



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

TESIS

**DETERMINACIÓN DE LA FITOTOXICIDAD DEL BIOL,
ELABORADO A PARTIR DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA
LÁCTEA QUESERA Y LIXIVIADOS DE RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
YELTSIN LLANCARI LAURENTE**

**ASESOR
ING. JULIO MIGUEL ANGELES SUAZO**

**HUANCAYO – PERÚ
2018**

ASESOR

ING. JULIO MIGUEL ANGELES SUAZO

DEDICATORIA

A Dios por estar siempre conmigo y darme la vida. A mis padres Marcelino Y Marisol quienes impulsaron mi superación personal con amor y disciplina. A Teodora Morales zorrilla y María Huincho Aguado por enseñarme sencillez y humildad.

AGRADECIMIENTOS

- A mi hermana Deysi por su alegría respaldo y motivación.
- A los docentes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Alas Peruanas Filial Huancayo.
- A todos mis familiares por sus consejos, palabras de aliento y amor.

ÍNDICE

ASESOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE.....	v
INDICE DE ABREVIATURAS	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.Caracterización de la Realidad Problemática	1
1.2 Formulación del Problema.	3
1.2.1.Problema General.	3
1.2.2.Problemas Específicos.	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1 .Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.	4
1.4. Justificación.	4
1.5. Importancia.	5
1.6. Limitaciones.....	6
CAPÍTULO II	7
FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	7

2.1.Marco Referencial	7
2.1.1.Antecedentes de la Investigación	7
2.2.Referencias Históricas	10
2.3.Marco Legal	10
2.4.Marco Conceptual	11
2.4.1.Fertilización:	12
2.4.2.Biofertilizante:.....	12
2.4.3.Análisis de Fitotoxicidad a través de Bioensayos con semillas sensibles a fitotoxinas	12
2.4.4.Biol:.....	12
2.4.5.Lactosuero:.....	12
2.5.Marco Teórico	13
2.5.1.Desarrollo de la nutrición vegetativa.....	13
2.5.2.Fertilización	16
2.5.3.Fertilización Química	16
2.5.4.Fertilización orgánica.....	16
2.5.5.Caracterización de las Especies.....	17
2.5.6.Factores Ambientales y sus Requerimientos por cultivo	19
2.5.7.Fases del Crecimiento y Desarrollo	21
2.5.9.Fases del Crecimiento y Desarrollo	29
2.5.10.Manejo del cultivo.....	32
2.5.11.Requerimientos nutricionales de la coliflor	33
2.5.12.Col de Bruselas	33
2.5.13.Requerimientos del Cultivo de Factores Ambientales	34
2.5.14.Manejo del cultivo.....	34
2.5.15.Requerimientos de Nutrientes de la col de bruselas.....	35

2.5.16.Los Biofertilizantes Líquidos Artesanales	35
2.5.17.Proceso de Digestión anaeróbica de la materia orgánica en medio líquido	38
2.5.18.Aspectos importantes en la germinación	39
2.5.19.Diferencias Especiales entre especies	42
2.5.20.Absorción diferencial por órganos de la semilla.	42
2.5.21.Mínimos de humedad para germinación.....	43
2.5.22.Efecto de la temperatura	44
2.5.23.Rango de temperaturas de germinación.....	45
2.5.24.Tipos de latencia	48
CAPÍTULO III	52
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	52
3.1.Metodología	52
3.1.1.Método.....	52
3.1.1.1.Ubicación del Lugar de Muestreo	52
3.1.1.2.Geográfica	52
3.1.1.3.Materiales y Equipos	53
3.2.Tipo de la Investigación	57
3.2.1.Nivel de la Investigación	57
3.3.Diseño de la Investigación.	58
3.4.Hipótesis de la Investigación.....	58
3.5.Variables	59
3.5.1.Variable Independiente.....	59
3.5.2.Variable Dependiente	59
3.6.Cobertura del Estudio	59
3.6.1.Universo	59

3.6.2.Población.....	59
3.6.3.Muestra.....	59
3.6.4.Muestreo.....	59
CAPITULO IV.....	61
ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	61
4.1.Resultados obtenidos en la investigación	61
4.1.1.Resultados de pH y conductividad del BIOL con factores de	61
4.1.2.Resultados en la elongación radicular	63
4.2.Discusión de resultados.....	64
4.3.Análisis estadístico de los resultados de Elongación Radicular.....	68
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	82

INDICE DE ABREVIATURAS

MINAM	: Ministerio del Medio Ambiente.
DIGESA	: Dirección General de Salud.
RSM	: Residuos sólidos municipales.
BIOL	: Abono natural líquido
M.E.	: Microorganismos eficaces..
T	: Temperatura
H	: Humedad
%	: porcentaje
MP	: materia prima
°C	: grados centígrados
C/N	: relación carbono y nitrógeno.
CO ₂	: dióxido de carbono
T	: tiempo
RSU	: Residuos sólidos urbanos
INTEC	: Instituto Nacional Técnico
CE	: Conductividad Eléctrica
ES	: Elementos solubles
C.I.C.	: Capacidad de intercambio catiónico.
MINAGRI	: Ministerio de Agricultura y Riego.
Km	: Kilómetros
m	: metros
cm	: centímetros
OMS	: Organización Mundial de la Salud
ECA	: Estándar de Calidad Ambiental.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:Función bioquímica respecto al nutriente de las plantas.....	14
Tabla 2: Concentración de humedad requerida para el inicio del proceso de germinación.....	43
Tabla 3:Temperaturas cardinales de algunas semillas	46

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:Ubicación del CEPASC - Concepción.....	53
Ilustración 2:Universidad Alas Peruanas – Filial Huancayo	53
Ilustración 3:Diluciones del biól en análisis	54
Ilustración 4:Determinación de muestras para germinación	56
Ilustración 5:Proceso de germinación de las semillas.....	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Probabilidad normal PGR	65
Gráfico 2: Comparación simultánea al 95% de TUKEY para el PGR.....	66
Gráfico 3: Comparación simultánea al 95% de TUKEY del PGR del tipo de hortaliza	67
Gráfico 4: Interacción de efectos en el PGR	68
Gráfico 5: Probabilidad de Elongación de la raíz	69
Gráfico 6: Comparación simultánea de TUKEY al 95% para la elongación de la raíz	70
Gráfico 7: Comparación simultánea al 95% de TUKEY de los tipos de hortaliza	72
Gráfico 8: Interacción de los efectos para la elongación de la raíz	72
Gráfico 9: Gráfica de probabilidad del (IG).....	76
Gráfico 10: Comparación simultánea al 95% de TUKEY para el (IG)	77
Gráfico 11: Comparación simultánea al 95% de TUKEY del tipo de hortaliza ...	78
Gráfico 12: Efectos de los factores sobre el (IG).....	79

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1:Calidad Comercial.....	24
Cuadro 2:Nutrientes absorbidos por hectárea de un Cultivo de Lechuga.	25
Cuadro 3:Concentración de nutrientes en Porcentaje del Peso Seco de la Parte Aérea.....	26
Cuadro 4:Abonado para la coliflor.....	33
Cuadro 5:Guía para el análisis de nutrientes en plantas de la col de Bruselas.	35
Cuadro 6:Hortalizas a Germinar.....	55
Cuadro 7:Diseño de la investigación.....	58
Cuadro 8:Cuadro de diluciones del biol	62
Cuadro 9:Repeticiones para semillas germinadas	62
Cuadro 10:Numero de Semillas Germinadas.....	62
Cuadro 11:Resultado de semillas germinadas en porcentaje	63
Cuadro 12:Resultados en la elongación radicular.....	63
Cuadro 13:Resultado de Germinación Relativo	64
Cuadro 14:Comparación de TUKEY del PGR para las diluciones del BIOL y tipo de hortaliza.....	65
Cuadro 15:Tipo de hortaliza y PGR	67
Cuadro 16:ANOVA para la elongación radicular	68
Cuadro 17:Comparaciones TUKEY de la elongación radicular para las diluciones del biol y el tipo de hortaliza	70
Cuadro 18:Comparaciones de TUKEY para la elongación radicular por tipo de hortaliza.....	71
Cuadro 19:Crecimiento relativo de la radícula	73
Cuadro 20:Determinación del índice de germinación (IG)	74
Cuadro 21:ANOVA del índice de germinación	75
Cuadro 22.Comparaciones de TUKEY para el IG respecto a las diluciones del BIOL y tipo de hortaliza.....	76
Cuadro 23:Comparaciones de TUKEY del IG y tipo de hortaliza	78

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó con el Biol obtenido con 35% de lactosuero 40% de lixiviado, 15% de bacterias y 10 % de chancaca y maleza; teniendo en cuenta que se utiliza el 75 % de residuos líquidos provenientes de la industria láctea y el lixiviado generado por la descomposición de residuos sólidos domiciliarios del distrito de concepción .

El análisis de fitotoxicidad se realizó en el laboratorio químico de la Universidad Alas Peruanas – Filial Huancayo, donde se realizó la dilución del biol 0%, 0.0010%, 0.01%, 0.10%, y 1% utilizando tres hortalizas que son col de Bruselas, lechuga y coliflor.

La fitotoxicidad se halla realizando los cálculos respectivos para el Incide De Germinación que utiliza el Crecimiento Relativo De Radicular (CRR) y el porcentaje de germinación relativa, obteniéndose los mejores resultados a una dilución de 0.10% donde no presenta fitotoxicidad la coliflor y la col de Bruselas y ligeramente la lechuga obteniendo valores superiores 80%, estos resultados acreditan que el biol utilizado para las pruebas es un producto estable para su uso de la agricultura.

ABSTRACT

The research work was relaxed with Biol obtained with 35% of whey 40% of leached, 15% of bacteria and 10% of chancaca and weed; taking into account that 75% of the liquids coming from the dairy industry and the leachate generated by the decomposition of solid waste from the district of conception.

The phytotoxicity analysis was carried out in the Alas Peruanas University - Huancayo Branch's chemical laboratory, where the dilution of the biol 0%, 0.0010%, 0.01%, 0.10%, and 1% of three vegetables that are Brussels cabbage were performed , lettuce and cauliflower.

The phytotoxicity was found by performing the calculations for the Incide of Germination using Relative Root Growth (CRR) and the percentage of relative germination, obtaining the best results at a dilution of 0.10% where the cauliflower and cabbage of phytotoxicity do not present 80% of the benefits that the lettuce obtains is the highest, these results are those that certify that the product used for the tests is a stable product for its use of agriculture.

INTRODUCCIÓN

Los efectos de la relación toxicidad-beneficio de un fertilizante líquido fermentado (biol) se deben a variados factores, entre los que se destacan los contenidos de amoníaco, de ácido volátil orgánico, metales pesados y sales. Estas sustancias, altamente concentradas, tienen la capacidad de inhibir el poder germinativo de las semillas y/o el crecimiento radicular, generando un inherente riesgo en la utilización de algunos cultivos.

Para poder identificar directamente la presencia de toxinas, el método más usado es usar bioensayos de fitotoxicidad con semillas sensibles a fitotoxinas, dicho método fue impulsado y validado por Zucconi et al. (1981), este método permite analizar e investigar con una alta sensibilidad la toxicidad del compuesto a las semillas, así como la influencia de las variaciones en la cantidad concentrada de los extractos sobre las mismas

El presente trabajo tuvo como fin conocer la toxicidad del biol orgánico elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera (lactosuero) y lixiviado de los residuos sólidos domiciliarios, a concentraciones diluidas (0%, 0.0010%, 0.01%, 0.10% y 1%), en el poder germinativo de hortalizas (col, coliflor y lechuga). Es decir la investigación genera un aporte científico experimental sobre el grado de toxicidad-beneficio de un biol orgánico elaborado con fines de reaprovechamiento de residuos

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. Caracterización de la Realidad Problemática

Debido a la fuente de nutrientes utilizada, los fertilizantes devienen de síntesis química, y orgánica. Ambos aportan beneficios positivos y negativos asociados con su uso. El aporte de los fertilizantes de síntesis química es generar la obtención de altos rendimientos en las parcelas y cultivos en tiempos relativamente cortos; y como principal desventajas es su elevado costo ambiental y numismático, y es precisamente esta última desventaja la que genera que agricultores de países subdesarrollados , no accedan a ellos con libertad económica (El Nagerabi et al., 2012)La contra parte, son los abonos orgánicos que tienen más ventajas positivas que negativas, es decir no solo tienen beneficios económicos por su mermado costo, sino también ambientales, como presentar fuerte acción en la re-mediación de suelos ya que mejoran sus propiedades físicas y químicas, y la proliferación de microorganismos y diversidad biológica, generando una adecuada fertilidad y sostenibilidad ; Los análisis de producción y productividad muestran que son una fuente importante de

materia orgánica, nitrógeno, fósforo y otros elementos nutritivos para los cultivos (Zubillaga y Lavado, 2006; Félix-Herrán et al., 2008; Hernández-Rodríguez et al., 2010).

Estudios analíticos, mencionan también que un factor que impide la elaboración de este tipo de abonos orgánicos, es que las materias primas e insumos necesarios deben ser accesibles en cuanto a cantidad y costo, deben ser fáciles de conseguir y, ya que cuando se buscaría elaborarlos, en ca-so contrario su fabricación no resultaría viable (Ver-donck, 1998).

Las implicancias fitotóxicas de un biol se deben a diversos factores, estos son las elevadas concentraciones de amonio, de ácidos orgánicos con capacidad volátil, metales pesados y sales. Estos compuestos, en concentraciones elevadas, pueden inhibir el poder germinativo de las semillas o el crecimiento radicular de las mismas, por lo que se corre un riesgo cuando se decida utilizar en cultivos orgánicos (Varnero et al., 2007).

La detección directa de la presencia de toxinas consiste en realizar bioensayos consecutivos de fitotoxicidad con semillas sensibles a fitotoxinas, es-te método se fundamenta en el método germinativo de Zucconi de 1981, al cual se han ido integrando otras especies indicadoras, sensibles a elementos tóxicos, así como algunas variaciones en la concentración de las diluciones de biol necesario para las pruebas.

En las investigaciones revisadas se determina la fitotoxicidad de bioles, en la mayoría d casos elaborados de compost de estiércoles porcinos y equinos, mezclados con otro tipo de residuos; pero casi poca información existe sobre la toxicidad de un abono orgánico líquido, teniendo en cuenta su elaboración con lixiviado de residuos sólidos domiciliarios y lactosuero ambos en un 75%.

1.2 Formulación del Problema.

1.2.1. Problema General.

1.2.1.1 ¿El Abono orgánico fermentado – BIOL, elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera (lacto-suero) y lixiviado de los residuos sólidos domiciliarios es fitotóxico?

1.2.2. Problemas Específicos.

1.2.2.1 ¿Cuál es la influencia del factor de dilución del biol elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera y lixiviados de los residuos sólidos domiciliarios en el porcentaje de germinación de las semillas de las hortalizas evaluadas (lechuga, col de Bruselas y coliflor)?.

1.2.2.2 ¿Cuál es la influencia del factor de dilución del biol elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera y lixiviados de los residuos sólidos domiciliarios en la elongación radicular de las hortalizas evaluadas (lechuga, col de Bruselas y coliflor)?

1.2.2.3 ¿Cuál es la influencia del factor de dilución del biol elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera y lixiviados de los residuos sólidos domiciliarios en el crecimiento relativo de la radícula de las hortalizas evaluadas (lechuga, col de Bruselas y coliflor)?.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General.

1.3.1.1. Determinar la fitotoxicidad del abono orgánico fermentado BIOL, elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera y lixiviados de los residuos sólidos domiciliarios.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- 1.3.2.1.** Determinar la influencia del factor de dilución del biol elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera y lixiviados de los residuos sólidos domiciliarios en el porcentaje de germinación de las semillas de las hortalizas evaluadas (lechuga, col de Bruselas y coliflor).
- 1.3.2.2.** Determinar la influencia del factor de dilución del biol elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera y lixiviados de los residuos sólidos domiciliarios en la elongación radicular de las hortalizas evaluadas (lechuga, col de Bruselas y coliflor).
- 1.3.2.3.** Determinar la influencia del factor de dilución del biol elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera y lixiviados de los residuos sólidos domiciliarios en el crecimiento relativo de la radícula de las hortalizas evaluadas (lechuga, col de Bruselas y coliflor).

1.4. Justificación.

La alternativa de bajo costo para acrecentar mejoras de las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo, contrapuestas al del uso de sustancias industriales químicas, está basada en técnicas agroecológicas, so-tenidas por el uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. Incluyen a la gama de lixiviados de lombricompostaje, téis de compost, extractos de plantas, extractos y ácidos fulvicos y húmicos y biofermentados digeridos , constituidos específicamente de gran cantidad de restos orgánicos que provienen de la agroindustria y la industria química. Estos para que puedan ser usados están obligados a cumplir con ciertos estándares

estrictamente definidos y con todas las características de calidad establecidos en la normatividad de uso.

El uso de estos biofermentos, pueden causar efectos en gran medida favorables en los sistemas agroecológicos, según sus características. Según los estudios ampliamente desarrollados en el tema se determinó que es gracias al alto contenido de sales minerales, en compuestos fitotóxicos o metabolitos secundarios disgregados en concentraciones proporcionales o por ser provenientes de la fermentación de algunos residuos y/o de abonos orgánicos con niveles bajos de madurez y estabilidad o con niveles bajos de humidificación. Identificar el efecto de las toxinas sobre los cultivos es un reto para la agroecología ambiental y uno de los métodos más utilizados es el de realizar múltiples bioensayos de fitotoxicidad con semillas, este método es validado y de uso variable, en este se pueden fomentar ciertas modificaciones menores como el uso práctico de semillas que son sensibles a componentes tóxicos y leves en la metodología (Zucconi et al., 1981; Emino y Warman, 2004).

1.5. Importancia.

Este trabajo de investigación es trascendentemente importante porque utiliza el abono orgánico líquido – BIOL obtenido de residuos de la industria láctea y otros residuos domiciliarios, este ha sido obtenido con un 35% de residuos líquidos provenientes de la elaboración de queso (Lactosuero dulce), 40% de lixiviado proveniente de la descomposición de materia orgánica domiciliaria, 15% de bacterias ácido lácticas inoculadas en la formación del BIOL para obtener el pH adecuado y 10% de chancaca y melaza que se utilizaron como catalizadores para acelerar el proceso de fermentación y formación del BIOL.

A partir de este BIOL obtenido se han realizado pruebas de fitotoxicidad en semillas que crecen dentro de nuestra región (coliflor, lechuga, col de brucas) y hallar la dosis adecuada para que sea beneficioso en la agricultura y promover una agricultura ecológica.

1.6. Limitaciones

Las limitaciones que se presentaron en la realización del trabajo de investigación es que la información bibliográfica se basa en análisis de fitotoxicidad con abonos orgánicos sólidos, siendo escasa con abonos orgánicos líquidos.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Marco Referencial

2.1.1. Antecedentes de la Investigación

Título: TOXICIDAD DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS ESTIMADA CON BIOENSAYO DE GERMINACIÓN DE LECHUGA. (Universidad Politécnica de Puebla, Autor Responsable: Javier Cruz Hernández; 2015)

Resumen: En esta investigación se determinan los índices de germinación (IG) como indicador de fitotoxicidad de dos diferentes tipos de abonos orgánicos preparados con estiércol de vaca, conejo y un fertilizante comercial. La toxicidad del fertilizante se evaluó correspondientemente en diferentes bioensayos, con germinación de semillas de lechuga, se germinaron 10 semillas en 10 mL de solución líquida, con las proporciones de 0.5:5.0, 1.0:5.0 y 1.5:5.0, respecto a la proporción abono/agua destilada; utilizando como testigo agua destilada. Al culminar de seis días de germinación a 25 °C, se determinaron el porcentaje de germinación relativo (PGR), crecimiento

radicular relativo (CRR) y el índice de germinación IG. Se encontró que los IG son mayores a 80% en 18 de los 19 tratamientos experimentales; encontraron también que las evaluaciones interactivas entre factores señalaron contundentemente que el abono líquido fermentado, más que la proporción, determina la posible presencia de fitotoxinas. Además se afirma que los abonos evaluados presentan un rango moderado - bajo nivel de fitotoxicidad.

Título: BIOENSAYOS DE FITOTOXICIDAD DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LECHUGA Y BALLICA ANUAL REALIZADOS EN UN SUELO ALFISOL DEGRADADO (Centro de Investigaciones de Ecosistemas de Patagonia, José Celis Hidalgo, 2007)

Resumen: Se evaluaron la fitotoxicidad comparativa de distintos residuos orgánicos.

Se determinaron los (IG), longitud radicular /hipocotilo de una hortaliza (lechuga) y su correspondiente biomasa anual en un suelo granítico degradado (Alfisol). Se utilizaron varios tipos de desechos orgánicos: lodos de piscicultura salmonídea terrestre (LPT) y lacustre (LSL) y también lodo municipal (LM). Se prepararon 5 concentraciones correspondientes a la relación lodo/suelo: 25, 50, 75, 100 y 150 t ha⁻¹. Se trabajó también con un blanco o control sin incorporación. Se logró identificar que el IG, así como el crecimiento radicular y del hipocotilo de la lechuga no tuvo afectación positiva respecto a la proporción lodo/suelo que varió entre 25 a 100 t ha⁻¹.

El análisis del crecimiento de la planta mostro que los tratamientos trabajados de enmiendas orgánicas en dosis entre 25 y 50 t ha⁻¹ mostraron cambios significativos ($p > 0,05$) en el incremento de la biomasa aérea que la muestra control.

Título: PRE-SELECCIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS LÍQUIDOS PARA AGRICULTURA ECOLÓGICA POR BAJA FITOTOXICIDAD (Cruz Hernandez J, Acevedo – Alcalá, 2015).

Resumen: Una de las características resaltantes de los fermentos líquidos orgánicos especialmente lixiviados, estudios muestrales de compost, bioles provenientes de la metanización, ácidos provenientes del proceso de humificación, etc. es que pueden emplearse para sustituir al uso comercial de fertilizantes químicos y fortalecen trascendentemente las actividades en agricultura ecológica. Es necesario determinar la calidad física química y su caracterización y valoración previa para escapar de sus efectos negativos en su aplicación en cultivos. La técnica más común para determinar los efectos fitotóxicos de abonos, son la utilización de biomuestras germinativas en tipos de plantas sensibles a soluciones poco estables. En la investigación, se logró determinar el efecto tóxico de subproductos del proceso de lombricompostaje (lixiviado), en tres fermentados orgánicos mezclados a base de porcínasa y vacasa, biosólidos de granja piscícola y un fertilizante comercial, manejados a tres proporciones (0,25:5, 0,5:5 y 1:5 v:v del producto en agua) en hortalizas como acelga y lechuga en bioensayos germinativos, bajo condiciones controladas de temperatura (25°C) y humedad relativa (65%), y con un total de 32 corridas experimentales repartidos en un diseño experimental completamente aleatorizado. Se determinaron las longitudes de la raíz de los brotes y el porcentaje de germinación, crecimiento relativo de la raíz, índice de germinación y porcentaje de germinación relativo. Los resultados detallaron un bajo nivel de toxicidad, observándose tendencias a un mayor índice de toxicidad con aumentos graduales en las dosis y consiguiéndose respuestas diferentes en función de la especie utilizada.

2.2. Referencias Históricas

La producción agroecológica busca incansablemente la inserción de técnicas, y nuevos productos en la cadena de producción agro-pecuaria que sean capaces de reducir los impactos sobre los recursos de un ámbito natural MADR (2010), los productores agrícolas buscan alternativas de cambio de los fertilizantes y pesticidas de uso común por otros insumos agrícolas que viabilicen la producción de alimentos con bajos impactos numismáticos y u por encima de todo con bajos impactos en el ecosistema inmediato, y acceder a mercados diferenciados (Viteri 2008). Los cultivos agroecológicos hacen depender sus nutrición de varios factores entre ellos la disposición de minerales, la micro flora bacteriana y las moléculas orgánicas (Garcia, 2007); sustancias de orden orgánico como biofertilizantes minerales del tipo líquido y compostajes de alto aporte de material orgánico y mineral que potencian relevantemente el en-torno físico, químico y biológico del suelo en favor de la nutrición vegetativa de la planta (García 2007).

Cabe mencionar que , las investigación y referencias son merma-das ,especialmente las caracterizaciones de estos abonos, en las que priman caracterizaciones químicas, y la capacidad dispositiva y nutritiva de elementos esenciales para la planta, y los riesgos aso-ciados a su aplicación (Viteri, 2002), más aun cuando las principales características de estos biofertilizantes están asociadas a altos contenidos de P y S K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y B y una alta conductividad eléctrica CE, condiciones que posibilitan la formación de salinidad en los suelos si no se tiene en cuenta los manejos dosifica-dos con frecuencias y concentraciones aplicados de estos productos (Viteri, 2008).

2.3. Marco Legal

Ley General del Ambiente N° 28611

Artículo 1°:

“Toda ser humano posee el derecho irrenunciable a vivir y desarrollarse en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes”.

Aprueban Reglamento Técnico para los Productos Orgánicos

Artículo 3°. - Finalidad de la norma

La presente reglamentación tiene como finalidad siguiente:

- a) Especificar y determinar los lineamientos que desarrollen la producción, transformación, etiquetado, certificación y comercialización de productos, alimenticios y no alimenticios, cultivados, criados y procesados orgánicamente.
- b) Garantizar a los consumidores que los productos denominados productos orgánicos, cumplan responsablemente lo estatuido en este Reglamento Técnico.
- c) Garantizar la idoneidad y transparencia, de todos los agentes, en los procesos de certificación de productos orgánicos.
- d) Desarrollar y respaldar el comercio justo y transparente de productos orgánicos.

2.4. Marco Conceptual

Nutrición vegetal: Consiste en la adsorción adecuada de los nutrientes minerales por parte de las diversas variedades vegetales según lo requieran, estos se incorporan asiduamente y principalmente en forma de iones inorgánicos, la agricultura de alto rendimiento depende en gran medida de la fertilidad nutricional mineral, el incremento en la productividad es lineal y correlacionado con la concentración del fertilizante absorbido. (Mergelk, 2001)

- 2.4.1. Fertilización:** Es el proceso de incorporación de nutrientes a la planta debido principalmente a las carencia de compuestos nutritivos no satisfechos por el sistema suelo en condiciones de fertilización natural y también química. (Moron, 1997)
- 2.4.2. Biofertilizante:** Producto orgánico resultado de las diversas transformaciones conocidas como digestión aerobia y anaerobia de estiércol y materia orgánica, utilizado mediante pulverizado directo foliar, así también como aplicándose directamente al suelo.
- 2.4.3. Análisis de Fitotoxicidad a través de Bioensayos con semillas sensibles a fitotoxinas:** Se basan en la metodología desarrollada y estudiada por Zucconi et al. (1981), este método ha ido incorporando especies estándares únicas sensibles a compuestos tóxicos, así como variaciones inducidas a propósito en los adecuados niveles de extracto vital para las repeticiones de las pruebas. (Zucconi, 1981)
- 2.4.4. Biol:** Abono foliar orgánico líquido, se prepara a partir de estiércol fresco y combinaciones de otros ingredientes orgánicos, estos se fermentan en recipientes herméticamente completamente anaerobios. El biol por lo general se aplica al follaje (hojas y tallos) de las plantas. (Varnero, 2011)
- 2.4.5. Lactosuero:** Es un desecho subproducto concentrado de proteínas globulares hidrosolubles, lactosa, grasas y Es una fuente de nutrientes para la salud humana y animal .Contiene lactosa y sales minerales, lo que lo hace un compuesto generador de una elevada contaminación ambiental, de ahí proviene la importancia de su valorización. (López, 2017)

2.4.6. Residuos Sólidos Domiciliarios: Son los desperdicios, desechos o residuos generados en los domicilios. Estos en su gran mayoría generalmente provienen de actividades comunes domésticas, servicios públicos, hostales, instituciones educativas, oficinas, presidios, mercados y establecimientos comerciales, así como también los desechos de la gama industrial. (Torres, 2008)

2.5. Marco Teórico

2.5.1. Desarrollo de la nutrición vegetativa

Radica principalmente en la elaboración y el uso de materias ricas en energía (azúcares, aceites, proteínas), absorbiendo nutrientes necesarios para el metabolismo fisiológicos de la planta respecto al crecimiento, desarrollo y reproducción vegetal (Borrego, 2000).

Este tipo de nutrición es el proceso imperativo de asimilar los nutrientes de tipo mineral por los cultivos vegetales (Taiz & Zeiger, 2007), estos elementos son adicionados principalmente en forma de iones inorgánicos, la alta productividad agrícola depende en especialmente de la fertilización con macronutrientes minerales diversos, los altos rendimientos de la mayoría de los cultivos son directamente proporcionales a la concentración absorbida del fertilizante (Coll & Gregorio, 2005). Pero se ha demostrado, que los cultivos vegetales utilizan la mitad del fertilizante que se emplea; la proporción complementaria de minerales se difuminan en las aguas superficiales o subterráneas, generando un daño colateral ya que estas se unen al material particulado del suelo y contribuyendo a la contaminación atmosférica (Miller, 2005).

La ausencia de un componente nutricional relevante para la planta impide a la misma completar su ciclo de vida (Miller, 2005), Se ha logrado determinar que son sólo pocos elementos los trascendentales y necesarios para el crecimiento vegetal. Para Taiz & Zeiger (2007) los elementos fundamentales se clasifican

estrictamente según su papel biológico y su función fisiológica. Presentando la clasificación siguiente:

Primer grupo (Tabla 1), encontramos a todos aquellos que están formados por compuestos orgánicos incluido el carbono. Las plantas absorben nutrimentos en procesos bioquímicos que incluyen la carboxilación y la oxido-reducción. El grupo dos es trascendente por el almacenamiento de energía o mantenimiento de la estructura celular integral; los elementos pertenecientes a este conjunto se ubican en su mayor parte en los tejidos vegetales en calidad de esteres de silicatos, boratos fosfatos y en los que el grupo elemental está unido al grupo hidroxilo de una molécula orgánica.

Tabla 1: Función bioquímica respecto al nutriente de las plantas

Nutrición mineral	Funciones
Grupo 1	Nutrientes que forman parte de compuesto orgánico
Nitrógeno (N)	Construyendo de aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos, nucleicos, Nucleótido, coenzimas, hexoaminas, etc.
Azufre (S)	Componente de cisteína, metionina y proteína, constituyentes de ácido. Lipoico, coenzuma, A, entre otros.
Grupo 2	Nutrientes importantes en almacenamiento de energía integridad Estructural.
Fosforo (P)	Componentes de azucares, fósforos, ácidos, nucleicos, necleotidos, Coenzimas, fosfolípidos, ácido fitico, etc.
Silicio (Si)	Se depositan como silicio amorfo en las paredes celulares y contribuye a sus propiedades mecánicas, incluidas la rigidez y elástica
Boro (B)	Forma complejos con manitol, ácido polimanuronico y otros constituyentes
Grupo 3	De las paredes celulares. Está implicado en la elongación celular y en el
Potacio (K)	Metabolismo de los ácidos nucleicos. Celular y en el metabolismo de los ácidos nucleicos
	Nutrientes que permanecen en forma ionica. Es necesario como cofactor de más de 40 eszimas, Cati3n principal en el

Calcio (CA)	Establecimiento de la presión de turgencia celular y en el mantenimiento de la electroneutralidad celular.
Cloro (Cl)	Constituyendo de la media de las paredes celulares. Es necesario como
Manganeso(Mn)	cofactor de varias enzimas implicadas en la hidrólisis del ATP y fosfolípidos,
Sodio (Na)	actúa como segundo mensajero en regulación del metabolismo
Grupo 4	Es necesario para muchas enzimas implicadas en la transferencia de grupo
Hierro (Fe)	Fosfato. Constituyente de la clorofila.
Zinc(Zn)	Es necesario para la actividad de algunas deshidrogenasas, descarboxilasa, Quinasas, oxidas, y peroxidas. Está implicado junto con otros enzimas
Cobre (Cu)	Activadas por cationes, en la generación de O ₂ fosfosintéticos. Está implicado en la regeneración del fosfoenolpiruvato en las plantas C ₄ y CAM sustituye al potasio en algunas funciones. Nutrientes implicados en reacciones redox. Constituyente de citocromos y proteínas sin grupo hemo implicadas en la fotosíntesis, la fijación del N ₂ y la respiración.
Molibdeno(Mo)	Constituyente de la alcohol deshidrogena, la glutamato deshidrogena, La anhidrasa carbónica, etc. Componentes del ácido ascórbico oxidasa, la tirosinasa, la monoaminooxidasa, la uricasa, la citocromo oxidasa, la fenolasa, la lacasa y la plastocianina. Constituyente de la ureasa, la citocromo oxidada. La fenolasa, la lacasa y la plastocianina. Constituyente de la urea en bacterias fijadoras de N ₂ , es un constituyente de la hidrogenasas. Constituyente de la nitrogenasa, la nitrato reductasa y la xantina deshidrogenasa.

Fuente (Taiz & Zeiger, 2007).

Como parte del tercer grupo son los iones, se presentan en los tejidos vegetales como iones libres, o como iones unidos a compuestos como ácidos pépticos presentes en la pared celular vegetal. Su función primordial es la de actuar como cofactores enzimáticos, regulando los potenciales osmóticos. La funcionalidad del cuarto grupo está basada en reacciones que implican una transferencia electrónica.

2.5.2. Fertilización

La fertilización trata de suplementar a la planta con necesidades nutricionales insatisfechas por el suelo bajo condiciones naturales. Existen diversas alternativas para generar el aumento de la tasa de crecimiento y rendimiento en las plantaciones vegetales urbanas, las estrategias son la fertilización química y la fertilización orgánica. (Quinchoa et al, 2006).

2.5.3. Fertilización Química

Presentan características importantes en cuanto al abono y al mejorado de suelos, la principal característica es la solubilidad de nutrientes disponibles solublemente por la planta, también presenta una alta concentración de nutrientes y una reducida humedad de fertilizantes químicos (FAO, 2002). Una de las desventajas son que en condiciones de exceso de agua en el medio, muchos de los nutrientes son desaprovechados ya sea por su erosión o lixiviación, generando gran contaminación en las aguas; es por esta razón que el uso de estos desmedidamente, pueden constituirse en contaminantes del suelo y del agua (Navarro, 2001).

Cabe resaltar que un fertilizante químico no es considerado como un mejorador y optimizador del suelo, generando efectos indirectos a través del aumento de la producción de biomasa, también causan efectos negativos a largo plazo, debido a la erosión de suelos cultivables (Cubero & Vieira, 1999).

2.5.4. Fertilización orgánica

Posee fortalezas y debilidades como solución condicionante de mejora del sistema suelo; el uso continuo de este tipo de abono orgánico favorece la restauración de la biodiversidad, la dinámica biológica y la fertilidad perdida por el medio empobrecido por una inadecuada explotación agronómica (Cubero & Vieira, 1999).

Los fertilizantes orgánicos son menos solubles, lo que hace que estos nutrientes estén a disposición de las plantas de forma progresiva y gradual, también se descubrió que al aumentar la materia orgánica en el suelo, se logra una mayor cantidad de nutrientes absorbidos, reduciéndose las pérdidas por lixiviación (Cubero & Vieira, 1999).

Este tipo de fertilizantes pueden ser definidos como potenciadores de mejora en el suelo ya que optimizan grandemente su estructura, permitiendo la infiltración idónea del agua, y facilitando el crecimiento apical y radicular, incluso se ha logrado determinar que posibilita una aireación dinámica lo que permite contribuir en el control de la erosión entre otros (FAO, 2002).

El uso de fertilizantes orgánicos es una alternativa agroecológica, trata del empleo de técnicas y sistemas que limitan la contaminación por medio del empleo del reciclaje de residuos para lograr una producción amigable con el medio ambiente, libre de la toxicidad generada por la agricultura comercial. (Norgaard, 1998).

2.5.5. Caracterización de las Especies

2.5.5.1. Lechuga

La Lechuga *Lactuca sativa* L. pertenece a la familia *compositae*. Sus orígenes se centran en el continente asiático menor, especialmente en las proximidades del Mar Mediterráneo.

Es una hortaliza herbácea anual que en estado vegetativo posee un tallo corto carnoso de 2 a 5 centímetros, las hojas forman una cabeza vegetal, con forma, cantidad, tamaño y diversos colores dependiendo de su correspondiente variedad botánica y cultivar. Su básica organización radicular tiene elevada densidad y características

pivotantes, alcanzando una profundidad máxima de 60 cm, con numerosas raíces laterales en los primeros 30cm.

Los cultivos de esta hortaliza se hacen empezando con el método de almácigo para luego culminan con el trasplante respectivo, en el almácigo se rebasa la dominancia apical y se tiene regeneración radicular, especialmente en las adventicias, resultando raíces altamente ramificadas y superficiales. (Galván y Rogríguez 1999).

Pasado el estado vegetativo, que constituye la madurez comercial, se desarrolla el tallo floral.

Se presentan como parte de la especie cuatro variedades botánicas (Maroto 2000):

- a) (*L. sativa* var. *Longifolia* Lam.), engloba aquellos cultivares que, se sirven de sus hojas, en falsa formación de un verdadero cogollo (lechugas romanas y tipo "Cos"), estas forman diversas formas, pero la predominante es la aovada u oblonga.
- b) (*L. sativa* var. *Capitata* L.), Son los cultivares que forman estructuras de cogollo denso de hojas apretadas. Estructuralmente sus hojas tienen formas anchas y orbiculares, etc. (lechugas acogolladas).
- c) (*L. sativa* var. *Inybacea* Hort.), son aquellas lechugas de estructura vegetal desordenada y adquieren hojas sueltas y dispersas.
- d) (*L. sativa* var). *Augustana* Irish., aprovechadas por sus características (lechuga espárrago), la característica principal de sus hojas son puntiagudas y lanceoladas. Esta variedad se encuentra principalmente en el continente asiático como cultivo predominante.

La variedad predominante en el Perú es el de la hoja mantecosa que pertenece a la variedad capitata. Su peculiaridad de estas son la de presentar cabezas medianas (400 – 600 gramos), bajas en compactación, hojas suculentas y mantecosas y nervaduras poco prominentes (Galvan y Rodríguez, 1999).

Esta variedad presenta cultivos estacionales de otoño-invierno y de primavera-verano, fuertes a la floración. Las variedades que sobre-salen son Patty, Milly, Shirley, Elvira y Sandrina, mientras que en las estaciones primaverales y veraniegas se encuentran las variedades Lina, Dolly, Nancy, y Carolina (Aldabe, 2000).

2.5.6. Factores Ambientales y sus Requerimientos por cultivo

2.5.6.1. Germinación

Las óptimas germinaciones de la lechuga según literatura especializada se dan entre 15 a 20°C. Mayores a estas temperaturas a 25°C y en algunos casos mayores a 30°C, los cultivos de estas producen en la semilla termodormancia, impermeabilizando los tegumentos respecto al oxígeno, impidiendo el desarrollo de la germinación, este proceso maléfico se puede evitar con el manejo óptimo de temperatura (Maroto 2000). Otros factores diferentes al de la temperatura son la humedad y la disponibilidad de oxígeno, provocando si no se manejan deficiente fotoblastia positiva, que consiste en la dependencia de la germinación por acción trascendente del factor luz, específicamente por las longitudes de onda del rojo (600 nm), e inhibida por longitudes de luz infrarroja (735 nm). Es manejo de estos factores juega un rol importante en la siembra ya que inadecuadas profundidades de siembra excesiva generan bajas en el porcentaje de germinación (Galván y Rodríguez, 1999).

2.5.6.2. Desarrollo Vegetativo.

El desarrollo vegetativo de la Lechuga se ve reflejado óptimamente en climas frescos y húmedos. Las temperaturas promedio según experimentaciones pasadas serían entre 15 y 20°C, con temperatura mínima de 7°C y máxima de 25°C promedio mensual. Siendo necesario temperaturas templadas durante el día y que las noches se presenten frescas. Se respeta responsablemente el manejo de este factor, el cual incluye óptimamente en el desarrollo, y en el crecimiento adecuado del repollado. (Bettini y Doglio, 1994). En conclusión para un adecuado repollado Whitaker et al, (1974), citados por Maroto (2000) mencionan que el ambiente térmico diurno debe encontrarse entre 17 a 28°C, mientras que en las noches el control so-lo debe variar de entre 3 a 12 °C.

La lechuga a demostradas resistencias relativas a las bajas tempera-turas, pero a temperaturas bajas extremas, causadas por las heladas son afectadas tanto organolépticamente como comercialmente. Por lo contrario las altas temperaturas producen plantas flojas, generando la aparición e incremento de quemaduras de los bordes de las hojas (Tipburn), Esto desencadena irreversiblemente la floración prematura provocando sabores amargos a las hojas.

La lechuga prefiere suelos de textura media, con un alto contenido de materia orgánica, con una buena filtración y alta capacidad de retención de agua. La lechuga tiene una intolerancia a suelos de pH bajos, mínimo pH 6, teniendo capacidad de adaptación a suelos alcalinos.

Tiene resistencia demostrada a la salinidad de suelos, la limitante principal en el rendimiento de las mismas es la conductividad eléctrica del extracto de saturación (no aceptando valores inferiores a 1,3 mmhos/cm), estos niveles de salinidad en suelos se ven especialmente en invernaderos, generados por una fertilización excesiva (Maroto 2000).

En su mayor parte el peso fresco de la lechuga es agua (95%), originando que el sistema radicular sea de poca profundidad, la deducción del estudio de esta fisiología es que esta hortaliza necesita de un aporte uniforme y secuencial de agua. Es por esto que se hace imprescindible el riego en cultivos de esta especie, especialmente en las épocas veraniegas.

2.5.7. Fases del Crecimiento y Desarrollo

2.5.7.1. Desarrollo

- 1. Etapa de plántula:** Correspondiente a la aparición de la tercera o cuarta hoja verdadera. Tiene una duración de 3 a 6 semanas en función del entorno ambiental limitante (especialmente temperatura).
- 2. Fase de roseta:** Genera una disminución en la relación proporcional largo/ancho de las láminas foliares. Los pecíolos disminuyen en longitud y en algunos casos desaparecen, provocando una lechuga en forma de roseta. En esta etapa la planta llega a 12 – 14 hojas verdaderas.
- 3. Formación de la cabeza:** Esta parte fundamental consiste un órgano de reserva, presentando hojas no desarrolladas completamente, en un sistema compacto. La formación de la cabeza es un proceso secuencial del descenso de la relación largo/ancho en

las nuevas hojas, acompañado por el curvamiento efectivo de la nervadura central sobre la proyección longitudinal de la planta (crecimiento erecto). Restringiendo el desarrollo generacional nuevo de hojas en el ápice, que son circundadas por las externas, formándose la cabeza. Fuente: Galván y Rodríguez (1999.)

La calidad comercial entre otros está en función del número de hojas, acompañado del factor de madurez comercial y la firmeza de la cabeza, la cantidad del número de hojas fluctúa entre 39 a 47 hojas (Zink and Yamaguchi, 1962).

Para la formación de la cabeza Wacquand y Le Bohec (1982), citados por Maroto (2000) detallaron sucintamente los factores que afectan este proceso:

En reducidos entornos de luz las plántulas de lechugas acogollan mal, si las temperaturas muestran valores superiores a 20°C, y si tienen iluminación escasa. Mientras que para el acogollado se da a causa de temperaturas bajas. Las temperaturas nocturnas tienen influencia significativa en el proceso.

En entornos de fuertes iluminaciones y periodos correspondientemente largos, se favorece ampliamente el acogollamiento a temperaturas del orden de los 20°C.

2.5.7.2. Crecimiento

La tasa de crecimiento del peso fresco es exponencial en todo el ciclo del cultivo

Durante los últimos 20 días ocurre hasta un 60% del crecimiento total (Galvan y Rodríguez, 1999). En este mismo sentido Zink and Yamaguchi, 1962, mencionan que en trabajos experimentales encontraron lechugas que forman cabeza en 21 días generando una acumulación de agua en

la cabeza en más del 80 % del peso fresco final de las mismas. La investigación correlativa sobre la evolución del peso seco tanto de la parte aérea como en el sistema radícula presenta un modelo exponencial (Premuzic, et al 1995).

2.5.7.3. Manejo del cultivo

En el Perú el cultivo de lechuga se realiza durante todo el año, donde las estaciones de primavera y otoño son las más adecuadas para el cultivo óptimo de dicha hortaliza. En estaciones invernales se difunde la siembra de este cultivo en invernaderos, y en el veranos se recomienda ampliamente el uso de sombra.

Esta hortaliza se puede sembrar tanto con siembra directa como con almácigo y trasplante. Según algunas investigaciones se recomienda que la distancia para un buen desarrollo de las mismas sea de 25 a 30 cm en canteros de 1.2 a 1.4 m de ancho, con densidades técnicas comprendidas entre 8 104 a 9 104 lechugas por hectárea. Para determinar el rendimiento productivo final se deben de tener en cuenta dos variables: que son la cantidad de plantas por hectárea y el peso promedio de las mismas; productores e investigadores obtuvieron un óptimo de rendimiento cuando las densidades de siembra alcanzaban unas 5 104 lechugas de calidad comercial por hectárea (Aldabe, 2000).

A escala nacional se presentan tres categorías plenamente diferenciadas:

Cuadro 1: Calidad Comercial.

Especial	Primera	Segunda
Más de 600 gramos	600 a 350 gramos	350 a 100 gramos

Fuente: Aldabe, 2000.

Ricci M. et al, 1994, al investigar con varios abonos del tipo orgánico (compost y vermicompost), lograron elevados rendimientos comprendidos entre 322 y 424 gramos/planta. Santos R. Et al, 1993, encontraron un máximo de rendimiento de 322 gramos/planta con 65,85 toneladas. Y su correspondiente de materia seca por hectárea de compost a distancias entre plántulas de 0,25 metros.

2.5.7.4. Requerimientos de Nutrientes de la lechuga.

La absorción de nutrientes por la lechuga dependerá: de la genética y su correspondiente variedad, de la estacionalidad del desarrollo de la misma, de las técnicas de plantación, y de la correspondiente disponibilidad de algunos componentes básicos para su desarrollo, conocido como factores limitantes. Su característica vegetativa corta y su sistema radicular desarrollado en baja intensidad, requiere denotadamente la aplicación de fuentes de nutrientes para cubrir los requerimientos, para conseguir adecuados rendimientos y excelentes cualidades comerciales. El ciclo de crecimiento de la lechuga es vegetativo, esto genera que en las curvas de extracción de nutrientes priman la de la producción de materia seca.

Uno de los macronutrientes adsorbidos en mayor cantidad es el potasio seguido por el nitrógeno y en último lugar el fósforo (Maroto, 2000).

La hortaliza absorbe el 70% de los componentes nutritivos, específicamente en el último 30 % de su proceso de crecimiento, por esta razón se necesitan elevados niveles de fertilización del suelo cercanos al proceso de cosecha. (Añez y Tavira, 1981)

En la tabla dos se muestran datos de absorción de nutrientes para una hectárea de lechuga de cabeza

Cuadro 2: Nutrientes absorbidos por hectárea de un Cultivo de Lechuga.

Fuente	N Kg/há	P2O5 Kg/há	K2O Kg/há	CaO Kg/há	MgO Kg/há
Anstett, 1997 (Cit. Maroto et al 1999)	55	20	120	35	10
Mc, George, 1940 (Zink and Yamaguchi. 1962)	59	18	131	--	---
Lorenz and Minge, 1945(cit zink and Yamaguchi, 1962.)	56	24	---	---	---
Zink and Yamaguchi.	106	30	233	37	13

Fuente: (Maroto, 2000).

Se debe de tener en cuenta que los nutrientes extraídos no confluyen con las necesidades de fertilización de un cultivo en observación, esto debido a varios motivos como: la concentración de nutrientes disponibles por el suelo y el agua de riego, y las mermas generadas por la etapa de lavado y volatilización que afectan gran-demente la eficiencia agronómica del fertilizante. La absorción de macronutrientes, en cuanto a importancia y cantidad es el potasio, seguido por el nitrógeno y en último lugar el fósforo (Maroto, 2000).

La idea óptima de la concentración de nutrientes que necesita una plántula de lechuga puede conocerse a través

de la investigación de la composición química exhaustiva. Los nutrientes de la lechuga al efectuarse la cosecha de la parte aérea para un cultivo de primavera fue estudiado por (Zink and Yamaguchi, 1962), quién obtuvo los datos que se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 3: Concentración de nutrientes en Porcentaje

Del Peso Seco de la Parte Aérea

	N total	P	K	Ca	Mg
% Peso Seco	3.5	0.4	7	1	0.45

Fuente: Zink and Yamaguchi, 1962

Si se requiere determinar las necesidades de nitrógeno (N) aproximadas durante todo el ciclo son de 120 kg/ha (Maroto, 2000; Aldabe, 2000). Estas se suministran secuencialmente durante el ciclo del cultivo y nunca en una dosificación única superior a los 60 kg/ha de N. Para hacer efectivo un buen plan de fertilización nitrogenado, se debe tener en cuenta el aporte de H-NO₃ del suelo, producto de un muestreo analítico. Una buena fertilización debe saciar la demanda de nitrógeno N que a veces la oferta edáfica no es capaz de proveer (Balcaza, L. 1997). Cásseres (1966), Fusagri (1976) y Añez (1980) concluyen coincidentemente que el uso del estiércol como suplemento y fuente de nitrógeno es necesaria, recomendando dosificaciones de 5-30 toneladas por hectárea y obviamente dependiendo de las características del suelo y del estiércol (Aguirre Y. Et al, 1994).

Las bajas concentraciones de nitrógeno en la lechuga provoca una disminución del crecimiento y vigor, hojas de tamaño pequeño, color verde pálido, tallo hueco y coloración

y coloración pardo oscura en el xilema. Las concentraciones elevadas de nitrógeno provocan excesivo desarrollo vegetativo, y hojas relativamente grandes, retraso del acogollado, y mayor sensibilidad al ataque de hongos fitopatógenos como los del género *Botrytis* (Maroto, 2000).

Las concentraciones deficientes de fósforo en la lechuga genera una pigmentación verde oscuro, desarrollo reducido, y bajo tamaño de las hojas más viejas adquieren un aspecto bronceado y en casos extremos las plantas no logran acogollar (Maroto, 2000).

2.5.7.5. Coliflor

En el Perú y en el mundo la coliflor es una hortaliza con altas potencialidades de consumo y nutrición. Es una de las hortalizas con más alta demanda en las cocinas del país, una de las partes más degustable por su sabor es la inflorescencia sin madurar, reconocida como pella o piña. Es un sistema compacto de ramificaciones florales, en superficies semiabortadas como resultado aglomerado de una concentración de savia.

Investigando sobre su clasificación se llega a la conclusión que pertenece a la familia de las crucíferas, género *Brassica*, especie oleracea y subespecie *botrytis*. La variedad más abundante en el país está incluida en la división de una subespecie que recibe el nombre de «cauliflora», en la cual se identifican:

- a) Coliflor veraniega. Caracterizada por periodos cortos comprendidos entre 3-5 meses, esta variedad no presenta exigencias únicas de manejo para concluir con la formación de sus piñas.
- b) Coliflor otoñal. De recolección secuencial y escalonada. No forma sus características pellas o piñas si no ha cumplido

con el manejo técnico de estar sometida a un ambiente limitante de relativamente bajas temperaturas.

c) Coliflor invernal, primaveral. Es una especie de alta exigencia en su manejo de cultivo, tanto en el acondicionamiento del frío como en el parámetro de duración del mismo, demandando esfuerzo y dedicación.

2.5.8. Requerimientos del Cultivo de Factores Ambientales

Germinación

El proceso germinal de la semilla demora de 3-4 días, con una temperatura óptima entre 12 y 14° C. La temperatura mínima de desarrollo se encuentra entre 1 y 5° C, provocando germinaciones ralentizadas correspondientes entre diez y catorce días. En el proceso de crecimiento, las temperaturas deben ser moderadas. Durante este proceso de crecimiento se recomienda evitar las temperaturas bajas que no optimizan el crecimiento, se deben evitar bajas condiciones térmicas (no se aceptan menores a 15° C), con esto se logra la precocidad floral prematura.

2.5.8.1. Desarrollo Vegetativo.

Proceso secuencial a la fase de acondicionamiento inicial, en esta la coliflor permanece un intervalo de tiempo ligeramente amplio entre los 10 y los 12° C, aunque también según algunos requerimientos se mantienen entre los 2 y los 16° C, se provoca la inicialización de la floración. En esta etapa durante largos intervalos las temperaturas alcanzan un incremento relativo (superiores a 16° C), o disminución (inferiores a 10° C), generándose mala formación de las piñas.

La formación de la piña de la coliflor es un proceso estrictamente importante pudiendo variar en intervalos térmicos entre los 20 y los 2° C, sin alterarse física y organolépticamente, estas temperaturas solo tienen

afectación positiva en la velocidad de formación de la piña. En la última fase las temperaturas tienen escasa importancia, a excepción de las heladas muy comunes en la sierra que son fuertes y prolongadas, y que pueden dañar las piñas irreversiblemente.

La luminosidad influye en todo el proceso y es un factor importante. Es así que una luminosidad eficiente durante la formación de las piñas tiene efectos significativos deficientes en la calidad de las mismas. Los excesos de luminosidad por lo contrario, inicia el crecimiento anticipado de las piñas, y se genera una coloración crema en éstas que afecta el valor numismático de las mismas. Es por esto que se recomienda, en las especies no arropolladas, salvaguardar las piñas adecuadamente de los rayos solares cubriéndolas con hojas, que hace que el proceso sea caro y poco recomendado a pesar de sus resultados eficientes.

2.5.9. Fases del Crecimiento y Desarrollo

2.5.9.1. Desarrollo

Generalmente la coliflor tiene una raíz principal gruesa, con un diámetro comprendido entre 4 y 8 cm. Estas a su vez generan sistemas radiculares secundarios que tienen la peculiaridad de no ramificarse (con ciertas excepciones), es así que su sistema radicular es escaso, por no decir reducido en comparación con su sistema aéreo superficial. La sección superficial está formada por un tallo amplio comprendido de 4 a 8 cm de medición diametral, en esta sección se logran insertar grandes hojas, que promediadamente miden de 25 a 50 cm, y cuya densidad numérica está comprendida de 7 a 20 hojas, estas tienen la función de protección respecto a la inflorescencia del sol.

De que las hojas recubran más o menos las inflorescencias depende, en gran parte, la buena o mala coloración de las pellas.

La coloración propiamente dichas de las hojas van desde el azulado al verde. Su forma puede ser lanceolada o redondeada, según las variedades y estar más o menos erectas. En algunas oportunidades aparecen hojas con los bordes del limbo rizado y liso. Pero en la gran mayoría, las hojas se caracterizan por poseer un nervio central muy acusado y se ramifican otros laterales pequeños.

2.5.9.2. Crecimiento

El desarrollo de la hortaliza tiene una relación trascendente con la composición de la piña de la coliflor, por lo que es importante conocer. Las etapas de la evolución de hortaliza que son: juvenil, inducción floral, formación de la piña o pella y crecimiento de la pella.

- a) Fase juvenil. Tiene una duración de ocho semanas y coincide, por lo general, con la etapa de generación de semillas. En esta etapa se promueve la formación las hojas, a partir de la yema terminal. Algunas veces se suelen formar algunas hojas en la etapa más tardía, su duración es máxima.
- b) Fase de inducción floral. Se dejan de formar las hojas y las piñas inician su formación, esto gracias a temperaturas relativamente bajas. Influyendo significativamente en el proceso la disminución de las temperaturas así mismo como la duración de las mismas. El proceso de inducción empieza cuando las temperaturas se encuentran entre los 10 y los 12° C, ya que por encima de los 15° C, la coliflor continua produciendo hojas indefinidamente. Si a continuación se variara las temperaturas (superiores a los 15° C) el

proceso de formación de las hojas continua desordenadamente y generando piñas de forma deficiente. El parámetro de tiempo adecuado para la formación de las piñas de la coliflor son de dos a cuatro semanas, con incrementos de tiempo relativo para las variedades tardías y para trasplantes tempraneros y jóvenes. Se observa también que los efectos inductores de los gradientes de temperaturas nocturnas son contrarrestados por las temperaturas altas diurnas.

Durante la modificación morfológica de la yema terminal en la respectiva fase de inducción floral, esta logra alcanzar dimensiones de anchura doble de la que poseía en la fase que le antecedió

- c) Fase de formación de la pella o piña. Dura un periodo de 10-15 días. La Yema sufre un profundo cambio morfológico que tienen consecuencias en la producción de hojas y formando una piña de inicios embrionarios. El efecto más importante de las elevadas temperaturas al inicio del periodo genera una anulación parcial de la floración, Deteniendo el desarrollo de la piña, generando brácteas en perjuicio de la parte comercializable y disminuyendo su valor comercializable.
- d) Fase de crecimiento de la pella. Se desarrollan las hojas hasta alcanzar su tamaño final, esto en varias semanas. Inicia también un crecimiento lento de la piña, aumentando su velocidad de desarrollo al entrar en su etapa final. Al término de este periodo finaliza el desarrollo útil de la piña en cuanto a su consumo y característica nutricional, a pesar de que botánica-mente no se culmine con las fases de floración, fecundación y maduración que culminen el ciclo de crecimiento vegetal.

2.5.10. Manejo del cultivo

El pH tiene efectos significativos respecto al rendimiento de las plantas. La coliflor no escapa a este efecto y es muy sensible a la acidez del suelo. Las investigaciones referidas al tema demuestran que el crecimiento óptimo para el desarrollo de la coliflor se da a pH cerca-nos al 6,5. Sin embargo tienen desarrollos relativos que se manejan a pH de hasta 7,5. Respecto a las características físicas del suelo para el desarrollo de la hortaliza, esta optimiza su crecimiento en composiciones de suelos del 30% al 50% de arena, con contenidos de limo del 25% al 60%. El beneficio de los altos contenidos de limo es aumentar su crecimiento precoz. Los suelos con alto contenido de arcilla aportan ingentes cantidades de elementos fertilizantes, especialmente potasa, compuesto que es estrictamente necesario para el desarrollo de la coliflor, los suelos con concentración óptimos de es-te compuesto tienen de un 10% a un 25% de arcilla.

La hortaliza requiere grandes cantidades de agua desde el trasplante hasta las lluvias, especialmente para los meses de octubre-noviembre. De retrasarse la estación lluviosa, hay que recurrir al riego constante tecnificado.

Es sensible al escarcha miento, lo que genera escases de oxígeno que provoca asfixiamiento del sistema radicular provocando el desarrollo imprevisto de enfermedades, principalmente la hernia o potra.

En las explotaciones a poca escala se diferencian claramente la fase de semillero de la fase de terreno de asiento.

En explotaciones de gran tamaño, el manejo agronómico es por siembra directa con maquina sembradora y riego por aspersión tecnificado

El segundo sistema se encuentra desarrollado por siembra directa, este se extiende cada vez más en Perú, el 90 % de la coliflor cultivada es por el primer método

2.5.11. Requerimientos nutricionales de la coliflor

La potasa es uno de los nutrientes que hacen posible el desarrollo óptimo de la coliflor, determinándose extractivamente en unos 100 a 125 kg/ha. Si el suelo contiene cantidades inferiores al 1 % de este nutriente la coliflor no alcanza un crecimiento adecuado.

Se aconseja la adición de fertilizantes orgánicos para suplir la necesidad de este nutriente para superar el 1% necesario para el cultivo. Las necesidades de fósforo para el coliflor son bajas y oscilan al alrededor de los 70 kg/ha, por lo que no es significativo la adición de este en forma artificial. Las necesidades del nitrógeno están determinadas e influenciadas por el medio ambiente limitante como la temperatura del aire, del suelo, el drenaje, etc. Lo que hace dificultoso calcular parámetros exactos de este nutriente.

El requerimiento básico de calcio y magnesio por parte de la coliflor es de 250 kg/ha de CaO y 50 kg/ha de MgO, estos lo aportan los abonos comunes. Se recomienda también que en 30 kg/ha es ideal adicionar cantidades de boro para regular el pH, especialmente si es básico. Una adición de 25 kg/ha de borato amónico o sódico suele resolver satisfactoriamente el problema.

En el cuadro N° 4 se determinan fórmulas de abonado de la hortaliza:

Cuadro 4: Abonado para la coliflor

Estiércol (en anteriores).....	30 a 40 lm
Abono de fondo:	
Nitrógeno.....	50 UF / ha
Fósforo.....	100 125 UF/ha
Potasa.....	200 a 250 UF /ha

Fuente: Zink and Yamaguchi, 1962

2.5.12. Col de Bruselas

La col de Bruselas (*Brassica oleraceae* L. var. *Gemmifera*) es una hortaliza de invierno que se adapta bien a condiciones de climas costeros, húmedos lluviosos como el clima mediterráneo. Es una

planta anual que posee un tallo que desarrolla entre 1 y 1.4 m de altura del cual se originan hojas anchas y de las axilas de las hojas y del tallo, se forman yemas que desarrollan a pequeñas colecitas (parte comestible) parecidas a repollos en miniatura de 2.5 cm de diámetro y de 20 a 40 g de peso.

2.5.13. Requerimientos del Cultivo de Factores Ambientales

La Col de Bruselas es un cultivo que requiere para su mejor desarrollo estaciones húmedas y frías en el rango de 14 a 16 °C (58 a 60 °F) particularmente cercanas a las costas, favoreciendo así el período de cosecha, dentro de los cultivos de las coles, la col de Bruselas es la que más puede tolerar temperaturas congelantes y está considerada dentro de las verduras que resisten muy bajas temperaturas.

2.5.14. Manejo del cultivo

La col de Bruselas se adapta a suelos profundos con buen drenaje, suelos francos, limo-arenosos y arenosos, si se provee una adecuada fertilización en esta última. Es moderadamente tolerante a pH ácido (5.5 a 6.8). La col de Bruselas es moderadamente sensible a las sales del suelo (1.8 dS/m).

Debido a que los cultivares de col de Bruselas son híbridos, el establecimiento de esta hortaliza se realiza preferentemente por trasplante. Comercialmente se recomienda sembrar en almácigos bajo invernadero o casa sombra ya sea directamente en charolas de hielo seco (frigolet) utilizando un sustrato comercial.

El tiempo requerido de siembra a trasplante es de 40 días aproximadamente. En el campo las plántulas se establecen en hileras sencillas a una distancia de 50 a 60 cm (20 a 27 pulgadas) entre planta y a 1.2 m (4 pies) entre hileras. Las poblaciones de plantas por hectárea varían de 13,889 y 16,667 de acuerdo al marco de plantación antes mencionado.

En caso de que se establezca en siembra directa, se utiliza una sembradora considerando los espaciamientos citados previamente.

La dosis utilizada en siembra directa es de 2.5 kg de semilla por hectárea.

2.5.15. Requerimientos de Nutrientes de la col de bruselas.

Se recomienda una dosis de 200 kg de nitrógeno, 60 de fósforo y 60 de potasio por hectárea; aplicar todo el fósforo y potasio y una tercera parte del nitrógeno a la siembra o al trasplante; los $\frac{2}{3}$ restantes de nitrógeno se dan en dos aplicaciones más. En la col de Bruselas, se sugiere efectuar muestreos foliares inmediatamente antes de que las plantas alcancen una altura suficiente. El Cuadro 5 muestra una guía para el análisis foliar de nutrientes de este cultivo y la cual pudiera ser tomada como referencia en un programa de fertilización de N-P-K con su respectivo ajuste.

Cuadro 5: Guía para el análisis de nutrientes en plantas de la Col de Bruselas.

Época de muestreo	Parte de La plata a muestrear	Nivel De Nutriente			
				Fuente Deficiente	Nutriente Suficiente
A medidor, En el Desarrollo	parte central de una hoja joven, madura	NO3	N, ppm	5000	7000
Tarde en el Desarrollo	parte central de una hoja Joven, madura	PO3	P, ppm	2000	3500
		k -	%	3	5

Fuente: Lorenz y Maynard (1988)

2.5.16. Los Biofertilizantes Líquidos Artesanales

Los problemas agronómicos de orden mundial son generados casi en un 80% por el uso intensivo de agro tóxicos y fertilizantes químicos, provocando daños colaterales como la contaminación de alimentos, el agua y el suelo, disminución de la flora benéfica del suelo (eliminación de organismos benéficos, eutrofización y generación de resistencia de algunos microorganismos patógenos), y sobre todo ello afecta grandemente a la biodiversidad ecológica. La preocupación de algunas instituciones a nivel mundial para innovar con proyectos de investigación y así brindar soluciones con

métodos alternativos a los problemas presentados demanda altos esfuerzos y dinero. Es así que actualmente se está incidiendo en este tipo de investigación que prioriza el uso de materia orgánica de origen animal o vegetal, proponiendo alternativas y metodologías para su incorporación al suelo y así potenciar su uso remedador. Uno de los métodos más trascendentes es la digestión aeróbica y anaeróbica de estiércoles que reciben el uso de biofertilizantes denominados comúnmente foliares y que son usados mediante aplicaciones directas en proporciones considerables a los suelos.

Vairo dos Santos, 1992 asignó la terminología de biofertilizante a cualquier líquido verdusco glauco producto de la actividad fermentativa de materia orgánica proveniente de origen animal o vegetal, esto desarrollado en entorno líquido, con o sin presencia de oxígeno, en un intervalo controlado de tiempo y en una cámara especial de indigestión. Este proceso de fermentación presenta dos fases: La fase sólida que es usada como abono orgánico y la fase líquida que es usada como fertilizantes foliar usado para el tratamiento de algunas enfermedades y plagas resultantes en los cultivos.

Merrill, et al 1998, redefine el nombre de biofertilizante o te orgánico a todos los productos líquidos manufacturados a partir de la hidratación de diferentes productos orgánicos con el objetivo de crear un caldo rico en nutrientes altamente benéficos. Este producto líquido posteriormente debe ser usado en un sistema de fertilización independiente, y a la vez como fertilizante del recurso suelo y a su vez como foliar.

Una definición excepcional es que estos fertilizantes son compuestos vivos ya que poseen células vivas microbianas, con características de fijación eficiente de nitrógeno, y que permiten solubilizar el fosforo presente en el sustrato, es por eso que estos son súper microorganismos que tienen actividad

potencializadora de nutrientes y micro fábricas de sustancias activas.

El uso más común de los biofertilizantes son para aplicación directa sobre el suelo y las semillas que serán sembradas en él, esto genera multiplicación potencial de los microorganismos en el medio y acelera los procesos metabólicos de los mismos. Y es precisamente esto lo que genera el aumento de nutrientes que en un futuro próximo estarán disponibles para la planta, generando así el aceleramiento de los procesos que ocurren en la planta y que influyen en los procesos metabólicos que ocurren en la misma. Queda como conclusión entonces que el uso de estos preparados biofermentados potencia el crecimiento bacteriano benéfico del sistema agrícola, consumiendo ínfimas energías no renovables, y prácticamente son técnicamente "limpios", es decir, no contaminantes del medio ambiente. Cabe resaltar también que estos bioprocesos se efectúan en el sistema de la rizosfera, colindante a las raíces, beneficiando a las plantas en intervalos de tiempos cortos.

Entre los beneficios que presenta el uso de biofertilizantes líquidos Merrill, et al 1998, encuentran:

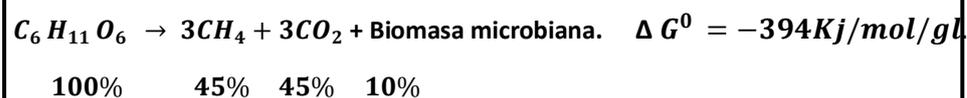
- a) Asignación de compuestos nutritivos inorgánicos y compuestos orgánicos benéficos al suelo y las plantas.
- b) Inactivador de enfermedades de las plantas. Genera el aumento de la resistencia de la planta contra los patógenos del medio, esto gracias a la propiedad de inhibición de las esporas bacterianas, aumentando y fortaleciendo la acción de los microorganismos antagónicos, así como también la acción benéfica de los parásitos y bacterias que tienen la capacidad natural de producir antibióticos, esto hace que el sistema radicular del cultivo aumente generando un aumento en la capacidad de captación de nutrientes del medio y perfeccionando el estado nutricional y la respiración de la

biomasa del suelo.

- c) Mejorar la estructura del suelo. Este aporte excepcional se da gracias a las excretas de gomas y resinas de los microorganismos presentes, que en simbiosis con las hifas de los hongos, impulsan la formación de sustancias y agregados.

2.5.17. Proceso de Digestión anaeróbica de la materia orgánica en medio líquido

El inicio propulsor de los biofertilizantes líquidos por intermedio de la digestión anaeróbica de la materia orgánica fue en el continente asiático, esta técnica innovadora se dio gracias al proceso de obtención de biogás (gas metano), que es una fuente renovable de obtención energética sumamente barata, de excelente calidad, de técnica simple y limpia y de fácil adecuación a medios no tan tecnificados como lo son las zonas rurales, teniendo la función básica de fermentación y saneamiento de desechos humanos y animales. A continuación se presenta la ecuación básica de fermentación en la reacción siguiente:



Métodos de análisis de semillas

El proceso de selección de semillas óptimas para producir buenas cosechas es de gravitante importancia, para esto es necesario realizar un control de calidad previo germinado y sembrado, para lo cual se aplican diferentes métodos innovadores, útiles y confiables para identificar las características de las semillas de alta calidad, especialmente si cumple con los requerimientos de pureza, y si poseen alta capacidad germinativa, y si están exentas de plagas y enfermedades.

La frecuencia de uso de esta práctica es cada vez mayor, ya que en general y por diversas razones, en todos los cultivos en que se

requieren semillas se producen problemas que afectan tanto a productos de semillas como a técnicas y agricultores.

El proceso de selección cobra trascendencia aún más, cuando se quiere participar en procesos de exportación y mejoramiento de semillas que a su vez demandan altas exigencias de la calidad demandada.

Es necesario resaltar tozudamente que adecuados controles de calidad de la semilla tienen injerencia directa sobre la productividad del cultivo y no tiene ínfimas repercusiones respecto a los costos directos en comparación con las ganancias productivas que se obtendrán y se asegurarán si se cumple con el proceso.

2.5.18. Aspectos importantes en la germinación

2.5.18.1. Proceso de germinación

Es una progresión de sucesos metamórficos del embrión en estado quiescente en una plántula.

Este proceso queda subdividido en varios procesos secuenciales que se mencionan a continuación:

- a) Embibición – Consiste en el proceso físico de absorber el agua del medio.
- b) Activación – En esta etapa se pone activa las capacidades de síntesis y activación microscópica de la planta
- c) División y elongación celular
- d) Cercenamiento de la cubierta seminal por causa del embrión.
- e) Consolidación de la plántula como ente autónomo.

2.5.18.2. Requisitos para que ocurra la germinación

En condiciones normales de no existencias de factores generadores de latencia que impidan el desarrollo germinativo, se necesita infaltablemente de factores que hacen que el embrión reinicie su desarrollo vegetativo.

2.5.18.3. Absorción de agua

También llamado embibición, donde ocurre el fenómeno físico de transporte de agua por mecanismos de difusión gracias al gradiente que existe en el sistema. En esta etapa aumenta el volumen de la sustancia o cuerpo embebido gracias a la participación de componentes coloidales del medio.

La red mis celar de las semillas está conformado por componentes coloidales medianamente rígidos, donde las cargas eléctricas de signos opuestos poseen orientación definida. Si el agua se difunde a través de la semilla, una fracción rellena los espacios libres y la otra se une químicamente a las sustancias compuestas de las semillas. Por ello en esta etapa el volumen de las semillas crece considerablemente con la embibición, sin embargo el volumen final del sistema (semilla + agua) es peculiarmente menor que la sumatoria de los volúmenes individuales iniciales de semillas y agua; esta capacidad de represión del sistema demuestra la saturación con agua de los espacios libres dentro de la semilla y de la absorción de agua en la matriz coloidal.

Se ha descubierto que la tasa de embibición presenta afectaciones negativas por diversos factores que determinan la respuesta germinativa de las semillas.

2.5.18.4. Permeabilidad de la cubierta seminal

Generado por la capacidad impermeables al agua de algunas semillas, como por ejemplo las semillas duras de legumbres, leguminosas, algodón, etc. También cabe resaltar para no confundir con permeabilidad que en particulares casos la difusión del agua a la semilla es restringida por automatismos biológicos y no impedida.

2.5.18.5. Concentración del agua

La optimización de embibición se da oportunamente cuando la semilla se encuentra en contacto directo al agua pura y no cuando el agua contiene otros solutos que generan impurezas en la concentración. Esto se da gracias a la presión de difusión del agua. Posteriormente a este proceso la absorción de agua por las semillas se da más lentamente en suelos secos o salinos, no solo porque hay menos agua, sino que también es causa de una menor presión de difusión del agua.

2.5.18.6. Influencia térmica

El aumento relativo de temperatura tiene la capacidad de fomentar en la semilla el aumento de la tasa de absorción de agua, obviamente dentro de ciertos límites que pueden ser controlados técnicamente. Se ha logrado investigar que sobre aumentos experimentales de 10°C en la temperatura se logra duplica la tasa de absorción respecto al proceso inicial de imbibición.

2.5.18.7. Presión hidrostática

Se genera gracias al aumento de volumen y presión en las membranas celulares. Estas provocan un efecto inverso de resistencia, generando un aumento progresivo de la presión de difusión del agua interna, generando una difusión del líquido hacia afuera provocando irreversiblemente una disminución sobre la tasa de absorción de la semilla.

2.5.18.8. Área de la semilla en contacto con agua

Otro de los factores trascendentes es la proporcionalidad de la tasa de absorción de agua respecto a la magnitud del área de las semillas en contacto con el agua. Esto es variable ya que en algunos tipos de semilla algunas zonas

por naturaleza son más permeables que otras. Por ejemplo las semillas de leguminosas.

2.5.18.9. Fuerzas intermoleculares

Son fuerzas inherentemente de naturaleza eléctrica. El incremento inevitable de estas, genera una caída inevitable en la presión de difusión del agua y por consecuencia una baja en la tasa de absorción de las semillas. Estas fuerzas se ven más específicamente en el medio suelo ya que los suelos con escasas concentraciones de agua fijan tenazmente las mismas gracias a la acción de las fuerzas intermoleculares.

2.5.19. Diferencias Especiales entre especies

Estudios demuestran que la absorción de agua depende de la especie de la plántula. Como por ejemplo: La semilla de algodón absorbe agua más lentamente que la semilla de frijol.

2.5.20. Absorción diferencial por órganos de la semilla.

La composición fisiológica de la semilla hace variar la absorción del agua. Se presentan los diferentes órganos:

- a) Cubierta seminal (testa, pericarpio, etc.)
- b) Tejidos nutritivos de reserva (cotiledones, endosperma, perisperma, etc.)
- c) Eje embrionario (comprendido por radícula, plúmula y otras estructuras asociadas).

La velocidad de absorción de estos componentes se da a magnitudes variables. Se ha podido determinar que en semillas de algodón, maíz y frijol la hidratación máxima se produce en las primeras 24 horas de embibición, y se ha identificado también que la cubierta seminal actúa como sistema movilizador de agua, con su función de absorbente de humedad; también se pudo estudiar al endospermo y los cotiledones identificando que estos absorben agua lentamente; También se pudo descubrir

que tienen la particularidad de actuar como reservorios y como estructuras activas de absorción; por lo contrario el órgano embrionario tiene el proceso de absorción más rápido del agua

2.5.21. Mínimos de humedad para germinación.

Todas las especies necesitan absorber agua para iniciar el proceso de germinación, esto se ha estudiado ampliamente y se ha encontrado que las semillas con elevadas concentraciones de proteínas requieren cantidades de humedad relativamente mayores, esto se observa en los ejemplos de la tabla 2.

Tabla 2: Concentración de humedad requerida para el inicio Del proceso de germinación

CULTIVO	CONTENIDO DE HUMEDAD
Maíz (<i>Zea mays</i>)	30.5%
Soya (<i>Glycine max</i>)	50.0%
Remolacha (<i>Beta ssp</i>)	31.0%
Algodón (<i>Gossypium spp</i>)	50-55.0%
Higuerilla (<i>Ricinus comunis</i>)	32.036.0%
Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	32-35.0%
Avena (<i>Avena Sativa</i>)	32-36.0%
Mani (<i>Arachis hypogaeaa</i>)	50-55.0%
Adaptado de Burck B. and J.C Delouche 1959. Water absorption By seeds Proc. AOSA 49.142	

Fuente: Elaboración propia

Cabe aclarar que el proceso de absorción de agua en el sistema suelo-semilla implica fases físicas más complicadas. Esto significa que a pesar que una semilla necesite ciertas condiciones de humedad, no retarda su proceso de germinación. Es decir la velocidad de emergencia se reduce respecto a la humedad del entorno suelo hasta acercarse al punto de marchitez.

Se concluye también que el exceso de agua es tan perjudicial y limitante para la semilla como la deficiencia de esta. Se extrae de los estudios también que si el exceso de agua altera irremediabilmente la penetración de oxígeno a la semilla, el

proceso germinativo tiene un retardo considerable y en algunas ocasiones llega a no ocurrir, esto se vio en un gran número de especies y en otras no se han observado daños. Por ejemplo en la germinación de semilla de arroz se puede acelerar por inmersión; otras experimentaciones demostraron que la exposición de la semilla del frijol por períodos muy cortos puede propiciar daños irreversibles.

A continuación se presentan otros factores que alteran la absorción de agua de la semilla

- a) **Madurez.** Las semillas de maíz cosechadas en estado de leche tienen la capacidad más elevada de absorber agua relativamente más rápido que las semillas en estados avanzados de madurez.
- b) **Composición Química de la semilla.** Altos contenidos proteicos en la semilla generan la absorción de más concentraciones de agua y más rápidamente que semillas almidonosas. Semillas con concentraciones de aceite elevadas y composiciones proteicas bajas tienen baja velocidad de absorción de agua.
- c) **Edad.** La absorción de agua por la semilla es directamente proporcional a la edad de la misma. Según estudios esto se asocia a la disminución de las estructuras de las membranas celulares.

2.5.22. Efecto de la temperatura

Todas las semillas tienen un rango de germinación térmico dentro de este rango hay un punto óptimo en el cual se obtiene la máxima germinación de la plántula en donde se acelera su proceso. Estos grados térmicos son conocidos como puntos cardinales de germinación.

2.5.23. Rango de temperaturas de germinación

2.5.23.1. Temperatura mínima.

Bajo condiciones de temperaturas relativa-mente bajas la germinación no se puede ejecutar en condiciones razonables de tiempo. Reducidas temperaturas relativamente superiores al punto de congelación no son letales a las semillas.

2.5.23.2. Temperatura máxima.

Temperatura superior a la óptima que genera el no desarrollo embrionario. En contraposición de la temperatura mínima, esta temperatura es fácil de determinar ya que temperaturas superiores a la máxima causan grandes daños completamente irreversibles a las semillas (aunque algunas semillas entran en latencia a altas temperaturas).

2.5.23.3. Temperatura óptima.

Temperatura que permite una máximo de velocidad de germinación en un mínimo tiempo. Se descubrió que al trabajar en el intervalo térmico óptimo, los porcentajes de germinación no son connotadamente diferentes considerando al factor tiempo como un factor no gravitante y limitante, pero la germinación ocurre más rápidamente conforme nos desplazamos hacia la temperatura óptima.

Cuando analizamos la curva de germinación llegamos a la conclusión que los porcentajes de germinación decaen relativamente si nos acercamos a la temperatura máxima; a diferencia de algunas especies que a temperaturas por encima de la óptima algunas semillas germinan más rápidamente que a la temperatura óptima. Pero en general la velocidad de germinación disminuye en las proximidades de la máxima

Tabla 3: Temperaturas cardinales de algunas semillas

Cultivo	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura óptica (°C)	Temperatura máxima (°C)
Arroz	10-12	30-37	40-42
Maíz	8-10	32-35	40-44
Trigo	3-5	15-31	30-43
Tomate	20	20-35	35-40
Soya	8	32	40

Fuente: Elaboración Propia

2.5.23.4. Condición fisiológica de la semilla

La condición fisiológica de las semillas está coligada a la temperatura óptima de germinación, semillas recién cosechadas se caracterizan por presentar condiciones específicas de temperatura para poder germinar. Por ejemplo, la semilla de arroz recién cosechada germina mejor a 32°C que a 25°C. Este peculiar fenómeno se relaciona con la etapa de latencia. La pérdida de latencia hace que el óptimo de temperatura varíe hacia temperaturas relativamente más altas o bajas, ampliándose el rango de germinación de las mismas. El deterioro de las semillas genera temperaturas específicas de germinación.

2.5.23.5. Temperaturas alternas

Son temperaturas alternantes entre bajas y altas por intervalos controlados de tiempos, para realizar pruebas de germinación se prueban alternando bajas y altas temperaturas, como por ejemplo 20-30°C 25-30°C, etc. Por lo tanto se induce a mantener la temperatura más baja durante 16 horas y la alta durante 8 horas.

Esta alternancia entre las variaciones de temperatura tiene como objetivo duplicar las fluctuaciones diurnas de temperatura que se dan en la naturaleza.

2.5.23.6. Interacciones

El proceso de germinación de algunas semillas mejora notablemente a bajas temperaturas (recordemos el método de romper latencia denominado estratificación); mientras otras semillas mejoran su velocidad de germinación a temperaturas altas (Ejemplo: arroz).

Las condiciones de luz en el proceso de germinación de semillas juegan un rol importante en combinación con la temperatura. Por ejemplo, la lechuga germina en la oscuridad a temperaturas menores de 20°C, pero necesitan de luz para germinar a temperaturas por arriba de 20°C.

Las giberelinas, hormonas vegetales de mucha importancia en los procesos de germinación, extiende el rango de temperaturas en la que puede ocurrir la germinación de algunas especies; la semilla de llantén (*Plantago* spp.) germina bajo luz u oscuridad a 20°C. A temperaturas superiores a 20°C necesita de luz para germinar, pero a 30°C se embibe la germinación casi totalmente, aún bajo condiciones de luz. Si la semilla se trata con una disolución de ácido giberálico (200-500 ppm) se restablece la capacidad germinativa a 30°C, con o sin la presencia de luz.

2.5.23.7. Presencia de oxígeno

La presencia de oxígeno en la germinación es un requisito importantísimo, y a su vez uno de los menos controlados y olvidados. Se equivoca al pensar que la atmosfera suple las carencias de oxígeno, pero se deben de tomar en cuenta que entre el oxígeno y el agua hay una competencia natural inherente al proceso de germinación. Esta competencia natural es originada por la baja solubilidad del oxígeno en el agua y gracias a las diferencias notables existentes entre los coeficientes de difusión de las sustancias en el agua y en el aire. La respiración de las semillas depende de la velocidad

con que el oxígeno llega a las mitocondrias de las células de las semillas. La combinación de la solubilidad y la baja difusión conmensurablemente bajan la tasa de difusión de oxígeno de $0.205 \text{ ml/cm}^2 \times \text{seg.}$ a $6.7 \times 10^{-7} \text{ ml/cm}^2 \times \text{seg.}$ Se concluye entonces que el exceso de humedad del sustrato o medio reduce notablemente la disponibilidad de oxígeno de la semilla en el proceso de germinación.

Se ha descubierto también que las necesidades de oxígeno varían con las fases de germinación de la semilla. Por ejemplo en el caso de semillas de lechuga se ha determinado que hay una indiferencia a la presencia o ausencia de oxígeno en la fase de embibición, y contrariamente a esto demanda oxígeno en la fase de latencia germinal. Cabe resaltar hacer una diferencia resaltante entre esta necesidad de oxígeno con la necesidad de las semillas que no germinan por la no disposición de óptimas condiciones ambientales-llamadas quiescentes.

2.5.24. TIPOS DE LATENCIA

2.5.24.1 Inmadurez del embrión

Comprendido entre semillas con embriones ampliamente indiferenciados hasta embriones ampliamente diferenciados con post desarrollo comprendido en la fase de desprendimiento de la planta madre. En situaciones peculiares no es determinable específicamente el desarrollo posterior del embrión, especialmente esto sucede en parte de la etapa final madurativa de la semilla y también a veces en la fase primigenia de germinación. Un ejemplo claro son las semillas del fresno (*Fraxinus* spp.), las cuales están morfológicamente maduras al separarse de la su estructura inicial, y sin embargo continúa su crecimiento hasta

conseguir su duplicidad de tamaño antes de que sea capaz de embibir agua.

2.5.24.2 Impermeabilidad de la cubierta seminal

Son las semillas que poseen cubierta seminal impermeable al agua, estas son denominadas semillas duras. Esta latencia se ve ampliamente demarcada en la familia Leguminosae, pero se da también en Malvaceae, Chenopodiaceae, Liliaceae y Solanaceae.

La testa actúa como barrera al agua; La agrietación de la cubierta permite la penetración del agua para hacer efectiva la germinación. Esta agrietación se puede hacer manualmente (inducido) o por medio mecánicos o químicos.

2.5.24.3 Resistencia mecánica al desarrollo del embrión.

Esta latencia es generada por la resistencia mecánica de la cubierta seminal al crecimiento del embrión, actualmente es considerada una latencia obsoleta. En algunas especies de Rosaceae se ha encontrado que aunque es cierto que se requiere de grandes presiones para romper el duro endocarpo que envuelve a la semilla, también contribuye a imponer el estado de latencia la presencia de algunos inhibidores endógenos.

2.5.24.4 Baja permeabilidad a gases de la cubierta seminal.

Se realiza dañando la cubierta seminal mediante tratamiento químico con ácido o mediante un proceso mecánico llamado escarificación. Esto se ve en muchas semillas de gramíneas forrajeras y en el arroz.

2.5.24.5 Latencia del embrión.

- 1. Necesidad de luz.** Se explicó anteriormente que el proceso germinativo requiere de condiciones de luz, como por ejemplo las semillas de tabaco y le-chuga. Estas especies de semillas dependen estrictamente del estímulo lumínico cuando están completamente embebidas de

agua, el impedimento a ello es por la presencia de la cubierta seminal y de la temperatura de germinación. Se ha descubierto que si los son removidos adecuadamente de la semilla, se genera una germinación en la oscuridad sin necesidad de luz.

- 2. Necesidad de enfriamiento.** También es necesario en algunas especies controlar los niveles bajos de temperaturas (5-10°C) para poder germinar. Últimas investigaciones recomiendan reemplazar el tratamiento bajo de temperaturas con ácido giberélico.

Esta latencia se consigue gracias a la presencia de inhibidores de germinación y/o con niveles endógenos bajos que son incapaces de promover la germinación con ácido giberélico. Uno de los más poderosos inhibidores de germinación es el ácido abscísico, sin embargo existen otros más comerciales como la cumarina, el ácido cafeico, el ácido ferálico, etc.

Para revertir esta fuerte inhibición provocada por el ácido abscísico se hace aplicando controladamente citoquininas como la Kinetina y la zeatina. En otros casos para neutralizar la acción de otros inhibidores se utiliza la aplicación de ácido giberélico. La aplicación de auxinas como ácido indolacético son inefectivas para neutralizar el efecto de los inhibidores de germinación. Cabe resaltar que algunas especies presentan dos o más tipos de latencia. No se han encontrado afortunadamente semillas con estas características germinativas en especies de valor agrícola.

- 3. Latencia secundaria.** Generados por ambientes desfavorables de germinación. Por ejemplo, algunas variedades de lechuga que requieren luz para germinar, entran en estado de latencia y se convierten en

fotosensibles si se les coloca a embibir agua a 35°C. Esta latencia inducida puede revertirse mediante aplicación de ácido giberélico.

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

3.1. Metodología

3.1.1. Método

3.1.1.1. Ubicación del Lugar de Muestreo

El trabajo de investigación se realizó con el BIOL obtenido con 35% de lactosuero, 40% de lixiviado, 15% de Bacterias y 10% de chancaca y melaza; teniendo en cuenta que se utiliza el 75% de residuos líquidos provenientes de la industria láctea y el lixiviado generado por la descomposición de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Concepción.

El análisis de fitotoxicidad se realizó en el Laboratorio de Química de la Universidad Alas Peruanas – Filial Huancayo.

3.1.1.2. Geográfica

- Región : Quechua y Suni
- Longitud Oeste : 75° 18' 33"
- Latitud Sur : 11° 54' 59"
- Altitud : 3,524 m.s.n.m.

Ilustración 1: Ubicación del CEPASC - Concepción



Fuente: Google Earth.

Ilustración 2: Universidad Alas Peruanas – Filial Huancayo



Fuente: Universidad Alas Peruanas

3.1.1.3. Materiales y Equipos

a) Equipos:

- Medidor de Ph
- Medidor de conductividad

b) Materiales:

- Probetas graduadas de 100 ml.
- Pipetas de 1 ml y 10 ml
- Matraz de 250 ml.
- Placas Petri
- Algodón

c) Insumos

- BIOL elaborado con 75% de residuos líquidos (industria láctea y lixiviada de residuos sólidos domiciliarios)
- Semillas de coliflor
- Semillas de col de brucas
- Semillas de lechuga

d) Equipo de Protección personal:

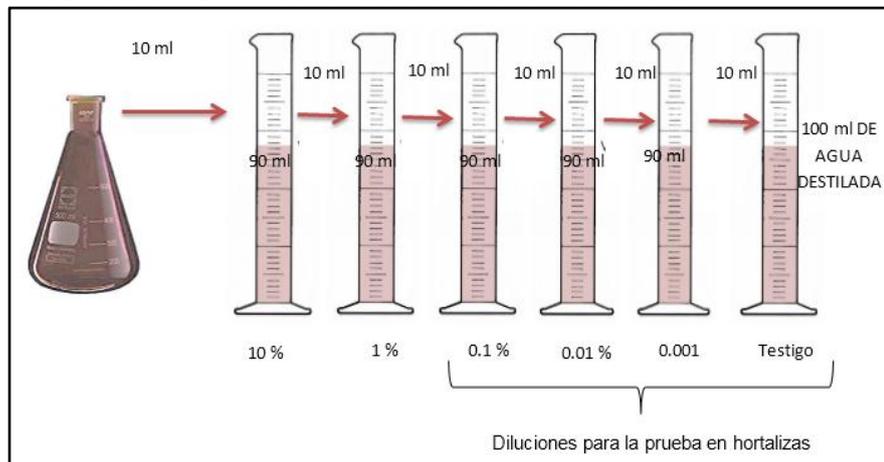
- Guantes quirúrgicos.
- Mascarillas

3.1.2. Procedimiento para la ejecución del trabajo de Investigación

3.1.2.1. Dilución del BIOL

Se realizó la dilución en 6 probetas graduadas de 100 ml utilizando el BIOL siendo las diluciones al: 0.001%, 0.01%, 0.1%, 1%, 10%, 100% y un testigo utilizando la técnica de diluciones consecutivas.

Ilustración 3: Diluciones del biól en análisis



FUENTE: Elaboración propia

3.1.3. Caracterización fisicoquímica de las diluciones del BIOL

3.1.3.1. Se procedió a medir:

- **Conductividad:** La salinidad en el biól es la consecuencia de la de sales solubles en altas concentraciones. Por sus propias características las sales se pueden encontrar tanto en la fase sólida como en la fase líquida. Por esta razón tiene una extraordinaria movilidad en el suelo.
- **pH:** Un pH por debajo de 7 es ácido y por encima de 7 es básico (alcalino). El pH del biól es considerado como una de las principales variables cuando se usa en los suelos, ya que controla muchos procesos químicos del mismo.

3.1.3.2. Identificación de las hortalizas a germinar

Cuadro 6: Hortalizas a Germinar

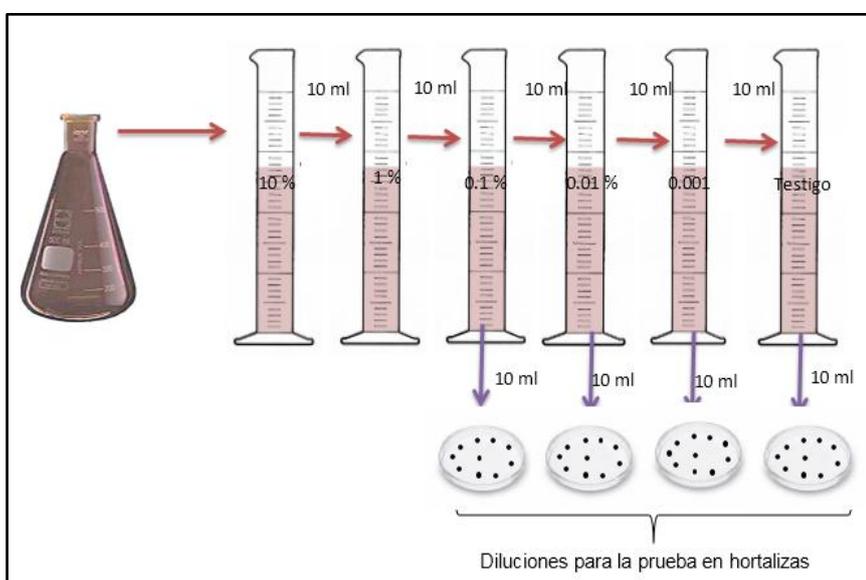
TIPO DE HORTALIZA	pH	IMAGEN
Coliflor- <i>Brassica oleracea var. botrytis</i>	6.5 – 7.9 pH	
Col de brucas- <i>Brassica oleracea var. gemmifera</i>	5,7 – 7,29 pH	
Lechuga- <i>Lactuca sativa</i>	5.5 – 6 pH	

FUENTE: Elaboración propia

3.1.3.3. Preparación de las muestras para germinación:

Se colocaron 10 mL de cada extracto en cajas Petri, donde se depositaron 10 semillas para cada una de las hortalizas respectivamente sobre papel filtro humedecido con el respectivo Biól diluido (0.001%,0.01%,0.1% 1% y testigo) . Las muestras fueron comparadas con un testigo, que consistió en agua destilada.

Ilustración 4: Determinación de muestras para germinación

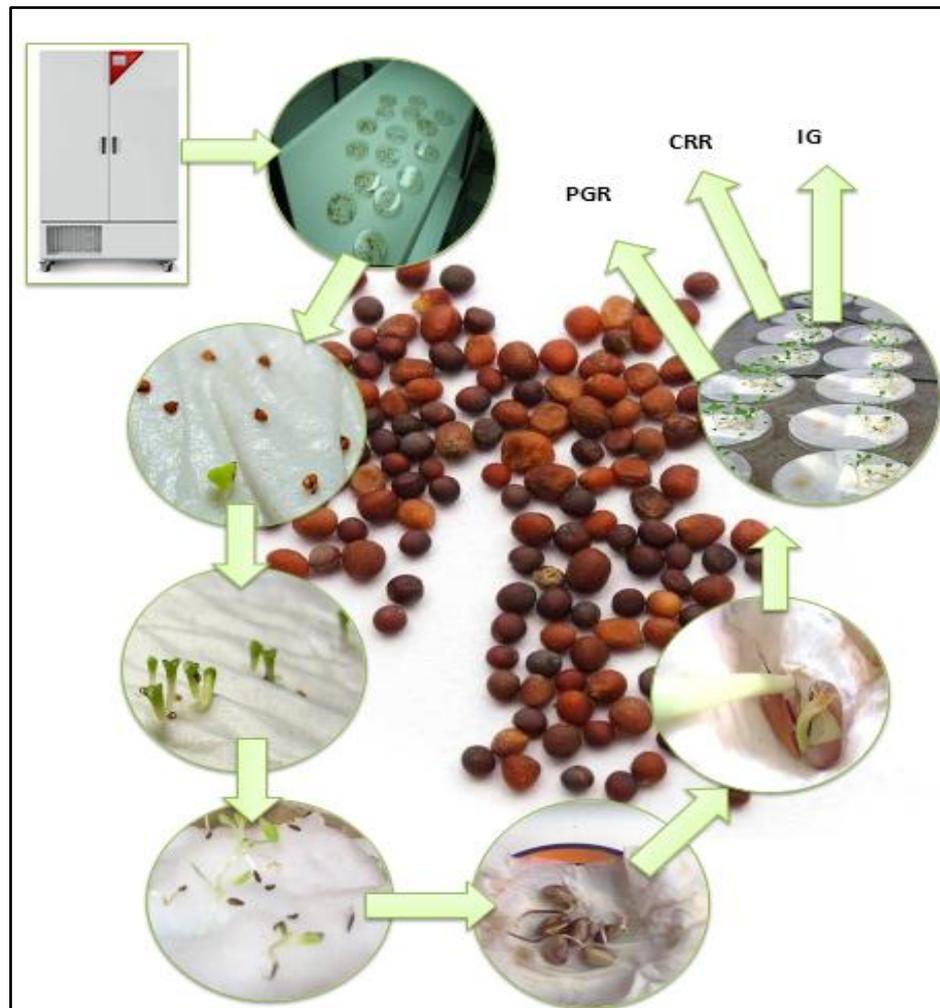


FUENTE: Elaboración propia

3.1.3.4. Bioensayo de germinación:

Después de colocadas las semillas en las cajas Petri, las muestras se mantuvieron en una cámara germinativa (Binder-KBF 720) por un periodo de 6 días a una temperatura promedio constante de 25 °C y a una humedad relativa del 75%. Culminado este periodo se calculó el porcentaje de germinación relativo (PGR), crecimiento de relativo de la radícula (CRR) y el índice de germinación (IG), según los procedimientos planteados por Zucconi.

Ilustración 5: Proceso de germinación de las semillas



FUENTE: Elaboración propia

3.2. Tipo de la Investigación

El tipo de investigación utilizado es experimental y aplicada, donde se evaluó el pH y la conductividad de las diluciones del BIOL y se determinó los efectos letales en la germinación de tres tipos de hortalizas.

3.2.1. Nivel de la Investigación

El nivel es correlacional y explicativo

3.3. Diseño de la Investigación.

El diseño a utilizar en el presente trabajo de investigación es: diseño factorial con tres factores.

3.3.1. Modelo aditivo lineal

Cuadro 7: Diseño de la investigación

		DILUSIONES DEL BIOL (<i>ri</i>)				
		0% TESTIGO	0.0010%	0.01%	0.1%	1%
TIPOS DE HORTALIZA (<i>Bi</i>)	COLIFLOR	X111	X121	X131	X141	X151
		X211	X221	X231	X241	X251
	COLDE BRUSELAS	X112	X122	X123	X142	X152
		X212	X222	X232	X242	X252
	LECHUGA	X113	X123	X133	X142	X153
		X213	X223	X233	X243	X253

Fuente: Elaboración propia

3.4. Hipótesis de la Investigación

3.4.1. Hipótesis General

El Abono orgánico fermentado – BIOL, elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera (lactosuero) y lixiviado de los residuos sólidos domiciliarios es fitotóxico.

3.4.2. Hipótesis Específicas.

El factor de dilución del biol elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera y lixiviado de los residuos sólidos domiciliarios influye en el % de germinación de las semillas de las hortalizas evaluadas (lechuga, col de Bruselas y coliflor).

El factor de dilución del biol elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera y lixiviado de los residuos sólidos domiciliarios influye en la elongación radicular de las hortalizas evaluadas (lechuga, col de Bruselas y coliflor).

El factor de dilución del biol elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera y lixiviado de los residuos sólidos

domiciliarios influye en el crecimiento relativo de la radícula de las hortalizas evaluadas (lechuga, col de Bruselas y coliflor).

3.5. Variables

3.5.1. Variable Independiente

- Diluciones de biol (0%,0.0010%, 0.01%, 0.10% y 1%)
- Tipos de hortaliza (coliflor, col y lechuga)

3.5.2. Variable Dependiente

- Índice de germinación
- Porcentaje de Germinación Relativo (PGR)
- Elongación radicular.

3.6. Cobertura del Estudio

3.6.1. Universo

El BIOL, elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera (lactosuero) y lixiviado de los residuos sólidos domiciliarios fitotóxico.

3.6.2. Población

El BIOL, elaborado a partir de residuos líquidos de la industria láctea quesera (lactosuero) y lixiviado de los residuos sólidos domiciliarios fitotóxico en el distrito de Concepción – Junín.

3.6.3. Muestra

Las muestras utilizadas fueron a un factor de dilución del BIOL de 1%, 0.10 %, 0.01%, 0.0010%.

3.6.4. Muestreo

El muestreo realizado de los insumos fue aleatorio.

3.7. Técnicas e Instrumentos

3.7.1. Técnicas de la Investigación.

Las técnicas utilizadas en la investigación se basaron en los trabajos realizados en papers, monitoreo y análisis de datos.

3.7.2. Instrumentos de la Investigación.

Los instrumentos de investigación fueron los reportes de los procesos experimentados por el laboratorio correspondiente, los resúmenes de los trabajos de investigación, los reportes de campo.

3.8. Procesamiento estadístico de la información.

3.8.1. Estadísticos.

Se utilizó un software estadístico denominado Minitab, para los análisis de medidas de tendencia central y de dispersión.

3.8.2. Representación.

Las representaciones de la parte experimental se dieron por medio de reportes de laboratorios y gráficas o representaciones en Excel, las relaciones de variables mediante ecuaciones y los análisis estadísticos según el software estadístico desarrollado.

3.8.3. Técnica de comprobación de la hipótesis.

Para el trabajo de investigación se utilizó el Análisis de varianza mediante una ANOVA de Fisher.

CAPITULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados obtenidos en la investigación

4.1.1. Resultados de pH y conductividad del BIOL con factores de Dilución del Biol, para pruebas en hortalizas.

Se determinaron los efectos letales sobre la germinación de tres tipos de hortalizas: Coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*- 6.5 – 7.9 pH), col de brúcelas-(*Brassica oleracea* var. *gemma* - 5,7 – 7,29 pH) y lechuga (*Lactuca sativa* var. *longifolia* - 5.5 - 6.0 pH), para lo cual se inoculo el biól de lactosuero en sus forma diluidas.

El factor limitante en el cultivo de las hortalizas es el pH, comparado con los valores extremadamente ácidos de la dosis pura del biol (pH= 3.64) se probó contrarrestar este impedimento con las siguientes disoluciones:

Cuadro 8: Cuadro de diluciones del biol

PRUEBA EXPERIMENTAL	DILUCIONES DE BIOL	pH DESPUÉS DE LA DISOLUCIPON	CE ($ds\ m^{-1}$)
	100%	3.64	20.96
	10%	4.08	3.55
	1%	6.40	0.98
	0.10%	7.05	0.78
	0.01%	7.52	0.82
	0.0010%	7.60	0.59
	0% - CONTROL	7.82	0.49

Fuente: Elaboración propia

Resultados de las pruebas con repeticiones para semillas germinadas y análisis del Porcentaje de Germinación Relativo (PGR) de las semillas de hortalizas.

Cuadro 9: Repeticiones para semillas germinadas

Total de semillas ensayadas coliflor	10
Total de semillas ensayadas col de Bruselas	10
Total de semillas ensayadas Lechuga	10

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10: Numero de Semillas Germinadas.

		DILUCIONES DEL BIOL (<i>ri</i>)				
		0% testigo	0.0010%	0.01%	0.10%	1%
TIPOS DE HORTALIZAS (Bj)	CILIFLOR	10	7	7	9	3
		10	6	5	10	2
	COL DE BRUSELAS	8	7	7	10	4
		6	8	7	9	5
	LECHUGA	8	7	6	8	3
		9	6	5	8	4

Fuente: Elaboración propia

PGR= (Número de semillas germinadas en el extracto)/ (Número de semillas germinadas en el testigo) x 100

$$PGR = \frac{\text{Número de semillas germinadas en el extracto}}{\text{Número de semillas germinadas en el testigo}} \times 100$$

Cuadro 11: Resultado de semillas germinadas en porcentaje

FACTOR VAR	SC	G.L	C.M	F CAL O EXP	P Valúe	F.TABULAD O	SIGNIFICAN CIA
DILUCIÓN DE BIOL	11413.33 3	4	2853.33 3	47.556	0.000	3.056	--
TIPO DE HORT	260.000	2	130.000	2.167	0.149	3.682	NO HAY SIGN
DIL BIOL X HORT	1706.667	8	213.333	3.556	0.016	2.641	--
RESISUAL	900.00	15	60.000				
TOTAL	14280.000	29					

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Resultados en la elongación radicular

Cuadro 12: Resultados en la elongación radicular

		DILUSIONES DEL BIOL (<i>ri</i>)				
		0% TESTIGO	0.0010%	0.01%	0.1%	1%
TIPOS DE ORTALIZA (BU)	COLIFLOR	12.33	11.33	10.85	11.99	7.52
		12.35	11.18	10.95	10.97	7.5
	COLDE BRUSELAS	15.70	14.46	14.21	14.02	8.63
		15.65	14.42	14.25	14.1	8.6
	LECHUGA	13.01	12.55	12.22	11.56	9.03
		12.96	12.59	12.20	11.60	8.90

Fuente: Elaboración propia

4.2. Discusión de resultados

Análisis estadístico de los resultados del Porcentaje de Germinación Relativo (PGR) de las semillas de hortalizas

Cuadro 13: Resultado de Germinación Relativo

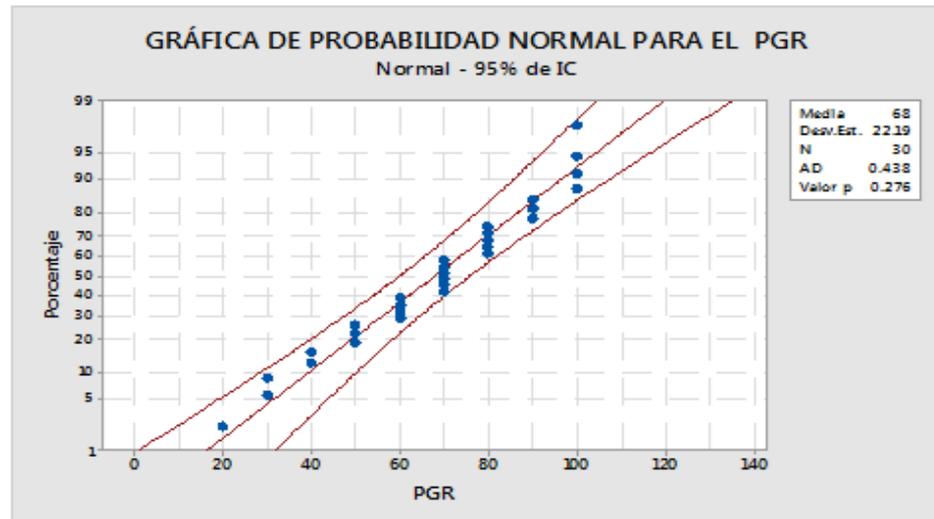
		DILUSIONES DEL BIOL (<i>ri</i>)				
		0% TESTIGO	0.0010%	0.01%	0.1%	1%
TIPOS DE HORTALIZA (<i>Bj</i>)	COLIFLOR	100 100	70 60	70 50	90 100	30 20
	COLDE BRUSELAS	80 60	70 80	70 70	100 90	40 50
	LECHUGA	80 90	70 60	60 50	80 80	30 40

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro N°13 se concluye que hay evidencia estadística suficiente para afirmar que las distintas diluciones ($P < 0.05$) afectan al porcentaje de germinación relativo (PGR), y también hay evidencia estadística para decir que la interacción de los bioles y el tipo de hortaliza ejercen influencia significativa en el PGR, más no así el tipo de hortaliza en forma independiente Gráfica de Probabilidad Normal del PGR

De la gráfica N°1 se observa que los puntos de los datos PGR están relativamente cerca de la línea de distribución normal ajustada (la línea continua intermedia de la gráfica). El valor p (0.276) es mayor que el nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto, los datos siguen una distribución normal y se ajustan al modelo analizado.

Gráfico 1: Probabilidad normal PGR



Fuente: Elaboración propia

Comparaciones de Tukey del PGR para las diluciones del BIOL y el tipo de hortaliza

Cuadro 14: Comparación de TUKEY del PGR para las diluciones del BIOL y tipo de hortaliza

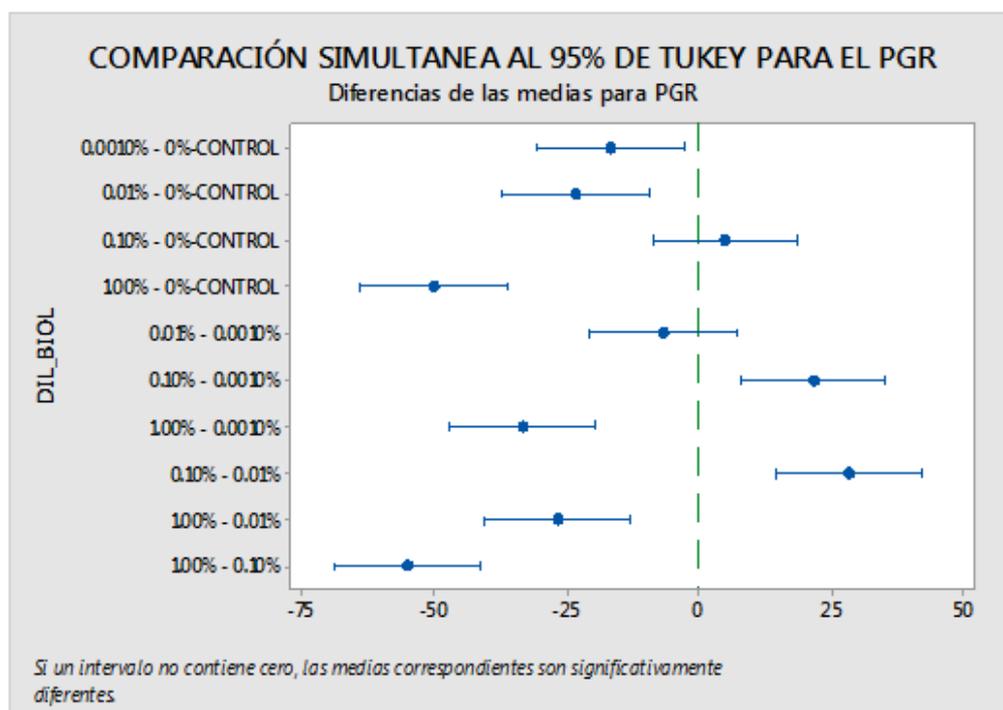
Se trabaja al 95% de confiabilidad			
DIL_BIOL*TIPO_HORT	N	Media	Agrupación
0%-CONTROL H1	2	100	A
0.10% H1	2	95	A B
0.10% H2	2	95	A B
0%-CONTROL H3	2	85	A B C
0.10% H3	2	80	A B C
0.0010% H2	2	75	A B C D
0%-CONTROL H2	2	70	A B C D
0.01% H2	2	70	A B C D
0.0010% H1	2	65	B C D E
0.0010% H3	2	65	B C D E
0.01% H1	2	60	C D E
0.01% H3	2	55	C D E F
1.00% H2	2	45	D E F
1.00% H3	2	35	E F
1.00% H1	2	25	F

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

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Tukey indica todas las posibles combinaciones dos a dos entre los niveles de las distintas diluciones del biol y hortaliza. Las concentraciones cuyas medias difieren significativamente al nivel de significación establecido (0.05 por defecto) no comparten una letra. Esto demuestra que las diluciones y la interacción con las hortalizas influyen significativamente respecto al porcentaje de germinación relativo (PGR).

Grafico 2.Comparación simultánea al 95% de TUKEY para el PGR



Fuente: Elaboración propia

La gráfica N° 2 demuestra que las comparaciones dos a dos de las distintas diluciones de biól difieren significativamente entre si respecto al PGR, demostrando la fitotoxixidad de las mismas. Por lo contrario en comparación la dilución del 0.10% a la prueba control, no presentan diferencias significativas, demostrando que esta dilución no es fitotoxica respecto al PGR; esto último también se observa al comparar las diluciones 0.01% y 0.0010%.

Varnero et al, 2007; menciona que los efectos fitotóxicos de un compuesto orgánico no maduro, es decir con fermentación incompleta, puede deberse a factores múltiples, en los que se destacan los

contenidos de amonio, de ácidos volátiles orgánicos, metales pesados y sales. Estos componentes, en elevadas concentraciones y dosis, tienen la capacidad de inhibición germinativa de semillas y en el desarrollo radicular, lo que genera un alto riesgo cuando se utiliza en cultivos.

Comparaciones de TUKEY del PGR por tipo de hortaliza

Cuadro 15: Tipo de hortaliza y PGR

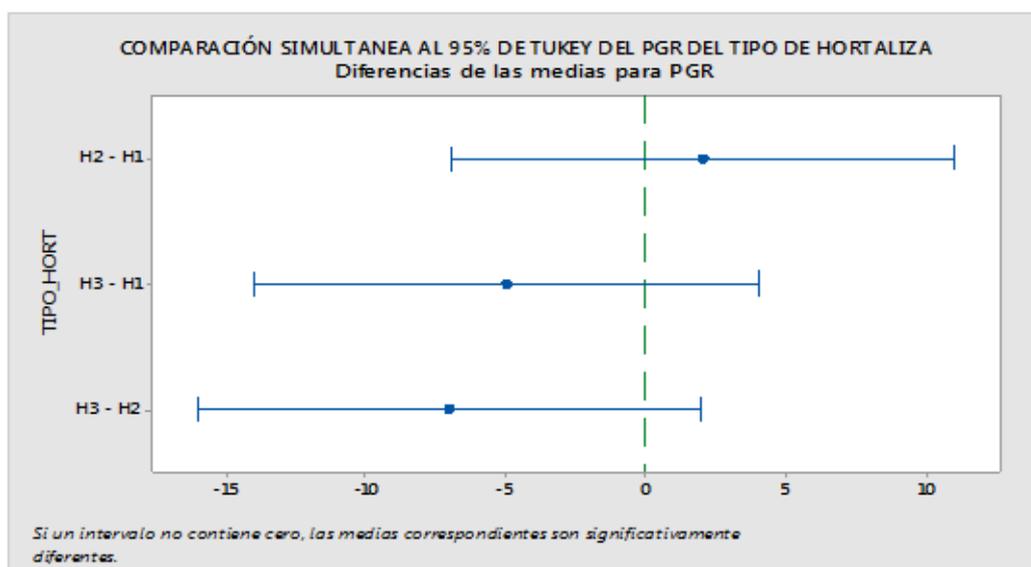
TIPO_HORT	N	Media	Agrupación
H2	10	71	A
H1	10	69	A
H3	10	64	A

Fuente: Elaboración propia

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En el cuadro N°15 se observa que el tipo de hortaliza no influye en el PGR, esto es demostrado en su comparación múltiple de medias y en su respectivo gráfico (Gráficos N°3).

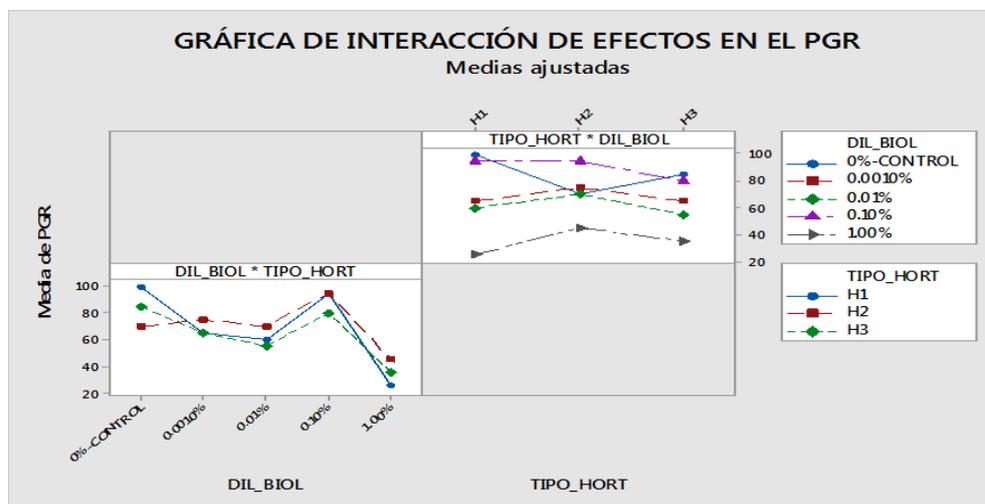
Gráfico 3. Comparación simultánea al 95% de TUKEY del PGR del tipo de hortaliza



Fuente: Elaboración propia

Comparaciones de TUKEY del PGR por tipo de hortaliza.

Gráfico 4: Interacción de efectos en el PGR



Fuente: Elaboración propia

- H1: Coliflor, H2: Col de Bruselas, H3: Lechuga

De La gráfica N°4 se puede observar que de todas las diluciones del biol la que genera un mayor efecto en el PGR es la dilución de 0.10 %, en comparación de la dilución control (0%). También se observa que la col de Bruselas y la coliflor son las que logran un mayor efecto a dicha dilución de biol, en comparación a la prueba testigo

4.3. Análisis estadístico de los resultados de Elongación Radicular

4.3.1. ANOVA para la Elongación Radicular

Cuadro 16: ANOVA para la elongación radicular

FACTOR VAR	SC	G.L	C.M	F CAL O EXP	P Valúe	F.TABULA DO	SIGNIFI CANCIA
DILUCIÓN DE BIOL	101.285	4	25.321	684.543	0.000	3.056	--
TIPO DE HORT	37.645	2	18.823	508.860	0.000	3.682	--
DIL BIOL X HORT	7.226	8	0.903	24.419	0.000	2.641	--
RESISUAL	0.555	15	0.037				
TOTAL	146.711	29					

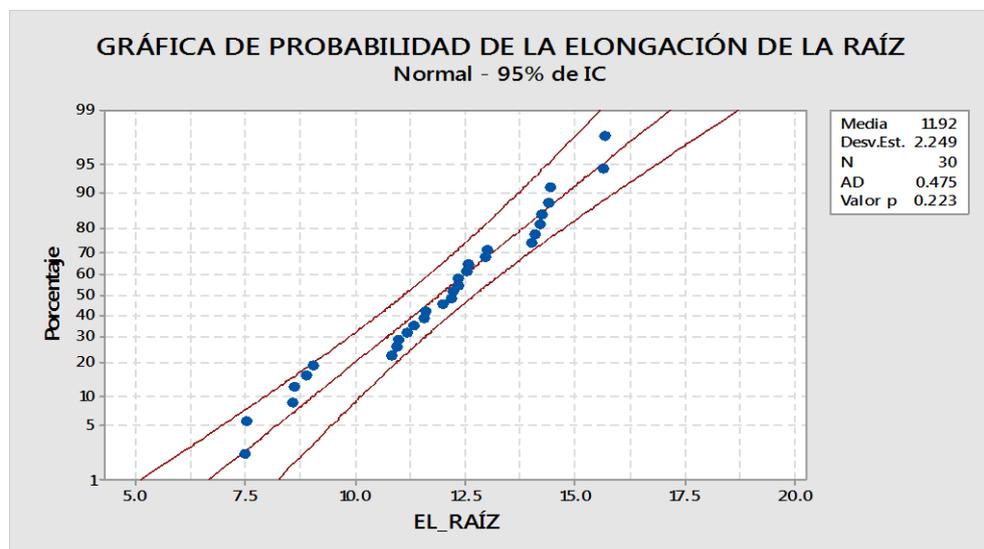
Fuente: Elaboración propia.

- Del cuadro ANOVA N°16 se observa:
- Hay evidencia estadística suficiente para afirmar que las distintas diluciones afectan a la elongación radicular.
- Hay influencia significativa del tipo de hortaliza en la elongación de la raíz.
- Hay influencia significativa de la interacción del tipo de dilución y el tipo de hortaliza en la elongación de la raíz.

4.3.2. Gráfica de Probabilidad Normal de la elongación radicular

De la gráfica N°5 se observa que los puntos de los datos PGR están relativamente cerca de la línea de distribución normal ajustada (la línea continua intermedia de la gráfica). El valor p (0.223) es mayor que el nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto, los datos siguen una distribución normal y se ajustan al modelo analizado.

Gráfico 5: Probabilidad de Elongación de la raíz



Fuente: Elaboración propia

- Comparaciones de TUKEY de la elongación radicular para las diluciones del biol y el tipo de hortaliza

Cuadro 17: Comparaciones TUKEY de la elongación radicular para las diluciones del biol y el tipo de hortaliza

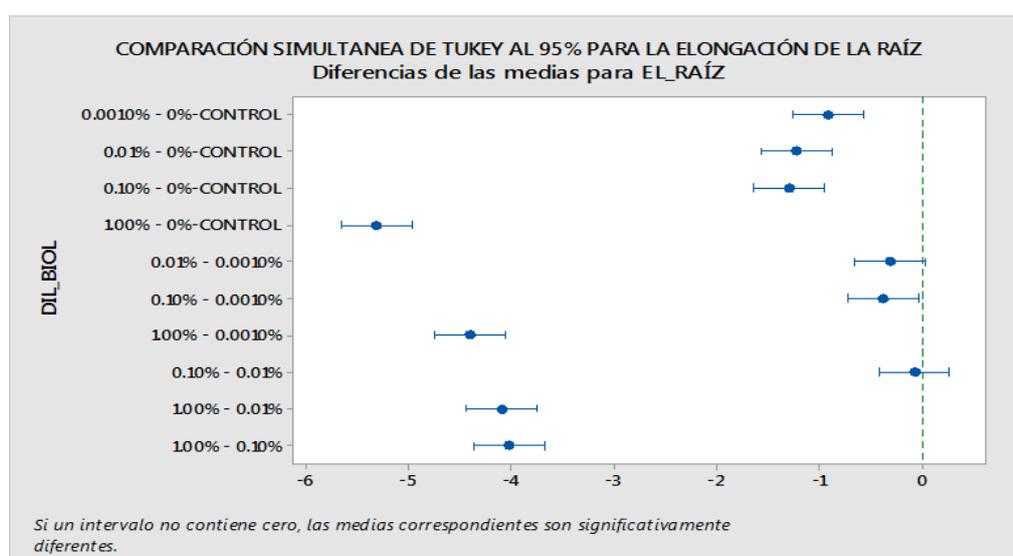
Se utilizó el método de Tukey a una confianza de 95%			
DIL_BIOL*TIP_HORT	N	Media	Agrupación
0%-CONTROL H2	2	15.675	A
0.0010% H2	2	14.440	B
0.01% H2	2	14.230	B
0.10% H2	2	14.060	B
0%-CONTROL H3	2	12.985	C
0.0010% H3	2	12.570	C D
0%-CONTROL H1	2	12.340	C D E
0.01% H3	2	12.210	D E F
0.10% H3	2	11.580	E F G
0.10% H1	2	11.480	F G
0.0010% H1	2	11.255	G
0.01% H1	2	10.900	G
1.00% H3	2	8.965	H
1.00% H2	2	8.615	H
1.00% H1	2	7.510	I

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

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro N°17 se observa que las interacciones del biol y tipo de hortaliza hacen que afecten al crecimiento de la raíz, generando diferencias significativas.

Grafico 6: Comparación simultánea de TUKEY al 95% para la elongación de la raíz



Fuente: Elaboración propia

El gráfico N°6 respalda estas diferencias al comparar uno a uno a una las diferentes diluciones, exceptuando las diluciones de 0.10 y 0.01% que no son significativamente diferentes respecto al crecimiento radicular de las hortalizas. Entonces se podrá concluir que respecto al crecimiento radicular las diluciones de 0.1% y 0.01% son casi iguales, no ejerciendo crecimientos estadísticamente diferentes.

4.3.3. Comparaciones de TUKEY para la elongación radicular por tipo De hortaliza.

Cuadro 18: Comparaciones de TUKEY para la elongación Radicular por tipo de hortaliza

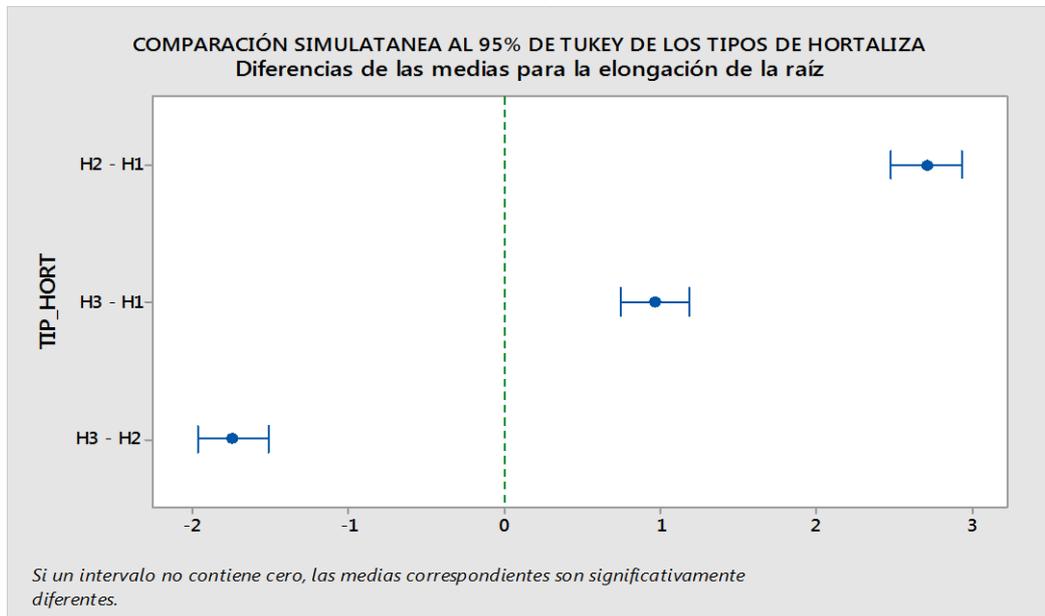
TIPO_HORT	N	Media	Agrupación
H2	10	13.404	A
H3	10	11.662	B
H1	10	10.697	C

- **Las medias que no comparten una letra son Significativamente Diferentes.**

Fuente: elaboración propia

En el cuadro N° 18 se observa que el tipo de hortaliza si influye en la elongación de la raíz, esto es demostrado en su comparación múltiple de medias y en su respectivo gráfico (Gráficos N°7).Entonces se concluye que depende del tipo de hortaliza la elongación radicular.

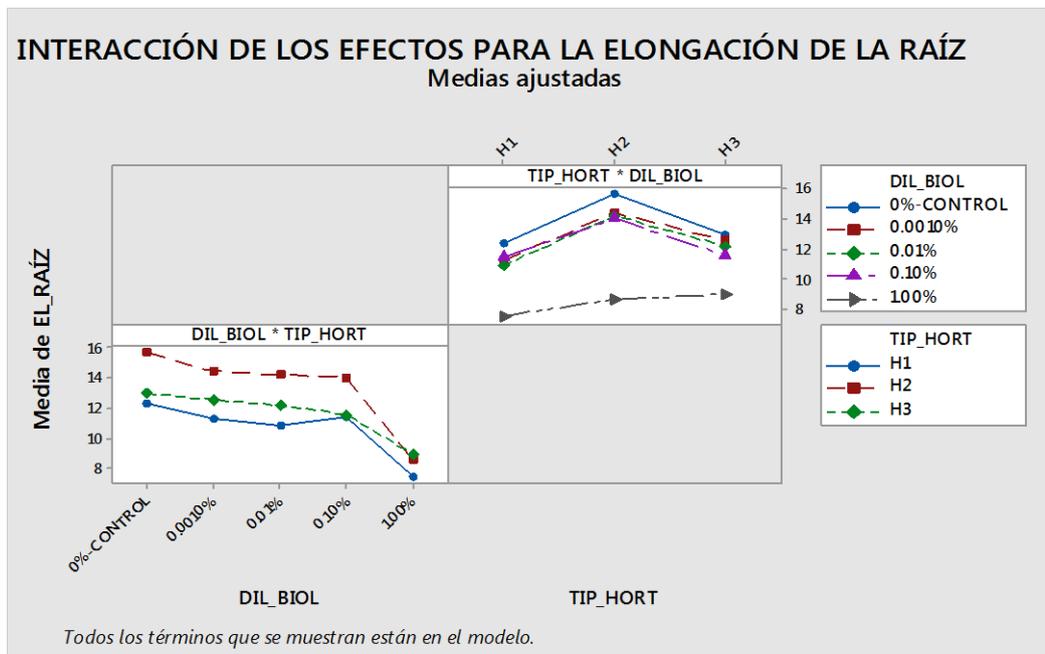
Grafico 7: Comparación simultánea al 95% de TUKEY de los tipos de hortaliza



Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Efectos de los factores sobre la elongación de la raíz

Grafico 8: Interacción de los efectos para la elongación de la raíz



- H1: Coliflor, H2: Col de Bruselas, H3: Lechuga

Fuente: Elaboración propia

De La gráfica N°8 se observa que a una dilución de 0.0010% se logra un mayor desarrollo radicular en comparación a la prueba con-trol, presentando un mayor desarrollo radicular la col de Bruselas (14.44 cm). También se puede observar que la dilución del biol es inversamente proporcional a la elongación de la raíz. Es decir que a menor dilución del biol mayor es el desarrollo radicular de las hortalizas.

Esto es explicado por Zuconi et al (1981) citado por V.Amero et al (2007) que nos dice que cuando se adicionan materiales altamente concentrados en materia orgánica a un suelo de alta densidad de plántulas, se modifican los sistemas radiculares de los mismos como respuesta latente a este fenómeno. Estos cambios son manifestados mediante una disminución o parcial destrucción de las raíces, originando irreversiblemente un descenso metabólico de la planta, llegando a afectar inherentemente al crecimiento de la misma (obviamente si esta materia orgánica posee concentraciones elevadas y dañinas de estos compuestos).

Por estas razones, conocer el efecto de la naturaleza de nuestro biol en el desarrollo radicular nos da el conocimiento relevante sobre su estado de estabilidad y/o madurez en su correspondiente germinación de las hortalizas.

4.3.5. índice de germinación (indicador de fitotoxicidad)

Para determinar el índice de Germinación, hallaremos el crecimiento relativo de la radícula:

4.3.5.1. Crecimiento Relativo De La Radícula (CRR)

$$CRR = \frac{\text{Elongación de la radícula de la Hortaliza}}{\text{Elongación de la radícula de la Hortaliza blanco}} \times 100$$

Cuadro 19: Crecimiento relativo de la radícula

Elongación de radícula de la Coliflor	12.34
Elongación de radícula de la Col de Bruselas	15.68
Elongación de radícula de la Lechuga	12.99

Fuente: Elaboración propia

4.3.5.2. Determinación Del Índice De Germinación (IG)

$$IG = \frac{(PGR)(CRR)}{100}$$

Cuadro 20: Determinación del índice de germinación (IG)

		DILUSIONES DEL BIOL (ri)				
		0% TESTIGO	0.0010%	0.01%	0.1%	1%
TIPOS DE HORTALIZA (B/)	COLIFLOR	99.92	64.27	61.55	87.45	18.28
		100.08	54.36	44.37	88.90	12.16
	COLDE BRUSELAS	80.13	64.57	63.46	89.90	22.02
		59.90	73.59	63.64	80.96	27.43
	LECHUGA	80.15	67.65	56.47	71.22	20.86
		89.83	58.17	46.98	71.47	27.42

Fuente: Elaboración Propia

Según experimentaciones (Emino y Warman, 2004), se sabe que si el índice correspondiente de germinación posee valores inferiores a 50% se concluye que dicha solución muestra una alta fitotoxicidad, si se encuentra en un rango del 50 y 80% posee una fitotoxicidad media o moderada, y si presenta valores ampliamente superiores al 80%, el material no presenta fitotoxicidad, acreditando que el Biol es un producto estable para su uso en agricultura

Comparando valores entonces del cuadro N° 20 se puede concluir que para una dilución de biol de 0.010% no se presenta fitotoxicidad (para la coliflor y col de Bruselas) y simplemente se da una fitotoxicidad ligeramente moderada (en el caso de la lechuga)

4.3.5.3. ANOVA Del Índice De Germinación (IG)

Cuadro 21: ANOVA del índice de germinación

Factor Var	Sc	G. L	C.M	F Cal O Exp	P Valúe	F.Tabulado	Signifi cancia
DILUCIÓN DE BIOL	15605.25505	4	3901.313761	87.26793185	3.350557E-10	3.055568279	--
TIPO DE HORT	98.27393578	2	49.13696789	1.099137836	0.358548284	3.682320344	NO HAY
DIL BIOL X HORT	1503.654583	8	187.9568229	4.2043794	0.008081636	2.640796883	--
RESISUAL	670.5751492	15	44.70500995				
TOTAL	17877.76	29					

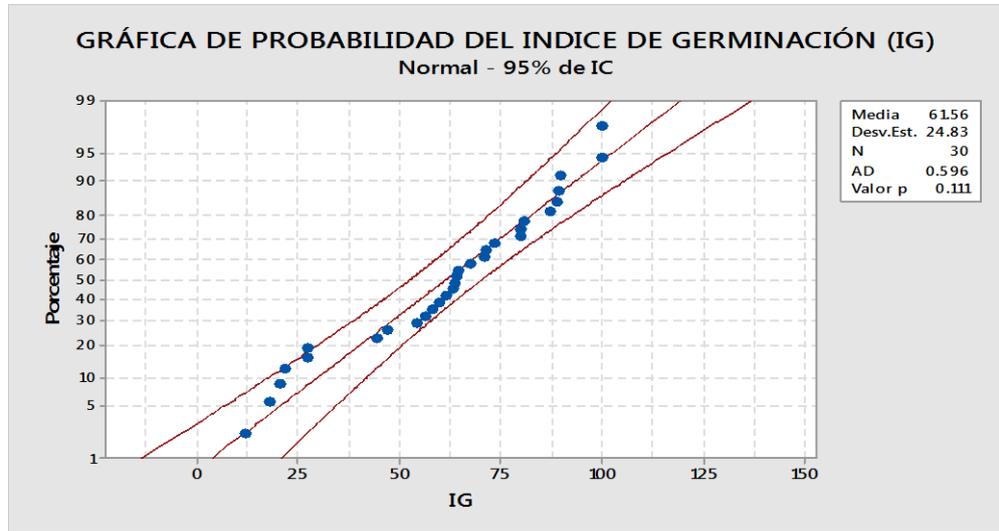
Fuente: Elaboración propia

Del cuadro ANOVA N° 21 al 95% de confiabilidad se verifica que hay suficiente evidencia estadística ($p < 0.05$) que concluye que las distintas diluciones del biol afectan al índice de germinación más no el tipo de hortaliza por sí sola, pero si la interacción de los dos (Dilución del biol x tipo hortaliza con un $p < 0.05$).

4.3.5.4. Gráfica De Probabilidad Normal Del Índice De Germinación (IG)

De la gráfica N° 9 se observa que los puntos de los datos del índice de germinación (IG) están relativamente cerca de la línea de distribución normal ajustada (línea continua intermedia de la gráfica). El valor p (0.111) es mayor que el nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto, los datos del índice de germinación siguen una distribución normal y se ajustan al modelo analizado ANOVA.

Grafico 9. Gráfica de probabilidad del (IG)



Fuente: Elaboración propia

4.3.5.5. Comparaciones De Tukey Para El Índice De Germinación Respecto A Las Diluciones Del Biol y El Tipo De Hortaliza.

Cuadro 22: Comparaciones de TUKEY para el IG respecto a las diluciones del BIOL y tipo de hortaliza

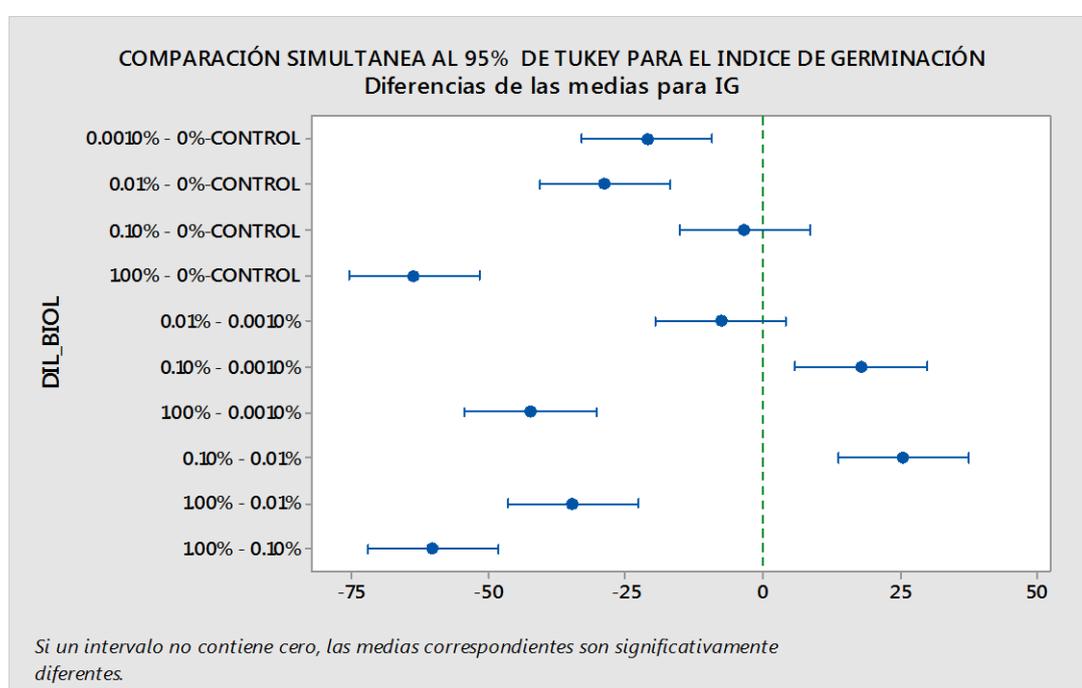
Comparación múltiple de Tukey y una confianza de 95%			
DIL_BIOL*TIPO_HORT	N	Media	Agrupación
0%-CONTROL H1	2	100.000	A
0.10% H1	2	88.173	A B
0.10% H2	2	85.199	A B C
0%-CONTROL H3	2	84.990	A B C
0.10% H3	2	71.344	B C D
0%-CONTROL H2	2	70.016	B C D
0.0010% H2	2	69.085	<u>B</u> C D
0.01% H2	2	63.547	<u>B</u> C D
0.0010% H3	2	62.915	<u>B</u> C D
0.0010% H1	2	59.315	C D
0.01% H1	2	52.958	D
0.01% H3	2	51.721	D
1.00% H2	2	24.727	E
1.00% H3	2	24.139	E
1.00% H1	2	15.219	E

Fuente: Elaboración Propia

- Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
- H1: Coliflor, H2: Col de Bruselas, H3: Lechuga

La prueba de Tukey indica todas las posibles combinaciones dos a dos entre los niveles de las distintas diluciones del biol y hortaliza. Las concentraciones cuyas medias difieren significativamente al nivel de significación establecido (0.05 por defecto) no comparten una letra. Esto demuestra que las diluciones y la interacción con las hortalizas influyen significativamente en la variabilidad respecto al Índice de germinación (IG).

Grafico 10: Comparación simultánea al 95% de TUKEY para el (IG)



Fuente: Elaboración propia

La gráfica N° 10 demuestra que las comparaciones dos a dos de las distintas diluciones de biól difieren significativamente entre si respecto al índice de germinación (IG), demostrando la fitotoxixidad de las mismas. Por lo contrario en comparación la dilución del 0.10% a la prueba con-trol, no presentan diferencias significativas, demostrando que esta dilución no es fitotóxica respecto al PGR; esto último también se observa al comparar las diluciones 0.01% y 0.0010%. Estos resultados son iguales a los hallados en el Anova para el PGR.

4.3.5.6. Comparaciones De Tukey Del Índice De Germinación (IG) Por Tipo De Hortaliza

Cuadro 23: Comparaciones de TUKEY del IG y tipo de hortaliza

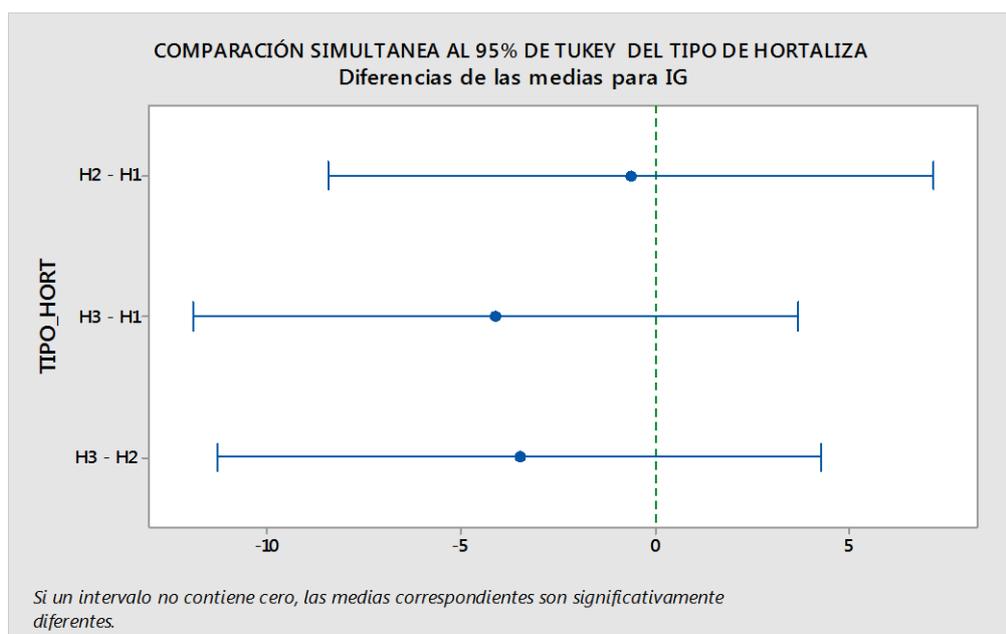
TIPO_HORT	N	Media	Agrupación
H1	10	63.1329	A
H 2	10	62.5148	A
H3	10	59.0219	A

- Las medidas que no comparten una letra son significativamente diferente

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°23 se observa que el tipo de hortaliza no influye en el índice de germinación, esto es demostrado en su comparación múltiple de medias y en su respectivo gráfico (Gráfico N°11). Entonces se concluye que el IG depende de las diluciones del biol y de la interacción dilución del biol Hortaliza y más no del tipo de hortaliza solamente.

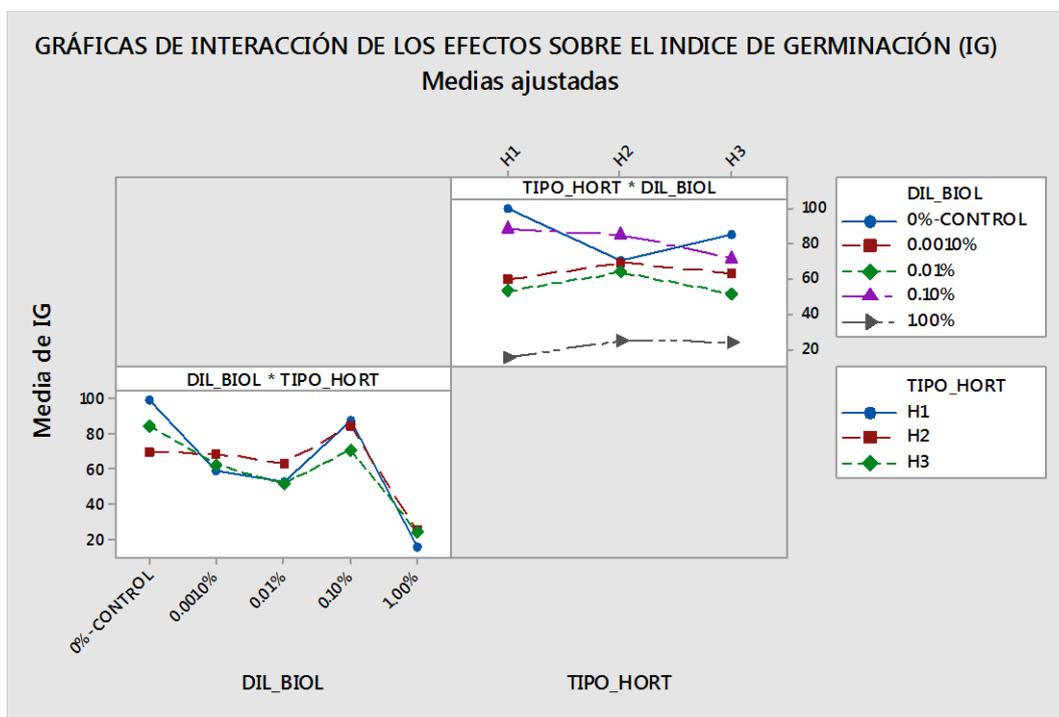
Gráfico 11: Comparación simultánea al 95% de TUKEY del tipo de hortaliza



Fuente: Elaboración propia

4.3.5.7. Efectos De Los Factores Sobre El Índice De Germinación

Grafico 12: Efectos de los factores sobre el (IG)



Fuente: Elaboración propia

- H1: Coliflor, H2: Col de Bruselas, H3: Lechuga

De La gráfica N°12 se observa que a una dilución de 0.01% se logra un mayor Índice de germinación en todas en todos los tipos de hortalizas en comparación a sus pruebas de control respectivas. Se observa también que de las tres hortalizas la que tuvo mayor IG fue la coliflor (media de IG de 88.17%)

CONCLUSIONES

1. El abono orgánico elaborado a partir de lactosuero y lixiviado de residuos sólidos domiciliarios a una dilución de 0.10% no presenta fitotoxicidad para la coliflor y col de Bruselas y una fitotoxicidad ligeramente moderada en el caso de la lechuga, siendo el índice de germinación mayor en el caso de la coliflor (88.17%).
2. Las diluciones del Biol propuestas en el trabajo de investigación influye en el porcentaje de Germinación Relativo (PGR), así como la interacción de las diluciones de Biol con el tipo de hortaliza, siendo la dilución de 0.10% la que tiene un mayor efecto en el PGR con la col de Bruselas y la coliflor.
3. Las diluciones del Biol propuestas en el trabajo de investigación influye en las elongación de la raíz, las diluciones 0.1% y 0.01% no son significativamente diferente respecto al crecimiento radicular de las hortalizas. Sin embargo en una dilución 0.0010% se logra un mayor desarrollo radicular en la col de Bruselas (14.44cm), esto quiere decir que a menor dilución del biol, mayor desarrollo radicular en las hortalizas, esto causado principalmente por el material añadido rico en material orgánico que genera aportes inconmensurables al suelo que tienen plantas.
4. El crecimiento Relativo de la Radícula (CRR) es la relación entre la elongación radicular de la hortaliza evaluada y la elongación de la radícula para el trabajo de investigación de la hortaliza, el factor de dilución del biol y el tipo de hortaliza influye, obteniéndose los mejores resultados a una dilución de 0.01% para el col de Bruselas

RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar el trabajo de investigación a nivel campo, en áreas donde se puede aplicar la dilución del biol hallada y relazada el seguimiento respectivo para las hortalizas evaluadas.
- Se recomienda realizar investigaciones para otro tipo de especies que se desarrollan en nuestra región.
- Se recomienda evaluar el biol que no es fitotoxico como un abono foliar.

BIBLIOGRAFÍA

(NOM-083-SEMARNAT). (2003). *Especificaciones de proteccion ambiental para la seleccion de sitio, diseño, construccion, operacion, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposicion final de residuos solidos urbanos y de manejo especial*. Mexico: SEMERNAT.

ALPIZAR, F. A. (2010). *PRODUCCION Y CARACTERIZACIÓN DE BIOLES PARA SU USO EN HEREDIA, COSTA RICA*.

añaños. (2004). *compost*. mexico: chile.

Arroyo, L. A. (2009). *EVALUACIÓN DE TRES BIOFERTILIZANTES FRENTE A Ibarra - Ecuador*.

Baca , G. (2007). *Fundamentos de ingeniería económica*. México: McGraw Hill.

Bass, L., E., B. T., & A., P. M. (2006). *COMPOSTING A Guide to Managing Organic Yard Wastes*. North Carolina: Natural Resources.

Berent, M., & Vedoya, D. (2006). *Modelo de gestión ambiental de residuos sólidos urbanos*. Buenos Aires: Universidad Nacional Del Nordeste.

BERMEO, J. D. (2009). *CARACTERIZACIÓN DE LOS LIXIVIADOS GENERADOS EN EL PROCESO*. BOGOTA D.C.

Biernbaum, J., & Fogiel, A. (2004). *Compost Production and Use*. Michigan : State University.

CHICAIZA, M. R. (2012). *CEVALLOS - ECUADOR* . Obtenido de <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi0jKK0x8fYAhVK11MKHaEbAxcQFggIMAA&url=http%3A%2F%2Frepositorio.uta.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F8220%2F1%2FTesis-83%2520%2520%2520Ingenier%25C3%25ADa%2520Agro>

- Cófrece León, C. (2007). *Distintas tecnologías de tratamiento para los residuos ganaderos y de las industrias agroalimentarias aplicados al caso concreto de castilla y león*. España: Instituto Tecnológico Agrario.
- DARIO, P. S. (2010). *RIOBAMBA ECUADOR*. Obtenido de <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjn-Gft8fYAhVG0VMKHZTbCnAQFggI1MAA&url=http%3A%2F%2Fspace.espoch.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F681%2F1%2F96T00133.pdf&usg=AOvVaw2k0K2nVWed8Ti1PkGloQec>
- Dickerson, G. (2001). *College of Agriculture and Home Economics*. New Mexico: Vermicomposting State University.
- García, E. H. (Enero - Junio de 2009). *Clío America*. Obtenido de <file:///C:/Users/AMBIENTAL05/Downloads/Dialnet-EstrategiasDeGestionAmbiental-5114810.pdf>
- GÓMEZ, H. A. (2014). *Cybertesis UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA*. Obtenido de <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiUk5mvhsfYAhWM0FMKHZMwB3MQFggI1MAA&url=http%3A%2F%2Fdocplayer.es%2F56767489-Universidad-nacional-agraria-la-molina.html&usg=AOvVaw3UelpU7yC632fMmIE3CXXC>
- Graue, A. L. (2006). *Enfoque de negocios Microeconomía*. Labrador.
- José William Penagos Vargas, J. A. (24 de OCTUBRE de 2011). Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por medio del Compostaje Líquido. Barranquilla, ESPAÑA.
- legislatura., A. L. (2003). *Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal*.
- Ministerio de Agricultura, P. y. (2015). *La materia orgánica en los agrosistemas*. España: Ediciones Mundi-Empresa.

- Nirenberg, O. (2005). *Programación y evaluación de proyectos sociales: Aportes para la racionalidad y la transparencia*. Argentina: Paidós 1ra. Edición. .
- Ramos , S. C. (2006). *Biodegradación de asfaltenos del Prestige mediante la aplicación de las técnicas de compostaje-vermicompostaje*. España: Labrador.
- Ricaurte, S. (2005). *Compostaje en las granjas avícolas*.
- Rodríguez, M., & Córdova, A. (2006). *Manual de Compostaje Municipal*.
- SOCIA, F. D. (diciembre de 2014). *Producción y uso de abonos orgánicos:biol,compost y humus*. LIMA.
- Sztern, D., & Pravia, M. (2001). *Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos*. . Uruguay: Organización panamericana de la salud.
- Tavera, M. E., & Salinas, E. (2007). *Ponencia “La Competitividad del Nopal en Milpa Alta”*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Terra, F. (2003). *Perspectiva Ambiental 29 Compostaje. Associació de Mestres Rosa Sensat*, 43.
- V., D. C. (2012). *Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos*. Cuenca.
- V., D. C. (2012). *Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos*. Universidad de Cuenca.
- VERDE LOZANO, R. A. (03 febrero al 03 de mayo de febrero de 2014). *Tingo María – Perú*. Obtenido de https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiL59rDy8fYAhVMMYKKhdmKCM0QFggIIMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.unas.edu.pe%2Fweb%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fweb%2Farchivos%2Factividades_academicas%2Fpractica%2520absolu

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO

ELABORACIÓN DE BIOL ORGÁNICO

FOTOGRAFIA N°01: Tratamiento del Lixiviado con el Lactosuero



FOTOGRAFIA N°02: Incorporación De líquido orgánico (jugo orgánico)



TRABAJO EN LABORATORIO

FOTOGRAFIA N°03: Dilución De Biol Orgánico en probeta.



Semilla De Hortalizas En Cajas Petri

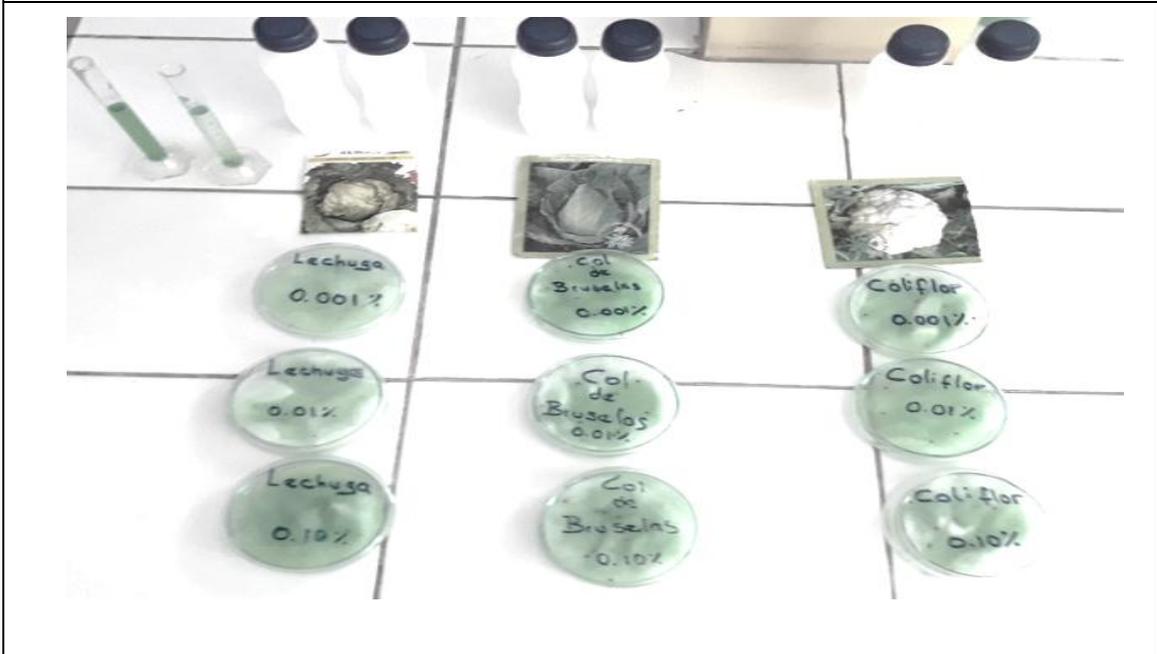


FOTOGRAFIA N°04



FOTOGRAFIA N°05

FOTOGRAFIA N°06: Semilla De Hortalizas En Cajas Petri Con porcentaje de Dilución De Biol.



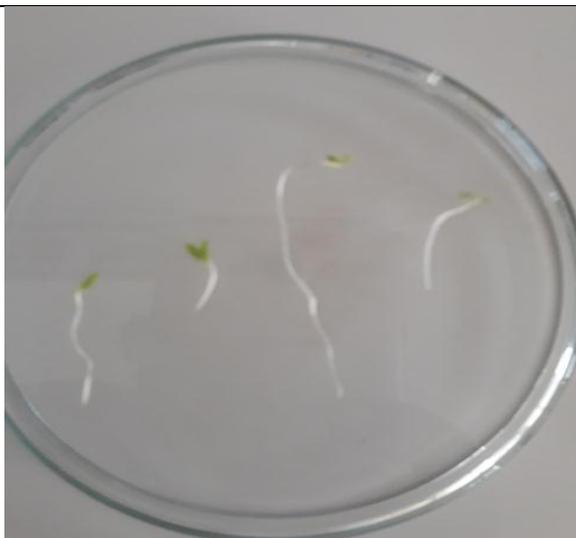
Germinación De Semillas De Hortaliza



FOTOGRAFIA N°07 y 08

FOTOGRAFIA N°09 y 10

Medición De Las Elongaciones Radicular De Las Hortalizas



FOTOGRAFIA N°11



FOTOGRAFIA N°12



FOTOGRAFIA N°13: Laboratorio de la UAP-FILIAL HUANCAYO