI, 20B,15M)	4.85	4.9	4.88	4.12	3.9	3.89	3.72	3.68
T11(80SI, 0B,20M)	5.05	5.3	5.28	4.2	4.21	4.12	4	3.9
T12(75SI, 5B,20M)	5.06	5.03	5.01	4.1	4.1	4.1	4.01	3.82
T13(70SI, 10B,20M)	4.91	5.9	5.88	4.1	4.25	4.06	3.95	3.83
T14(65SI, 15B,20M)	4.89	4.8	4.78	4.06	4.18	4.08	3.9	3.86
T15(60SI, 20B,20M)	4.88	4.75	4.73	4.08	4.17	4.01	3.9	3.72

Anexo V. Análisis de varianza para el nivel de pH- Primera selección Día 0.

Fuente	GL	SC Ajustado.	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Factor	14	0.726	0.052	60.13	**
Error	30	0.026	0.001		
Total	44	0.752			

9.1 Anexo VI. Prueba de Tukey el nivel de pH- Primera selección Día 0.

Factor	N	Media	Agrupación			
T1(100SI, 0B,0M)	3	5.300	A			
T3(90SI, 10B,0M)	3	5.253	A	B		
T2(95SI, 5B,0M)	3	5.233	A	B		
T4(85SI, 15B,0M)	3	5.190		B	C	
T7(80SI, 5B,15M)	3	5.143			C	D
T5(80SI, 20B,0M)	3	5.097				D
T6(85SI, 0B,15M)	3	5.087				D
T11(80SI, 0B,20M)	3	5.057				D
T8(75SI, 10B,15M)	3	5.050				E
T12(75SI, 5B,20M)	3	5.045				E
T9(70SI, 15B,15M)	3	5.020				E
T13(70SI, 10B,20M)	3	4.963				F
T14(65SI, 15B,20M)	3	4.923				F
T10(65SI, 20B,15M)	3	4.917				F
T15(60SI, 20B,20M)	3	4.85				F
						G
						G
						H
						H
						H

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo VII. Análisis de varianza para el nivel de pH- Primera selección Día 5.

Fuente	GL	SC Ajustado.	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Factor	14	34.717	2.480	58.99	**
Error	30	1.261	0.042		
Total	44	35.978			

Anexo VIII. Prueba de Tukey el nivel de pH- Primera selección Día 5.

Factor	N	Media	Agrupación
T3(90SI, 10B,0M)	3	6.437	A
T2(95SI, 5B,0M)	3	5.923	A B
T1(100SI, 0B,0M)	3	5.833	A B
T5(80SI, 20B,0M)	3	5.777	B
T4(85SI, 15B,0M)	3	5.547	B
T11(80SI, 0B,20M)	3	4.147	C
T12(75SI, 5B,20M)	3	4.133	C
T7(80SI, 5B,15M)	3	4.133	C
T13(70SI, 10B,20M)	3	4.100	C
T6(85SI, 0B,15M)	3	4.093	C
T14(65SI, 15B,20M)	3	4.090	C
T8(75SI, 10B,15M)	3	4.077	C
T9(70SI, 15B,15M)	3	4.057	C
T15(60SI, 20B,20M)	3	4.047	C
T10(65SI, 20B,15M)	3	3.910	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo IX. Análisis de varianza para el nivel de pH- Primera selección Día 20

Fuente	GL	SC Ajustado.	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Factor	14	102.618	7.330	54.50	**
Error	30	4.035	0.135		
Total	44	106.653			

Anexo X. Prueba de Tukey el nivel de pH- Primera selección Día 20.

Factor	N	Media	Agrupación
T1(100SI, 0B,0M)	3	7.583	A
T2(95SI, 5B,0M)	3	7.420	A
T3(90SI, 10B,0M)	3	6.893	A B
T4(85SI, 15B,0M)	3	6.670	A B
T5(80SI, 20B,0M)	3	6.140	B
T11(80SI, 0B,20M)	3	3.903	C
T7(80SI, 5B,15M)	3	3.900	C
T6(85SI, 0B,15M)	3	3.887	C
T12(75SI, 5B,20M)	3	3.850	C
T13(70SI, 10B,20M)	3	3.843	C
T14(65SI, 15B,20M)	3	3.833	C
T15(60SI, 20B,20M)	3	3.753	C
T9(70SI, 15B,15M)	3	3.720	C
T8(75SI, 10B,15M)	3	3.720	C
T10(65SI, 20B,15M)	3	3.647	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo XI. Evaluación de los niveles de pH de los 5 mejores tratamientos

Tratamientos	Repeticiones	Días										
		0	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
T7(5B,15M)	R1	5.17	3.55	3.53	3.56	3.58	3.67	3.84	3.65	3.69	3.69	3.71
	R2	5.18	3.53	3.60	3.67	3.70	3.75	3.94	3.74	3.80	3.82	3.82
	R3	5.14	3.52	3.54	3.61	3.64	3.68	3.91	3.66	3.73	3.74	3.77
T8(10B,15M)	R1	4.96	3.50	3.42	3.51	3.50	3.57	3.78	3.54	3.57	3.61	3.61
	R2	5.09	3.56	3.56	3.64	3.67	3.68	3.92	3.66	3.70	3.73	3.76
	R3	5.10	3.51	3.58	3.65	3.66	3.69	3.89	3.64	3.68	3.66	3.73
T9(15B,15M)	R1	4.96	3.55	3.48	3.54	3.51	3.60	3.78	3.60	3.62	3.53	3.72
	R2	4.94	3.51	3.47	3.56	3.56	3.63	3.80	3.63	3.65	3.52	3.74
	R3	4.96	3.53	3.47	3.53	3.50	3.56	3.72	3.57	3.58	3.48	3.65
T12(5B,20M)	R1	5.12	3.66	3.63	3.70	3.72	3.75	4.01	3.80	3.79	3.74	3.86
	R2	5.09	3.62	3.69	3.76	3.75	3.75	4.00	3.83	3.81	3.75	3.85
	R3	5.13	3.64	3.70	3.79	3.80	3.86	4.02	3.86	3.83	3.74	3.87
T13(10B.20M)	R1	4.96	3.62	3.62	3.70	3.72	3.72	3.97	3.77	3.78	3.68	3.76
	R2	5.00	3.63	3.62	3.70	3.73	3.71	3.98	3.76	3.80	3.68	3.75
	R3	5.00	3.56	3.58	3.56	3.62	3.68	3.82	3.60	3.67	3.57	3.66

Anexo XII. Análisis de varianza para el nivel de pH- Segunda selección Día 30

Fuente	GL	SC Ajustado.	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Factor	4	0.05329	0.013323	4.53	0.024
Error	10	0.02940	0.002940		
Total	14	0.08269			

Anexo XIII. Prueba de Tukey para el nivel de pH- Segunda selección Día 30*

Factor	N	Media	Agrupación
T12(75SI, 5B,20M)	3	3.860	A
T7(80SI, 5B,15M)	3	3.767	A B
T13(70SI, 10B.20M)	3	3.723	A B
T9(70SI, 15B,15M)	3	3.703	B
T8(75SI, 10B,15M)	3	3.700	B

* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes..

Anexo XIV. Análisis microbiológico de las excretas porcinas frescas.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO 1310356 - LMT

SOLICITANTE : CHRISTIAN LÓPEZ SÁNCHEZ

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : EXCRETAS PORCINAS
1310356)

PROCEDENCIA : Laboratorio de Bio-remediación - UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2013 - 10 - 14
FECHA DE RECEPCIÓN : 2013 - 10 - 14
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2013 - 10 - 14
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2012 - 10 - 30

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1310356
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	53 x 10 ⁶
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	53 x 10 ⁶
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	31 x 10 ³
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)	26 x 10 ⁶
¹ Enumeración de <i>Staphylococcus aureus</i> (NMP/g)	< 100
¹ Detección de <i>Salmonella</i> sp. en 25g.	Ausencia

Nota: El valor < 100 indica ausencia del microorganismo en ensayo. NI: no indicado en la norma

Método:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 06 de Noviembre de 2013

DRA. DORIS ZÚNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 799 5788 / 6147800 anexo 274

E-mail: imt@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: imt@lamolina.edu.pe

Anexo XV. Análisis microbiológico del biofertilizante acelerado T7.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO 1309321 - LMT

SOLICITANTE : CHRISTIAN LÓPEZ SÁNCHEZ

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : BIOL

1309321) T - 7

PROCEDENCIA : Laboratorio de Bio-remediación - UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 mL aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2013 - 09 - 30
FECHA DE RECEPCIÓN : 2013 - 09 - 30
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2013 - 09 - 30
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2012 - 10 - 14

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1309322
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	< 3
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/mL)	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/mL)	< 3
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/mL)	23 x 10 ²
¹ Enumeración de <i>Staphylococcus aureus</i> (NMP/mL)	< 10
¹ Recuento de <i>Lactobacillus</i> sp. (UFC/mL)	19 x 10
¹ Detección de <i>Salmonella</i> sp. en 25mL.	Ausencia

Nota: Los valores < 10 y < 3 indican ausencia del microorganismo en ensayo. NI: no indicado en la norma

Método:

¹ International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acriba.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 14 de Octubre de 2013

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 799 5788 / 6147800 anexo 274
E-mail: lmnt@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

□ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmnt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

Anexo XVI. Análisis microbiológico del biofertilizante acelerado T12.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO 1309322 - LMT

SOLICITANTE : CHRISTIAN LÓPEZ SÁNCHEZ

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : BIOL

1309322) T - 12

PROCEDENCIA : Laboratorio de Bio-remediación - UNALM
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 mL aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2013 - 09 - 30
FECHA DE RECEPCIÓN : 2013 - 09 - 30
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2013 - 09 - 30
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2012 - 10 - 14

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1309322
¹ Enumeración de coliformes totales (NMP/mL)	< 3
¹ Enumeración de coliformes fecales (NMP/mL)	< 3
¹ Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/mL)	< 3
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/mL)	20 x 10
¹ Enumeración de <i>Staphylococcus aureus</i> (NMP/mL)	< 10
¹ Recuento de <i>Lactobacillus</i> sp. (UFC/mL)	7 x 10
¹ Detección de <i>Salmonella</i> sp. en 25mL.	Ausencia

Nota: Los valores < 10 y < 3 indican ausencia del microorganismo en ensayo. NI: no indicado en la norma

Método:

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acribia.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 14 de Octubre de 2013

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVALA



Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 799 5788 / 6147800 anexo 274
E-mail: imt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

☐ (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: imt@lamolina.edu.pe
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

Anexo XVII. Análisis físico y químico de los biofertilizante acelerado T7 y T12.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE
 MATERIA ORGANICA**

SOLICITANTE : CHRISTIAN LAURO LOPEZ SANCHEZ
 PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LA MOLINA
 MUESTRA DE : BIOL
 REFERENCIA : H.R. 42336
 FECHA : 18/10/13

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
690	T 7	3.69	21.60	211.64	177.74	10444.00	2532.26	6500.00
691	T 12	3.70	22.60	225.34	185.88	10556.00	2270.16	7000.00

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
690	T 7	5700.00	1340.00	3900.00
691	T 12	4885.00	1500.00	3750.00

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
690	T 7	234.00	34.00	315.00	47.10	7.58
691	T 12	168.75	19.40	273.50	44.85	3.89



Sady García Bendezú
 Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Telefax: 349-5622
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Anexo XVIII. Porcentaje de germinación con semillas de lechuga con el T7 (80SI, 5B, 15M).

Repeticiones		Diluciones						
R1	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
1er día	20	20	20	0	0	0	0	0
2do día	20	20	20	6	0	0	0	0
3 ero día	20	20	20	15	0	0	0	0
4 to día	20	20	20	15	0	0	0	0
5to día	20	20	20	17	0	0	0	0
R2	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
1er día	19	20	19	0	0	0	0	0
2do día	20	20	20	5	0	0	0	0
3 ero día	20	20	20	9	0	0	0	0
4 to día	20	20	20	14	0	0	0	0
5to día	20	20	20	15	0	0	0	0
R3	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
1er día	20	19	20	0	0	0	0	0
2do día	20	20	20	2	0	0	0	0
3 ero día	20	20	20	10	0	0	0	0
4 to día	20	20	20	14	0	0	0	0
5to día	20	20	20	15	0	0	0	0
Promedio	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
5to día	20	20	20	16	0	0	0	0
		0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
PGR T7 (80SI, 5B, 15M)		100.00	100.00	78.33	0.00	0.00	0.00	0.00

Anexo XIX. Crecimiento radicular relativo al día 5 (mm) de semillas de lechuga con el T7 (80SI, 5B, 15M).

N°	Diluciones dosis- respuesta																							
	Control			0.1/100			1/100			5/100			7.5/100			8.5/100			10/100			50/100		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	34	40	37	29	37	40	21	20	24	3	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	30	34	23	38	35	33	23	25	21	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	39	35	38	37	38	40	30	21	24	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	28	33	39	40	22	38	23	25	25	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	31	38	43	32	33	50	26	29	29	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	38	36	26	32	35	33	30	26	24	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	38	35	36	38	44	37	20	27	24	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	29	31	34	43	45	36	22	28	32	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	31	30	33	24	37	50	26	25	28	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	39	37	40	39	40	33	30	27	32	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	30	31	42	44	35	50	24	25	26	2	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	34	21	36	35	40	41	21	28	21	3	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	33	38	42	21	48	39	23	12	25	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	36	28	26	43	41	38	21	23	26	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	39	10	37	37	39	42	21	27	27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	35	39	28	37	42	38	20	23	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	34	35	41	39	37	32	28	30	21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	40	25	21	25	42	44	23	31	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	32	38	24	30	38	38.5	22	25	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	10	41	39	22	27	42	23	27	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Promedio	33	32.8	34.3	34.3	37.8	39.7	23.9	25.2	23.9	2.35	1.55	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Anexo XX. Porcentaje de germinación de semillas de lechuga con el T12 (75SI, 5B, 20M).

Repeticiones		Diluciones						
	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
R1	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
1er día	20	20	20	0	0	0	0	0
2do día	20	20	20	9	0	0	0	0
3 ero día	20	20	20	10	0	0	0	0
4 to día	20	20	20	11	0	0	0	0
5to día	20	20	20	11	0	0	0	0
R2	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
1er día	19	20	20	0	0	0	0	0
2do día	20	20	20	11	0	0	0	0
3 ero día	20	20	20	14	0	0	0	0
4 to día	20	20	20	14	0	0	0	0
5to día	20	20	20	14	0	0	0	0
R3	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
1er día	20	19	20	0	0	0	0	0
2do día	20	20	20	15	0	0	0	0
3 ero día	20	20	20	20	1	0	0	0
4 to día	20	20	20	20	1	0	0	0
5to día	20	20	20	20	1	0	0	0
Promedio	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
5to día	20.00	20.00	20.00	15.00	0.33	0.00	0.00	0.00
PGR T12 (75SI, 5B, 20M)	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100	
	100	100	75	1.67	0	0	0	

Anexo XXI. Crecimiento radicular relativo al día 5 (mm) de semillas de lechuga con el T12 (75SI, 5B, 20M).

N°	Diluciones dosis- respuesta																							
	Control			0.1/100			1/100			5/100			7.5/100			8.5/100			10/100			50/100		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	35	29	30	31	25	35	7	9	5	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	38	27	26	26	38	6	8	5	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	35	40	33	15	27	33	5	8	5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25	27	25	31	31	38	6	8	6	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	32	38	31	14	20	31	6	10	6	1	1	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	37	37	23	30	20	18	5	7	5	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	36	30	27	28	21	32	8	5	5	3	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	33	35	20	23	27	25	6	7	6	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	36	35	35	25	27	28	7	5	7	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	38	33	18	25	27	29	6	7	7	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	35	31	37	23	28	25	8	7	6	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	39	32	29	22	29	30	7	6	6	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	37	31	28	32	24	21	5	8	6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	36	32	34	31	31	35	5	6	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	32	33	35	32	24	30	5	9	5	11	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	32	31	33	25	26	25	6	7	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	30	31	28	25	31	30	8	7	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	31	28	26	10	13	32	5	5	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	27	30	35	20	27	31	8	5	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	36	30	30	25	27	28	6	5	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	33.4	32.6	29.2	24.7	25.6	29.7	6.25	6.95	5.55	1.2	0.75	2.4	0.4	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo XXII. Porcentaje de germinación de semillas de maíz con el T7 (80SI, 5B, 15M).

Repeticiones		Diluciones						
R1	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
1er día	0	0	0	0	0	0	0	0
2do día	9	7	3	3	2	3	3	0
3 ero día	9	9	3	3	2	3	3	0
4 to día	9	9	7	5	4	7	8	0
5to día	9	9	8	5	4	8	8	0
R2	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
1er día	0	0	0	0	0	0	0	0
2do día	6	7	5	8	5	2	4	0
3 ero día	9	10	9	10	7	5	6	0
4 to día	9	10	9	10	7	8	8	0
5to día	9	10	9	10	8	8	8	0
R3	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
1er día	0	0	0	0	0	0	0	0
2do día	7	6	4	4	3	4	2	0
3 ero día	8	8	9	6	8	7	7	0
4 to día	8	8	9	6	10	7	7	0
5to día	9	8	9	7	10	7	7	0
Promedio	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
5to día	9.0	9.0	8.7	8.0	7.3	7.7	8.0	0.0
		0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
PGR T7 (80SI, 5B, 15M)		100	96.33	88.89	81.44	84.89	88.89	0

Anexo XXIII. Crecimiento radicular relativo al día 5 (mm) de semillas de maíz con el T7 (80SI, 5B, 15M).

N°	Diluciones dosis- respuesta																							
	Control			0.1/100			1/100			5/100			7.5/100			8.5/100			10/100			50/100		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	0	0	20	0	37	46	66	40	27	0	20	29	0	0	5	20	10	26	40	0	16	0	0	0
2	73	2	108	51	25	112	36	77	0	0	46	0	0	1	1	27	20	0	20	0	30	0	0	0
3	80	43	0	7	135	0	0	21	102	0	35	0	0	39	24	41	22	33	15	15	15	0	0	0
4	71	87	86	129	45	38	44	0	48	50	25	0	20	29	28	22	3	0	11	10	6	0	0	0
5	55	75	15	58	73	0	75	106	74	1	22	3	10	15	20	0	0	26	1	22	15	0	0	0
6	48	3	95	47	101	100	0	42	107	1	46	12	36	0	31	17	0	0	31	17	16	0	0	0
7	66	3	103	65	100	5	23	56	0	31	31	26	0	2	42	20	25	38	14	22	7	0	0	0
8	35	89	113	43	55	55	75	122	44	36	41	32	0	21	27	22	20	11	22	12	0	0	0	0
9	90	52	0	110	55	43	45	43	20	10	66	37	0	41	31	1	35	14	12	13	0	0	0	0
10	75	90	77	91	17	43	60	44	42	25	36	62	6	34	22	0	13	33	0	20	0	0	0	0
Promedio	59.3	44.4	61.7	60.1	64.3	44.2	42.4	55.1	46.4	15.4	36.8	20.1	7.2	18.2	23.1	17	14.8	18.1	16.6	13.1	10.5	0	0	0

Anexo XXIV. Porcentaje de germinación de semillas de maíz con el T12 (75SI, 5B, 20M).

Repeticiones		Diluciones						
	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
R1	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
1er día	0	0	0	0	0	0	0	0
2do día	3	3	4	4	1	3	2	0
3 ero día	8	7	9	10	9	8	8	0
4 to día	8	8	10	10	9	9	8	0
5to día	8	8	10	10	9	9	8	0
R2	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
1er día	0	0	0	0	0	0	0	0
2do día	5	6	5	2	3	2	4	0
3 ero día	8	10	9	10	7	9	9	0
4 to día	8	10	9	10	8	9	10	0
5to día	9	10	9	10	8	9	10	0
R3	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
1er día	0	0	0	0	0	0	0	0
2do día	8	6	2	2	3	3	0	0
3 ero día	10	10	7	9	6	9	0	0
4 to día	10	10	7	10	9	9	0	0
5to día	10	10	7	10	9	9	0	0
Promedio	control	0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
5to día	9.0	9.3	8.7	10.0	8.7	9.0	9.0	0.0
		0.1/100	1/100	5/100	7.5/100	8.8/100	10/100	50/100
PGR T12 (75SI, 5B, 20M)		103.6667	96.33333	111.1111	96.33333	100	100	0

Anexo XXV. Crecimiento radicular relativo al día 5 (mm) de semillas de maíz con el T12 (75SI, 5B, 20M).

N°	Diluciones dosis- respuesta																							
	Control			0.1/100			1/100			5/100			7.5/100			8.8/100			10/100			50/100		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	0	58	86	0	32	40	20	0	40	15	12	10	0	26	37	20	10	19	25	20	15	0	0	0
2	0	5	114	0	68	67	30	30	5	10	20	18	17	25	15	20	10	29	17	17	0	0	0	0
3	56	58	60	60	51	33	40	50	10	33	23	55	18	24	26	45	20	20	11	26	17	0	0	0
4	47	60	30	17	35	30	49	20	53	30	26	2	15	18	4	16	16	16	15	11	17	0	0	0
5	45	59	70	6	12	70	33	25	8	17	35	17	21	0	30	15	20	25	25	17	16	0	0	0
6	59	35	60	74	56	40	40	19	36	20	7	5	25	33	4	33	13	25	30	5	55	0	0	0
7	63	76	70	45	99	40	35	46	55	4	19	22	10	0	0	21	21	26	18	15	25	0	0	0
8	46	1	37	32	55	38	65	35	0	48	18	16	30	20	40	50	17	10	21	16	19	0	0	0
9	52	0	66	50	97	55	32	94	0	46	60	21	18	21	22	0	0	0	0	10	15	0	0	0
10	40	35	120	32	39	2	61	12	0	36	8	21	20	15	20	29	11	23	0	10	20	0	0	0
Promedio	40.8	38.7	71.3	31.6	54.4	41.5	40.5	33.1	20.7	25.9	22.8	18.7	17.4	18.2	19.8	24.9	13.8	19.3	16.2	14.7	19.9	0	0	0

Anexo XXVI. Costo de producción de 1 litro de biofertilizante foliar empleando el T7
(80SI, 5B, 15M).

Materiales	cantidad	medida	costo unitario	costo total
Envase de plástico de (1)	1	Unidad	0.5	0.5
Consumo eléctrico	140	Kwh	0.3244	45.416
bolsas de plástico	1	Unidad	0.3	0.3
		Sub total		46.216
Insumos				
Enzimas proteolíticas	0.01	Litros	20	0.18
Excretas porcinas	0.30	Kilogramos	0.06	0.02
Sangre bovina	0.30	Litros	0.08	0.02
Suero lácteo	0.30	Litros	0.3	0.09
Consorcio microbiano (B-lac)	0.05	Litros	15	0.68
melaza liquida	0.14	Kilogramos	0.53	0.07
		sub total		1.07
		Costo total		47.28
Subproductos				
Biofertilizante foliar		1		1.00
Biosol		kg		0.09
		Costo total de producción		47.28
		Costo total de producción /L (biofertilizante foliar)		47.24

Anexo XXVII. Costo de producción de 100 litros de biofertilizante foliar empleando el T7 (80SI, 5B, 15M).

Materiales	cantidad	medida	costo unitario	costo total
Envase de plástico de (200 litros)	1	Unidad	100	100
Consumo eléctrico	140	Kwh	0.3244	45.416
bolsas de plástico	1	Unidad	2	2
		Sub total		147.416
Insumos				
Enzimas proteolíticas	0.90	Litros	20	18.00
Excretas porcinas	30.00	Kilogramos	0.06	1.80
Sangre bovina	30.00	Litros	0.08	2.40
Suero lácteo	30.00	Litros	0.3	9.00
Consortio microbiano (B-lac)	4.55	Litros	15	68.18
melaza líquida	13.64	Kilogramos	0.53	7.23
		sub total		106.60
		Costo total		254.02
Volumen producido				
biofertilizante foliar		l		100.08
biosol		kg		12.00
		Costo total de producción		254.02
		Costo total de producción /L (biofertilizante foliar)		2.54

Anexo XXVIII Costo de producción de 1 litro de biofertilizante foliar empleando el T12 (75SI, 5B, 20M).

Costo de producción de un litro de biofertilizante		Biofertilizante T12 (75SI, 5B,20M)		
Materiales	cantidad	medida	costo unitario	costo total
Envase de plástico de (1)	1	Unidad	0.5	0.5
Consumo eléctrico	140	Kwh	0.3244	45.416
bolsas de plástico	1	Unidad	0.3	0.3
		Sub total		46.216
Insumos				
Enzimas proteolíticas	0.01	Litros	20	0.18
Excretas porcinas	0.30	Kilogramos	0.06	0.02
Sangre bovina	0.30	Litros	0.08	0.02
Suero lácteo	0.30	Litros	0.3	0.09
Consortio microbiano (B-lac)	0.05	Litros	15	0.68
melaza líquida	0.18	Kilogramos	0.53	0.10
		sub total		1.09
		Costo total		47.31
Subproductos				
Biofertilizante foliar		l		1.05
Biosol		kg		0.09
		Costo total de producción		47.31
		Costo total de producción /L (biofertilizante foliar)		45.21

Anexo XXIX. Costo de producción de 100 litros de biofertilizante foliar empleando el Tratamiento T12.

Costo de producción de un litro de biofertilizante		Biofertilizante T12 (75SI, 5B,20M)		
Materiales	cantidad	medida	costo unitario	costo total
Envase de plástico de (200 litros)	1	Unidad	100	100
Consumo eléctrico	140	Kwh	0.3244	45.416
bolsas de plástico	1	Unidad	2	2
		Sub total		147.416
Insumos				
Enzimas proteolíticas	0.90	Litros	20	18.00
Excretas porcinas	30.00	Kilogramos	0.06	1.80
Sangre bovina	30.00	Litros	0.08	2.40
Suero lácteo	30.00	Litros	0.3	9.00
Consorcio microbiano (B-lac)	4.55	Litros	15	68.18
melaza liquida	13.64	Kilogramos	0.53	9.64
		sub total		109.01
		Costo total		256.43
Volumen producido				
biofertilizante foliar		1		104.63
biosol		kg		9.00
		Costo total de producción		256.43
		Costo total de producción /L (biofertilizante foliar)		2.45

Anexos XXX. Registros fotográficos



Fotografía 1. Sangre con anticoagulante antes de la mezcla con las excretas porcinas y suero lácteo.



Fotografía 2. Consorcio microbiano (b-lac)



Fotografía 3. Presentación comercial del B-lac.



Fotografía 4. Excretas porcinas sin tratamiento fermentativo



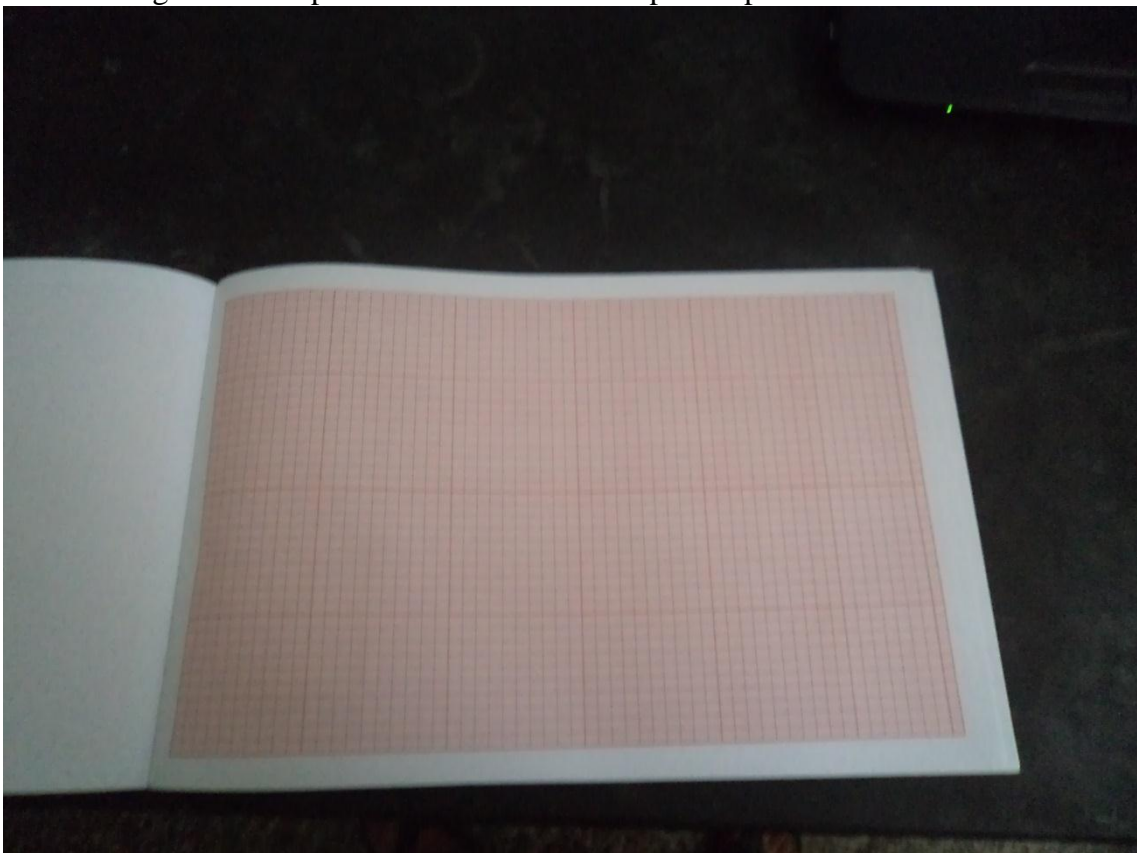
Fotografía 5. Melaza



Fotografía 6. Materiales para la prueba de bioensayo.



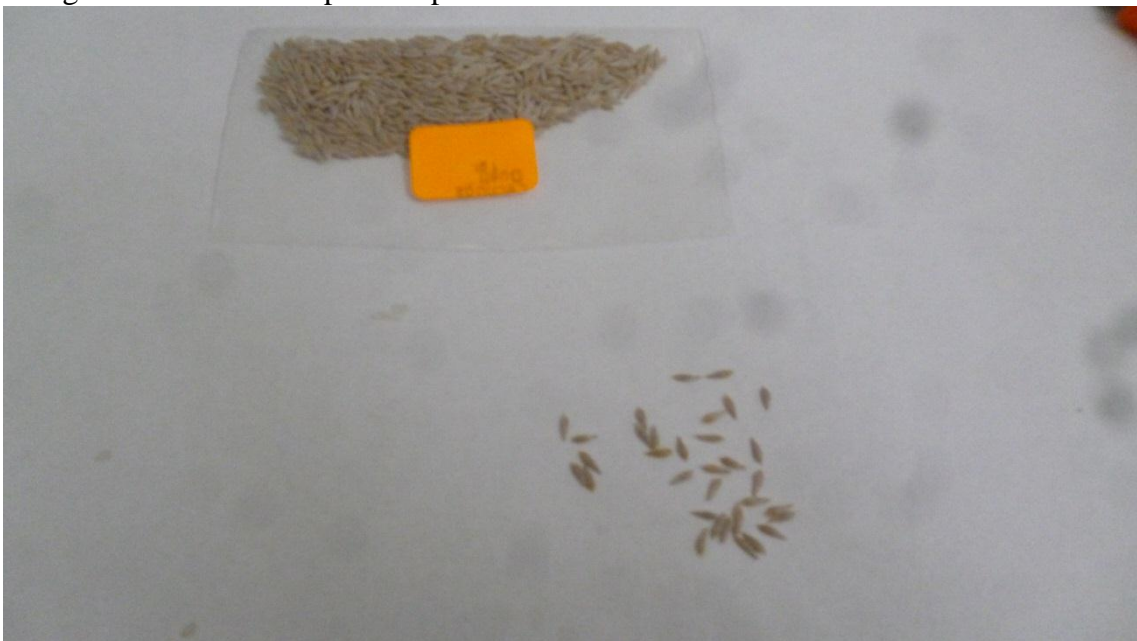
Fotografía 7. Preparación de las diluciones para la prueba de fitotoxicidad.



Fotografía 8 papel milimetrado para la medición de la radícula de las semillas de lechuga y maíz



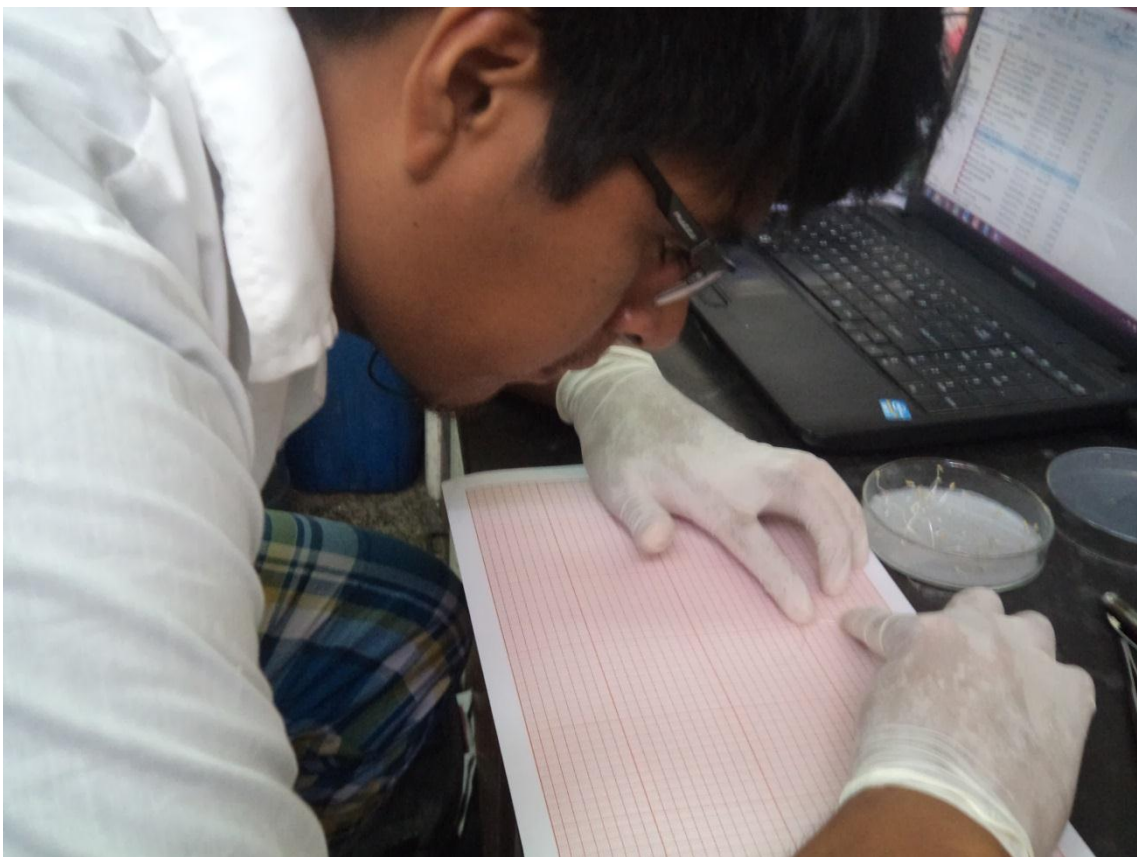
Fotografía 9. Diluciones para las pruebas de fitotoxicidad



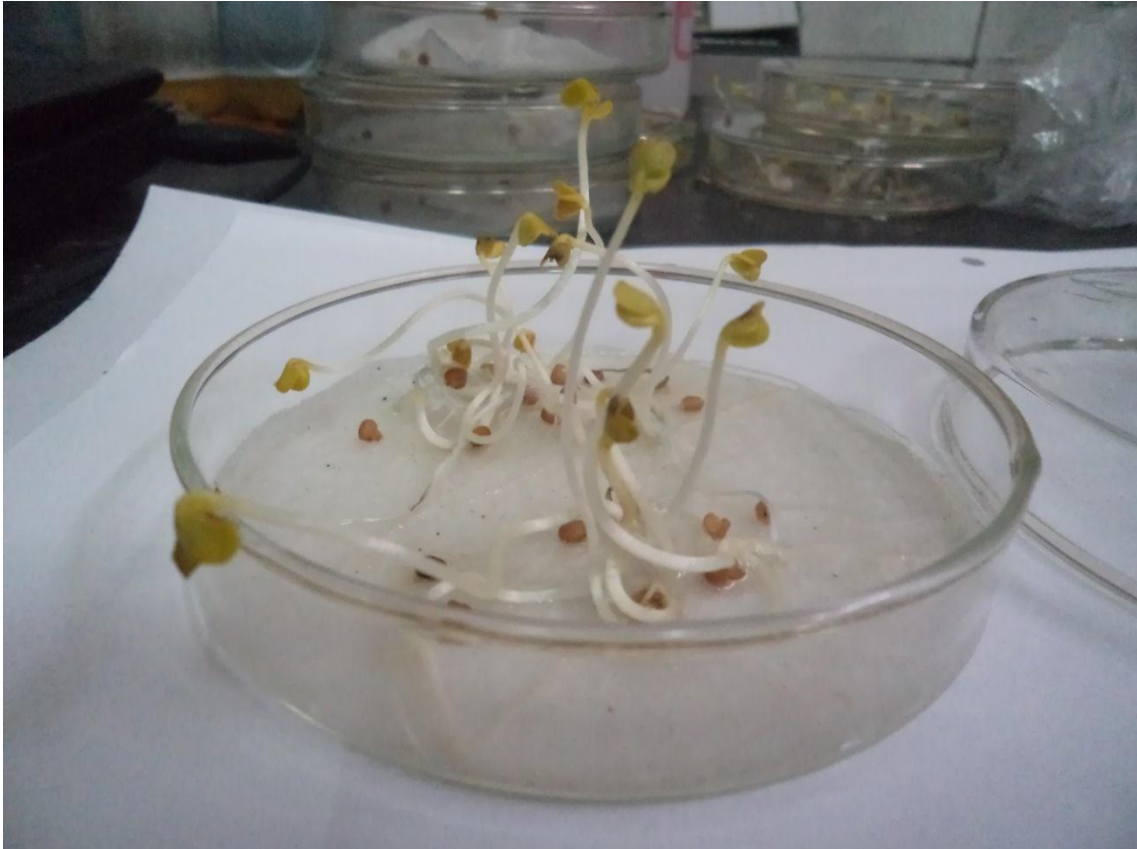
Fotografía 10. Semillas de lechuga



Fotografía 11. Conteo de germinación de semillas de lechuga.



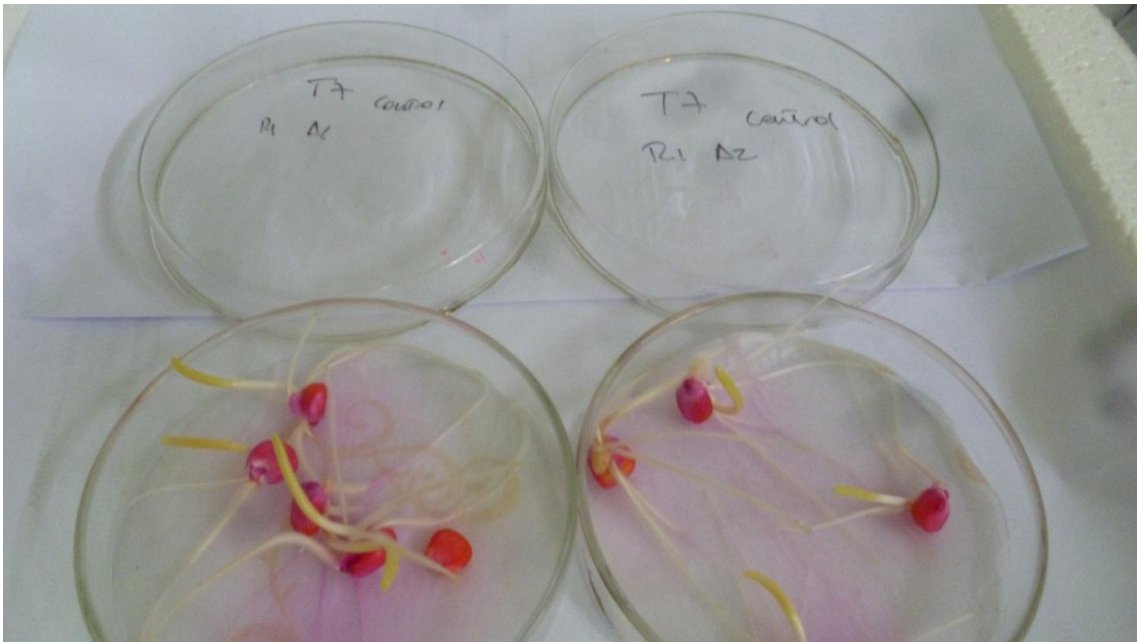
Fotografía 12. Medición de la radícula de las semillas de lechuga



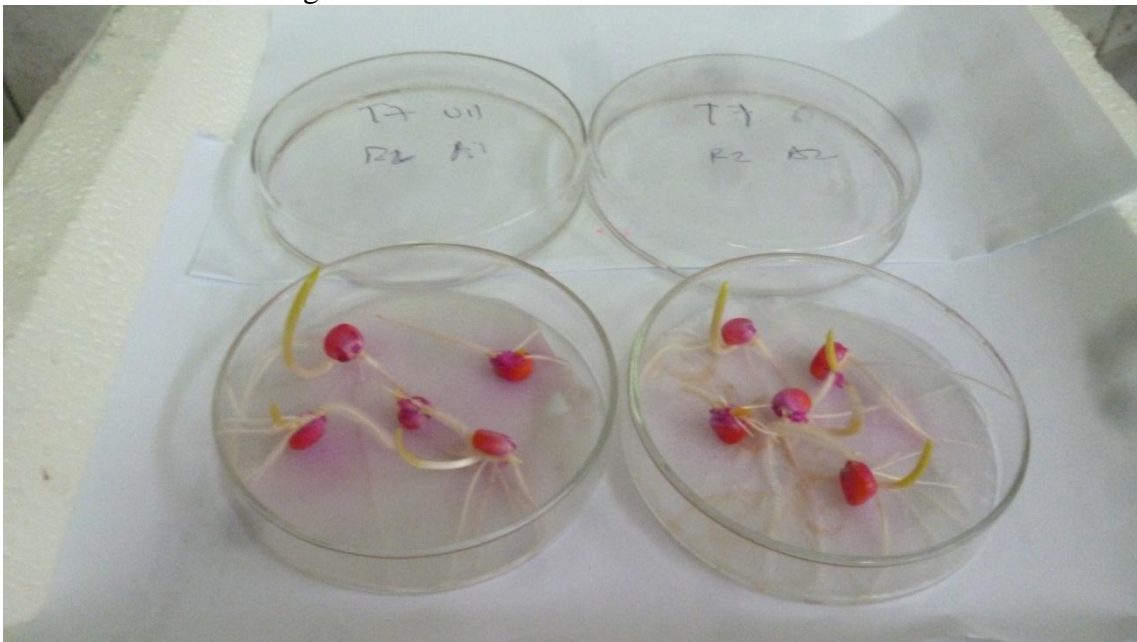
Fotografía 13. Efecto fitoestimulante del biofertilizante en la prueba de fitotoxicidad.



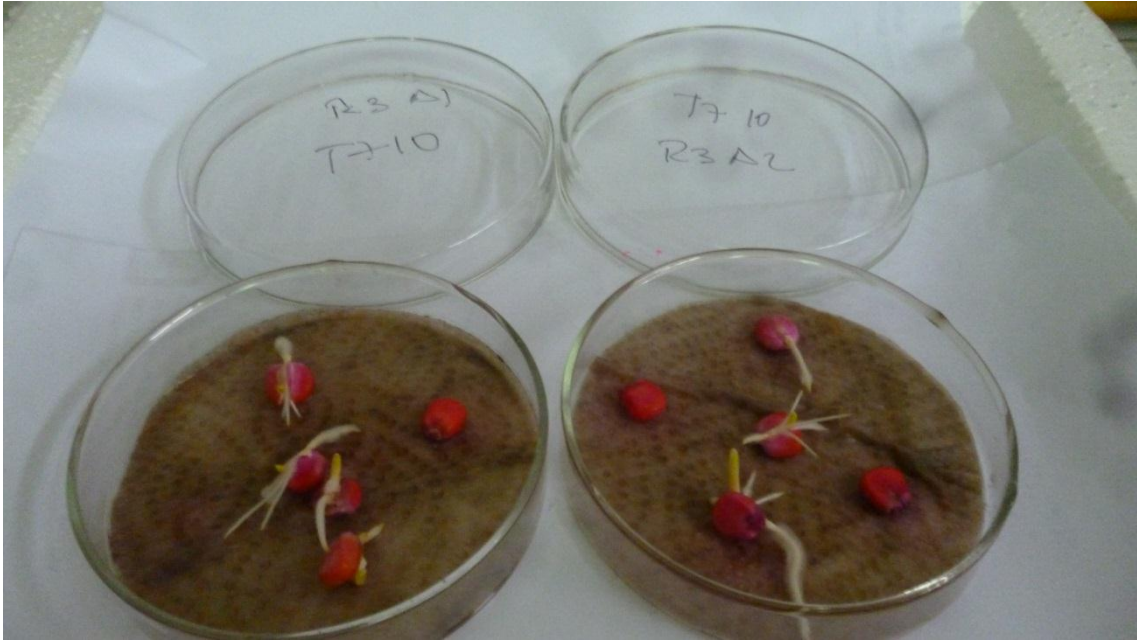
Fotografía 14. Efecto fitotóxicos e inhibitorio de la germinación de semillas de lechuga.



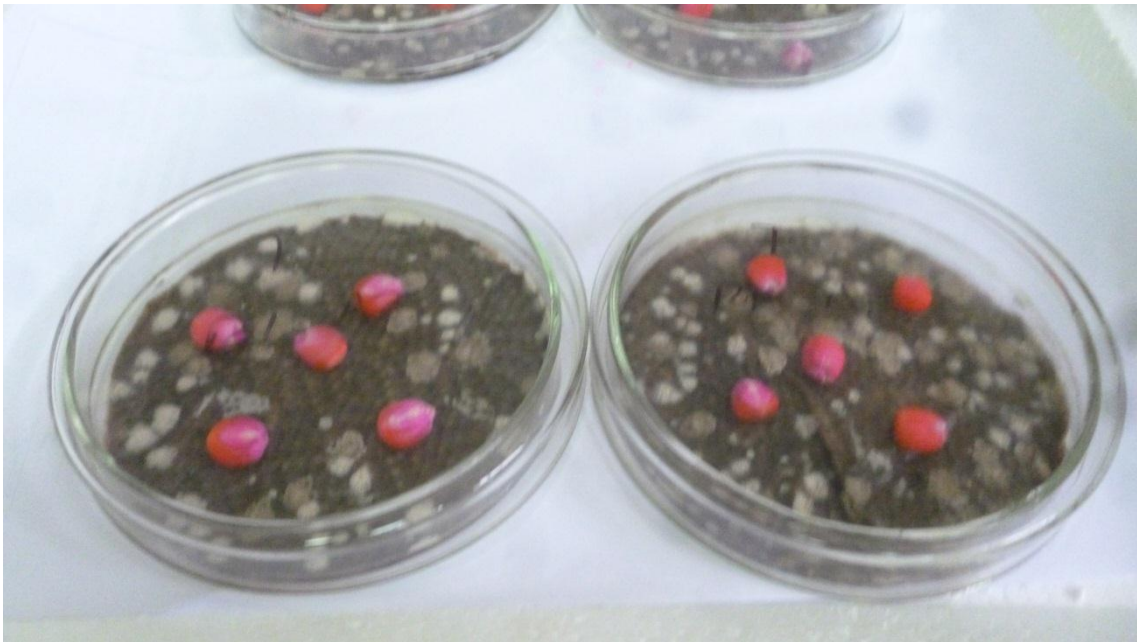
Fotografía 15. Prueba control con semillas de maíz



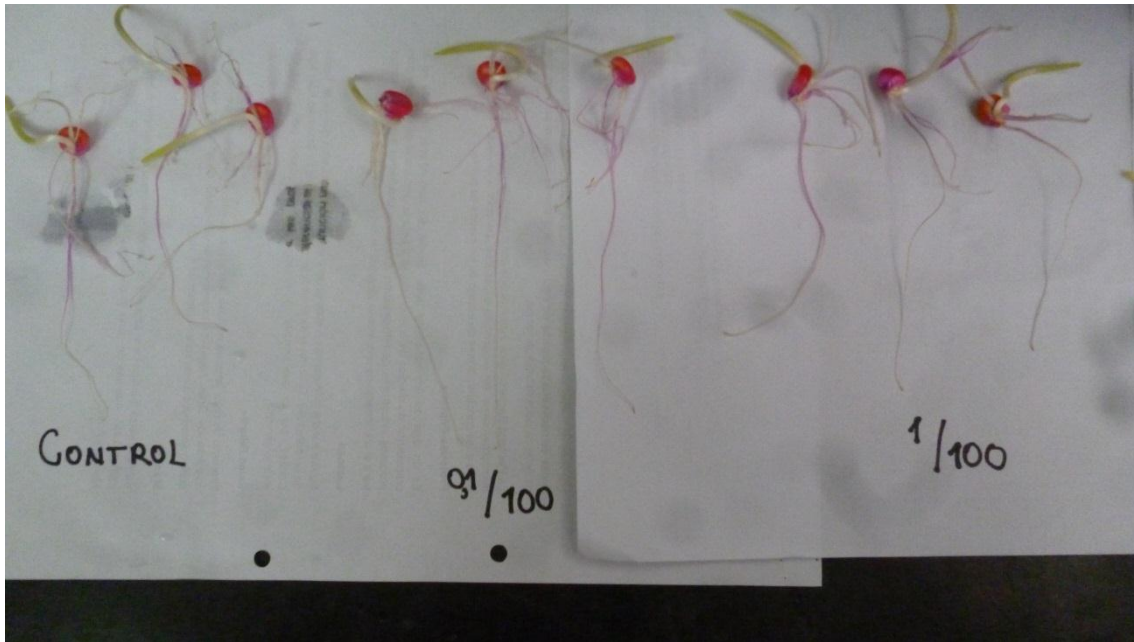
Fotografía 16. Efecto fitoestimulante con el T7 en una dilución de 0.1/100 para semillas de maíz.



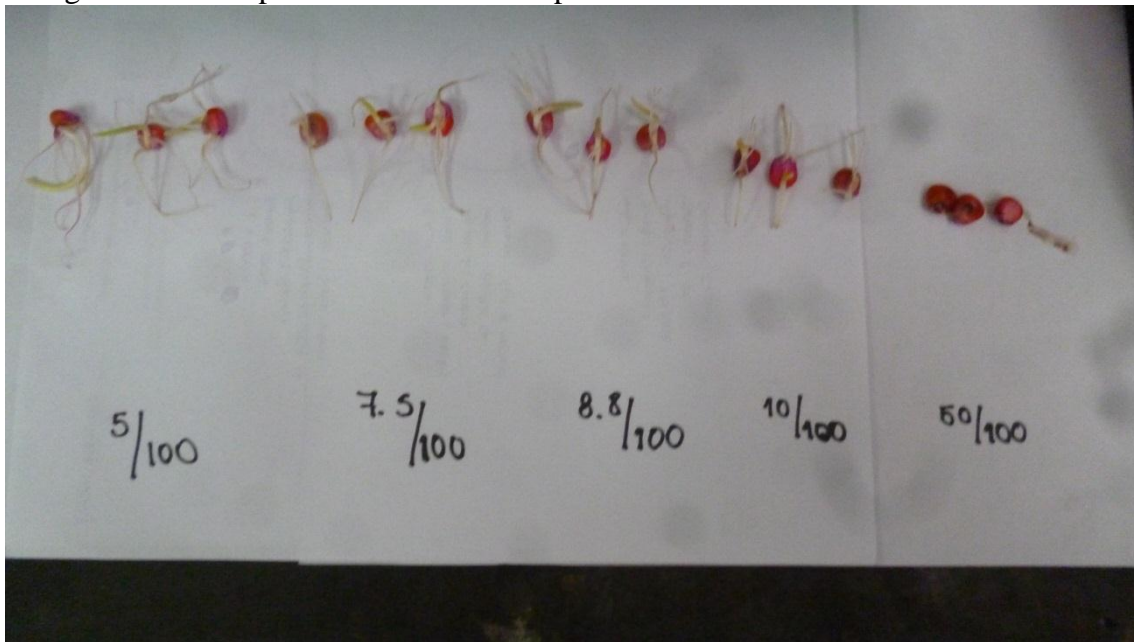
Fotografía 17. Efecto fitotóxicos con el T7 en una dilución de 10/100 para semillas de maíz.



Fotografía 18. Efecto inhibitorio de la germinación con el T7 en una dilución de 50/100 para semillas de maíz



Fotografía 19. Comparación en diluciones para el T7 con semillas de maíz.



Fotografía 20. Comparación de diluciones más concentradas para el T7 con semillas de maíz