

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Evaluación del crecimiento del maíz cultivado con
diversos porcentajes de hidrocarburos y
compost, Arequipa - 2021**

Wilder Alfonso Romero Dueñas

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Arequipa, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Felipe Néstor Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Steve Dann Camargo Hinostraza
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 11 de enero de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: **"Evaluación del crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost, Arequipa – 2021"**, perteneciente al estudiante BACH. **Wilder Alfonso Romero Dueñas**, de la E.A.P. de **Facultad de Ingeniería**; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 05) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Asesor de tesis

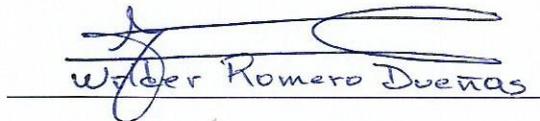
DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Wilder Alfonso Romero Dueñas, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 01326897, de la E.A.P. de Facultad de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "Evaluación del crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost, Arequipa – 2021", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

10 de enero de 2024.



Wilder Alfonso Romero Dueñas

DNI. No. 01326897

Evaluación del crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost, Arequipa – 2021

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad Continental Student Paper	2%
2	repositorio.continental.edu.pe Internet Source	2%
3	doczz.net Internet Source	1%
4	patents.google.com Internet Source	1%
5	www.scielo.org.mx Internet Source	1%
6	hdl.handle.net Internet Source	1%
7	www.virtual.unal.edu.co Internet Source	1%
8	ri-ng.uaq.mx Internet Source	1%
9	repositorio.lamolina.edu.pe Internet Source	1%

10	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Student Paper	1 %
11	ojs.agro.umsa.bo Internet Source	1 %
12	worldwidescience.org Internet Source	<1 %
13	es.scribd.com Internet Source	<1 %
14	paginaspersonales.deusto.es Internet Source	<1 %
15	Submitted to Universidad Politécnica de Cartagena Student Paper	<1 %
16	repositorio.uct.edu.pe Internet Source	<1 %
17	www.exxonmobil.com Internet Source	<1 %
18	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
19	repositorio.unap.edu.pe Internet Source	<1 %
20	ri.ues.edu.sv Internet Source	<1 %

21	www.archivos.ujat.mx Internet Source	<1 %
22	www.scielo.org.ar Internet Source	<1 %
23	docplayer.es Internet Source	<1 %
24	www.e-campo.com Internet Source	<1 %
25	repositorio.umsa.bo Internet Source	<1 %
26	repositorio.uncp.edu.pe Internet Source	<1 %
27	pesquisa.bvsalud.org Internet Source	<1 %
28	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
29	repositorio.ikiam.edu.ec Internet Source	<1 %
30	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	<1 %
31	www.cacic2016.unsl.edu.ar Internet Source	<1 %
32	www.fontagro.org Internet Source	<1 %

33

Submitted to Universidad de Salamanca

Student Paper

<1 %

34

repositorio.upt.edu.pe

Internet Source

<1 %

35

www.unesur.edu.ve

Internet Source

<1 %

36

repositorio.unheval.edu.pe

Internet Source

<1 %

37

ri.ujat.mx

Internet Source

<1 %

38

repositorio.unia.edu.pe

Internet Source

<1 %

39

Submitted to tec

Student Paper

<1 %

40

colposdigital.colpos.mx:8080

Internet Source

<1 %

41

repositorio.unsch.edu.pe

Internet Source

<1 %

42

web2.unas.edu.pe

Internet Source

<1 %

43

www.redalyc.org

Internet Source

<1 %

44

repositorio.inta.gob.ar

Internet Source

<1 %

45	Submitted to Universidad de Manizales Student Paper	<1 %
46	documentop.com Internet Source	<1 %
47	repositorio.uss.edu.pe Internet Source	<1 %
48	repositorio.udh.edu.pe Internet Source	<1 %
49	www.hisour.com Internet Source	<1 %
50	cropscience-bg.org Internet Source	<1 %
51	zaloamati.azc.uam.mx Internet Source	<1 %
52	1library.co Internet Source	<1 %
53	Ofelia Adriana Hernández Rodríguez, César Humberto Rivera Figueroa, Elías E. Díaz Ávila, Dámaris L. Ojeda Barrios et al. "Plant and livestock waste compost compared with inorganic fertilizer: nutrient contribution to soil.", REVISTA TERRA LATINOAMERICANA, 2017 Publication	<1 %
54	www.fundacionaquae.org	

<1 %

55

Simon C. Tung, Michael L. McMillan, Gao Hong, Ewa Bardasz. "Engine Oil Effects on Friction and Wear Using 2.2L Direct Injection Diesel Engine Components for Bench Testing Part 2: Tribology Bench Test Results and Surface Analyses", SAE International, 2004

Publication

<1 %

56

dniproavia.com

Internet Source

<1 %

57

doczz.es

Internet Source

<1 %

58

erenovable.com

Internet Source

<1 %

59

krishikosh.egranth.ac.in

Internet Source

<1 %

60

repositorio.unal.edu.co

Internet Source

<1 %

61

repositorio.unjfsc.edu.pe

Internet Source

<1 %

62

repositorio.unu.edu.pe

Internet Source

<1 %

63

www.cci.org.co

Internet Source

<1 %

64	www.clubensayos.com Internet Source	<1 %
65	www.grafiati.com Internet Source	<1 %
66	www.latamjpharm.org Internet Source	<1 %
67	repositorio.esan.edu.pe Internet Source	<1 %
68	repositorio.espam.edu.ec Internet Source	<1 %
69	www.bioland.cl Internet Source	<1 %
70	www.estade.org Internet Source	<1 %
71	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
72	www.unas.edu.pe Internet Source	<1 %
73	qdoc.tips Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 5 words

Exclude bibliography On

ASESOR

Ing. Ma. Steve Dann Camargo Hinostroza

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Continental por guiar mi aprendizaje y, a la vez, permitirme terminar el presente trabajo de estudio para cumplir con esta meta trazada.

Ing. Ma. Steve Dann Camargo Hinostroza agradezco su orientación invaluable para la conclusión de mi tesis, especialmente por su paciencia y aliento tanto en la elaboración del proyecto como en la redacción del informe final.

DEDICATORIA

En forma especial, el presente trabajo a Dios creador y único, Jesucristo su hijo, al Espíritu Santo, a Mis Queridos Padres: Roberto y María, mis hermanas, hermanos: Patricia, Elvia, Benito, Micaela, Valentino, Lara, Gringa, Marrón, Yordy, Winnie, Axel y Llanero, por su cariño, dedicación y constante apoyo; por haberme inculcado principios y lecciones que me han ayudado a enfrentar los desafíos a lo largo de mi vida.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE	v
INDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I	16
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	16
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	16
1.1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.1.2. Formulación del problema	16
1.2. Objetivos	17
1.2.1. Objetivo general	17
1.2.2. Objetivos específicos	17
1.3. Justificación e importancia.....	17
1.3.1. Justificación práctica.....	17
1.3.2. Justificación metodológica.....	17
1.3.3. Justificación científica.....	18
1.3.4. Importancia	18
1.4. Hipótesis y variables	18
1.4.1. Hipótesis General	18
1.4.2. Hipótesis nula	18
1.4.3. Hipótesis alternativa	18
1.4.4. Variables	19
1.4.5. Operacionalización de las variables.....	20
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes de la investigación	21

2.1.1. Antecedentes encontrados en artículos científicos	21
2.1.2. Antecedentes encontrados en tesis.....	30
2.2. Bases teóricas	32
2.2.1. Hidrocarburos	32
2.2.2. Elementos constituyentes del compost.....	35
2.2.2.1. Estiercol.....	35
2.2.2.2. Residuos Vegetales.....	36
2.2.2.3. El Compost.....	36
2.2.2.4. Beneficios del compost.....	37
2.2.3. El maíz (Zea mays).....	38
2.2.3.1. Clasificación taxonomica del maíz.....	38
2.2.3.2. Estadios de crecimiento del maíz.....	38
2.2.4. Características fisicoquímicas del suelo.....	40
2.2.5. Fundamentacion de metodologia del estudio	43
2.2.5.1. Metodo de la teoría del estudio.....	43
2.3. Conceptualizacion de término.....	43
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	45
3.1. Método, tipo y nivel de la investigación	45
3.1.1. Métodos de la investigación.....	45
3.1.2. Tipo de la investigación	52
3.1.3. Nivel de la investigación	52
3.2. Diseño de la investigación.....	52
3.3. Población y muestra	54
3.3.1. Población	54
3.3.2. Muestra	54
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	55
3.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	55
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos	55
3.5. Técnicas de análisis y procesamiento de datos	55
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
4.1. Resultados de la investigación	58
4.1.1. Efecto de la gasolina de 95 octanos en el maíz.....	58
4.1.2. Efecto de la gasolina de 90 octanos en el maíz	60
4.1.3. Efecto de la gasolina de 84 octanos en el maíz	61

4.1.4.	Efecto del diésel 2 (D2) en el maíz.....	63
4.1.5.	Efecto del aceite mineral 10W-30 nuevo en el maíz:	65
4.1.6.	Efecto del aceite semi sintético 5w-30 nuevo en el maíz	66
4.1.7.	Efecto del aceite sintético 5W-30 nuevo en el maíz.....	68
4.1.8.	Efecto del aceite mineral 15W-40 usado en el maíz.....	69
4.1.9.	Efecto del líquido de transmisión automático super ATF en el maíz.....	71
4.1.10.	Efecto de la grasa multipropósito EP-2 lithium en el maíz	73
4.1.11.	Efecto de la parafina/cera mineral de velas en el maíz.....	74
4.2.	Análisis e interpretación de los resultados de la investigación	76
4.2.1.	Prueba de hipótesis.....	76
4.2.1.1.	Altura de la planta de maíz.....	76
4.2.1.2.	Peso foliar-tallo de la planta de maíz	79
4.2.1.3.	Peso raíz de la planta de maíz	81
4.3.	Discusión de resultados	84
4.3.1.	Efecto de la gasolina de 95 octanos en la planta de maíz	84
4.3.2.	Efecto de la gasolina de 90 octanos en la planta de maíz	86
4.3.3.	Efecto de la gasolina de 84 octanos en la planta de maíz	87
4.3.4.	Efecto del diésel 2 (D2) en la planta de maíz.....	90
4.3.5.	Efecto del aceite mineral 10W – 30 nuevo en la planta de maíz	91
4.3.6.	Efecto del aceite semi sintético 5W – 30 nuevo en la planta de maíz.....	91
4.3.7.	Efecto del aceite sintético 5W – 30 nuevo en la planta de maíz	93
4.3.8.	Efecto del aceite mineral 15W-40 usado en la planta de maíz.....	94
4.3.9.	Efecto del líquido de transmisión automático super ATF en la planta de maíz....	95
4.3.10.	Efecto de la grasa multi propósito EP-2 lithium en la planta de maíz	96
4.3.11.	Efecto de la parafina/cera mineral de velas en la planta de maíz.....	97
	CONCLUSIONES.....	100
	RECOMENDACIONES.....	101
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
	ANEXOS.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables	20
Tabla 2. Composición química de los estiércoles (guano).....	36
Tabla 3. Parámetros del compost ideal.....	37
Tabla 4. Propiedades físico-químicos del suelo	40
Tabla 5. Resultados del efecto de la gasolina de 95 octanos en la altura de la planta de maíz en (cm).	58
Tabla 6. Resultados del efecto de la gasolina de 95 octanos en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).....	59
Tabla 7. Resultados del efecto de la gasolina de 95 octanos en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).....	59
Tabla 8. Resultados del efecto de la gasolina de 90 octanos en la altura de la planta maíz en (cm).	60
Tabla 9. Resultados del efecto de la gasolina de 90 octanos en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).....	60
Tabla 10. Resultados del efecto de la gasolina de 90 octanos en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).....	61
Tabla 11. Resultados del efecto de la gasolina de 84 octanos en la altura de la planta de maíz en (cm).	61
Tabla 12. Resultados del efecto de la gasolina de 84 octanos en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).....	62
Tabla 13. Resultados del efecto de la gasolina de 84 octanos en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).....	62
Tabla 14. Resultados del efecto del diésel D2 en la altura de la planta de maíz en (cm).....	63
Tabla 15. Resultados del efecto del diésel D2 en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).....	63
Tabla 16. Resultados del efecto del diésel D2 en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).....	64
Tabla 17. Resultados del efecto del aceite mineral 10W - 30 nuevo en la altura de la planta de maíz en (cm).	65
Tabla 18. Resultados del efecto del aceite mineral 10W - 30 nuevo en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).....	65
Tabla 19. Resultados del efecto del aceite mineral 10W - 30 nuevo en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).....	66
Tabla 20. Resultados del efecto del aceite semi sintético 5W – 30 nuevo en la altura de la planta de maíz en (cm).....	66
Tabla 21. Resultados del efecto del aceite semi sintético 5W – 30 nuevo en el peso húmedo foliar- tallo de la planta de maíz en (g).....	67

Tabla 22. Resultados del efecto del aceite semi sintético 5W – 30 nuevo en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).	67
Tabla 23. Resultados del efecto del aceite sintético 5W – 30 nuevo en la altura de la planta de maíz en (cm).	68
Tabla 24. Resultados del efecto del aceite sintético 5W – 30 nuevo en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).	68
Tabla 25. Resultados del efecto del aceite sintético 5W – 30 nuevo en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).	69
Tabla 26. Resultados del efecto del aceite mineral 15W – 40 usado en la altura de la planta de maíz en (cm).	69
Tabla N° 27. Resultados del efecto del aceite mineral 15W – 40 usado en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).	70
Tabla 28. Resultados del efecto del aceite mineral 15W – 40 usado en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).	70
Tabla 29. Resultados del efecto del líquido de transmisión automático super ATF en la altura de la planta de maíz en (cm).	71
Tabla 30. Resultados del efecto del líquido de transmisión automático super ATF nuevo en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).	72
Tabla 31. Resultados del efecto del líquido de transmisión automático super ATF en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).	72
Tabla 32. Resultados del efecto de la grasa multipropósito EP-2 lithium en la altura de la planta de maíz en (cm).	73
Tabla 33. Resultados del efecto de la grasa multipropósito EP-2 lithium en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).	73
Tabla 34. Resultados del efecto de la grasa multipropósito EP-2 lithium en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).	74
Tabla N° 35. Resultados del efecto de la parafina/cera mineral de velas en la altura de la planta de maíz en (cm).	74
Tabla N° 36. Resultados del efecto de la parafina/cera mineral de velas en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).	75
Tabla 37. Resultados del efecto de la parafina/cera mineral de velas en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).	75
Tabla 38. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes para el tipo de hidrocarburo	77
Tabla 39. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes para la variable porcentaje de hidrocarburo de la altura de la planta de maíz.	78
Tabla 40. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes para el tipo de hidrocarburo	

de la altura de la planta de maíz.....	80
Tabla 41. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes, para la variable porcentaje de hidrocarburo del peso foliar-tallo planta de maíz.....	81
Tabla 42. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes, para la variable porcentaje de hidrocarburo del peso foliar-tallo planta de maíz.....	83
Tabla 43. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes, para la variable porcentaje de hidrocarburo del peso radicular de la planta de maíz.	84

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Estadios de crecimiento del maíz. Tomado de “Requerimientos agroclimáticos del cultivo de Maíz amarillo duro”, por Ministerio de Agricultura y riesgo, 2019.....	39
<i>Figura 2.</i> Metodo de teoría del estudio. Fuente propio.	43
<i>Figura 3.</i> Ubicación lugar del experimento. Tomado de “Manejo de la fertilización de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en el Valle Santa Catalina”, por León, 2016.	46
<i>Figura 4.</i> Croquis del lugar del experimento. Elaboración propia.....	47
<i>Figura 5.</i> Representación gráfica de los promedios de los once tratamientos para la variable altura de la planta de maíz. Elaboración propia.	78
<i>Figura 6.</i> Representación gráfica de la prueba de hipótesis LSD de la variable porcentaje de hidrocarburo para la altura de la planta de maíz. Elaboración propia.	79
<i>Figura 7.</i> Representación gráfica de los promedios de los once tratamientos para la variable peso foliar-tallo de la planta de maíz. Elaboración propia.....	81
<i>Figura 8.</i> Representación gráfica de la prueba de hipótesis LSD de la variable porcentaje de hidrocarburo para el peso foliar (hojas más tallo) de la planta de maíz. Elaboración propia.	82
<i>Figura 9.</i> Representación gráfica de los promedios de los once tratamientos para la variable peso radicular de la planta de maíz. Elaboración propia.....	84
<i>Figura 10.</i> Representación gráfica de la prueba de hipótesis LSD de la variable porcentaje de hidrocarburo para el peso radicular de la planta de maíz.....	85

RESUMEN

El objetivo de la siguiente revisión fue establecer la consecuencia de diversos porcentajes de hidrocarburos en el efecto de la planta de maíz (*Zea mays*) en situaciones de cultivo, con un soporte de compost de ovino, Arequipa - 2021. Esta investigación fue experimental de tipo realizada con tres repeticiones, utilizando una cantidad de suelo de 3.5 kg y 1.5 kg de compost por cada unidad de experimentación, empleando un sistema de bolsas dispuestas sobre la superficie. La metodología específica se fundamentó en la observación. Se utilizaron 11 tratamientos de 0.5, 1.0 y 1.5 % de hidrocarburos. La recopilación de información se realizó de acuerdo con el diseño especificado. Se utilizó la evaluación de la variabilidad estadística y para evaluar la hipótesis, se aplicó el examen de la diferencia límite de significación (LSD). Los once hidrocarburos utilizados son, a su vez, los tratamientos que se nombran a continuación: combustible con un índice de octanaje de 95, combustible con un índice de octanaje de 90, de 84 octanos, petróleo D2, aceite lubricante mineral 10W -30, aceite lubricante semisintético 5W -30, aceite lubricante sintético 5W - 30, aceite sintético 15W - 40, líquido de transmisión automática ATF, grasa multipropósito EP -2 y parafina los que fueron inoculados en el suelo donde se procedió al cultivo del maíz de la variedad marginal T-28 con 1.5 kg de compost como dosis única. En este, se halló que el peso húmedo de las hojas-tallo tuvo un peso ligeramente mayor con respecto al peso húmedo radicular en los 11 tratamientos evaluados. Asimismo, la altura de planta de maíz se encontró con valores similares encontrados por otros investigadores. Al realizar la evaluación estadística de la variabilidad para las tres variables de estudio (altura de planta de maíz, peso húmedo foliar más tallo y peso húmedo radicular), se empleó la prueba de la Diferencia Límite de Significación (LSD) para los 11 tipos de hidrocarburos: en la que se encontró que el maíz se desarrolló sin mayores problemas en un medio de parafina y grasa multipropósito a diferencia del medio con gasolina de 95 octanos donde se observó menor estatura de la planta, así como menor peso en términos de hojas-tallo y peso de raíz. Asimismo, en la prueba de LSD, para el nivel de concentración de hidrocarburo (al 0.5, 1.0 y 1.5 %), se identificó que el porcentaje de 1.5 produjo una menor medida vertical de la planta., así como en el peso de hojas-tallo y peso de raíz del maíz cultivado, en comparación con el 0.5.

Palabras clave: *compost, hidrocarburos, maíz, y crecimiento.*

ABSTRACT

The following study sought to determine the influence of various hydrocarbon percentages on the growth of maize plants (*Zea mays*) in cultivation scenarios, supported by sheep compost, Arequipa - 2021. This research was an experimental type carried out with three replications, using 3.5 kg of soil and 1.5 kg of compost per experimental unit, using a system of bags arranged on the surface. The specific methodology was based on observation. Eleven treatments of 0.5, 1.0, and 1.5% of hydrocarbons were used. Data collection was conducted according to the specified design. Analysis of variance was used, and to test the hypothesis, the Least Significant Difference (LSD) test was applied. The eleven hydrocarbons used are, in turn, the treatments listed below: 95 octane gasoline, 90 octane gasoline, 84 octane gasoline, D2 petroleum, mineral lubricating oil 10W -30, semi-synthetic lubricating oil 5W -30, synthetic lubricating oil 5W - 30, synthetic oil 15W - 40, automatic transmission fluid ATF, multipurpose EP -2 grease, and paraffin, which were inoculated into the soil where the maize of the T-28 marginal variety was cultivated with 1.5 kg of compost as a single dose. It was found that the wet weight of the leaf-stem was slightly higher compared to the root wet weight in the 11 treatments evaluated. Likewise, the maize plant height showed values similar to those found by other researchers. When performing the statistical evaluation of variability for the three study variables (maize plant height, leaf-stem wet weight, and root wet weight), the Least Significant Difference (LSD) test was used for the 11 types of hydrocarbons. It was found that the maize developed without major issues in a medium of paraffin and multipurpose grease, unlike the medium with 95 octane gasoline where a shorter plant height was observed, as well as lower leaf-stem and root weight. Also, in the LSD test for the hydrocarbon concentration level (at 0.5, 1.0, and 1.5%), it was identified that the 1.5% concentration produced a lesser plant vertical measurement and lower leaf-stem and root weight of the cultivated maize compared to the 0.5%.

Key words: *compost, hydrocarbons, corn, and growth.*

INTRODUCCIÓN

La degradación de la tierra debido a los hidrocarburos es un problema global; en la economía peruana, la participación significativa de la industria nacional de hidrocarburos es fundamental tanto para la producción de energía como para diversas actividades industriales y cotidianas, abarcando diversos sectores. Según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y el Organismo de Supervisión de las Inversiones Minero-Energéticas (OSINERMIN), ente rector de la industria de compuestos orgánicos basados en hidrógeno y carbono presentes dentro de nuestras fronteras. Esto asegura un foco en la demanda de hidrocarburos en la región Transporte. campo. con 68% crudo y 24,2% gas natural licuado (1).

Varios informes científicos señalan que el petróleo tiene una repercusión desfavorable en el crecimiento de las plantas, producción, tasa fotosintética, concentración de clorofila e inhibe la emergencia de semillas. La presencia de petróleo tiene un impacto desfavorable en el desarrollo y la actividad microbiana en el suelo. No obstante, se han identificado aproximadamente 60 tipos de bacterias y 80 tipos de hongos que albergan especies capaces de degradar compuestos de hidrógeno y carbono en diversos hábitats y bajo condiciones tanto aeróbicas como anaeróbicas, evidenciando así su capacidad de adaptación (2).

En los suelos, la presencia de hidrocarburos afecta la interacción de intercambio gaseoso con la atmósfera, desencadenando múltiples procesos fisicoquímicos tales como la evaporación y la ósmosis. La magnitud de estas emisiones y procesos depende según el tipo de hidrocarburo, las condiciones de temperatura, humedad y la composición del suelo, o más lento, lo que causaría más toxicidad que la salinidad moderada, alta o extrema. Ello dificultaría el tratamiento. La elevada salinidad tiene la habilidad para degradar la estructura tridimensional de las proteínas, provocar la desnaturalización de las enzimas y llevar a la deshidratación de las células. Este fenómeno afecta negativamente a numerosos microorganismos empleados en la purificación de agua y suelos contaminados (3).

En el capítulo I, este trabajo de investigación buscó conocer el efecto de los subproductos del petróleo en la fisiología vegetal del maíz bajo un soporte de compost de ovino. En esta oportunidad, se simuló una descarga accidental de 11 derivados de petróleo

con 3 porcentajes y con 3 repeticiones en un suelo proveniente de una cuenca fluvial temporal.

En el capítulo II, se evidencian trabajos preliminares relevantes del área de estudio, junto con los fundamentos teóricos y metodológicos en el marco teórico. Asimismo, a partir de los fundamentos teóricos, se ha formulado una conceptualización teórica apropiado para la investigación con el propósito de contribuir de manera científica y académica.

En el capítulo III, la metodología se llevó a cabo considerando información pertinente. Además, se expone la especificación de los límites de el grupo estudiado y se realizó la recopilación de datos apropiados para la investigación.

En el capítulo IV, se presentan los hallazgos obtenidos en este estudio, así como el evaluación estadística y confirmación mediante el uso de la prueba de la diferencia límite de significación (LSD).

Al final, se concluyó que los efectos tóxicos de los hidrocarburos sobre los cambios fenológicos del maíz se ven disminuidos por el empleo del compost en los 11 tratamientos que corresponden a la aplicación de 11 diferentes tipos de hidrocarburos con sus diversos porcentajes de 0.5, 1.0 y 1.5, y sus respectivas repeticiones en un suelo de una cuenca fluvial temporal.

El autor.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

Existen refinerías en el Perú y, en el mundo, que fabrican productos químicos derivados para la síntesis y el transporte de diversos usos industriales (grúas, tanques y otros), que provocan contaminación del suelo y a pesar de las precauciones en cuanto a su uso y almacenamiento. Es factible que dichas sustancias penetren en el suelo en proporciones que excedan el cinco por ciento, umbral establecido. (4).

Los subproductos del petróleo, tales como la gasolina y los aceites lubricantes, juegan un papel fundamental en diversas actividades socioeconómicas (embotelladoras, industrias de alimentos, movilización de vehículos motorizados, entre otros). En el Perú, el uso del petróleo y sus derivados se consideran factores que promueven una industria importante, que es generadora de contaminantes mucho más que Colombia, el mismo que es el principal productor de Sudamérica según la Asociación Peruana de Hidrocarburos (5).

En este sentido, los derrames de petróleo producen un daño adverso en el ecosistema, ya dañan no solo a la tierra, además, afectan a los recursos hídricos subterráneos, contaminándolas. Por lo tanto, es fundamental prevenir, reducir, contener y eliminar los impactos de los derrames de petróleo (5).

Examinar cómo el estiércol afecta la descomposición presencia de compuestos hidrocarburos en suelos afectados por la contaminación de diésel posibilitará su implementación a gran escala en zonas afectadas. Esto demostrará la eficacia de tecnologías de biorremediación para restaurar áreas contaminadas, al tiempo que minimiza los riesgos para la salud de los organismos y agrega valor a los residuos (6).

1.1.2. Formulación del problema

A. Problema General

¿Cuál es el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost, Arequipa - 2021?

B. Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en la altura del maíz?
- b) ¿Cuál es el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en el peso húmedo foliar-tallo del maíz?
- c) ¿Cuál es el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en el peso húmedo radicular del maíz?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost, Arequipa – 2021

1.2.2. Objetivos específicos

- a. Determinar el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en la altura del maíz
- b. Determinar el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en el peso húmedo foliar-tallo del maíz
- c. Determinar el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en el peso húmedo radicular del maíz

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación práctica

Este estudio es para identificar los efectos fitotóxicos de 11 diferentes hidrocarburos con un soporte de compost en el crecimiento del maíz (*Zea mays*) variedad marginal T-28, como planta indicadora, específicamente en las variables de los objetivos. Con este estudio, se quiere enriquecer el conocimiento acerca de los efectos, del impacto ambiental que causan algunos de los diferentes derivados de la industria del petróleo, que nuestra sociedad humana lo usa desde hace mucho tiempo, ya que, por investigación de otros autores, afirmaron ver efectos tóxicos sobre la germinación, crecimiento y evolución de las plantas, entre ellos, el maíz, el girasol, etc.

1.3.2. Justificación metodológica

La estrategia metodológica a utilizar es de carácter experimental, ya que se aplicó 11 diferentes productos de origen petroquímico a un suelo, al que se le proporcionó compost de ovino, y como indicador de los posibles efectos se probó en el crecimiento del maíz; por

ello, es adecuado el enfoque experimental.

1.3.3. Justificación científica

Este estudio tiene como aportación científica dar a conocer el efecto o los efectos que producen diferentes tipos de hidrocarburos en tres porcentajes propuestos (al 1.5, 1.0 y 0.5) en un suelo enmendado con compost de ovino en el que, una vez hidratado este medio de cultivo con agua potable, se sembró maíz (previamente remojado) como planta indicadora para posteriormente dar a conocer los resultados obtenidos. Asimismo, se promueve la utilización el uso del compost hecho a partir de residuos de cosecha agrícola y residuos de las actividades de crianza de animales domésticos.

1.3.4. Importancia

Este trabajo es importante, porque permite conocer el límite del desarrollo germinativo del maíz en un medio de cultivo contaminado artificialmente con diversos porcentajes de diferentes tipos de hidrocarburos bajo un soporte de compost. En él se observó que, a pesar de estar sometida la semilla del maíz a un medio hostil, se pudo enraizar y crecer, y mostrar características inusuales tales como el desarrollo delgado del tallo, hojas delgadas y flácidas, retardamiento de la floración, floración incompleta a comparación de una planta de maíz cultivada en condiciones tradicionales la misma que no tuvo problema alguno. Asimismo, se dará utilidad al compost hecho en base a residuos vegetales de cosecha y estiércol de ovino.

1.4. Hipótesis y variables

1.4.1. Hipótesis General

H_r: Existe una relación entre el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar-tallo y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.

1.4.2. Hipótesis nula

H₀: No existe un vínculo entre el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar-tallo y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.

1.4.3. Hipótesis alternativa

H_a: Existe una relación entre el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar-tallo como el peso húmedo

radicular de maíz (*Zea mays*).

1.4.4. Variables

1.4.4.1. Variables independientes:

Hidrocarburo

Dimensiones: son los 11 tipos de hidrocarburos

- Combustible de 95 octanos
- Combustible de 90 octanos
- Combustible de 84 octanos
- Petróleo D2
- Aceite lubricante mineral 10W – 30 nuevo
- Aceite lubricante semi sintético 5W – 30 nuevo
- Aceite lubricante sintético avanzado 5W – 30 nuevo
- Aceite sintético multigrado 15W – 40 usado
- Líquido de transmisión automática super ATF
- Grasa multipropósito EP-2 Lithium
- Parafina (cera de velas)

Indicadores: Niveles porcentuales del hidrocarburo (0.5, 1.0 y 1.5) inoculados en la unidad experimental

Compost

Dimensiones: No tiene dimensiones

Indicadores: Es la aplicación de compost en la unidad experimental (tiene dosis única)

1.4.4.2. Variable dependiente:

Crecimiento del maíz

Dimensiones: Crecimiento longitudinal del maíz, altura, peso húmedo foliar-tallo, peso húmedo radicular.

Indicador: Crecimiento longitudinal en centímetros y ganancia de peso en gramos: tanto en peso húmedo foliar-tallo como en peso húmedo radicular del maíz: *Zea mays* L. de la variedad marginal. T-28.

1.4.5. Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR
INDEPENDIENTE	Hidrocarburos	Se conoce como hidrocarburo al compuesto de tipo orgánico que surge al combinar átomos de hidrógeno, en este compuesto la forma molecular se basa en átomos de carbono enlazados con átomos de hidrógeno. Estas cadenas de átomos de carbono pueden ser abiertas o cerradas y lineales o ramificadas (47).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gasolina de 95 octanos 2. Gasolina de 90 octanos 3. Gasolina de 84 octanos 4. Petróleo D2 5. Aceite lubricante mineral 10W – 30 nuevo 6. Aceite lubricante semi sintético 5W – 30 nuevo 7. Aceite lubricante sintético avanzado 5W – 30 nuevo 8. Aceite sintético multigrado 15W – 40 usado 9. Líquido de transmisión automática super ATF 10. Grasa multipropósito EP-2 Lithium 11. Parafina (cera de velas) 	Niveles porcentuales del hidrocarburo (0.5, 1.0 y 1.5) inoculados en la unidad experimental
INDEPENDIENTE	Compost	El compost: “es un abono orgánico prehumificado que resulta de la descomposición y alteración biológica aeróbica de residuos orgánicos de origen vegetal (rastros de cultivos y malas hierbas) y animal (estiércol fresco y/o almacenado), con la aplicación de cenizas El resultado final es un compost rico en nutrientes, vitaminas, hormonas y sustancias mucilaginosas” (42).	No tiene dimensiones	Es la aplicación de compost en la unidad experimental (tiene dosis única)
DEPENDIENTE	Maiz (<i>Zea mays</i>)	“La noción de maíz, procedente del taíno mahis, alude a una planta que forma parte del grupo familiar de las gramíneas. Puede alcanzar una altura de hasta tres metros, con un tallo de gran grosor, hojas puntiagudas y flores femeninas y masculinas. Existen múltiples variedades de maíz” (48).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Longitud del vegetal 2. Peso húmedo foliar-tallo 3. Peso húmedo radicular 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crecimiento/ausencia longitudinal en centímetros 2. Ganancia/ausencia de peso en gramos 3. Ganancia/ausencia de peso en gramos

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes encontrados en artículos científicos

Introducción: En este estudio, se exploró la evaluación del desempeño de las plantas en terrenos perjudicados debido a la existencia de crudo, lo que facilitó la identificación y elección de especies que actúan como indicadores de dicha contaminación. El objetivo de l estudio fue examinar el impacto la repercusión del petróleo en la variedad, extensión y rendimiento de una pradera en el país de México. El metooda aplicado en esta investigacion se fundamento basó en evaluar varias concentraciones de petróleo fresco y envejecido en la germinación, desarrollo, biomasa aérea y radical, así como la cantidad global de nódulos. El pastizal se fragmentó en cuatro zonas, clasificadas de acuerdo con la cantidad total de hidrocarburos del petróleo (HTP): 150, 2791, 9035 y 79457 mg·kg⁻¹. Aunque se observó una mayor variedad de plantas en los dos sectores con mayores niveles de contaminación, la producción de biomasa disminuyó hasta un 50% en comparación con el sector con menor concentración de HTP. Se llevaron a cabo tres experimentos sucesivos, uno con plántulas expuestas al petróleo durante 32 días y dos con plantas durante 150 días, utilizando un diseño aleatorio y arreglo factorial que incluyó las variedades botánicas *Echinochloa polystachya*, *Brachiaria mutica*, *Cyperus articulatus*, *Cyperus sp.* y *Mimosa pigra* fueron sometidas a tres niveles de concentración diferentes (50000, 100000 y 150000 mg·kg⁻¹), con el propósito de contrastarlas con el petróleo intemperizado (79457 mg·kg⁻¹). Se siguió el procedimiento estandarizado según el protocolo OCDE N° 208 con el fin de analizar el impacto tóxico en las plántulas. Se desarrolló un protocolo específico para evaluar la germinación, altura, raíz, biomasa y cantidad de nódulos estudiaron destaca que la germinación mostró una correlación positiva con las concentraciones más altas de petróleo intemperizado, pero hubo una disminución en el desarrollo, longitud de las raíces, biomasa y cantidad de protuberancias en las plántulas. En el caso de las plantas, todas las variables se redujeron. Se identificaron como las especies más susceptibles y efectivas como indicadores de grados nocivos a *E. polystachya* y *B. mutica* en plántulas, y *M. pigra* en plantas (7).

La investigación tuvo como objetivo investigar el impacto de los hidrocarburos en hongos que generan micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) tanto en entornos naturales

como en instalaciones de laboratorio. El enfoque metodológico aplicado en la investigación implicó el uso de plantas de alfalfa (*Medicago sativa*) con y se realizaron trasplantes en condiciones de campo en zonas afectadas por hidrocarburos y en áreas de control sin contaminación, sin la introducción intencional del endófito *Glomus mosseae*. Los resultados indican que la presencia de hidrocarburos, tanto en entornos de terreno como en entornos de laboratorio, disminuyó la presencia en las raíces. En el campo, en suelos contaminados, se notaron los niveles superiores de colonización cuando las plantas fueron previamente inoculadas. En el laboratorio, la colonización fue más efectiva cuando el hongo MVA colonizó las raíces previo al contacto con el hidrocarburo. La conclusión principal de este estudio destaca que *G. fasciculatum* demostró mostrar mayor eficacia que *G. mosseae* en estimular el desarrollo de las plantas de alfalfa. (8).

El objetivo del estudio se basó en establecer de manera empírica la conexión, la variación en la cantidad de petróleo crudo altamente viscoso o extrapesado envejecido y un sustrato arcilloso y sus efectos en términos de efectos tóxicos inmediatos, aptitud en condiciones naturales, temperatura y desarrollo de una especie de pasto tropical destinado al pastoreo (*Brachiaria humidicola*). El procedimiento utilizado en este análisis incluyó la utilización de concentraciones elevadas de este tipo de hidrocarburo (29279 mg/kg), resultando en una toxicidad aguda leve (Microtox®) con un valor CE50 de 63200 a 76400 mg/kg. Sin embargo, se observaron consecuencias graves en cuanto a un aumento significativo en la temperatura del suelo (+1,3 °C), disminuciones en la capacidad de campo (-10,7%) y la biomasa aérea (-97%). Las conclusiones del estudio destacan que a lo largo del periodo experimental (un año), la descomposición biológica fue directamente proporcional a la generación de biomasa (coeficiente de correlación $r = 0,997$), indicando así una interacción colaboración sinérgica entre los microorganismos que degradan los hidrocarburos del petróleo presentes en la zona de las raíces del pasto (9).

Introducción: La presencia de hidrocarburos tóxicos y carcinogénicos productos derivados del petróleo en los ecosistemas representa un desafío ambiental. Como respuesta a esto, se han implementado estrategias como la biorremediación, que emplea microorganismos capaces de descomponer hidrocarburos para limpiar áreas contaminadas. No obstante, es importante tener en cuenta que algunos de estos microorganismos pueden biotransformar estos compuestos, generando metabolitos que podrían ser aún más tóxicos. La investigación tuvo como objetivo identificar la eventual generación de compuestos

nocivos, por lo que se han desarrollado ensayos de toxicidad para evaluar la germinación y el desarrollo de plántulas de *Lactuca sativa*, como punto de referencia. La metodología empleada en este estudio se centró en analizar los impactos tóxicos o estimulantes de tres hidrocarburos aromáticos policíclicos: fenantreno, naftaleno y pireno. Además, se analizó el impacto del crudo extrapesado Carabobo y sus componentes de saturados y aromáticos, junto con la valoración del posible impacto tóxico de hidrocarburos que fueron biotratados con *Penicillium aculeatum* (BM-83). Los resultados indican que se pudo comprobar que las concentraciones bajas de naftaleno, fenantreno, pireno y saturados tuvieron como resultado un impulso para el desarrollo de las plántulas de *L. sativa*. Las conclusiones de el estudio resaltan que la secuencia de toxicidad de los hidrocarburos de acuerdo al índice IIF fue la siguiente: naftaleno (100) > fenantreno (65) > pireno (64) > aromáticos (27) > CEP (7) > saturados (1). El IIF se demostró que el hongo BM-83 fue capaz de convertir los hidrocarburos sin generar adicionalmente elementos perjudiciales que los primeros. (10).

El trabajo tuvo como propósito evaluar los impactos tóxicos generados por un sustrato afectado por petróleo reciente en los vegetales de *Phaseolus vulgaris*. La metodología empleada en este estudio consistió en desarrollar un índice completo de fitotoxicidad que engloba siete parámetros, los cuales fueron medidos mediante índices relativos de fitotoxicidad en aspectos como la estatura, longitud de las raíces, cantidad de nódulos y peso seco de la biomasa (foliar, radical, del fruto y total). Además, se determinaron los coeficientes de correlación (R^2). El ensayo biológico se realizó en un entorno de túnel de plástico, analizando los impactos nocivos del petróleo en las plantas de frijol negro (*P. vulgaris* L.) después de 100 días. Los resultados señalan que al día 100, el detrimento fisiológico fue de [emergencia ($R^2 = 0.89$; $b = -3.427$); altura ($R^2 = 0.84$; $b = -0.0029$); longitud radical ($R^2 = 0.62$; $b = -0.001$); número de nódulos ($R^2 = 0.68$; $b = -0.0092$) y biomasa total ($R^2 = 0.77$; $b = -0.0014$)] de las plantas presentaron una relación inversa con la concentración de los HTP en el suelo, con discrepancias entre los enfoques (Tukey $p \leq 0.05$). Las conclusiones de la investigación resaltan que en el día 68 del experimento, se notó que las plantas mostraron signos de marchitez a concentraciones más altas de 3000 mg/kg HTP (11).

Introducción: el estudio de las implicaciones de los residuos de hidrocarburos en suelos agrícolas después de un procedimiento de restauración se presenta como un tema de suma importancia debido a sus impactos en la sociedad. La investigación tuvo como

objetivo restaurar un sustrato agrícola afectado por un vertido de diesel. En este trabajo, se examinó la eliminación de antraceno introducido en un suelo de Acatzingo, con niveles iniciales establecidos de 200 y 400 mg kg⁻¹, mediante el empleo de plantas de relevancia agrícola en la zona, como maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), para llevar a cabo la fitorremediación durante periodos de 15 y 30 días en condiciones de invernadero. La estrategia metodológica utilizada en este estudio involucró la realización de experimentos en macetas de 250 g, analizando la eliminación de antraceno en el suelo (%) y su concentración residual en las raíces, así como el impacto del antraceno la medición de la altura de las plantas, la longitud de las raíces, el peso seco de la planta y la raíz, y el recuento de hojas. Los resultados indican que se logró una reducción de hasta el 84% en la concentración de antraceno en el suelo después de 30 días de crecimiento de maíz y frijol, especialmente en las condiciones de tratamiento que contenían 400 mg de antraceno por kg de suelo. Las conclusiones del estudio resaltan que, después de 30 días, la longitud de las raíces mostró un mayor desarrollo en los tratamientos con 400 mg de antraceno por kg de suelo (maíz: 32.0 cm; frijol: 31.9 cm) en comparación con los tratamientos que tenían 200 mg de antraceno (maíz: 26.8 cm; frijol: 33.1 cm) (12).

Introducción: Los ensayos biológicos con plantas se perfilan como una herramienta destacada en la valoración del riesgo ambiental, especialmente al emplear semillas de plantas vasculares dada su mayor sensibilidad. El propósito de la investigación fue analizar la conducta de especies vegetales autóctonas como indicadores impactos biológicos de la contaminación ambiental causada por petróleo, comparándolo con un bioindicador estándar. La metodología consistió en evaluar el índice de germinación (IG) de *Lactuca sativa* L., *Atriplex lampa* (Moq.) D. Dietri. y *Prosopis denudans* Benth. se llevó a cabo en treinta muestras de suelo obtenidas de un sitio de extracción de petróleo, con el propósito de identificar posibles efectos fitotóxicos. Las conclusiones destacan que la germinación de *Atriplex lampa* (Moq.) D. Dietri. y *Prosopis denudans* demostró ser más robusta en suelos afectados por la contaminación de un yacimiento petrolífero en comparación con el bioindicador de referencia empleado (*Lactuca sativa* L.) (14).

Introducción: El aumento en la liberación de desechos industriales y domésticos, los vertidos de hidrocarburos y la existencia de distintos productos químicos han provocado graves problemas de polución en los cuerpos de agua. Esto hace imperativa la aplicación urgente de metodologías apropiadas que posibiliten la evaluación de la caracterización y los

modos en que los contaminantes afectan a los organismos vivos. La investigación tuvo como objetivo realizar un simulacro para identificar los impactos mortales de los derrames de hidrocarburos en el Golfo de México que alcanzaron los campos de cultivo de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L). La estrategia metodológica empleada en este estudio comprendió la realización de cuatro ensayos biológicos a partir de un plan totalmente aleatorio para evaluar los niveles de hidrocarburos al 100 %, 50 %, 10 %, 6 %, 5 %, 2 %, 1 % y 0.1 %. Los hallazgos indican que, a las 72 horas, la concentración media letal (CL50) de los hidrocarburos provenientes del derrame fue del 4% (40,000 ppm) el ajuste mediante mínimos cuadrados y del 3.1% mediante el método Finney (15).

Objetivo: Se examinó el impacto de un derrame de petróleo artificial y la utilización de un agente remediativo en el proceso de la iniciación del crecimiento de las semillas y el desarrollo de plántulas de dos cepas de maíz, a saber, la variedad Cariaco de grano blanco y la variante Criollo de grano amarillo. La metodología empleada en este estudio implicó llevar a cabo la investigación en entorno de invernadero. Cada bolsa estaba compuesta por 1 kilogramo de suelo Ultisol de sabana, el cual fue deliberadamente contaminado de manera intencionada (imitando una contaminación del 20%). Se administraron 50 gramos del agente remediativo. Se adoptó un diseño experimental de bloques aleatorios con tres repeticiones. Se utilizó el análisis de varianza no paramétrica de Friedman, y se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa para identificar discrepancias entre intervalos. Se evaluaron los siguientes tratamientos: 1) sin la presencia de aceite y el uso de un agente de remediación, únicamente siembra; 2) aplicación del producto de manera inmediata tras el derrame de petróleo y la siembra realizada en la misma jornada; 3) aplicación del remedio justo después del derrame de petróleo, seguido de la siembra a los 15 días; 4) después de 15 días de haberse producido el derrame de petróleo, se aplicó el agente remediativo y se llevó a cabo la siembra de inmediato; y 5) después de 15 días de producirse el vertido de petróleo, se aplicó el agente remediativo y se llevó a cabo la siembra después de ese periodo. Se realizó una fertilización con 500 kilogramos de 12-24-12 por hectárea. Los resultados señalan que dos variedades de maíz mostraron respuestas distintas ante el derrame de petróleo y la aplicación del agente remediativo. Los tratamientos 3 y 5 exhibieron similitudes con el grupo de control en todas las características evaluadas para el maíz de grano blanco, en tanto que, para el maíz de grano amarillo, las características en los tratamientos 4 y 5 fueron comparables al grupo de control en todos los aspectos (16).

Introducción: En la actualidad, se registra una significativa producción de residuos de hidrocarburos derivados del uso de combustibles fósiles, los cuales generan impactos adversos en organismos y entornos biológicos. Especialmente, los aceites para lubricación de vehículos usados constituyen uno de los contaminantes más persistentes debido a su prolongada duración y proceso lento de descomposición. La estrategia metodológica empleada en este estudio incluyó la supervisión constante de los niveles de temperatura, pH y humedad del sustrato durante todo el periodo de desarrollo de ambas especies. Los resultados indican que se registró un índice de germinación superior en las plántulas de *P. coccineus* (78 %), los parámetros que definen la evaluación de toxicidad para dichas especies (estatura de la planta, diámetro del tallo, tamaño de las raíces, cantidad radicular y contenido de clorofila) presentaron disparidades notables entre los suelos tratados con aceite utilizado y la tierra de control ($p \leq 0.05$). La evaluación de correlación reveló que las variables más vinculadas han sido la estatura y el tamaño de las raíces ($R^2 = 0.74$) y longitud de las raíces y el volumen radicular ($R^2 = 0.85$). Las conclusiones de la investigación resaltan que la especie que mostró una mayor resistencia a las concentraciones de aceite fue *P. coccineus*, esto indica que, incluso después de una anterior descomposición de microbios, el suelo analizado mantiene residuos de hidrocarburos que podrían no permitir el desarrollo de *V. faba* y *P. coccineus* (17).

Introducción: Por varias décadas, se filtró petróleo crudo emulsionado con aguas de formación desde una zona ambientalmente afectada a lo largo de las orillas del lago Titicaca. La investigación tuvo como objetivo calcular la extensión del suelo afectado y degradado por dicha fuente de contaminación, así como se busca analizar cómo afecta esto a la flora y vegetación natural en Ahuallani, Puno, Perú. La metodología usada en el presente estudio consistió en delimitar el área de investigación se estudió utilizando imágenes de Landsat, que se separaron en áreas más o menos afectadas utilizando la aplicación informática QGIS, y las margens de la zona fueron bioreferenciadas in situ. Según los hallazgos, la superficie total contaminada era de 96.54 ha, con 94.8 ha (98.2%) formando una zona de dispersión (ZD) del líquido contaminado, donde se identificó una extensión de 29.7 hectáreas degradada con una falta total de vegetación y otra región de 65.1 hectáreas con presencia de halófitas. Se distingue, además, una región cercana al pozo donde se originaba el flujo de petróleo crudo (ZP) y un área del canal (ZC), ambas representaron el 1.8 % del territorio afectado. La región ZP tenía más diversidad de flora, con 22 especies, mientras que la zona *Halophytes* sólo tenía tres; la densidad era estadísticamente igual, con 30.33 plantas por metro cuadrado

para la ZP, 20.33 plantas para la zona ZC, y 13.67 plantas para el área Halophyte. De la misma manera, para ZP, el $H' = 0.900.33a$ y el $D = 0.720.13$, para ZC, el " H " = 0,900.33, y para D = 0,670.15, y para ZD, el " H " = 0,160.11b y el " D " = 0.490.10, según J'ZP y ZD (19.35% de similitud), y la densidad de vegetación ZD = 30.33, ZC = 20.33 y ZD = 13.67. Las conclusiones del estudio enfatizan que la presencia natural de *Sarcocornia pulvinata*, cuenta con un valor prometedor para su aprovechamiento como una estrategia de fitorremediación en esta área (18).

Introducción: Cuando hay suelos contaminados con petróleo, se crea un ambiente propicio para microorganismos que emplean la molécula como fuente de carbono esencial para sus procesos metabólicos. Las poblaciones de microbios se expanden velozmente en la región de la rizosfera, que aumentan aumentando las oportunidades de eliminar el contaminante. El propósito de la investigación fue analizar el vínculo entre bacterias hidrocarbonoclastas (HCT) y hongos aislados de las rizosferas de plantas que crecen en suelos de Minatitlán, Veracruz (*Chamaecrista nictitans* y *Panicum sp.*) luego de ser introducidos en un suelo infectado con 25.000 mg/kg de aceite crudo, donde cultivaron posteriormente granos (*Phaseolus vulgaris L.*) y maíz (*Zea mays L.*). Asimismo, se investigó la eliminación del agente infeccioso mediante la interacción entre frijol, maíz, bacterias y hongos hidrocarbonoclastas. En condiciones de invernadero, se llevaron a cabo tres experimentos (frijol solo (F), maíz solo (M) y asociación frijol-maíz (FM)), distribuidos según un diseño experimental completamente aleatorio; individualmente el experimento tuvo seis repeticiones de seis tratamientos diferentes: a) bacterias + plantas, b) bacteria + hongo + planta, c) sin microorganismos + plantas; d) bacterias no vegetales; y f) sin microbios, sin plantas. Se analizaron las velocidades de descomposición de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) y las comunidades microbianas en los períodos de 28 y 48 días posteriores a la siembra. Los datos muestran que a 48 dds, hay más bacterias HCT (6.03×10^8) y hongos HCT (2.75×10^5) en la rizosfera de grano-manzanilla + bacteria + hongo. La zona de las raíces del maíz inoculada con bacterias (HCT) facilitó la tasa más alta de eliminación de HTP en esa fecha específica. La conclusión del estudio destaca la relevancia de los microorganismos hidrocarbonoclastas en la rizosfera para la eliminación del petróleo (19).

Introducción: el Activo Cinco Presidentes, es el área que presenta el mayor número de eventos de derrame de petróleo en el suelo, causando perjuicios al pasto y la flora autóctona, en el estado de Tabasco, México. El propósito del estudio fue analizar cómo el vertido de petróleo afectó las características de cinco secciones de terreno y la cantidad de

biomasa seca producida por tres tipos de pastos tropicales en suelos afectados por estos vertidos. La metodología usada en el presente estudio se identificaron los derrames en diversas unidades de suelo, y se tomaron muestras de suelo sin perturbaciones, conocidas como MSI, mediante el uso de tubos de PVC con un diámetro de 20 cm y una altura de 30 cm. Estas muestras fueron recogidas en cada una de las cuatro secciones identificadas visualmente, las cuales se distinguieron según la variación de color, con énfasis en la zona central, los bordes, las áreas con manchas y las áreas sin manchas. Los tallos de las especies fueron trasplantados y cultivados debajo de una malla de sombra: *Brachiaria humidicola* [(Rendle) Sch.], en MSI de Antrosoles y Acrisoles; *Echinochloa polystachya* [(H.B.K.) Hitchcok], en MSI de Gleysoles1; y *Brachiaria mutica* [(Forksskal) Stapf], en MSI de Gleysoles2 e Histrosoles. La investigación se realizó empleando un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones. Los hallazgos indican que la liberación de petróleo condujo a un incremento en el contenido de materia orgánica en el Antrosol, el Acrisol y el Gleysol; de Na, en el Gleysol; y la acidez, en el Acrisol y el Gleysol1. El impacto del petróleo fue adverso durante la etapa inicial de crecimiento de los pastos, pero se observó un efecto positivo, una vez que las plantas estaban en una etapa más avanzada de desarrollo. Las conclusiones de la investigación resaltan que todos los pastos, cuando se mantienen adecuadamente con P y Ca, pueden ayudar a la rehabilitación de suelos infectados; sin embargo, el pastoreo húmedo en Antrosoles es el más prometedor (21).

Introducción: La actividad manufacturera, el traslado de carburantes y escapes de contenedores y tuberías a menudo resultan en derrames de hidrocarburos durante su manipulación y uso, generando contaminación del suelo con la posibilidad de afectar las capas freáticas. Entre los métodos empleados para remediar suelos contaminados, la fitorremediación destaca como un método para eliminar sustancias contaminantes. que busca restaurar la salud del suelo se mejora al unir la influencia de las plantas con la presencia de microorganismos que están asociados a ellas. La investigación tuvo como objetivo remediar. En el sitio en cuestión no se utilizaron fertilizantes ni se insertaron bacterias particulares reconocidas por su habilidad para corregir la situación, sino que se confió en la actividad inherente de los micropartículas presentes (remediación natural). Algunos componentes biológicos de la tierra pueden ser utilizadas para supervisar el avance de un procedimiento de fitorremediación. El procedimiento usado en este análisis incluyó el uso de dos niveles de diésel en el suelo (1 y 2%), con la presencia de las plantas *Spartina argentinensis* y *Melilotus alba*. Se llevaron a cabo evaluaciones de la actividad respiratoria, la cantidad de biomasa microbiana y la proporción respiratoria se evaluaron en dos instantes distintos. Los

hallazgos indican que, al aproximarse al término del experimento, la presencia de diésel aumentó la producción de CO₂. La cantidad de microorganismos aumentó con la menor cantidad de diésel, pero la concentración más alta probablemente causó un efecto nocivo en los microbios. Por lo tanto, la mayor influencia debido a la concentración del contaminante (2% de diésel) se notó mediante el indicador qCO₂. Las conclusiones extraídas de la investigación subrayan la relevancia de los parámetros analizados, ya que proporcionan información acerca de la reacción de las comunidades microbianas del suelo frente a la presencia de diésel (22).

Objetivo: en esta investigación, se analizaron los efectos adversos que la contaminación con petróleo crudo en un suelo Gleysol mólico influye en el desarrollo de plántulas de dos variedades de leguminosas. El método utilizado en este estudio involucró el uso de un Índice de Impacto Fitotóxico (IIF) que considera cinco criterios distintos para valorar el impacto de forma global, evaluados mediante índices relativos de impacto (IRIF(x)) para los aspectos de emergencia, altura, longitud de las raíces, masa vegetal aérea y masa vegetal subterránea. Los bioensayos fueron llevados a cabo en condiciones semicontroladas mediante un diseño aleatorio completo con tres repeticiones, con el objetivo de evaluar la sensibilidad de *Leucaena leucocephala* y *Crotalaria*, indican diversas concentraciones de HTP (hidrocarburos totales del petróleo). Los resultados indican que, en términos generales, se evidenciaron efectos altamente significativos ($P \leq 0.01$) al incrementar la concentración de HTP en el sustrato. La emergencia de *L. leucocephala* fue 29 % menor con 80 000 mgkg⁻¹ de HTP, mientras que *C. incana* disminuyó 30 % con 32 000 mgkg⁻¹ de HTP. En comparación con los grupos de control, ambas especies mostraron un retraso de cinco días en el proceso de germinación de las plántulas al estar expuestas a concentraciones elevadas de HTP. En ambas especies, se detectó una reducción significativa en la acumulación de materia seca (MS) cuando las concentraciones de HTP superaron los 20,000 mg/kg. Las conclusiones obtenidas del estudio resaltan que los índices integrales de fitotoxicidad (IIF) respectivos disminuyeron en un 50% con concentraciones de 80,000 y 25,000 mg/kg de HTP; no obstante, *L. leucocephala* no mostró efectos significativos con 10,000 mg/kg de HTP. En cuanto a la CE50 en *L. leucocephala*, esta se alcanzó con 80,000 mg/kg de HTP, mientras que en *C. incana*, este parámetro se evidenció a partir de 25,000 mg/kg de HTP (23).

Introducción: Debido a las actividades realizadas por los seres humanos, se originan aguas residuales que pueden contener elementos tales como hidrocarburos, metales pesados

y otros agentes contaminantes. Grandes cantidades de derivados del petróleo como el diésel, la gasolina y el benceno son generados, lo que supone un riesgo significativo de contaminación para el suelo y el agua. Utilizar agua con diésel y gasolina, o una mezcla de ambos, indica daño y muerte de plantas. Por otro lado, se sabe que el desecho contiene minerales indispensables para el crecimiento de las plantas, por lo que podría emplearse como agua de riego, según la concentración, aquellos con hidrocarburos conforme a la metodología utilizada en el presente estudio. Las diferencias estadísticas entre todas las variables evaluadas se determinaron utilizando un análisis de variación (ANOVA) y un examen de Fisher mediano LSD. Los hallazgos indican que las plantas lograron completar su ciclo de fructificación mediante la aplicación de 15 mg L⁻¹ y 30 mg L⁻¹ de benceno y petróleo. Los hallazgos de la investigación destacan que el tratamiento con 30 mg de diésel redujo el Brix en el fruto a 23,96, 18,7 y 0,10 mmol kg⁻¹; también aumentó la conductividad eléctrica a 4.53 dS m⁻¹ y provocó la muerte de 55% de las plantas (24).

2.1.2. Antecedentes encontrados en tesis

Objetivo: La finalidad principal de este estudio fue analizar el impacto de la contaminación con una mezcla de hidrocarburos en una especie de manglares, germinales de *Avicennia*, mediante la concentración de clorofila como indicador de daño a la fotosíntesis en la especie. El método utilizado en este estudio consistió en comparar dos sitios, uno conocido como sitio contaminado (SC) y otros conocidos como sitio testigo (ST). En el primer caso, se presentan concentraciones más altas de hidrocarburos en el suelo, medidas como hidrocarburos de fracción pesada (HFP), en contraste con el sitio del testigo. Esto se hizo para determinar los efectos que la presencia de hidrocarburos podría tener en la especie de manglares, y los factores ambientales no relacionados con los hidrocarburos que podrían tener un impacto en el organismo en estudio. Al mismo tiempo, se examinó la viabilidad de sustituir el método tradicional de cuantificación de la clorofila (método destructivo) por un método no destructivo utilizando un medidor portátil. Esto se creó con el objetivo de evaluar la posibilidad de utilizar el fósforo como un indicador de exposición a hidrocarburos en el medio ambiente para la especie en cuestión. Los hallazgos indican que hubo variaciones notables en todos los indicadores fisiológicos evaluados entre las localizaciones, lo que sugiere que la SC tiene circunstancias más desfavorables. Si bien la salinidad y los HFPs eran mayores en el SC y el fósforo recuperable mostró las mayores cantidades en el ST, las otras características cuantificables del suelo, el pH y el nitrógeno total, no mostraron variaciones significativas entre los sitios. Para determinar cuáles factores eran más interactivos, se analizaron los índices de correlación y determinación sobre la base de los

hallazgos de ambos sitios (Contaminated and Witness). Esto dio como resultado un valor de correlación general de 0.91, lo que indica un fuerte vínculo entre la eficiencia fotosintética y el contenido de HFP en el suelo, al presentar un coeficiente de correlación general de -0.91. Si bien la salinidad mostró una tendencia a afectar todas las características fisiológicas y estructurales cuantificables, las otras variables analizadas tuvieron interacciones con valores de correlación inferiores a 0.67. Los resultados de este estudio incluyeron la conclusión de que los HFP tienen, de hecho, un impacto negativo en las características fisiológicas y estructurales evaluadas en la especie *A. germinans*. Como concluye la investigación, la eficiencia fotosintética demostró una fuerte sensibilidad a los hidrocarburos presentes en el suelo, lo que sugiere que podría utilizarse como un indicador ambiental del tipo objeto de estudio de exposición a este contaminante (25).

Introducción: El estudio actual nos ha permitido descubrir que el aceite de motor usado es un componente químico de los vehículos de motor cuyos residuos se tratan con gran cuidado debido a su alta toxicidad para el medio ambiente. Debido a la relevancia de los temas analizados en este estudio, se argumentó que, al aplicar el marco metodológico, es coherente que la investigación adopte un enfoque experimental, dado que empleamos el método científico junto con un enfoque cuantitativo, con el propósito de enlazar el nivel explicativo del estudio. Los resultados muestran que, al ser diseñados para mostrarlos a través de las tablas utilizadas tanto para los granos de cápsula como para el trigo, se demostró que la concentración de 75 000 mg/Lt tenía una supervivencia menor que las concentraciones de 10000 mg/ Lt, 20 000 mg-Lt, 40,000 mg-lt y 55,000 mg- lt, en lo que respecta al crecimiento de la raíz de la capsula Bean. El estudio concluyó que las concentraciones de 40000 mg/Lt producían un mejor crecimiento de las raíces, y que las koncentraciones de 20000 mg/T producían más crecimiento de la raíz en el trigo (26).

Introducción: La fitorremediación se está volviendo cada vez más popular como una técnica ecológica, rentable y estéticamente agradable para curar las zonas contaminadas. El objetivo del estudio era investigar las respuestas de germinación y supervivencia de *Tithonia tubaeformis* a los contaminantes derivados del petróleo. En el estudio actual realizaron un bioanálisis para analizar los contaminantes (gasóleo: 0.1.96%, 3.93%, aceite automático usado: 0.2.75%, 5.5%) y los nutrientes (con y sin adición). Los datos demuestran variaciones en la germinación % y velocidad. En ambas concentraciones, la gasolina era la más nociva. El contenido de HTP en el substrato disminuyó (64% en los tratamientos con gasóleo y 51% en el tratamiento con aceite). La conclusión principal del estudio subraya la importancia de

realizar estudios sobre el terreno, con la debida precaución debido a su carácter invasivo, ya que la propagación de esta especie puede ofrecer una dificultad (30).

Introducción: *Cyperus laxus* es una especie pionera de planta invasora que se encuentra en el sur de México en las zonas dañadas por derrames de petróleo en Tabasco. Investigaciones previas sobre la fitoremediación del suelo desde estos lugares han demostrado que esta especie puede eliminar niveles sustanciales de hidrocarburos de petróleo (>300.000 ppm), incluidos los poliaromáticos (HPA), con la ayuda de su rizosfera. Sin embargo, el proceso por el que esta especie elimina tales productos químicos, particularmente en ausencia de microbios, así como la influencia de los hidrocarburos en la germinación y la fisiología de las plantas, no están claros. Sólo que obtuvo una concentración fatal para la germinación, según los datos. Además, después de tres semanas de terapia FNN, el espesor de las hojas aumentó notablemente, generando curvaturas de hasta 180°. Tanto fenanteno libre como algunos metabolitos de oxidación que son espectralmente comparables a los generados por hongos filamentosos durante la descomposición de hidrocarburos se encontraron en el perfil del compuesto fenólico del tratamiento de fenanthenol en la hoja y la raíz, lo que sugiere que la planta puede estar metabolizándolo además de traslocarlo (31).

2.2. Bases teóricas

En seguida, se da a conocer las bases de teoría, para sustentar las variables de estudio en la determinación del rendimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost del maíz evaluado en la provincia de Arequipa - 2021.

2.2.1. Hidrocarburos

La industria de la refinación del petróleo dispone de grandes variedades de procesos físicos y químicos destinados a convertir el petróleo crudo en productos petrolíferos de mayor valor económico (33).

Entre los derivados de petróleo se puede tener:

- Gasolina y octanaje.

Se trata de una combinación de hidrocarburos livianos empleada como gasolina en motores de combustión interna y tiene una variedad de aplicaciones industriales, incluida la descarbonización, solvente y materia prima para la síntesis. Se produce por destilación de petróleo o carbón hidrogenado o dióxido de carbono. La destilación

fraccional produce gasolina, un hidrocarburo derivado del petróleo. El octanato del combustible define su capacidad explosiva, lo que influye en la creación de la energía necesaria para empujar el pistón del motor. En otras palabras, los motores de octanato más bajo requieren menos compresión para comenzar, lo que podría resultar en una reducción de la potencia (34).

- **Diésel.**

El diésel, comúnmente conocido como gasóleo o diesel, es un tipo de hidrocarburo líquido. Se crea mediante la destilación del aceite a temperaturas que van de 200 a 380 grados Celsius (35).

- **Aceite lubricante mineral automotriz 10W - 30.**

Es un aceite multigrado de mayor calidad para motores de automóviles de pasajeros. Es un aceite mineral premium para motores que cumple los criterios más recientes de la industria del aceite de motor. Están diseñados para proporcionar un alto grado de rendimiento y protección en la mayoría de las circunstancias de trabajo. Sus características y ventajas incluyen protección del motor durante el arranque, protección extendida contra el desgaste del motor y la formación de depósitos, ayuda en la eliminación de barro, y está diseñado con precisión para satisfacer los criterios más estrictos de los motores de hoy. Proporciona una excelente protección del motor y ayuda en la longevidad del motor. (36).

- **Aceite lubricante semisintético automotriz 5W- 30.**

Se trata de un aceite de motor semi-sintético de alta calidad mejorado que cumple los criterios más recientes de la industria. Está destinado a brindar protección y rendimiento excepcionales en las situaciones más difíciles. Es un lubricante bien probado en la industria, por lo que puede tener plena confianza de que recibirá el rendimiento que desea de su coche. Este aceite tiene una composición semisintética de baja fricción que mejora el rendimiento del motor y la economía de combustible. El Instituto Americano de Petróleo (API) describe el lubricante del motor de viscosidad 5W-30 como un lubrador del motor "Conservación de recursos" que cumple o supera los estándares ILSAC GF-5 / API SN Plus, que son compatibles con las especificaciones de rendimiento anteriores como API SN, SM, SL, SJ, y las categorías anteriores ILSAC (37).

- **Aceite lubricante sintético avanzado automotriz 5W – 30.**

Se trata de un aceite para motor completamente sintético de última generación diseñado para ofrecer una protección óptima al motor y conservar su rendimiento como recién estrenado durante un intervalo de hasta 10,000 millas entre cambios de aceite. Este aceite satisface o supera los requisitos más severos de la industria y supera nuestras combinaciones de aceites tradicionales y sintéticos. Muchos automóviles diferentes, incluyendo algunos de alto rendimiento, utilizan tecnología de aceite de motor sintético. Este aceite está compuesto por una combinación privada de aceites básicos sintéticos de alto rendimiento reforzados con un sistema de componentes adicionales finamente equilibrado. Este lubricante ha sido diseñado para ofrecer una protección integral al motor con el objetivo de mantener su rendimiento óptimo, al mismo tiempo que cumple o supera los estándares de rendimiento de la industria (38).

- **Aceite lubricante mineral automotriz 15W – 40**

Este aceite de motor diésel de mayor desempeño brindan una lubricación óptima para los motores diésel modernos, prolongando la vida de uso del motor. Como consecuencia, este producto logra o sobrepasa todos los requisitos establecidos por los directos productores de motores estadounidenses y europeos. Este excelente desempeño se ha demostrado muchos sectores, empleos y flotas mixtas. Los motores diésel de alta potencia y bajo consumo exhiben enormes demandas sobre los lubricantes del motor debido a sus características y beneficios. Los diseños de motores compactos consumen menos petróleo, requiriendo menos aceite nuevo para restituir los modificadores gastados. Los anillos de ignición superiores del pistón se instalan en el pistón, llevando la película de lubricante de propulsor más cerca de la cámara de combustión, donde las grandes temperaturas aumentan la tensión térmica sobre el lubricante. El aumento de la presión del inyector de combustible y el retraso de la sincronización aumentar las escalas térmicas del motor al mismo tiempo que mejora la eficiencia de la combustión de combustible y añaden la carga del aceite de oliva (39).

- **Líquido de transmisión automática super ATF.**

Es un fluido de transmisión de mayor calidad que es acomode tanto para automóviles locales como importados. Tiene propiedades de fricción adecuadas para un desplazamiento suave y un excelente desempeño antideslizante, extraordinaria estabilidad térmica y resistencia a la oxidación para un líquido de larga vida, excelentes

propiedades a baja temperatura, reduce los depósitos de lodo y barril, y protege contra el desgaste. Aplicaciones: Transmisiones automáticas de GM y Ford en 2005 y vehículos de año modelo anterior que ya no están bajo garantía, cuando se indica por el OEM; Transmisión automática Allison de servicio pesado fuera de la carretera que necesita fluido de grado C-4 (40).

- **Grasa multipropósito EP-2 Lithium.**

Es un lubricante multifuncional compuesto de jabón de litio y aditivos de presión severos combinados con lubricantes de base adecuadamente escogidos. Se distingue por sus notables características de lubricación bajo condiciones severas y vibraciones, por lo que es adecuado tanto para equipos automovilísticos como industriales. Su uso simplifica la lubricación y reduce los gastos de almacenamiento y inventario (41).

- **Parafina/cera mineral de velas**

La parafina, un material regularmente utilizado en la fabricación de velas, se clasifica como una cera, que puede ser de origen mineral o vegetal. Las cerezas son sustancias sólidas o semi-sólidas que pueden ser de dos tipos: las cerejas minerales, como la parafina, que se deriva del petróleo, y las cereces secretadas por plantas o animales, que son principalmente ésteres de ácidos grasos y normalmente desempeñan un papel protector en estas especies (42).

2.2.2. Elementos constituyentes del compost

2.2.2.1. Estiércol

La paja se ha considerado tradicionalmente como un producto residual de la producción de ganado; sin embargo, un nombre más correcto para este material sería un recurso reciclado de la cría de vacas, ya que el productor recibe una segunda oportunidad de emplear nutrientes que el animal no absorbió por completo. La utilización adecuada de la paja como recurso puede ser bastante ventajosa. Sin embargo, el uso incorrecto puede tener consecuencias ambientales negativas que ponen en peligro la atmósfera, el líquido y los componentes de la tierra (43).

Debido a la liberación de gases nocivos a la atmósfera y la acumulación de micro y macronutrientes en los cuerpos de agua de suelo y de superficie, los desechos creados en los sistemas de ganado pueden tener un impacto ambiental perjudicial si no

hay control en el deposito, empleo. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) supervisa y certifica el procesamiento y almacenamiento de descargas de animales que afectan a los cuerpos de agua, suelo y la atmósfera en los Estados Unidos.

Tabla 2. *Composición química de los estiércoles (guano).*

Especie animal	Materia seca %	N %	P₂O₅ %	K₂O %	CaO %	MgO %	SO₄ %
Vacunos (f)	6	0.29	0.17	0.1	0.35	0.13	0.04
Vacunos (s)	16	0.58	0.01	0.49	0.01	0.04	0.13
Ovejas (f)	13	0.55	0.01	0.15	0.46	0.15	0.16
Ovejas (s)	35	1.95	0.31	1.26	1.16	0.34	0.34
Caballos (s)	24	1.55	0.35	1.5	0.45	0.24	0.06
Caballos (f)	10	0.55	0.01	0.35	0.15	0.12	0.02
Cerdos (s)	18	0.6	0.61	0.26	0.09	0.1	0.04
Camélidos (s)	37	3.6	1.12	1.2	s.i.	s.i.	s.i.
Cuyes (f)	14	0.6	0.03	0.18	0.55	0.18	0.1
Gallina (s)	47	6.11	5.21	3.2	s.i.	s.i.	s.i.

Nota: (f) Fresco, (s) Seco, (s.i.) Sin información. Tomado de Pinos, 2012.

2.2.2.2. Residuos Vegetales.

Es posible minimizar los peligros para el agroecosistema que plantea el uso de fertilizantes químicos empleando residuos de cultivos y desechos vegetales como fuente de y material orgánico para el suelo (45).

2.2.2.3. El Compost.

El compost es un aditivo orgánico prehumidificado producido por la descomposición biológica aeróbica de los desechos orgánicos que son de los vegetales (salsa de cultivos y macho) y de los restos del origen animal (salada fresca o salsa almacenada), con adición de cenizas y la maniobra adecuado de la humedad y la ventilación, con turnos perfectos ayudar la labor de los organismos pequeños. Finalmente la conclusion muestra UN composte abundante en minerales, vitaminas, hormonas y mucilaginosas, que son digeridos gradualmente por los vegetales, proporcionando cosechas saludables y mejorando las propiedades físicos, químicas y biológicos de la tierra (46).

Tabla 3. *Parámetros del compost ideal*

Parámetro	Rango ideal de Compost maduro
C:N	10:1 -15:1
Humedad (%)	30 - 40
pH	6.5 – 8.5
Materia orgánica (%)	> 20
Nitrógeno (%)	0.3 – 1.5
Fósforo (%)	0.1 – 1.0
Potasio (%)	0.3 – 1.0

Nota: Tomado de (90)

2.2.2.4. Beneficios del compost.

El humus es un componente orgánico pre-humidificada fabricado a partir de la descomposición de residuos vegetales y animales que sirve para superar las cualidades físicos, químicos y biológicos de la tierra (47). El acondicionamiento del suelo, el uso del compost como sustituto orgánico o producto de restitución de material orgánico en el lugar de trabajo, tiene un gran potencial e interés en Cuba, ya que la presencia de esa materia orgánica en el suelo en proporciones adecuadas es crítica para garantizar la fertilidad y prevenir la desertificación a largo plazo. Además, como se muestra en el capítulo sobre materiales orgánicos y se detalla a continuación (48), la materia orgánica en la tierra tiene una amplia gama de efectos agrobiológicos muy beneficiosos: Mejora las características químicas, suministra macronutrientes N, P, K y micronutritores, y aumenta la capacidad de intercambio de cationes del suelo. Además, los químicos húmicos que se encuentran en la materia orgánica crean quelatos complejos y estables, aumentando la probabilidad de absorción vegetal. Ayuda a la actividad biológica del suelo al actuar como fuente de energía y sustento para los microbios del terreno. Estos consumen humus y contribuyen a su mineralización. El índice de fertilidad de un suelo es una población microbiana activa. El compost y el mosto son sólidos condicionadores de suelo con valor de fertilizante. Normalmente, la paja colocada directamente en el suelo tiene propiedades equivalentes al compost (48).

2.2.3. El maíz (*Zea mays*)

Debido a su diversidad de aplicaciones, el maíz (*Zea mays L.*) en la actualidad el cultivo más relevante mundialmente. Se utiliza en la preparación de alimentos para animales como el cerdo y el pollo, así como en la fabricación de tragos del etanol, lípidos y otras sustancias. También, dice la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (49), la fabricación mundial de cultivo excede la del trigo y el arroz. También muestra que el 90% del maíz se correlaciona con el maíz amarillo duro y el 10% con maíz blanco.

2.2.3.1. Clasificación taxonómica del maíz

El maíz (*Zea mays L.*) es miembro de Poaceae. Los taxónomos separaron por primera vez los géneros *Zea* y *Euchlaena*. El estudio, pero, fundamentado en la coincidencia de estos dos conjuntos y la citogenética, resultó en que fueron reconocidos como un solo género. La taxonomía taxonómica del maíz (*Zea mays L.*) se investiga extensamente (50).

- Reino: Plantae
- División: Angiospermae
- Clase: Monocotyledoneae
- Subclase: Commelinidae
- Orden: Poales
- Familia: Poaceae
- Subfamilia: Panicoideae
- Tribu: Andropogoneae
- Género: *Zea*
- Especie: *Zea mays*
- Nombre científico: *Zea mays L.*

2.2.3.2. Estadios de crecimiento del maíz:

Es como sigue:

1. Aparición de semillas sobre la superficie de la tierra.
2. Brote de hoja: empieza con la aparición de las 02 hojas, indicadas por la frase "dos hojas", y continúa según el número de hojas que surgen hasta el comienzo de la fase de la hoja.

3. Panicle o Panoja: se observa que el panicle emerge de la hoja superior de la vegetacion sin nada de actividad física que separe las hojas que estan alrededor.
4. Pico: el escape del estigma (cabeza de barba o de choque) ocurre de ocho a diez días posterior de aparecer el pico.
5. La maduración láctea: la semilla se ha desarrollado y los granos, cuando son triturados, revelan un líquido lácteo.
6. Maduración pastoral: los granos en el centro de la cebada se convierten en el color característico del grano maduro. Cuando los granos son triturados, tienen una consistencia pastosa.
7. Maduración de la córnea: los núcleos de maíz son duros. La mayoría de las hojas se han amarillado o se han secado (51).

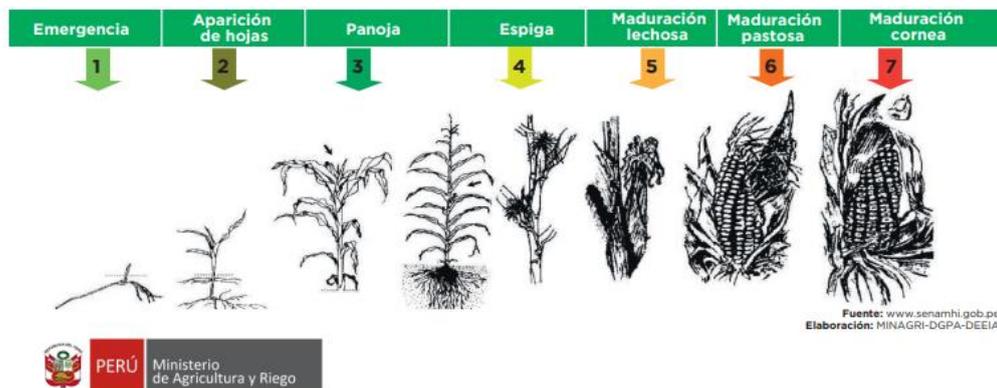


Figura 1. Estadios de crecimiento del maíz. Tomado de “Requerimientos agroclimáticos del cultivo de Maíz amarillo duro”, por Ministerio de Agricultura y riesgo, 2019.

2.2.4. Características fisicoquímicas del suelo:

La definimos en la siguiente tabla.

Tabla 3 Propiedades fisico-químicos del suelo

Características fisico-químicas del suelo	Definición
Densidad aparente	<p>Al calcular el volumen de una muestra de suelo, la densidad tiene en cuenta el espacio ocupado por los poros; es determinada por la composición que presenta la fracción sólida de ella y se ve afectada principalmente por su consistencia, composición, nivel de materia orgánica, humedad y nivel de compactación. La relación entre la masa y el volumen del material sólido y los poros, que pueden llenarse con aire o agua. La aparente densidad del suelo afecta el crecimiento de las raíces, la aparición de semillas y el movimiento del aire y el agua (62).</p> <p>1.- Es la masa de la unidad de volumen, aparente, del suelo seco al aire. (F1)</p> <p>2.- Es el cociente entre la masa de un volumen determinado de suelo seco al aire y el peso de ese mismo volumen de agua.</p> <p>Valores típicos de densidad aparente son 1'30 a 1'40 para suelos arenosos; 1'20 a 1'25 para suelos limosos; en torno a 1'10 para suelos arcillosos y de 0'75 a 1'0 para suelos areno-humíferos (63).</p>
Porosidad del suelo	<p>El porcentaje de espacio de suelo que no está ocupado por partículas sólidas. Así mismo, se entiende como la porción del volumen superficial del suelo que se ocupa con aire y/o agua. Es imprescindible tener información sobre la densidad superficial del suelo, así como las densidades reales de sus partículas constituyentes para determinarlo. Se determina principalmente por la estructura, textura y composición de los materiales biológicos (62).</p>
Permeabilidad del	La velocidad a la que el agua se mueve a través de una unidad de

suelo	tiempo. La cantidad de agua que permite a la suciedad viajar a través de un segmento en un período determinado (volumetric). La capacidad de los suelos porosos y permeables para permitir que el agua se mueva libremente mientras se adhiere a las reglas hidrostáticas (62).
Conductividad eléctrica	La velocidad a la que una corriente eléctrica viaja a través de una solución salina, que es proporcional al contenido de sal de la solución. Se describe la habilidad de las sales inorgánicas en la solución (electrolitos) para llevar corriente eléctrica. Se evalúa en ds/m. Característica de un material que le permite transportar electricidad (62). El valor utilizado para mostrar la capacidad del suelo de conducir corriente eléctrica. Rango de valores: 0 a 1000 (64).
Capacidad de intercambio catiónico	1.- La capacidad del suelo para contener y intercambiar cationes se determina por la cantidad de cargas negativas presentes en la superficie del barro y la materia orgánica. La intensidad de la carga positiva de un catión fluctúa, permitiendo que uno de los cationes sustituya a otro en una partícula de suelo con una carga negativa. 2.- Es la cantidad total de cationes reemplazables absorbidos por un suelo, representada en meq por 100 g, o ahora cmol (+) kg ⁻¹ de suelo secado en horno (65). La cantidad de cationes reemplazables que se adsorben en el barro y los materiales orgánicos se representa por este valor. Rango de valores: 0 a 1000 (66).
Textura	(del suelo): El porcentaje de los componentes constituyentes del suelo mineral son la arena, el limón y el barro. Las proporciones de sus tres partes determinan las "clases textuales" o "texturas" que se han formado sobre la base de las innumerables combinaciones concebibles. El barro, el arenoso, el calcáreo y el franco son las cuatro texturas principales (67).
Capacidad de campo	1.-Es el agua retenida en un suelo después de haber drenado el agua gravitacional. (F1)

	<p>2.-Se define convencionalmente como la cantidad de agua que queda en un suelo después de haber sido previamente saturado y permitido drenar libremente durante un período de 48 horas (D1). Con posterioridad se han modificado los condicionantes y se define como la cantidad de agua que queda en un suelo después de haber sido previamente saturado y permitido drenar libremente durante un período de tres días, impidiendo la evaporación. La capacidad de campo se corresponde con un pF comprendido entre 1'8 y 3, según la textura. Se adopta, para uniformar criterios, la presión de 1/3 de atmósfera, que se corresponde con un pF 2'5. (D2)</p> <p>No obstante, lo anterior, aunque al principio se tomó el pF 3 como el correspondiente a la capacidad de campo, tras la investigación de la textura en este aspecto se aceptó el pF 3 (1 bar) en suelos arcillosos, pF 2'5 (0'33 bar) en suelos limosos, pF 2 (0'1 bar) en suelos arenosos y pF 1 (0'01 bar) en muestras orgánicas. (B) 3.- El contenido de agua de una masa o de un volumen determinado de suelo, que permanece en el mismo 2 ó 3 días después de haber sido saturado de agua y cuando ya el drenaje libre es despreciable. (GSST) (63).</p>
pH	<p>(del suelo): Se determina la acidez o la alcalinidad del suelo. Un pH de 7 indica neutralidad, mientras que niveles más bajos indican acidez y niveles más altos indican alcalinidad. Se utiliza la siguiente escala: de severamente ácido (pH inferior a 4,5) a extremadamente alcalino (pH 9.6 or above). Las inferencias de los valores de pH que oscilan entre 3 y 5 indican la existencia de sulfuros y sulfatos. 3.5-4.5 alta proporción de H⁺ intercambiables más Al³⁺ intercambiables; 4,5-5,2 fitotoxicidad por Al para la mayoría de los cultivos; 5.2-6.5 acidez que podría dañar cultivos sensibles a la acidez como la alfalfa; 6.5-8.0 alta saturación con bases, CO₃Ca se puede encontrar; 8.5-10 porcentaje significativo de intercambio Na⁺; > 10 fuerte saturación en el comercio Na⁺ (67).</p>

Nota: Elaboración propia

2.2.5. Fundamentacion de metodologia del estudio

Se presentará el modelo teórico del estudio:

2.2.5.1. Metodo de la teoría del estudio.

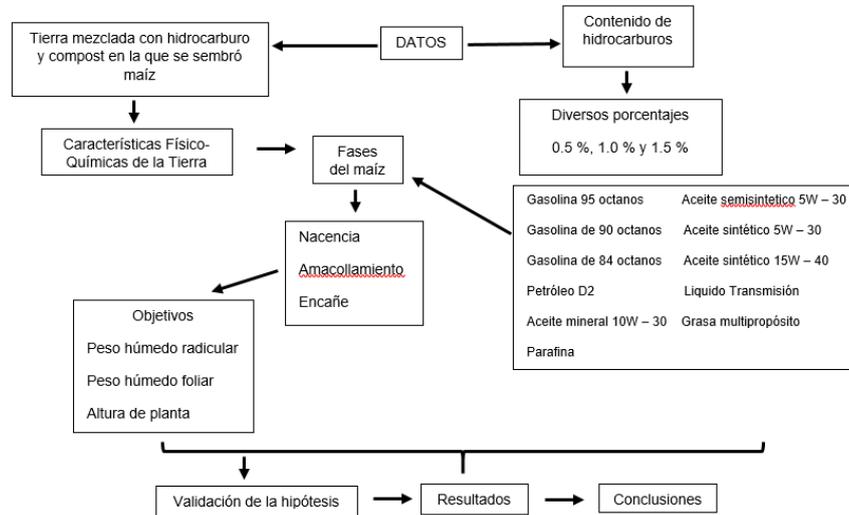


Figura 2. Metodo de teoría del estudio. Fuente propio.

2.3. Conceptualizacion de término

- **Humus:** Para comprender el significado del término "compost", es esencial explorar su origen etimológico. En este contexto, se puede identificar que proviene del francés "compost", el cual tiene su raíz en la palabra latina "compostum". Según la Real Academia Española (RAE), este término se refiere al humus generado artificialmente cuando los desechos orgánicos se descomponen en un proceso de descomposición térmica. Vale la pena destacar que el humus es la sustancia que se forma en una de las capas superficiales de la tierra debido a la descomposición de organismos vegetales y animales. El compost puede estar compuesto por diversos materiales, como cáscaras de fruta, restos de legumbres, trozos de palos y hojas secas (68)

- **Evaluación:** La idea de estudio quiere decir evaluar la relevancia de un determinado objeto o tema (69).

-**Hidrocarburo:** Un hidrocarburo es una sustancia orgánica formada por la combinación de átomos de hidrógeno con otros átomos de carbono. Los científicos afirman, la forma química de esta sustancia está construida sobre átomos de carbono atados con átomos de hidrógeno.(70).

- **Maíz:** El término maíz, derivado del tano mahs, se refiere a una planta que pertenece a la familia de las hierbas. Puede crecer hasta tres metros de altura, con un tallo enorme y grueso, hojas agudas y flores femeninas y masculinas. El maíz viene en una variedad de tipos. Varios de estos fueron cultivados previamente por los mayas y los olmeques, que prepararon los granos de varias maneras. Las cosechas comenzaron a extenderse por todo el territorio americano alrededor de 2500 a.C., y después de la llegada de los invasores europeos, terminaron en el continente antiguo (70). Panícula o Panoja: Una inflorescencia compuesta que consiste en un racimo cuyos ejes laterales se subdividen nuevamente en forma de racimo o, en ocasiones, en espiga (74).

- **Crecimiento:** El crecimiento es tanto una actividad como una consecuencia. Este verbo, a su vez, se refiere a obtener aumento en un sentido simbólico, creando crecimiento añadiendo cosas adicionales, o tomando aumento natural. El crecimiento se refiere al aumento permanente de tamaño que un organismo experimenta como resultado de la proliferación celular en el caso de las criaturas vivas. Esta proliferación resulta en estructuras más evolucionadas que realizan funciones biológicas. Como resultado, el crecimiento indica un aumento en el número y el tamaño de las células. El fenómeno se produce como resultado de la asimilación nutricional: sin nutrientes, el crecimiento es defectuoso o inexistente (71).

- **Suelo:** El suelo, que es análogo a la epidermis de la tierra, es un organismo natural tridimensional y activo. Este sistema abierto, de carácter estructural y extremadamente multifuncional, es uno de los recursos naturales más importantes. Su importancia se puede ver en una variedad de roles, el más notable de los cuales es la producción de alimentos. También sirve de apoyo importante y contribuye en gran medida al equilibrio medioambiental (72).

- **Suelo contaminado:** es cualquier individuo sus propiedades físicos-químicos y biológicos normales se han cambiado como resultado de la actividad humana y suponen un riesgo para el medio ambiente. El petróleo es una combinación compleja de hidrocarburos, compuesto fundamentalmente de carbonos e hidrógenos, con proporciones menores de elementos adicionales como el nitrógeno o trazas de metales, azufre, y así sucesivamente (73).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método, tipo y nivel de la investigación

3.1.1. Métodos de la investigación.

- Método General

La técnica es hipotética-deductiva; es el enfoque o camino que el investigador toma para hacer su trabajo científico. El método hipotético-deductivo consiste en ciertos pasos fundamentales: observación del fenómeno a investigar, formulación de una hipótesis para hacer entender tales fenómenos, deducción de efectos mayormente fundamentales que las propias hipótesis, y comprobación de la veracidad de las afirmaciones deducidas por comparación con la experiencia. Este enfoque requiere que el científico mezcle la contemplación racional (formulación de hipótesis y deducción) con la observación de la realidad o el instante empírico (observación y verificación) (75).

- Método específico

La metodología específica que se usó fue el método de la observación, en el que un científico reconoce un problema observando detenidamente sucesos y fenómenos y preguntándose qué está ocurriendo realmente y por qué. Es una estrategia que consiste en vigilar de cerca el evento, hecho o situación en cuestión, recopilar datos y documentarlo para un estudio posterior. En este ejemplo, se utilizó la técnica de observación para analizar el tamaño de las vegetaciones del laberinto, el volumen de la hoja, incluyendo el peso alto, y el peso raíz antes y después de cada tratamiento (76).

- Lugar de experimentación

El lugar fue en la azotea de un inmueble acondicionado por motivos de la pandemia, ubicado en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa, región Arequipa, porque no hubo acceso a los laboratorios de las universidades, por este motivo se instaló en un lugar adecuado para el progreso de la etapa experimental en el desarrollo de la tesis propuesta con todo lo necesario, para llevarlo con éxito, asimismo se recogió evidencias del trabajo de campo y de laboratorio.

El terreno donde se instaló el lugar de experimentación esta en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero en el cercado de Arequipa a 30´ del medio de la ciudad.

- Situaciones geográficos:

Distrito: José Luis Bustamante y Rivero (Frente al parque Lambramani).

Provincia: Arequipa.

Región: Arequipa.

Latitud sur: 16°25'04" S.

Longitud oeste: 71°31'48" O.

Coordenadas UTM: zona 18; este 470351.1; norte 8676597

Altitud: 2310 msnm



Figura 3. Ubicación lugar del experimento. Tomado de “Manejo de la fertilización de maíz (*Zea mays* L.) en el Valle Santa Catalina”, por León, 2016.

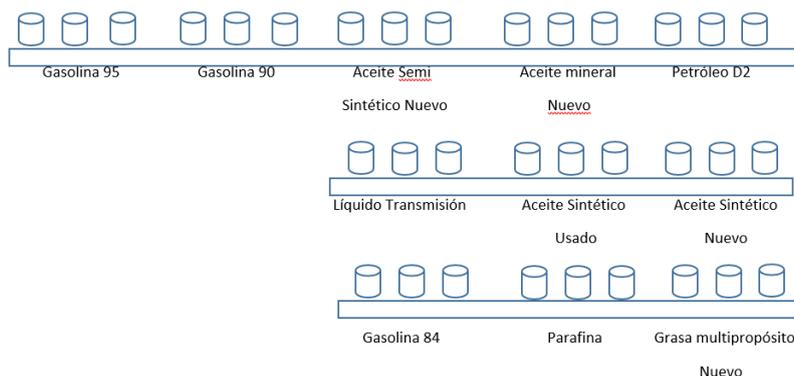


Figura 4. Croquis del lugar del experimento. Elaboración propia.

ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : WILDER ALFONDO ROMERO DUEÑAS

Departamento : AREQUIPA
 Distrito : JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO
 Referencia : H.R. 77274-101C-22

Bolt.: 5253

Provincia : AREQUIPA
 Predio :
 Fecha : 12/08/2022

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m		M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves		CaCO ₂ %					Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
7791		8.01	3.60	1.25	1.89	38.7	676	78	18	4	A. Fr.	5.28	2.72	1.14	1.30	0.12	0.00	5.28	5.28	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		Porosidad %	D.A. g/cc	C.C. %	N %	H.G. %
Lab	Claves					
7791		49.10	1.35	12.99	0.11	11.09

Figura 5. Resultados de la caracterización del suelo experimental. Elaboración propia.

- Características del área de experimentación:

Área total de experimentación: 9 m²

Largo: 3.00 m.

Ancho: 3.00 m.

Propiedades de las unidades experimentales

Cantidad de unidad experimental: 99 unidades

La unidad experimental: con tamaños de 30 cm alto y 20 cm ancho

Forma: cilíndrica

Materiales utilizados para la instalación del lugar de experimentación.

- Ladrillos pandereta.
- Listones de maderas.
- Bolsas negras con capacidad de 6 kilos
- Tierra agrícola: 500 kilos
- Bolsas negras de 40 cm x 19 cm
- 150 kilos (1.5 kg para 99 bolsas) de compost de ovino, comprado de ferretería maestro home center
- 25 kilos (0.25 kg para 99 bolsas) de piedras menudas
- 7 baldes de 20 litros para almacenar agua para regadío
- 1 balde de 20 litros para las mezclas de hidrocarburos y suelo
- 1 badilejo metálico para mezclar los hidrocarburos con el suelo
- 1 par de guantes de uso industrial para manipular los hidrocarburos
- Doble mascarilla quirúrgica para evitar inhalar el polvo
- 1 google/protector de ojos
- 1 par de botas talla N° 42
- 1 mandil de tela
- 1 wincha/cinta métrica
- 1 metro de manguera
- Agua potable

- Procedimiento del armado y la instalación del andamio para las unidades experimentales.

- Limpieza del área
- Desinfección con hipoclorito de sodio al 1%

- Enladrillado para sostener los listones de madera
- Colocado de los listones de madera

- Procedimiento del mezclado de hidrocarburos con la tierra en la instalación de las unidades experimentales:

- Se obtuvo 350 kilos de tierra proveniente de torrentera (cauce fluvial temporal)
- Se tamizó la tierra con una malla de uso para construcción civil
- Se limpió y baldeó el lugar de experimentación
- Se extendió la tierra tamizada para exponerla al sol durante 24 horas y obtener un secado que facilite la absorción de los hidrocarburos
- Con una balanza digital se pesó: 3.5 kilos de suelo y 1.5 kg de compost, los cuales una vez mezclados se colocaron en una bolsa de plástica.
- Asimismo, se pesó compost: 3.5 kg para cada una de las 99 unidades experimentales, (el peso del compost, fue única dosis para todas las unidades experimentales).
- Se preparó 99 bolsas negras de polipropileno, en cada una de ellas se colocó aproximadamente 250 gramos de agregado (piedra menuda, para evitar el escape de la tierra arenosa por acción del agua).

El procedimiento de la preparación de las unidades experimentales fue, como sigue:

- En el suceso de la gasolina de 95 octanos, en un balde de 20 litros de capacidad, se vació 3.5 kilos de suelo con 1.5 kilos de compost como dosis única, a la cual se añadió 25 ml, 50 ml y 75 ml equivalentes a 0.5 %, 1.0 % y 1.5 %, por triplicado, se mezcló vigorosamente durante 15 minutos con un badilejo de metal, luego se vació a una bolsa negra de tipo invernadero/fitotoldo previamente preparada para tal fin.
- En el suceso de la gasolina de 90 octanos, en un balde de 20 litros de capacidad, se vació 3.5 kilos de tierra con 1.5 kilos de compost como dosis única, a la cual se añadió 25 ml, 50 ml y 75 ml equivalentes a 0.5 %, 1.0 % y 1.5 %, por triplicado, se mezcló vigorosamente durante 15 minutos con un badilejo de metal, luego se vació a una bolsa negra de tipo invernadero/fitotoldo previamente preparada para tal fin.
- En el suceso de la gasolina de 84 octanos, en un balde de 20 litros de capacidad, se vació 3.5 kilos de tierra con 1.5 kilos de compost como dosis única, a la cual se añadió 25 ml, 50 ml y 75 ml equivalentes a 0.5 %, 1.0 % y 1.5 %, por triplicado, se mezcló vigorosamente durante 15 minutos con un badilejo de metal, luego se vació a una bolsa

negra de tipo invernadero/fitotoldo previamente preparada para tal fin.

- En el suceso del petróleo D2, en un balde de 20 litros de capacidad, se vació 3.5 kilos de tierra con 1.5 kilos de compost como dosis única, a la cual se añadió 25 ml, 50 ml y 75 ml equivalentes a 0.5 %, 1.0 % y 1.5 %, por triplicado, se mezcló vigorosamente durante 15 minutos con un badilejo de metal, luego se vació a una bolsa negra de tipo invernadero/fitotoldo previamente preparada para tal fin.
- En el suceso del aceite lubricante mineral 10W-30 nuevo, en un balde de 20 litros de capacidad, se vació 1.5 kilos de compost como dosis única, a la cual se añadió 25 ml, 50 ml y 75 ml equivalentes a 0.5 %, 1.0 % y 1.5 %, por triplicado, se mezcló vigorosamente durante 15 minutos con un badilejo de metal, luego se vació a una bolsa negra de tipo invernadero/fitotoldo previamente preparada para tal fin.
- En el suceso del aceite lubricante semi sintético 15W-30 nuevo, en un balde de 20 litros de capacidad, se vació 3.5 kilos de tierra con 1.5 kilos de compost como dosis única, a la cual se añadió 25 ml, 50 ml y 75 ml equivalentes a 0.5 %, 1.0 % y 1.5 %, por triplicado, se mezcló vigorosamente durante 15 minutos con un badilejo de metal, luego se vació a una bolsa negra de tipo invernadero/fitotoldo previamente preparada para tal fin.
- En el suceso del aceite lubricante sintético 5W-30 nuevo, en un balde de 20 litros de capacidad, se vació 3.5 kilos de tierra con 1.5 kilos de compost como dosis única, a la cual se añadió 25 ml, 50 ml y 75 ml equivalentes a 0.5 %, 1.0 % y 1.5 %, por triplicado, se mezcló vigorosamente durante 15 minutos con un badilejo de metal, luego se vació a una bolsa negra de tipo invernadero/fitotoldo previamente preparada para tal fin.
- En el caso del aceite lubricante mineral 15W-40 usado, en un balde de 20 litros de capacidad, se vació 3.5 kilos de tierra con 1.5 kilos de compost como dosis única, a la cual se añadió 25 ml, 50 ml y 75 ml equivalentes a 0.5 %, 1.0 % y 1.5 %, por triplicado, se mezcló vigorosamente durante 15 minutos con un badilejo de metal, luego se vació a una bolsa negra de tipo invernadero/fitotoldo previamente preparada para tal fin.
- En el caso del líquido de transmisión automática nuevo, en un balde de 20 litros de capacidad, se vació 3.5 kilos de tierra con 1.5 kilos de compost como dosis única, a la cual se añadió 25 ml, 50 ml y 75 ml equivalentes a 0.5 %, 1.0 % y 1.5 %, por triplicado, se mezcló vigorosamente durante 15 minutos con un badilejo de metal, luego se vació a una bolsa negra de tipo invernadero/fitotoldo previamente preparada para tal fin.
- En el caso de la grasa multipropósito EP-2 Lithium, en un balde de 20 litros de capacidad, se vació 3.5 kilos de tierra con 1.5 kilos de compost como dosis única, a la

cual se añadió 25 ml, 50 ml y 75 ml equivalentes a 0.5 %, 1.0 % y 1.5 %, por triplicado, se mezcló vigorosamente durante 15 minutos con un badilejo de metal, luego se vació a una bolsa negra de tipo invernadero/fitotoldo previamente preparada para tal fin.

- En el caso de la parafina/cera mineral de velas, en un balde de 20 litros de capacidad, se vació 3.5 kilos de tierra con 1.5 kilos de compost como dosis única, a la cual se añadió 25 ml, 50 ml y 75 ml equivalentes a 0.5 %, 1.0 % y 1.5 %, por triplicado, se mezcló vigorosamente durante 15 minutos con un badilejo de metal. Luego, se vació a una bolsa negra de tipo invernadero/fitotoldo previamente preparada para tal fin.

- Secuencia de la experimentación:

- Una vez preparadas las 99 bolsas de 5 kilos
- Se adecuó 99 bolsas negras con 250 gramos de piedra granulada aproximadamente en cada unidad experimental, para que el suelo no se escapara y se escape con el agua de regadío.
- Antes de sembrar el maíz híbrido se hidrató cada unidad experimental con agua.
- Se utilizó agua con 12 horas de estar almacenado en cubetas de agua para que se oxigene y se ventile.
- Se sembró 8 semillas de maíz por maceta con 24 horas de remojado en agua potable.
- Después de N° 9 días en promedio, se pudo observar la emergencia del maíz en las unidades experimentales.

- Control de parámetros: cosecha del maíz, para evaluar el rendimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos

- Concluido el período de la fase experimental fue de 60 días, se evaluaron las variables de los objetivos
- Para tal efecto, se utilizó una bolsa de papel y con ayuda de un plumón marcador se identificó las unidades experimentales por grupo de hidrocarburo.
- Luego, con ayuda de una balanza con 4 dígitos de precisión al lado derecho del cero (ejemplo: 0.0000), se tomó la medición con 2 dígitos es decir se tomó valores centesimales, con lo que se empezó a obtener el peso húmedo foliar-tallo de maíz, el peso húmedo radicular del maíz para los diferentes tipos de derivados de petróleo que participaron en el estudio.
- Asimismo, con la ayuda de una wincha/cinta de medición metálica, se empezó a obtener la longitud del tallo del maíz para los diferentes hidrocarburos que participaron en el estudio.

3.1.2. Tipo de la investigación

El tipo de estudio que se realiza aquí es la investigación aplicada, cuyo finalidad es dar a conocer que puedan abordar en forma directa problemas sociales o industriales. Se fundamenta, principalmente, en descubrimientos tecnológicos realizados durante el estudio básico, centrándose en el proceso de vinculación entre teoría y resultados (77).

3.1.3. Nivel de la investigación

El nivel fue explicativo: el análisis explicativo es un tipo de investigación cuyo objetivo es determinar las razones o motivaciones que subyacen a los acontecimientos del fenómeno poco estudiado mediante la observación de las causas y efectos existentes, así como de las circunstancias. El objetivo de la investigación explicativa es aclarar exactamente cómo debe entenderse la cuestión sobre la que se busca información. El término "explicativa" se refiere a explicar en lugar de limitarse a describir, como ocurre en otros tipos de investigación. El presente estudio explicará las razones por las que un lugar contaminado con derivados del petróleo mezclados con compost afecta al crecimiento de la planta de maíz (78).

3.2. Diseño de la investigación

A un modelo de doble vía de clasificación sin interacción, balanceado (es parecido a un diseño bloque al azar).

El modelo explicativo del diseño experimental es lo siguiente:

El análisis estadístico fue conducido bajo el modelo del diseño de doble vía de clasificación sin interacción, balanceado, cuyo modelo fue el siguiente:

El modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} =Es el valor de la k-observación en la k-repetición

μ =Valor constante igual a la media poblacional

α_i =Efecto del i-nivel del factor porcentaje de hidrocarburo

β_j =Efecto del j-nivel del factor tipo de hidrocarburo

ε_{ijk} =Error Experimental

$i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11$ (niveles del factor concentración de hidrocarburo)

$j = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11$ (tipos de hidrocarburo)

$k = 1,2,3$ (repeticiones)

Se realizó este plan de tesis sin el grupo control o testigo, porque el tratamiento testigo o grupo control (un conjunto en el que las variables no son objeto de manipulación.) en esta oportunidad no influiría mucho en los resultados y en la validez estadística de los datos que son vitales en una investigación, debido a que este estudio está enfocado en observar los efectos exclusivos de los 11 tratamientos que a su vez son los 11 productos de origen petroquímico empleados en este experimento. Asimismo, está comprobado que una semilla o planta de maíz que no recibe un tratamiento tóxico o ponzoñoso no sufre mayores perjuicios o daños y que va a desarrollar todos sus estadios vegetativos sin mayores limitaciones.

De la determinación de los porcentajes y volúmenes usados para los experimentos, los porcentajes y volúmenes de los hidrocarburos fueron propuestos a modo de ver los efectos de tales sustancias en el medio de cultivo donde fue sembrado el maíz, solo con ese objetivo y a semejanza de otros investigadores que empleaban porcentajes de 0.00, 2.50, 5.00, 7.50, 12.5 y 15.0 % de contaminación, usando petróleo crudo para ver y analizar su efecto en el crecimiento de *Paspalum scrobiculatum* (79).

El 0.5 % se calculó en base a 5 kg del suelo preparado (3.5 kg de suelo franco arenoso + 1.5 kg de compost (dosis única)). Si 5 kg es el 100 %, cuanto será 0.5 % en kilos y se realizó la siguiente operación:

$$x = \frac{5 \text{ kg} \times 0.5 \%}{100 \%} = 0.025 \text{ kg}$$

Si $x = 0.025$ kg convertido en gramos equivaldría a 25 g para los hidrocarburos sólidos, y se consideró el volumen para los hidrocarburos líquidos en 25 ml (0.5 %), sucesivamente a 50 ml (1.0 %) y a 75 ml (1.5 %).

De la determinación del uso del diseño experimental, no es un diseño propiamente dicho, es un modelo doble vía de clasificación sin interacción, balanceado (es parecido a un diseño bloque al azar). Fue planteado para evaluar las medias de los tratamientos realizados.

Donde se aplica el ANOVA, también conocido como análisis de factores, fue inventado por Fisher en 1930 y es el método básico para estudiar la influencia de uno o más factores (cada uno con dos o más niveles) sobre la media de una variable continua. Como resultado, la prueba estadística que se emplea al comparar las medias de dos o más grupos. Este enfoque también se puede utilizar para investigar la influencia de las variables en la varianza de una variable (80).

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población son todos los tipos de hidrocarburos de petróleo que son comercializados en este caso de estudio: por todos los grifos (expendedores de aceites, lubricantes, grasas de uso automotriz; gasolina de diferentes octanajes y diésel) ubicados en los 29 distritos de Arequipa metropolitana. La población del maíz son todas las variedades del maíz. La población de materia orgánica son todos los tipos de materia orgánica que existen en diversos ambientes.

3.3.2. Muestra

Determinada de manera probabilística, cada red tiene la misma posibilidad de ser elegida por selección aleatoria. Se produjeron 29 hojas pequeñas, una para cada uno de los 29 distritos de Arequipa. Los números se inscribieron en los papeles, que luego se colocaron en una bandeja, y el papel que significaba elección al distrito de Miraflores fue eliminado. Para decidir dónde comprar los productos químicos para el experimento, se cortaron 50 hojas pequeñas que correspondían a las 50 grifas situadas dentro del distrito designado. Luego se colocó en una bandeja, y después de girar, se extrajo un papel que indicaba el grifo servicentro “Miraflores” ubicado en la calle Hipólito Unanue 290-297 del cual se adquirió los reactivos para el presente estudio.

La muestra de los 11 tipos de hidrocarburos elegidos pertenece al grifo servicentro “Miraflores” del distrito de Miraflores, del distrito que salió sorteado.

La muestra de la variedad de maíz utilizada fue la variedad marginal. T-28 que es perteneciente a una de las variedades que es ampliamente sembrada por estos lugares.

El criterio del porqué se utilizó 99 unidades experimentales es por que 11 productos de la petroquímica (hidrocarburos), son de fácil acceso, sin mayores restricciones normativas y partiendo a similitud de algunos experimentos de otros investigadores. En esta oportunidad, al igual que en otros casos de investigación, se realizó por triplicado por este motivo es de que se tomó esta opción: dando a entender que 11 tipos de hidrocarburos x 3 diversos porcentajes (0.5, 1.0 y 1.5) y triplicado es igual a 99 unidades experimentales. Asimismo: los hidrocarburos que produce la petroquímica, no todos se pueden evaluar directamente, ciertos productos necesitan para su evaluación: cuidados y medidas especiales como: el benceno, el propano, explosivos, plaguicidas (que contienen derivados de petróleo) y otros hidrocarburos de origen petroquímico.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

El enfoque utilizado fue la observación, que consistía en estudiar cuidadosamente el proceso de desarrollo del maíz y su posterior cosecha utilizando mediciones longitudinales y de peso tanto de las hojas como de los tallos, así como el peso de la raíz de la planta de maíz.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Las herramientas usadas para el suceso de cosecha de maíz, fue la lista de cotejo, una balanza de precisión de 4 dígitos (0.0000), una cinta métrica de metal.

3.5. Técnicas de análisis y procesamiento de datos

En este estudio se utilizó la evaluación de la diferencia mínima significativa (LSD). Esta prueba de Fisher LSD (diferencia menos significativa) es una evaluación de diferenciaciones múltiples que le ayuden a diferenciar los medianos de las etapas t de un factor luego de rechazar la hipótesis cero de la igualdad de las medias utilizando el enfoque ANOVA.

Todas las pruebas de comparación múltiple son intentos de definir, acotar y poner en práctica una hipótesis general alternativa similar a la utilizada en cualquiera de las pruebas ANOVA.

La prueba de hipótesis LSD: Debido a su simplicidad, es indudablemente el método de comparación múltiple más utilizado. A menudo se utiliza para comparar dos medias de tratamiento, aunque puede usarse para compararlo con más de dos medios de tratamiento. Fisher lo llamó prueba protectora de LSD de Fisher en 1935, y propuso que se tomaran dos etapas para que la tasa de error comparada fuera aproximadamente igual a la alfa:

Etapa I: Es probar $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$ por la prueba F de tamaño α , si el valor F no es significativo se termina el análisis. Si el valor F es significativo, entonces sigue la etapa II.

Etapa II: Se prueba cada comparación simple $H_0 : \mu_i = \mu_{i'}$ por una prueba t al nivel de significancia del α y con los grados de libertad ($g.l$) del CM_{EE} (en un DCA $g.l = r(t - 1)$, en un bloque $g.l = (r - 1)(t - 1)$).

Esta prueba encuentra el valor mínimo necesario para considerar dos tratamientos distintos y lo utiliza para comparar los diferentes pares de medias a examinar. Se están comparando los pares de medias que se habían designado previamente al inicio del experimento, por lo que es una prueba para contrastar asociaciones establecidas inicialmente. Supongamos que después de haber rechazado la hipótesis global, con base en una prueba F de análisis de varianza, se desea probar $H_0 : \mu_i = \mu_{i'}$, para $i \neq i'$. Esto puede hacerse empleando la estadística t .

$$t_o = \frac{\bar{y}_i - \bar{y}_{i'}}{S_{\bar{y}_i - \bar{y}_{i'}}$$

Y se rechaza la hipótesis nula $H_0 : \mu_i = \mu_{i'}$ si

$$|\bar{y}_i - \bar{y}_{i'}| \geq t_{\alpha/2} \sqrt{CM_{EE} \sum_{i=1}^t \frac{c_i^2}{r_i}}$$

En forma general para probar cualquier $C = \sum_i c_i \mu_i$ ($i = 1, 2, \dots, t$), se plantea la hipótesis modo $H_0 : C = 0$ y se rechaza H_0 si:

$$\left| \sum c_i \hat{\mu}_i \right| \geq t_{\alpha/2, \text{gl. del error}} S_{\text{contraste}} \Leftrightarrow$$

$$\left| \sum c_i \hat{\mu}_i \right| \geq t_{\alpha/2, \text{gl. del error}} \sqrt{CM_{\text{error}} \sum_{i=1}^t \frac{c_i^2}{r_i}}$$

Donde:

$t_{\alpha/2} S_{\text{contraste}}$ = diferencia mínima significativa (DMS),

$t_{\alpha/2}$ = Percentil $100(1 - \frac{\alpha}{2})$ de la distribución *t-student* con grados

de libertad dados por los grados de libertad del error experimental y

$S_{\text{contraste}}$ = Desviación estandar del contraste que para el caso de la

diferencia de dos medias muestrales es dado por:

$$S_{\bar{y}_i - \bar{y}_j} = \sqrt{2 \frac{CME}{r}}$$

Como se ve, el DMS depende del percentil t de la distribución t-Student, el cuadrado medio del error experimental (CM_{EE}) y el número de réplicas r . Si r es grande entonces el DMS será pequeño y permitirá detectar diferencias significativas pequeñas, por otro lado, si el CM_{EE} aumenta para un r fijo entonces la DMS es grande y se tiende a no detectar diferencias significativas (61).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de la investigación

En el presente capítulo, se exponen los resultados de los 11 tipos de hidrocarburos que fueron aplicados, mezclados por separado en un suelo que tenía compost previamente, en el cual una vez homogenizado el hidrocarburo fue hidratado con agua potable y se sembró el maíz, y al momento de post cosecha se evaluó con instrumentos de medición (una balanza gramera y una cinta métrica) y se analizaron estadísticamente, los mismos que se muestran en el siguiente párrafo:

4.1.1. Efecto de la gasolina de 95 octanos en el maíz

Tabla 4. *Resultados del efecto de la gasolina de 95 octanos en la altura de la planta de maíz en (cm).*

Porcentajes	Repeticiones			
S = suelo, C = compost, G = gasolina	I	II	III	Promedio
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G95 (25 ml) = (0.5 %)	43.00	41.30	44.90	43.06
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G95 (50 ml) = (1.0 %)	39.15	37.20	36.70	37.68
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G95 (75 ml) = (1.5 %)	36.20	34.80	35.50	35.50

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el crecimiento del maíz en longitud (cm), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de gasolina de 95 octanos reespectivamente.

Tabla 5. Resultados del efecto de la gasolina de 95 octanos en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G95 (25 ml) = (0.5 %)	22.10	23.40	19.10	21.53
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G95 (50 ml) = (1.0 %)	18.00	17.60	16.20	17.27
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G95 (75 ml) = (1.5 %)	14.20	14.10	13.10	13.80

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo foliar-tallo del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de gasolina de 95 octanos reespectivamente.

Tabla 6. Resultados del efecto de la gasolina de 95 octanos en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, G = gasolina				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G95 (25 ml) = (0.5 %)	21.90	18.50	17.50	19.30
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G95 (50 ml) = (1.0 %)	17.60	16.30	15.80	16.57
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G95 (75 ml) = (1.5 %)	13.75	14.51	12.00	13.42

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo radicular del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de gasolina de 95 octanos reespectivamente.

4.1.2. Efecto de la gasolina de 90 octanos en el maíz

Tabla 7. Resultados del efecto de la gasolina de 90 octanos en la altura de la planta maíz en (cm).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, G = gasolina				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G90 (25 ml) = (0.5 %)	41.70	39.90	41.50	41.03
2: S ((3.5 kg)+C (1.5 kg)+G90 (50 ml) = (1.0 %)	40.70	39.60	40.00	40.10
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G90 (75 ml) = (1.5 %)	37.30	33.40	34.10	34.93

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el crecimiento del maíz en longitud (cm), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de gasolina de 90 octanos reespectivamente.

Tabla 8. Resultados del efecto de la gasolina de 90 octanos en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, G = gasolina				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G90 (25 ml) = (0.5 %)	24.20	19.80	18.65	20.88
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G90 (50 ml) = (1.0 %)	17.80	17.50	16.00	17.10
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G90 (75 ml) = (1.5 %)	13.20	14.70	13.00	13.63

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo foliar-tallo del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de gasolina de 90 octanos reespectivamente.

Tabla 9. *Resultados del efecto de la gasolina de 90 octanos en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).*

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, G = gasolina				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G90 (25 ml) = (0.5 %)	23.70	19.40	18.30	20.47
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G90 (50 ml) = (1.0 %)	16.44	14.38	12.79	14.53
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G90 (75 ml) = (1.5 %)	12.26	13.40	11.95	12.53

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo radicular del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de gasolina de 90 octanos reespectivamente.

4.1.3. Efecto de la gasolina de 84 octanos en el maíz

Tabla 10. *Resultados del efecto de la gasolina de 84 octanos en la altura de la planta de maíz en (cm).*

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, G = gasolina				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G84 (25 ml) = (0.5 %)	45.60	42.35	40.40	42.78
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G84 (50 ml) = (1.0 %)	39.90	35.30	33.00	36.07

3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G84 (75 ml) = (1.5 %)	31.70	32.50	29.70	31.30
---	-------	-------	-------	-------

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el crecimiento del maíz en longitud (cm), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de gasolina de 84 octanos reespectivamente.

Tabla 11. *Resultados del efecto de la gasolina de 84 octanos en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).*

Porcentajes	Repeticiones			
S = suelo, C = compost, G = gasolina	I	II	III	Promedio
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G84 (25 ml) = (0.5 %)	22.00	20.60	18.80	20.47
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G84 (50 ml) = (1.0 %)	12.40	16.60	15.40	14.80
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G84 (75 ml) = (1.5 %)	13.10	14.30	12.50	13.30

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo foliar-tallo del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de gasolina de 84 octanos reespectivamente.

Tabla 12. *Resultados del efecto de la gasolina de 84 octanos en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).*

Porcentajes	Repeticiones			
S = suelo, C = compost, G = gasolina	I	II	III	Promedio
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G84 (25 ml) = (0.5 %)	20.50	20.35	18.34	19.73

2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G84 (50 ml) = (1.0 %)	12.20	16.20	14.80	14.40
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+G84 (75 ml) = (1.5 %)	12.86	13.35	11.93	12.71

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo radicular del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de gasolina de 84 octanos reespectivamente.

4.1.4. Efecto del diésel 2 (D2) en el maíz

Tabla 13. *Resultados del efecto del diésel D2 en la altura de la planta de maíz en (cm).*

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, D2 = petróleo				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+D2 (25 ml) = (0.5 %)	41.50	37.00	43.00	40.50
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ D2 (50 ml) = (1.0 %)	34.30	37.00	39.20	36.83
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ D2 (75 ml) = (1.5 %)	35.00	29.00	29.60	31.20

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el crecimiento del maíz en longitud (cm), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de diésel D2 reespectivamente.

Tabla 14. *Resultados del efecto del diésel D2 en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).*

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, D2 = petróleo				

1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ D2 (25 ml) = (0.5 %)	21.40	18.80	17.90	19.37
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ D2 (50 ml) = (1.0 %)	16.45	15.00	13.40	14.95
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ D2 (75 ml) = (1.5 %)	12.70	11.80	11.00	11.83

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo foliar-tallo del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de diésel D2 reespectivamente.

Tabla 15. *Resultados del efecto del diésel D2 en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).*

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, D2 = petróleo				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ D2 (25 ml) = (0.5 %)	21.30	18.60	17.70	19.20
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ D2 (50 ml) = (1.0 %)	16.30	14.90	13.20	14.80
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ D2 (75 ml) = (1.5 %)	12.60	11.50	10.60	11.57

Nota: Elaboración propia.

En la tabla se observa: el peso húmedo radicular del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de diésel D2 reespectivamente.

4.1.5. Efecto del aceite mineral 10W-30 nuevo en el maíz:

Tabla 16. Resultados del efecto del aceite mineral 10W - 30 nuevo en la altura de la planta de maíz en (cm).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, MIN = aceite mineral				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+MIN 10W-30 (25 ml) = (0.5 %)	47.30	38.50	41.70	42.50
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+MIN 10W-30 (50 ml) = (1.0 %)	39.40	37.69	36.90	38.00
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+MIN 10W-30 (75 ml) = (1.5 %)	36.30	36.70	26.50	33.17

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el crecimiento del maíz en longitud (cm), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de aceite mineral 10W-30 nuevo reespectivamente.

Tabla 17. Resultados del efecto del aceite mineral 10W - 30 nuevo en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, MIN = aceite mineral				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ MIN 10W-30 (25 ml) = (0.5 %)	22.20	18.14	17.71	19.35
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ MIN 10W-30(50 ml) = (1.0 %)	16.40	17.30	12.71	15.47
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ MIN 10W-30 (75 ml) = (1.5 %)	13.12	12.25	12.10	12.49

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo foliar-tallo del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo

arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %), 75 ml (1.5 %) de aceite mineral 10W - 30 nuevo reespectivamente.

Tabla18. Resultados del efecto del aceite mineral 10W - 30 nuevo en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, MIN = aceite mineral				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+MIN 10W-30 (25 ml) = (0.5 %)	24.20	19.60	18.20	20.67
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ MIN 10W-30 (50 ml) = (1.0 %)	17.10	17.80	14.90	16.60
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ MIN 10W-30 (75 ml) = (1.5 %)	13.70	12.40	13.00	13.03

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo radicular del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %), 75 ml (1.5 %) de aceite mineral 10W - 30 nuevo reespectivamente.

4.1.6. Efecto del aceite semi sintético 5w-30 nuevo en el maíz

Tabla 19. Resultados del efecto del aceite semi sintético 5W – 30 nuevo en la altura de la planta de maíz en (cm)

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, SM = aceite semi sintético				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+SM 5W-30 (25 ml) = (0.5 %)	46.00	41.00	37.90	41.63
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ SM 5W-30 (50 ml) = (1.0 %)	42.00	44.00	35.20	40.40
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ SM 5W-30 (75 ml) = (1.5 %)	35.70	30.50	39.00	35.07

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el crecimiento del maíz en longitud (cm), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de aceite semi sintético 5w-30 nuevo reespectivamente.

Tabla 20. *Resultados del efecto del aceite semi sintético 5W – 30 nuevo en el peso húmedo foliar- tallo de la planta de maíz en (g).*

Porcentajes	Repeticiones			
S = suelo, C = compost, SM = aceite semi sintético	I	II	III	Promedio
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ SM 5W- 30 (25 ml) = (0.5 %)	24.00	22.40	21.30	22.57
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ SM 5W- 30 (50 ml) = (1.0 %)	18.10	17.80	15.90	17.27
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ SM 5W- 30 (75 ml) = (1.5 %)	14.10	14.00	13.30	13.80

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo foliar-tallo del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de semi sintético 5W – 30 nuevo reespectivamente.

Tabla 21. *Resultados del efecto del aceite semi sintético 5W – 30 nuevo en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).*

Porcentajes	Repeticiones			
S = suelo, C = compost, SM = aceite semi sintético	I	II	III	Promedio
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ SM 5W-30 (25 ml) = (0.5 %)	20.00	21.00	18.70	19.90
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ SM 5W-30 (50 ml) = (1.0 %)	16.70	17.20	14.50	16.13
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ SM 5W-30 (75 ml) = (1.5 %)	13.90	13.10	12.80	13.27

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo radicular del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de aceite semi sintético 5W – 30 nuevo reespectivamente.

4.1.7. Efecto del aceite sintético 5W-30 nuevo en el maíz.

Tabla 22. Resultados del efecto del aceite sintético 5W – 30 nuevo en la altura de la planta de maíz en (cm).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, S = aceite sintético				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+S 5W-30 (25 ml) = (0.5 %)	45.60	47.20	40.50	44.43
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ S 5W-30 (50 ml) = (1.0 %)	41.10	39.80	37.90	39.60
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ S 5W-30 (75 ml) = (1.5 %)	36.50	38.50	34.00	36.33

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el crecimiento del maíz en longitud en (cm), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de aceite sintético 5W-30 nuevo reespectivamente.

Tabla 23. Resultados del efecto del aceite sintético 5W – 30 nuevo en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, S = aceite sintético				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ S 5W-30 (25 ml) = (0.5 %)	24.30	23.60	20.80	22.90
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ S 5W-30 (50 ml) = (1.0 %)	19.90	18.50	17.00	18.47
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ S 5W-30	15.30	14.40	13.00	14.23

(75 ml) = (1.5 %)				
-------------------	--	--	--	--

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo foliar-tallo del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de aceite sintético 5W – 30 nuevo reespectivamente.

Tabla 24. Resultados del efecto del aceite sintético 5W – 30 nuevo en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, S = aceite sintético				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ S 5W-30 (25 ml) = (0.5 %)	21.20	19.70	18.60	19.83
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ S 5W-30 (50 ml) = (1.0 %)	17.60	17.30	16.50	17.13
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ S 5W-30 (75 ml) = (1.5 %)	14.90	13.20	12.80	13.63

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo radicular del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de aceite sintético 5W – 30 nuevo reespectivamente.

4.1.8. Efecto del aceite mineral 15W-40 usado en el maíz

Tabla 25. Resultados del efecto del aceite mineral 15W – 40 usado en la altura de la planta de maíz en (cm).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, MINU = aceite mineral usado				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ MINU 15W-40 (25 ml) = (0.5 %)	41.00	39.00	35.20	38.40
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ MINU	38.50	38.10	34.00	36.87

15W-40 (50 ml) = (1.0 %)				
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ MINU 15W-40 (75 ml) = (1.5 %)	33.20	32.00	29.90	31.70

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el crecimiento del maíz en longitud (cm), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %), 75 ml (1.5 %) de aceite mineral 15W – 40 usado reespectivamente.

Tabla N° 26. *Resultados del efecto del aceite mineral 15W – 40 usado en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).*

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, MINU = aceite mineral usado				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ MINU 15W-40 (25 ml) = (0.5 %)	15.90	16.30	15.10	15.77
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ MINU 15W-40 (50 ml) = (1.0 %)	13.00	16.20	14.60	14.60
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ MINU 15W-40 (75 ml) = (1.5 %)	13.50	11.70	12.75	12.65

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo foliar-tallo del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %), 75 ml (1.5 %) de aceite mineral 15W – 40 usado reespectivamente.

Tabla 27. *Resultados del efecto del aceite mineral 15W – 40 usado en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).*

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, MINU = aceite mineral usado				

1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ MINU 15W-40 (25 ml) = (0.5 %)	12.30	16.26	14.56	14.37
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ MINU 15W-40 (50 ml) = (1.0 %)	12.95	15.90	14.10	14.31
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ MINU 15W-40 (75 ml) = (1.5 %)	13.16	11.15	12.33	12.21

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo radicular del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %), 75 ml (1.5 %) de aceite mineral 15W – 40 usado reespectivamente.

4.1.9. Efecto del líquido de transmisión automático super ATF en el maíz

Tabla 28. *Resultados del efecto del líquido de transmisión automático super ATF en la altura de la planta de maíz en (cm).*

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, LTA = líquido de transmisión automática				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ LTA (25 ml) = (0.5 %)	46.50	44.35	43.90	44.92
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ LTA (50 ml) = (1.0 %)	42.40	42.70	41.80	42.30
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ LTA (75 ml) = (1.5 %)	37.27	41.50	38.60	39.12

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el crecimiento del maíz en longitud (cm), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %), 75 ml (1.5 %) de líquido de transmisión automático super ATF reespectivamente.

Tabla 29. Resultados del efecto del líquido de transmisión automático super ATF nuevo en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).

Porcentajes	Repeticiones			
S = suelo, C = compost, LTA = líquido de transmisión automática	I	II	III	Promedio
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ LTA (25 ml) = (0.5 %)	23.70	23.40	23.16	23.42
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ LTA (50 ml) = (1.0 %)	19.40	18.90	17.60	18.63
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ LTA (75 ml) = (1.5 %)	16.25	15.90	14.40	15.52

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo foliar-tallo del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de líquido de transmisión automático super ATF nuevo reespectivamente.

Tabla 30. Resultados del efecto del líquido de transmisión automático super ATF en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).

Porcentajes	Repeticiones			
S = suelo, C = compost, LTA = líquido de transmisión automática	I	II	III	Promedio
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ LTA (25 ml) = (0.5 %)	21.60	19.40	18.20	19.73
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ LTA (50 ml) = (1.0 %)	17.50	17.30	16.45	17.08
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ LTA (75 ml) = (1.5 %)	15.70	14.50	13.30	14.50

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo radicular del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de líquido de transmisión automático super ATF reespectivamente.

4.1.10. Efecto de la grasa multipropósito EP-2 lithium en el maíz

Tabla 31. Resultados del efecto de la grasa multipropósito EP-2 lithium en la altura de la planta de maíz en (cm).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, GMP = grasa multipropósito				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ GMP (25 g) = (0.5 %)	42.40	45.20	47.35	44.98
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ GMP (50 g) = (1.0 %)	43.40	44.00	41.40	42.93
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ GMP (75 g) = (1.5 %)	39.80	38.80	42.50	40.37

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el crecimiento del maíz en longitud en (cm), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de grasa multipropósito EP-2 lithium reespectivamente.

Tabla 32. Resultados del efecto de la grasa multipropósito EP-2 lithium en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, GMP = grasa multipropósito				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ GMP (25 g) = (0.5 %)	25.60	24.40	22.20	24.07
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ GMP (50 g) = (1.0 %)	19.50	18.70	17.45	18.55
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ GMP (75 g) = (1.5 %)	16.30	15.20	14.00	15.17

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo foliar-tallo del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de grasa multipropósito EP-2 lithium nuevo reespectivamente.

Tabla 33. *Resultados del efecto de la grasa multipropósito EP-2 lithium en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).*

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, GMP = grasa multipropósito				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ GMP (25 g) = (0.5 %)	23.30	22.60	20.80	22.23
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ GMP (50 g) = (1.0 %)	17.90	18.50	16.00	17.47
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ GMP (75 g) = (1.5 %)	14.80	13.60	12.90	13.77

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo radicular del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de grasa multipropósito EP-2 lithium reespectivamente.

4.1.11. Efecto de la parafina/cera mineral de velas en el maíz

Tabla N° 34. *Resultados del efecto de la parafina/cera mineral de velas en la altura de la planta de maíz en (cm).*

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, P = parafina				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ P (25 g) = (0.5 %)	44.80	45.00	48.60	46.13
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ P (50 g)	46.50	39.50	42.50	42.83

= (1.0 %)				
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ P (75 g) = (1.5 %)	45.50	37.00	36.90	39.80

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el crecimiento del maíz en longitud (cm), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de parafina/cera mineral de velas nuevo reespectivamente.

Tabla N° 35. Resultados del efecto de la parafina/cera mineral de velas en el peso húmedo foliar-tallo de la planta de maíz en (g).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, P = parafina				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ P (25 g) = (0.5 %)	26.30	25.10	23.60	25.00
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ P (50 g) = (1.0 %)	18.30	17.90	16.70	17.63
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ P (75 g) = (1.5 %)	15.80	16.00	17.00	16.27

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo foliar-tallo del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de parafina/cera mineral de velas nuevo reespectivamente.

Tabla 36. Resultados del efecto de la parafina/cera mineral de velas en el peso húmedo radicular de la planta de maíz en (g).

Porcentajes	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
S = suelo, C = compost, P = parafina				
1: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ P (25 g) = (0.5 %)	22.70	21.60	20.10	21.47
2: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ P (50 g) =	18.40	17.70	16.60	17.57

(1.0 %)				
3: S (3.5 kg)+C (1.5 kg)+ P (75 g) = (1.5 %)	15.40	14.90	13.60	14.63

Nota: Elaboración propia.

En la tabla, se observa el peso húmedo radicular del maíz en (g), luego de que esta gramínea fue expuesta a un medio de cultivo experimental que constó de: 3.5 kg de suelo arenoso más 1.5 kg de compost y 25 ml (0.5 %), 50 ml (1.0 %) ,75 ml (1.5 %) de parafina/cera mineral de velas reespectivamente.

4.2. Análisis e interpretación de los resultados de la investigación

4.2.1. Prueba de hipótesis

4.2.1.1. Altura de la planta de maíz

La prueba de hipótesis de la investigación hace referencia a lo siguiente:

H_1 : Existe una relación entre el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.

H_0 : No existe una relación entre el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.

Luego de rechazar la hipótesis nula (H_0), en el Análisis de Varianza (ANOVA) por existir diferencias estadísticas altamente significativas entre el tipo de hidrocarburo y concentración de hidrocarburo con un nivel de significación del 0,05. Es necesario indicar que no se conoce en que tratamiento o tratamientos se encontraría la diferencia estadística, por lo que fue esencial emplear una prueba de Diferencia Límite de Significación (LSD) con el fin de identificar las disparidades entre los tipos de hidrocarburos y los porcentajes de hidrocarburo evaluados en esta investigación.

Se realizó la prueba de diferencia límite de significación (LSD) para el tipo de hidrocarburo para evaluar al crecimiento del maíz, que obtiene la siguiente tabla:

Tabla 38. *Medias con la misma letra no son significativamente diferentes para el tipo de hidrocarburo*

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes					
t	Agrupamiento		Media	N	TIPO
		A	42.922	9	11
		A	42.761	9	10
B		A	42.113	9	9
B		C	40.122	9	8
D		C	39.033	9	7
D		C	38.750	9	6
D		C E	38.689	9	5
D	F	C E	37.888	9	4
D	F	E	36.717	9	3
	F	E	36.178	9	2
	F		35.656	9	1

Nota: Elaboración propia.

Decisión: en esta tabla, la prueba de la diferencia límite de significación (LSD). Indica que hubo más crecimiento del maíz en el tratamiento N° 11: parafina/cera mineral de velas y hubo menos crecimiento del maíz con el tratamiento N° 1: gasolina de 95 octanos.

Esta prueba de LSD muestra que el tratamiento que limitó menos la altura de planta fue con el N° 11 de la parafina/cera mineral de velas y el que limitó más la altura de planta de maíz se registró con el tratamiento N° 1 con aplicación de gasolina de 95 octanos.

Se realizó, asimismo, la prueba de diferencia límite de significación (LSD) para la variable porcentaje de hidrocarburo para evaluar al crecimiento del maíz, que obtiene la siguiente tabla:

Tabla 39. *Medias con la misma letra no son significativamente diferentes para la variable porcentaje de hidrocarburo de la altura de la planta de maíz*

t Grupo	Media	N	PORCENTAJE	EQUIVALENCIA EN (ml)
A	42,7621	33	0.50	25
B	39.4194	33	1.00	50
C	35.3173	33	1.50	75

Nota: Elaboración propia.

Decisión: de acuerdo con este resultado, el efecto de porcentaje de hidrocarburo en 0.50: es el que limitó menos el crecimiento en la variable altura de la planta de maíz, y el hidrocarburo en el porcentaje de 1.50 es el que limitó más en la altura de la planta de maíz.

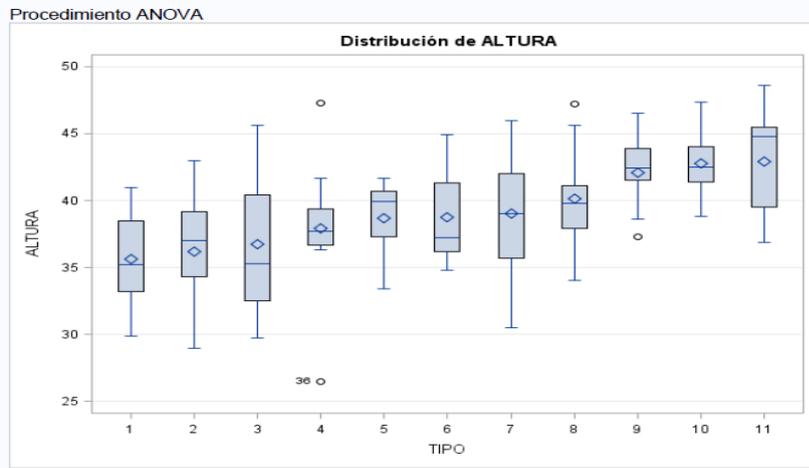


Figura 7. Representación gráfica de los promedios de los once tratamientos para la variable altura de la planta de maíz. Elaboración propia.

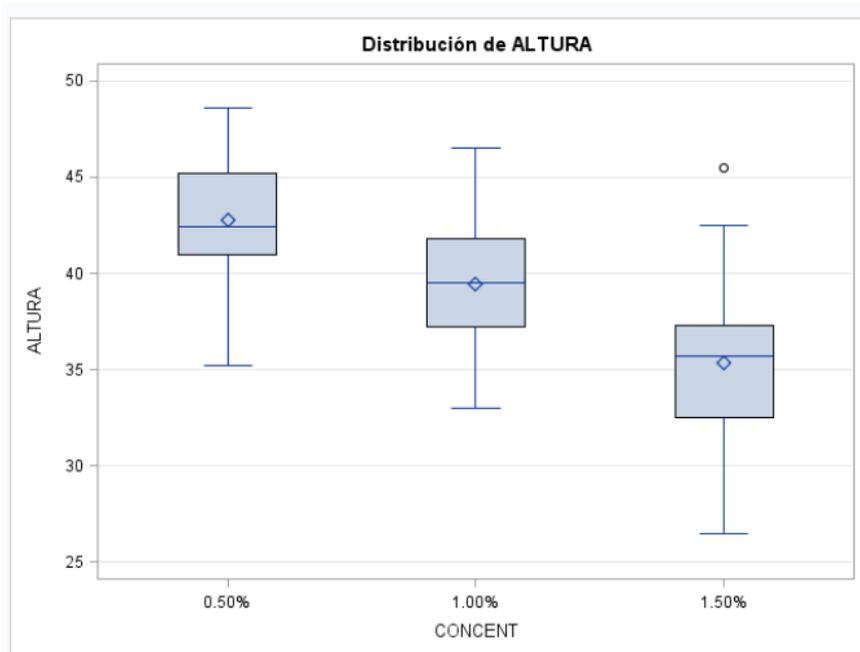


Figura 8. Representación gráfica de la prueba de hipótesis LSD de la variable porcentaje de hidrocarburo para la altura de la planta de maíz. Elaboración propia.

4.2.1.2. Peso foliar-tallo de la planta de maíz

La prueba de hipótesis de la investigación, se hace referencia a lo siguiente:

H_i : Existe una relación entre el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.

H_0 : No existe una relación entre el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.

Luego de rechazar la hipótesis nula (H_0), en el Análisis de Varianza (ANOVA) por existir diferencias estadísticas altamente significativas entre el tipo de hidrocarburo y concentración de hidrocarburo con un nivel de significación del 0,05. Es necesario indicar que no se conoce en que tratamiento o tratamientos se encontraría la diferencia estadística, por lo que fue necesario aplicar una prueba de Diferencia Límite de Significación (LSD) para determinar entre que tipos de hidrocarburos y en qué niveles de concentración de dosis de hidrocarburo hay diferencias en el presente estudio.

Se realizó la prueba de diferencia límite de significación (LSD) para el tipo de hidrocarburo para evaluar al crecimiento del maíz, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 40. *Medias con la misma letra no son significativamente diferentes para el tipo de hidrocarburo.*

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes					
t	Agrupamiento		Media	N	TIPO
	A		19.6333	9	11
B	A		19.2611	9	10
B	A		19.1900	9	9
B	A	C	18.5333	9	8
B	D	C	17.8778	9	7
E	D	C	17.5333	9	6
E	D	C	17.2056	9	5
E	D	F	16.7667	9	4
E		F	16.1889	9	3
	G	F	15.3833	9	2
	G		14.3389	9	1

Nota: Elaboración propia.

Decisión: la prueba de la diferencia límite de significación (LSD). Indica que hubo más crecimiento del maíz con el tratamiento N° 11: parafina/cera mineral de velas y hubo menor crecimiento del maíz con el tratamiento N° 11: gasolina de 95 octanos.

Esta prueba de LSD muestra que la parafina/cera mineral de velas tuvo menor influencia y el tratamiento que limitó más y tuvo más bajo peso foliar (hojas más tallo) se registró en el tratamiento N° 1 con aplicación de gasolina de 95 octanos.

Se realizó, asimismo, la prueba de diferencia límite de significación (LSD) para la variable porcentaje de hidrocarburo para evaluar al crecimiento del maíz, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 41. *Medias con la misma letra no son significativamente diferentes, para la variable porcentaje de hidrocarburo del peso foliar-tallo planta de maíz.*

t Grupo	Media	N	PORCENTAJE	EQUIVALENCIA EN (ml)
A	21.5124	33	0.50	25
B	16.8970	33	1.00	50
C	13.9303	33	1.50	75

Nota:

Elaboración propia.

Decisión: de acuerdo con este resultado, el efecto del porcentaje de hidrocarburo de 0.50 %: es el que limitó menos el crecimiento foliar (hojas más tallo) por lo tanto su peso no fue afectado en demasía de la planta de maíz a comparación del porcentaje de 1.50 % que fue el más afectado por lo tanto su peso fue inferior.

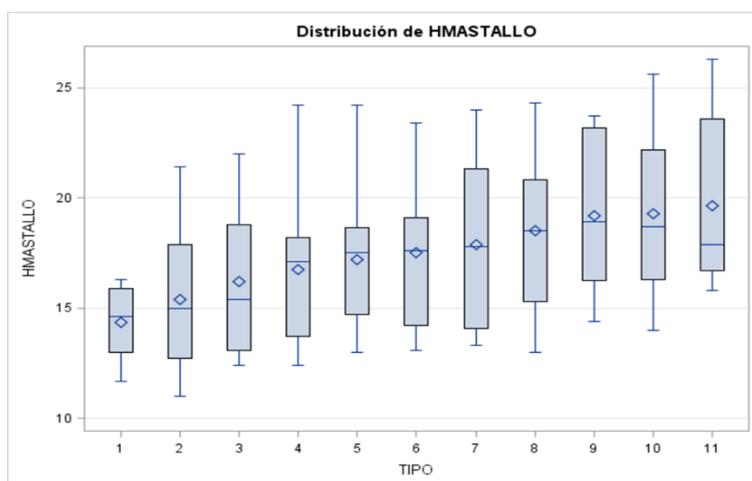


Figura 9. Representación gráfica de los promedios de los once tratamientos para la variable peso foliar-tallo de la planta de maíz. Elaboración propia.

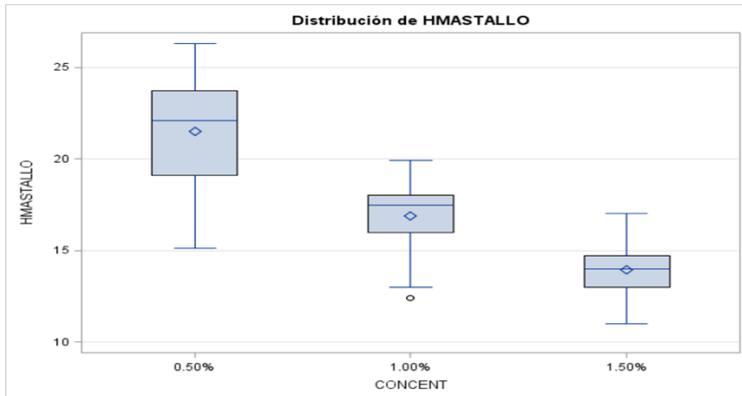


Figura 10. Representación gráfica de la prueba de hipótesis LSD de la variable porcentaje de hidrocarburo para el peso foliar (hojas más tallo) de la planta de maíz. Elaboración propia.

4.2.1.3. Peso raíz de la planta de maíz

La prueba de hipótesis de la investigación, se hace referencia a lo siguiente:

H_1 : Existe una relación entre el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.

H_0 : No existe una relación entre el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.

Luego de rechazar la hipótesis nula (H_0), en el análisis de varianza (ANOVA) por existir diferencias estadísticas altamente significativas entre el tipo de hidrocarburo y concentración de hidrocarburo con un nivel de significación del 0,05. Es necesario indicar que no se conoce en que tratamiento o tratamientos se encontraría la diferencia estadística, por lo que fue necesario aplicar una prueba de Diferencia Límite de Significación (LSD) para determinar entre que tipos de hidrocarburos y en qué niveles de concentración de dosis de hidrocarburo hay diferencias en el presente estudio.

Se realizó la prueba de diferencia límite de significación (LSD) para el tipo de hidrocarburo para evaluar al crecimiento del maíz, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 42. *Medias con la misma letra no son significativamente diferentes, para el tipo de hidrocarburo.*

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes						
t	Agrupamiento			Media	N	TIPO
		A		17.8889	9	11
B		A		17.8222	9	10
B		A	C	17.1056	9	9
B	D	A	C	16.8667	9	8
B	D	E	C	16.4333	9	7
B	D	E	C	16.4289	9	6
	D	E	C	15.8467	9	5
	D	E	C	15.7700	9	4
	D	E		15.6144	9	3
		E		15.1889	9	2
		F		13.6344	9	1

Nota: Elaboración propia.

Decisión: la prueba de la diferencia límite de significación (LSD). Indica que se obtuvo más peso radicular en el maíz en el tratamiento N° 11: parafina/cera mineral de velas a diferencia del peso radicular en el maíz en los tratamientos: N° 1: gasolina de 95 octanos y el tratamiento N° 2: gasolina de 90 octanos.

Esta prueba de LSD muestra que el tratamiento N° 11: parafina/cera mineral de velas es el que limitó menos el crecimiento radicular y el que más limitó el crecimiento radicular se registró en el tratamiento N° 1 y en el tratamiento N° 2 que implicó la aplicación de gasolina de 95 octanos y aplicación de gasolina de 90 octanos respectivamente.

Se realizó, asimismo: la prueba de diferencia límite de significación (LSD) para la variable porcentaje de hidrocarburo para evaluar al crecimiento del maíz, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 43. *Medias con la misma letra no son significativamente diferentes, para la variable porcentaje de hidrocarburo del peso radicular de la planta de maíz.*

t Grupo	Media	N	PORCENTAJE	EQUIVALENCIA EN (ml)
A	19.5988	33	0.50	25
B	15.9521	33	1.00	50

C	13.1582	33	1.50	75
---	---------	----	------	----

Nota: Elaboración propia.

Decisión: de acuerdo con este resultado, el efecto del porcentaje de hidrocarburos en 0.50 %: es el que menos limitó el crecimiento en la variable peso radicular de la planta de maíz, y el porcentaje de hidrocarburo de 1.50 % es el que limitó más el crecimiento de la planta de maíz y por ende se obtuvo el menor peso radicular.

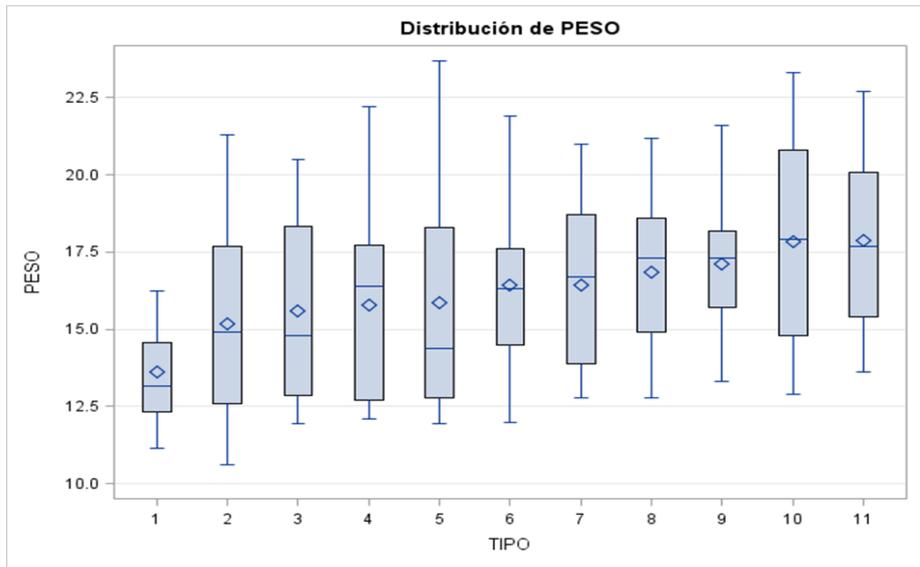


Figura 11. Representación gráfica de los promedios de los once tratamientos para la variable peso radicular de la planta de maíz. Elaboración propia.

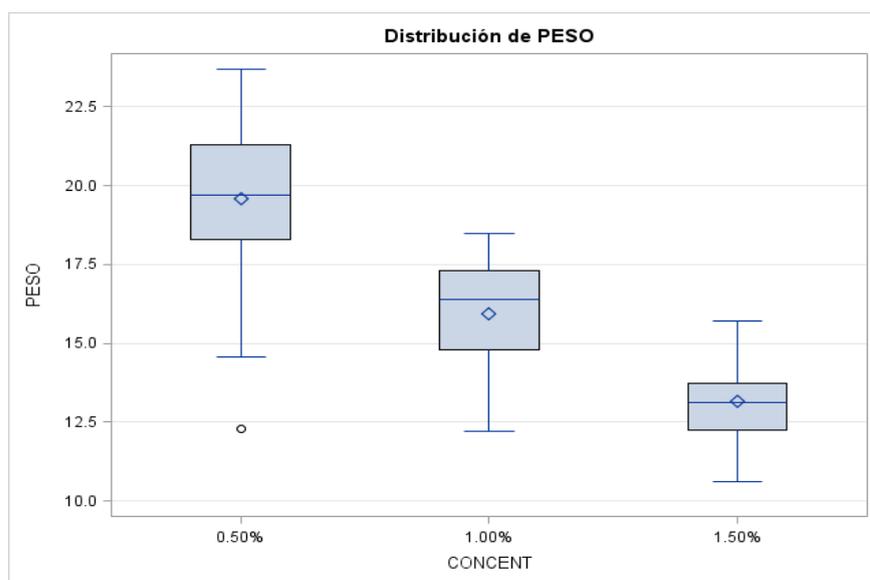


Figura 12. Representación gráfica de la prueba de hipótesis LSD de la variable porcentaje de hidrocarburo para el peso radicular de la planta de maíz

4.3. Discusión de resultados

Se presentará la discusión para los 11 tipos de hidrocarburo empleados en el presente estudio:

4.3.1. Efecto de la gasolina de 95 octanos en la planta de maíz

Según los promedios de cosecha de la altura de planta en centímetros: 43.06, 37.68, 35.50 asimismo los promedios de cosecha del peso húmedo foliar-tallo en gramos: 21.53, 17.27, 13.80 y de igual forma los promedios de cosecha del peso húmedo radicular en gramos: 19.30, 16.57, 13.42.

En el caso de la presente tesis, el contar con los porcentajes de 0.5, 1.0 y el 1.5 de hidrocarburo utilizado, estaría en valores que no representarían fitotoxicidad, ya que el compost tendría un efecto antagónico y estaría ayudando a estabilizar los efectos deletéreos del hidrocarburo permitiendo la germinación y el desarrollo del maíz sembrado, que indudablemente tendría un resultado diferente sin el empleo del compost. Estos resultados estarían siendo respaldados, por el enunciado de que el compost es un producto acabado rico en minerales, vitaminas, hormonas y compuestos de mucilaginosa que son progresivamente digeridos por las plantas, asegurando buenas cosechas y mejorando las características físicas,

químicas y biológicas del suelo, como se indicó anteriormente (46).

Los resultados obtenidos en las variables de estudio, son similares con los encontrados con (4).

En la tesis: Aplicación de carbón activado de cáscara de “coco” y cascarilla de “arroz” para la biorremediación de suelos contaminados por gasolina, distrito y provincia de Moyobamba – 2018. El investigador descubrió que el uso de sustratos orgánicos redujo sustancialmente la concentración de hidrocarburos totales en el petróleo: permitiendo la germinación y el crecimiento de *Helianthus annuus* “girasol”, por lo que se concluyó que la eficacia de estos sustratos orgánicos utilizados era cierta (5).

La germinación, crecimiento, la foliación como el crecimiento en altura del maíz: en el presente estudio estaría confirmando que el compost es un bioestimulante, que es definida: de la misma manera que cualquier compuesto o organismo microscópico que, al ser aplicado a las plantas, tiene la capacidad de aumentar su eficiencia En la capacidad para absorber y procesar nutrientes, así como en la tolerancia frente a factores de estrés biológico o ambiental, o mejorar cualquier aspecto relacionado con su rendimiento agronómico, sin tener en cuenta el contenido nutricional específico de dicha sustancia. Además, se clasificaría como un compuesto vegetal de estimulación biológica comparado con productos comerciales que incluyan mezclas de estas sustancias o microorganismos (50).

Los procesos metabólicos de la célula desencadenan la destrucción y el consumo de esta molécula. Los microorganismos emplean frecuentemente oxígeno, nitratos, hierro (III), sulfatos y dióxido de carbono como aceptores. La respiración microbiana ocurre en condiciones aeróbicas cuando el oxígeno sirve como un aceptor de electrones, lo que implica que los procesos de bioremediación son aeróbicos. Cuando el sulfato o el dióxido de carbono se utilizan como aceptores, la respiración microbiana se produce en condiciones de disminución o anaerobia, y los procesos de biodegradación son anaeróbicos (55).

Los microorganismos degradan los contaminantes convirtiendo moléculas de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) en químicos solubles como CO₂, O₂ y H₂O, que reaccionan a la biodegradación aeróbica. Los microorganismos pueden oxidar el contaminante empleando oxigenases y peroxidases enzimas, que son responsables de

entregar oxígeno al hidrocarburo (82).

Una opción sostenible consiste en utilizar enmiendas orgánicas, una práctica tecnológicamente eficaz y económicamente viable para la restauración de suelos. Estas tecnologías suministran al suelo un sustrato de carbono que sirve como fuente de alimentación para los microorganismos, promoviendo de este modo la actividad y el aumento de las poblaciones microbianas en el suelo mejora la capacidad de descomponer los hidrocarburos y estimula el crecimiento de las plantas, lo que a su vez contribuye a mejorar la calidad general del suelo (83).

Año tras año, en el Perú, los vertidos o incidentes con hidrocarburos han tenido repercusiones significativas, resultando en un aumento constante de suelos contaminados que son improductivos y de baja calidad. Estos derrames de hidrocarburos afectan el entorno a través de filtraciones, tanto accidentales como intencionadas, provocando una toxicidad directa para la biodiversidad y las propiedades del suelo. Esto conlleva a efectos perjudiciales, incluyendo la disminución de la fertilidad, el deterioro de la calidad del suelo y obstáculos en el desarrollo de las plantas, llegando incluso a inhibir el proceso de germinación (59).

4.3.2. Efecto de la gasolina de 90 octanos en la planta de maíz

Según los promedios de cosecha de la altura de planta en centímetros: 41.03, 40.10, 34.93 asimismo los promedios de cosecha del peso húmedo foliar-tallo en gramos: 20.88, 17.10, 13.63 de igual forma los promedios de cosecha del peso húmedo radicular en gramos: 20.47, 14.53, 12.53

En el caso de la presente tesis, el contar con los porcentajes de 0.5, 1.0 y el 1.5 de hidrocarburo utilizado, estaría en valores que no representarían fitotoxicidad, ya que el compost tendría un efecto antagónico y estaría ayudando a estabilizar los efectos deletéreos del hidrocarburo permitiendo la germinación y el desarrollo del maíz sembrado, que indudablemente tendría un resultado diferente sin el empleo del compost. Estos resultados estarían siendo respaldados, por el enunciado de que el compost es un producto final rico en minerales, vitaminas, hormonas y compuestos de mucilaginosa que son progresivamente digeridos por las plantas, asegurando cosechas saludables y mejorando los aspectos físicos, químicos y biológicos del suelo, como lo señala (42).

Los resultados obtenidos en las variables de estudio, son similares con los encontrados con (4).

En la tesis, Aplicación de carbón activado de cáscara de “coco” y cascarilla de “arroz” para la biorremediación de suelos contaminados por gasolina, distrito y provincia de Moyobamba – 2018. El investigador descubrió que la aplicación de sustratos orgánicos reduce de manera notable la concentración de hidrocarburos totales derivados del petróleo: permitiendo la germinación y el crecimiento de *Helianthus annuus* “girasol”, por lo que se concluyó que la eficacia de estos sustratos orgánicos utilizados era cierta (5).

La germinación, crecimiento, la foliación como el crecimiento en altura del maíz: en el presente estudio estaría confirmando que el compost es un bioestimulante, que es definida: independientemente del contenido de nutrientes, cualquier sustancia química o microbio que, cuando se administre a las plantas, sea capaz de aumentar su eficacia en la absorción y asimilación de sustancias nutritivas, la tolerancia al estrés biótico o abiótico, o de mejorar cualquiera de sus características agronómicas. Los productos comerciales que contengan mezclas de estos compuestos o microbios también se considerarán bioestimulantes vegetales (50).

El petróleo crudo proporciona carbono y energía a los microorganismos del suelo; sin embargo, dependiendo de la cantidad y el contenido del crudo derramado en el medio ambiente, altera los muchos componentes bióticos, abióticos y de la cadena alimentaria. Los hidrocarburos más ligeros volatilizan y fotooxidan, mientras que los hidrocarburos aromáticos policíclicos, el asfalto y las resinas persisten en el suelo, las raíces y el agua durante períodos prolongados de tiempo (55).

Los microorganismos degradan los contaminantes convirtiendo moléculas de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) en químicos solubles, incluyendo CO₂, O₂ y H₂O, que reaccionan a la biodegradación aeróbica. Los microorganismos pueden oxidar el contaminante empleando oxigenasas y peroxidases enzimas, que suministran oxígeno al hidrocarburo (68).

4.3.3. Efecto de la gasolina de 84 octanos en la planta de maíz

Según los promedios de cosecha de la altura de planta en centímetros: 42.78, 36.07, 31.30 asimismo los promedios de cosecha del peso húmedo foliar-tallo en gramos: 20.47,

14.80, 13.30 de igual forma los promedios de cosecha del peso húmedo radicular en gramos: 19.73, 14.40, 12.71.

En el caso de la presente tesis, el contar con los porcentajes de 0.5, 1.0 y el 1.5 de hidrocarburo utilizado, estaría en valores que no representarían fitotoxicidad, ya que el compost tendría un efecto antagónico y estaría ayudando a estabilizar los efectos deletéreos del hidrocarburo permitiendo la germinación y el desarrollo del maíz sembrado, que indudablemente tendría un resultado diferente sin el empleo del compost. Estos resultados estarían siendo respaldados, por el enunciado de que el compost es un producto acabado rico en minerales, vitaminas, hormonas y compuestos de mucilaginosa que son progresivamente digeridos por las plantas, asegurando buenas cosechas y mejorando las cualidades físicas, químicas y biológicas del suelo, como lo señala (42).

Los resultados obtenidos en las variables de estudio son similares con los encontrados con (4).

En la tesis: Aplicación de carbón activado de cáscara de “coco” y cascarilla de “arroz” para la biorremediación de suelos contaminados por gasolina, distrito y provincia de Moyobamba – 2018. El investigador halló que la utilización de sustratos orgánicos disminuye de manera considerable la cantidad total de hidrocarburos del petróleo: permitiendo la germinación y el crecimiento de *Helianthus annuus* “girasol”, por lo que se concluyó que la eficacia de estos sustratos orgánicos utilizados era cierta (5).

La germinación, crecimiento, la foliación como el crecimiento en altura del maíz: en el presente estudio estaría confirmando que el compost es un bioestimulante, que es definida: como independientemente del contenido de nutrientes, cualquier sustancia química o microbio que, cuando se administre a las plantas, sea capaz de aumentar su eficacia en la absorción y asimilación de sustancias nutritivas, la tolerancia al estrés biótico o abiótico, o de mejorar cualquiera de sus características agronómicas. Los productos comerciales que contengan mezclas de estos compuestos o microbios también se considerarían bioestimulantes vegetales (50).

El petróleo crudo es una fuente de carbono y energía para los microorganismos del suelo; sin embargo, dependiendo de la cantidad y el contenido de petróleo crudo derramado en el medio ambiente, altera los distintos componentes bióticos, abióticos y de la cadena

alimentaria. Los hidrocarburos más ligeros volatilizan y fotooxidan, mientras que los hidrocarburos aromáticos policíclicos, el asfalto y las resinas persisten en el suelo, la raíz y el agua durante períodos prolongados de tiempo (55).

Los microorganismos degradan los contaminantes convirtiendo moléculas de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) en químicos solubles como CO₂, O₂ y H₂O, que reaccionan a la biodegradación aeróbica. Los microorganismos pueden oxidar el contaminante empleando oxigenasas y peroxidases enzimas, estos son los responsables de proveer oxígeno al hidrocarburo (68).

4.3.4. Efecto del diésel 2 (D2) en la planta de maíz

Según los promedios de cosecha de la altura de planta en centímetros: 40.50, 36.83, 31.20 asimismo los promedios de cosecha del peso húmedo foliar-tallo en gramos: 19.37, 14.95, 11.83 de igual forma los promedios de cosecha del peso húmedo radicular en gramos: 19.20, 14.80, 11.57.

En el caso de la presente tesis, el contar con los porcentajes de 0.5, 1.0 y el 1.5 de hidrocarburo utilizado, estaría en valores que no representarían fitotoxicidad, ya que el compost tendría un efecto antagónico y estaría ayudando a estabilizar los efectos deletéreos del hidrocarburo permitiendo la germinación y el desarrollo del maíz sembrado, que indudablemente tendría un resultado diferente sin el empleo del compost. Estos resultados estarían siendo respaldados, por el enunciado de que el compost es un producto acabado rico en minerales, vitaminas, hormonas y mucilaginosas que son progresivamente digeridos por las plantas, asegurando cosechas saludables y mejorando las cualidades físicas, químicas y biológicas del suelo, como lo señala (42).

Los resultados obtenidos en las variables de estudio, son similares con los encontrados con (4).

En la tesis: Aplicación de carbón activado de cáscara de “coco” y cascarilla de “arroz” para la biorremediación de suelos contaminados por gasolina, distrito y provincia de Moyobamba – 2018. Los sustratos orgánicos aplicados demostraron reducir de manera significativa la concentración total de hidrocarburos presentes en el petróleo: permitiendo la germinación y el crecimiento de *Helianthus annuus* “girasol”, por lo que se concluyó que la eficacia de estos sustratos orgánicos utilizados era cierta (5).

La germinación, crecimiento, la foliación como el crecimiento en altura del maíz: en el presente estudio estaría confirmando que el compost es un bioestimulante, que es definida: como independientemente del contenido de nutrientes, cualquier sustancia química o microbio que, cuando se administre a las plantas, sea capaz de aumentar su eficacia en la absorción y asimilación de sustancias nutritivas, la tolerancia al estrés biótico o abiótico, o de mejorar cualquiera de sus características agronómicas. Los productos comerciales que contienen mezclas de estos productos químicos o microbios también se denominan bioestimulantes vegetales (50).

El petróleo crudo es una fuente de carbono y energía para los microorganismos del suelo; sin embargo, dependiendo de la cantidad y el contenido de petróleo crudo derramado en el medio ambiente, altera los muchos componentes bióticos, abióticos y de la cadena alimentaria. Los hidrocarburos más ligeros volatilizan y fotooxidan, mientras que los hidrocarburos aromáticos policíclicos, el asfalto y las resinas persisten en el suelo, las raíces y el agua durante períodos prolongados de tiempo (55).

Los microorganismos degradan los contaminantes convirtiendo moléculas de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) en químicos solubles como CO₂, O₂ y H₂O, que reaccionan a la biodegradación aeróbica. Los microorganismos pueden oxidar el contaminante empleando oxigenasas y peroxidases enzimas, que son responsables de entregar oxígeno al hidrocarburo (68).

4.3.5. Efecto del aceite mineral 10W – 30 nuevo en la planta de maíz

Según los promedios de cosecha de la altura de planta en centímetros: 42.50, 38.00, 33.17 asimismo los promedios de cosecha del peso húmedo foliar-tallo en gramos: 19.35, 15.47, 12.49 de igual forma los promedios de cosecha del peso húmedo radicular en gramos: 20.67, 16.60, 13.03.

En el caso de la presente tesis, el contar con los porcentajes de 0.5, 1.0 y el 1.5 de hidrocarburo utilizado, estaría en valores que no representarían fitotoxicidad, ya que el compost tendría un efecto antagónico y estaría ayudando a estabilizar los efectos deletéreos del hidrocarburo permitiendo la germinación y el desarrollo del maíz sembrado, que indudablemente tendría un resultado diferente sin el empleo del compost. Estos resultados estarían siendo respaldados, por el enunciado de que el compost es un producto acabado que es rico en minerales, vitaminas, hormonas y productos químicos mucilaginosos que son

progresivamente digeridos por las plantas, asegurando buenas cosechas y mejorando los aspectos físicos, químicos y biológicos del suelo, como lo señala (42).

Los resultados obtenidos en las variables de estudio, son similares con los encontrados con (4).

En la tesis: Aplicación de carbón activado de cáscara de “coco” y cascarilla de “arroz” para la biorremediación de suelos contaminados por gasolina, distrito y provincia de Moyobamba – 2018. Se observó que el coco y la cascarilla de arroz con lleva una reducción notable en la concentración total de hidrocarburos presentes en el petróleo: permitiendo la germinación y el crecimiento de *Helianthus annuus* “girasol”, por lo que se concluyó que la eficacia de estos sustratos orgánicos utilizados era cierta (5).

La germinación, crecimiento, la foliación como el crecimiento en altura del maíz: en el presente estudio estaría confirmando que el compost es un bioestimulante, que es definida: como independientemente del contenido de nutrientes, cualquier sustancia química o microbio que, cuando se administre a las plantas, sea capaz de aumentar su eficacia en la absorción y asimilación de sustancias nutritivas, la tolerancia al estrés biótico o abiótico, o de mejorar cualquiera de sus características agronómicas. Los productos comerciales que contienen mezclas de estos productos químicos o microbios también se denominan bioestimulantes vegetales (50).

La cantidad y tipo de petróleo crudo derramado en el ecosistema cambia los diversos componentes bióticos, abióticos y de la cadena alimentaria. Los hidrocarburos más ligeros volatilizan y fotóxican, mientras que los hidrocarburos aromáticos policíclicos, el asfalto y las resinas se acumulan con el tiempo en el suelo, las raíces y el agua (55).

Los microorganismos degradan los contaminantes convirtiendo moléculas de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) en químicos solubles como CO₂, O₂ y H₂O, que reaccionan a la biodegradación aeróbica. Los microorganismos pueden oxidar el contaminante empleando oxigenasas y peroxidasas enzimas, que son responsables de dar oxígeno al hidrocarburo (68).

4.3.6. Efecto del aceite semi sintético 5W – 30 nuevo en la planta de maíz

Según los promedios de cosecha de la altura de planta en centímetros: 41.63, 40.40, 35.07 asimismo los promedios de cosecha del peso húmedo foliar-tallo en gramos: 22.57,

17.27, 13.80 de igual forma los promedios de cosecha del peso húmedo radicular en gramos: 19.90, 16.13, 13.27.

En el caso de la presente tesis, el contar con los porcentajes de 0.5, 1.0 y el 1.5 de hidrocarburo utilizado, se estaría en valores que no representarían fitotoxicidad, ya que el compost tendría un efecto antagónico y estaría ayudando a estabilizar los efectos deletéreos del hidrocarburo permitiendo la germinación y el desarrollo del maíz sembrado, que indudablemente tendría un resultado diferente sin el empleo del compost. Estos resultados estarían siendo respaldados, por el enunciado de que el compost es un producto acabado rico en minerales, vitaminas, hormonas y mucilaginosas que son progresivamente digeridos por las plantas, asegurando cosechas saludables y mejorando los aspectos físicos, químicos y biológicos del suelo, como lo señala (42).

Los resultados obtenidos en las variables de estudio son similares con los encontrados con (4).

En la tesis: Aplicación de carbón activado de cáscara de “coco” y cascarilla de “arroz” para la biorremediación de suelos contaminados por gasolina, distrito y provincia de Moyobamba – 2018. El investigador descubrió que al emplear sustratos orgánicos se produce una disminución notable en la cantidad total de hidrocarburos presentes en el petróleo: permitiendo la germinación y el crecimiento de *Helianthus annuus* “girasol”, por lo que se concluyó que la eficacia de estos sustratos orgánicos utilizados era cierta (5).

La germinación, crecimiento, la foliación como el crecimiento en altura del maíz: en el presente estudio estaría confirmando que el compost es un bioestimulante, que es definida: independientemente del contenido de nutrientes, cualquier sustancia química o microbio que, cuando se administre a las plantas, sea capaz de aumentar su eficacia en la absorción y asimilación de sustancias nutritivas, la tolerancia al estrés biótico o abiótico, o de mejorar cualquiera de sus características agronómicas. Los productos comerciales que contengan mezclas de estos compuestos o microbios también se considerarán bioestimulantes vegetales (50).

La cantidad y tipo de petróleo crudo derramado en el ecosistema cambia los diversos componentes bióticos, abióticos y de la cadena alimentaria. Los hidrocarburos más ligeros volatilizan y fotóxican, mientras que los hidrocarburos aromáticos policíclicos, el asfalto y las resinas se acumulan con el tiempo en el suelo, las raíces y el agua (55).

Los microorganismos degradan los contaminantes convirtiendo moléculas de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) en químicos solubles, incluyendo CO₂, O₂ y H₂O, que reaccionan a la biodegradación aeróbica. Los microorganismos pueden oxidar el contaminante empleando oxigenasas y peroxidases enzimas, que suministran oxígeno al hidrocarburo (68).

4.3.7. Efecto del aceite sintético 5W – 30 nuevo en la planta de maíz

Según los promedios de cosecha de la altura de planta en centímetros: 44.43, 39.60, 36.33 asimismo los promedios de cosecha del peso húmedo foliar-tallo en gramos: 22.90, 18.47, 14.23 de igual forma los promedios de cosecha del peso húmedo radicular en gramos: 19.83, 17.13, 13.63.

En el caso de la presente tesis, el contar con los porcentajes de 0.5, 1.0 y el 1.5 de hidrocarburo utilizado, estaría en valores que no representarían fitotoxicidad, ya que el compost tendría un efecto antagónico y estaría ayudando a estabilizar los efectos deletéreos del hidrocarburo permitiendo la germinación y el desarrollo del maíz sembrado, que indudablemente tendría un resultado diferente sin el empleo del compost. Estos resultados estarían siendo respaldados, por el enunciado de que el compost es un producto final que contiene una gran cantidad de minerales, vitaminas, hormonas y compuestos mucilaginosos que son gradualmente asimilados por las plantas, garantizando cosechas exitosas y mejorando las características físicas, químicas y biológicas del suelo, como lo señala (42).

Los resultados obtenidos en las variables de estudio son similares con los encontrados con (4).

En la tesis: Aplicación de carbón activado de cáscara de “coco” y cascarilla de “arroz” para la biorremediación de suelos contaminados por gasolina, distrito y provincia de Moyobamba – 2018. Se descubrió que los sustratos orgánicos utilizados redujeron considerablemente el contenido total de hidrocarburos de petróleo: permitiendo la germinación y el crecimiento de *Helianthus annuus* “girasol”, por lo que se concluyó que la eficacia de estos sustratos orgánicos utilizados era cierta (5).

La germinación, crecimiento, la foliación como el crecimiento en altura del maíz: en el presente estudio estaría confirmando que el compost es un bioestimulante, que es definida: independientemente del contenido de nutrientes, cualquier sustancia química o microbio

que, cuando se administre a las plantas, sea capaz de aumentar su eficacia en la absorción y asimilación de sustancias nutritivas, la tolerancia al estrés biótico o abiótico, o de mejorar cualquiera de sus características agronómicas. Los productos comerciales que contengan mezclas de estos compuestos o microbios también se considerarán bioestimulantes vegetales (50).

La cantidad y tipo de petróleo crudo derramado en el ecosistema cambia los diversos componentes bióticos, abióticos y de la cadena alimentaria. Los hidrocarburos más ligeros volatilizan y fotóxican, mientras que los hidrocarburos aromáticos policíclicos, el asfalto y las resinas se acumulan con el tiempo en el suelo, las raíces y el agua (55).

Los microorganismos degradan los contaminantes convirtiendo moléculas de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) en químicos solubles, incluyendo CO₂, O₂ y H₂O, que reaccionan a la biodegradación aeróbica. Los microorganismos pueden oxidar el contaminante empleando oxigenasas y peroxidasas enzimas, que suministran oxígeno al hidrocarburo (68).

4.3.8. Efecto del aceite mineral 15W-40 usado en la planta de maíz

Según los promedios de cosecha de la altura de planta en centímetros: 38.40, 36.87, 31.70 asimismo los promedios de cosecha del peso húmedo foliar-tallo en gramos: 15.77, 14.60, 12.65 de igual forma los promedios de cosecha del peso húmedo radicular en gramos: 14.37, 14.31, 12.21.

En el caso de la presente tesis, el contar con los porcentajes de 0.5, 1.0 y el 1.5 de hidrocarburo utilizado, estaría en valores que no representarían fitotoxicidad, ya que el compost tendría un efecto antagónico y estaría ayudando a estabilizar los efectos deletéreos del hidrocarburo permitiendo la germinación y el desarrollo del maíz sembrado, que indudablemente tendría un resultado diferente sin el empleo del compost. Es un producto acabado que contiene una alta concentración de minerales, vitaminas, hormonas y productos químicos mucilaginosos que son progresivamente digeridos por las plantas, asegurando excelentes cosechas y aumentando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, como se indicó anteriormente (42).

Los resultados obtenidos en las variables de estudio son similares con los encontrados con (4).

En la tesis: Aplicación de carbón activado de cáscara de “coco” y cascarilla de “arroz” para la biorremediación de suelos contaminados por gasolina, distrito y provincia de Moyobamba – 2018. Se descubrió que los sustratos orgánicos utilizados redujeron considerablemente el contenido total de hidrocarburos de petróleo: permitiendo la germinación y el crecimiento de *Helianthus annuus* “girasol”, por lo que se concluyó que la eficacia de estos sustratos orgánicos utilizados era cierta (5).

La germinación, crecimiento, la foliación como el crecimiento en altura del maíz: en el presente estudio estaría confirmando que el compost es un bioestimulante, que es definida: independientemente del contenido de nutrientes, cualquier sustancia química o microbio que, cuando se administre a las plantas, sea capaz de aumentar su eficacia en la absorción y asimilación de sustancias nutritivas, la tolerancia al estrés biótico o abiótico, o de mejorar cualquiera de sus características agronómicas. Los productos comerciales que contengan mezclas de estos compuestos o microbios también se considerarán bioestimulantes vegetales (50).

La cantidad y tipo de petróleo crudo derramado en el ecosistema cambia los diversos componentes bióticos, abióticos y de la cadena alimentaria. Los hidrocarburos más ligeros volatilizan y fotóxican, mientras que los hidrocarburos aromáticos policíclicos, el asfalto y las resinas se acumulan con el tiempo en el suelo, las raíces y el agua (55).

4.3.9. Efecto del líquido de transmisión automático super ATF en la planta de maíz

Según los promedios de cosecha de la altura de planta en centímetros: 44.92, 42.30, 39.12 asimismo los promedios de cosecha del peso húmedo foliar-tallo en gramos: 23.42, 18.63, 15.52 de igual forma los promedios de cosecha del peso húmedo radicular en gramos: 19.73, 17.08, 14.50.

En el caso de la presente tesis, el contar con los porcentajes de 0.5, 1.0 y el 1.5 de hidrocarburo utilizado, estaría en valores que no representarían fitotoxicidad, ya que el compost tendría un efecto antagónico y estaría ayudando a estabilizar los efectos deletéreos del hidrocarburo permitiendo la germinación y el desarrollo del maíz sembrado, que indudablemente tendría un resultado diferente sin el empleo del compost. Estos resultados estarían siendo respaldados, por el enunciado de que el compost es un producto acabado rico en minerales, vitaminas, hormonas y compuestos de mucilaginosa que son progresivamente digeridos por las plantas, asegurando buenas cosechas y mejorando las características físicas,

químicas y biológicas del suelo, como se indicó anteriormente (42).

Los resultados obtenidos en las variables de estudio son similares con los encontrados con (4).

En la tesis Aplicación de carbón activado de cáscara de “coco” y cascarilla de “arroz” para la biorremediación de suelos contaminados por gasolina, distrito y provincia de Moyobamba – 2018. Se halló que al emplear sustratos orgánicos se produce una disminución notable en la cantidad total de hidrocarburos presentes en el petróleo: permitiendo la germinación y el crecimiento de *Helianthus annuus* “girasol”, por lo que se concluyó que la eficacia de estos sustratos orgánicos utilizados era cierta (5).

La germinación, crecimiento, la foliación como el crecimiento en altura del maíz: en el presente estudio estaría confirmando que el compost es un bioestimulante, que es definida: independientemente del contenido de nutrientes, cualquier sustancia química o microbio que, cuando se administre a las plantas, sea capaz de aumentar su eficacia en la absorción y asimilación de sustancias nutritivas, la tolerancia al estrés biótico o abiótico, o de mejorar cualquiera de sus características agronómicas. Los productos comerciales que contengan mezclas de estos compuestos o microbios también se considerarán bioestimulantes vegetales (50).

La cantidad y tipo de petróleo crudo derramado en el ecosistema cambia los diversos componentes bióticos, abióticos y de la cadena alimentaria. Los hidrocarburos más ligeros volatilizan y fotóxidan, mientras que los hidrocarburos aromáticos policíclicos, el asfalto y las resinas se acumulan con el tiempo en el suelo, las raíces y el agua (55).

4.3.10. Efecto de la grasa multi propósito EP-2 lithium en la planta de maíz

Según los promedios de cosecha de la altura de planta en centímetros: 44.98, 42.93, 40.37, asimismo, los promedios de cosecha del peso húmedo foliar-tallo en gramos: 24.07, 18.55, 15.17 de igual forma los promedios de cosecha del peso húmedo radicular en gramos: 22.23, 17.47, 13.77.

En el caso de la presente tesis, el contar con los porcentajes de 0.5, 1.0 y el 1.5 de hidrocarburo utilizado, estaría en valores que no representarían fitotoxicidad, ya que el compost tendría un efecto antagónico y estaría ayudando a estabilizar los efectos deletéreos del hidrocarburo permitiendo la germinación y el desarrollo del maíz sembrado, que indudablemente tendría un resultado diferente sin el empleo del compost. Estos resultados

estarían siendo respaldados, por el enunciado de que el compost es un producto acabado rico en minerales, vitaminas, hormonas y compuestos de mucilaginosa que son progresivamente digeridos por las plantas, asegurando buenas cosechas y mejorando las características físicas, químicas y biológicas del suelo, como se indicó anteriormente (42).

Los resultados obtenidos en las variables de estudio, son similares con los encontrados con (4).

En la tesis Aplicación de carbón activado de cáscara de “coco” y cascarilla de “arroz” para la biorremediación de suelos contaminados por gasolina, distrito y provincia de Moyobamba – 2018. Se halló que al emplear sustratos orgánicos se produce una disminución notable en la cantidad total de hidrocarburos presentes en el petróleo: permitiendo la germinación y el crecimiento de *Helianthus annuus* “girasol”, por lo que se concluyó que la eficacia de estos sustratos orgánicos utilizados era cierta (5).

La germinación, crecimiento, la foliación como el crecimiento en altura del maíz: en el presente estudio estaría confirmando que el compost es un bioestimulante, que es definida: independientemente del contenido de nutrientes, cualquier sustancia química o microbio que, cuando se administre a las plantas, sea capaz de aumentar su eficacia en la absorción y asimilación de sustancias nutritivas, la tolerancia al estrés biótico o abiótico, o de mejorar cualquiera de sus características agronómicas. Los productos comerciales que contengan mezclas de estos compuestos o microbios también se considerarán bioestimulantes vegetales (50).

La cantidad y tipo de petróleo crudo derramado en el ecosistema cambia los diversos componentes bióticos, abióticos y de la cadena alimentaria. Los hidrocarburos más ligeros volatilizan y fotóxican, mientras que los hidrocarburos aromáticos policíclicos, el asfalto y las resinas se acumulan con el tiempo en el suelo, las raíces y el agua (55).

4.3.11. Efecto de la parafina/cera mineral de velas en la planta de maíz

Según los promedios de cosecha de la altura de planta en centímetros: 46.13, 42.83, 39.80, asimismo, los promedios de cosecha del peso húmedo foliar-tallo en gramos: 25.00, 17.63, 16.27 de igual forma los promedios de cosecha del peso húmedo radicular en gramos: 21.47, 17.57, 14.63.

En el caso de la presente tesis, el contar con los porcentajes de 0.5, 1.0 y el 1.5 de hidrocarburo utilizado, estaría en valores que no representarían fitotoxicidad, ya que el

compost tendría un efecto antagónico y estaría ayudando a estabilizar los efectos deletéreos del hidrocarburo permitiendo la germinación y el desarrollo del maíz sembrado, que indudablemente tendría un resultado diferente sin el empleo del compost. Estos resultados estarían siendo respaldados, por el enunciado de que el compost es un producto acabado rico en minerales, vitaminas, hormonas y compuestos de mucilaginosos que son progresivamente digeridos por las plantas, asegurando buenas cosechas y mejorando las características físicas, químicas y biológicas del suelo, como se indicó anteriormente (42).

Los resultados obtenidos en las variables de estudio son similares con los encontrados con (4).

En la tesis, aplicación de carbón activado de cáscara de “coco” y cascarilla de “arroz” para la biorremediación de suelos contaminados por gasolina, distrito y provincia de Moyobamba – 2018. Se halló que al emplear sustratos orgánicos se produce una disminución notable en la cantidad total de hidrocarburos presentes en el petróleo: permitiendo la germinación y el crecimiento de *Helianthus annuus* “girasol”, por lo que se concluyó que la eficacia de estos sustratos orgánicos utilizados era cierta (5).

La germinación, crecimiento, la foliación como el crecimiento en altura del maíz: en el presente estudio estaría confirmando que el compost es un bioestimulante, que es definida: independientemente del contenido de nutrientes, cualquier sustancia química o microbio que, cuando se administre a las plantas, sea capaz de aumentar su eficacia en la absorción y asimilación de sustancias nutritivas, la tolerancia al estrés biótico o abiótico, o de mejorar cualquiera de sus características agronómicas. Los productos comerciales que contengan mezclas de estos compuestos o microbios también se considerarán bioestimulantes vegetales (50).

La cantidad y tipo de petróleo crudo derramado en el ecosistema cambia los diversos componentes bióticos, abióticos y de la cadena alimentaria. Los hidrocarburos más ligeros volatilizan y fotóxican, mientras que los hidrocarburos aromáticos policíclicos, el asfalto y las resinas se acumulan con el tiempo en el suelo, las raíces y el agua (55).

CONCLUSIONES

Al final, se concluyó que los efectos tóxicos de los hidrocarburos sobre los cambios fenológicos del maíz se ven disminuidos por el empleo del compost en los 11 tratamientos que corresponden a la aplicación de 11 diferentes tipos de hidrocarburos con sus diversos porcentajes de 0.5, 1.0 y 1.5 y sus respectivas repeticiones en un suelo de una cuenca fluvial temporal, de esta forma se da a conocer las siguientes conclusiones:

a. Se determinó que el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en la altura del maíz fue que el efecto del tratamiento N° 11 con parafina la planta de maíz obtuvo 42.922 cm de altura a diferencia del efecto del tratamiento N° 1 con gasolina de 95 octanos que obtuvo 35.656 cm de altura. Asimismo, se observó que a 0.50 % se obtuvo 42.7621 cm, con 1.00 % se obtuvo 39.4194 cm y con 1.50 % se obtuvo 35.3173 cm, en el crecimiento vertical de la planta de maíz.

b. Se determinó el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en el peso húmedo foliar-tallo del maíz, fue de que el efecto del tratamiento N° 11 con parafina la planta de maíz obtuvo 19.6333 g de peso húmedo foliar-tallo a diferencia del efecto del tratamiento N° 1 con gasolina de 95 octanos que obtuvo 14.3389 g de peso húmedo foliar-tallo. Asimismo, se observó que a 0.50 % se obtuvo 21.5124 g, con 1.00 % se obtuvo 16.8970 g y con 1.50 % se obtuvo 13.9303 g.

c. Se determinó el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en el peso húmedo radicular del maíz, fue de que el efecto del tratamiento N° 11 con parafina la planta de maíz obtuvo 17.8889 g de peso radicular a diferencia del efecto del tratamiento N° 2 con gasolina de 90 octanos que obtuvo 15.1889 y el tratamiento N° 1 con gasolina de 95 octanos que obtuvo 13.6344 g de peso húmedo radicular. Asimismo, se observó que a 0.50 % se obtuvo 19.5988 g, con 1.00 % se obtuvo 15.9521 g y con 1.50 % se obtuvo 13.1582 g.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso del compost de ovino para la gestión de suelos que han sido contaminados con 11 derivados de petróleo que fueron evaluados, dependiendo de las características del suelo, condiciones climatológicas (como temperatura ambiental, humedad, horas de luz solar), composición del compost, metros relacionados con la altitud y otras medidas variables que pueden estar interactuando.
2. Se recomienda probar otras gramíneas y leguminosas con diversos porcentajes de derivados del petróleo para evaluar su comportamiento fisiológico vegetal y explicar las razones por las cuales se verían afectadas estos vegetales.
3. Promover lugares específicos para disposición final de lubricantes usados y filtros usados.
4. Realizar investigaciones con distintos tipos y formas de biorremediaciones de suelos contaminadas por derivados de petróleo.
5. Promover capacitaciones con la finalidad de fomentar la conciencia ambiental y brindar entrenamientos en situaciones adecuadas del manejo integral de aceites y grasas de automóviles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TAMAYO, Jesus., SALVADOR, Julio, VÁSQUEZ, Arturo y DE LA CRUZ, Ricardo. *La Industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú: 20 años de aporte al desarrollo del país* [online].
2. ADAMS, RH; ALVAREZ-OVANDO, AL y CASTANON N, G. Efecto de la concentración de hidrocarburos sobre la producción del pasto (*Brachiaria humidicola*) en Texistepec, Veracruz. *Phyton* (B. Aires) [online]. 2015, vol.84, n.1 [citado 2023-03-03], pp.222-232..
3. BENAVIDES, Joaquín. et al. Bioremediación de tierras contaminadas con hidrocarburos derivadas del petróleo. *LILACS* [online]. Vol. 4, no. 5, p. 82–90.
4. BUENDÍA, Hildebrando. *Biorremediación de tierras contaminadas por hidrocarburos por medio de compost de aserrín y estiércoles*. Revista del instituto de investigación de la facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas, 15(30), 123–130.
5. LIZANA, Jean. *Aplicación de carbón activado de cáscara de “coco” y cascarilla de “arroz” para la biorremediación de suelos contaminados por gasolina, distrito y provincia de Moyobamba - 2018*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO, 2018.
6. FLORES, José. y BENITES, Julio.. *Efecto del estiércol de cuy, porcino y vacuno en la biorremediación de suelo contaminado con hidrocarburos de diésel en terrarios*. UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO,” 2015.
7. RIVERA-CRUZ, María del Carmen y TRUJILLO-Narcia, Antonio. Estudio de toxicidad vegetal en suelos con petróleos nuevo e intemperizado. *INCI* [online]. 2004, vol.29, n.7 [citado 2023-03-01], pp.369-376.
8. CABELLO, M. (1995). Efecto de la contaminación con hidrocarburos sobre hongos formadores de micorrizas vesiculo- arbusculares (MVA). *Boletín Micológico*, 10, 77–83. <https://doi.org/10.22370/bolmicol.1995.10.0.1083>
9. ADAMS, RH; ALVAREZ-Ovando, AL y CASTANON N, G. Effect of hydrocarbon concentration of pasture production (*Brachiaria humidicola*) in Texistepec, Veracruz. *Phyton* (B. Aires) [online]. 2015, vol.84, n.1 [citado 2023-03-01], pp.222-232.

10. PERNIA, Beatriz et al. Fitotoxicidad de HAP, crudos extra pesados y sus fracciones en lactuca sativa: una interpretación integral utilizando un índice de toxicidad modificado. *Rev. Int. Contam. Ambient* [online]. 2018, vol.34, n.1 [citado 2023-03-01], pp.79-91.
11. ARIAS-TRINIDAD, Alfredo; RIVERA-CRUZ, María del Carmen y TRUJILLO NARCIA, Antonio. Fitotoxicidad de un suelo contaminado con petróleo fresco sobre *Phaseolus vulgaris* L. (LEGUMINOSAE). *Rev. Int. Contam. Ambient* [online]. 2017, vol.33, n.3 [citado 2023-03-01], pp.411-419.
12. PEREZ-Armendariz, Beatriz et al. Efecto del antraceno en la estimulación del crecimiento en maíz y frijol. *Terra Latinoam* [online]. 2011, vol.29, n.1 [citado 2023-03-01], pp.95-102..
13. HERNÁNDEZ Rodríguez, C., OJEDA Quintana, L. J., ARTEAGA Rodríguez, O., & SÁNCHEZ Cordero, L. (2019). Emergencia y desarrollo del maíz (*Zea mays* L.) en un suelo contaminado con Hidrocarburos Totales del Petróleo en fase inicial y a 340 días de biorremediación en biopilas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 94-102.
14. PENTREATH, V., GONZÁLEZ, E., BARQUÍN, M., RÍOS, S. M., & PERALES, S. (2015). Bioensayo de toxicidad aguda con plantas nativas para evaluar un derrame de petróleo. *Revista De Salud Ambiental*, 15(1), 13–20.
15. CALCÁNEO Gordillo, L. A., GÓMEZ Cruz, R., GAMBOA Rodríguez, M. T., & GAMBOA Aldeco, J. R. (2016). Simulación de impacto ambiental en la germinación del frijol negro (*Phaseolus vulgaris* l) con derrames de hidrocarburos. *Kuxulkab'*, 22(43). <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a22n43.1460>
16. MÉNDEZ Natera, JR, SALAZAR Garantón, R. y VELÁSQUEZ A. Efecto del derrame petrolero simulado y la aplicación de un remediador sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas en dos tipos de maíz (*Zea mays* L.). .
17. GALINDO Pérez, E. J., OCAÑA Soto, R. R., CHÁVEZ Sandoval, B. E., NARANJO Castañeda, F. A., MARTÍNEZ García, M., CAMPOS Contreras, J. E., & GARCÍA Franco, F. (2017). Evaluación de la fitotoxicidad de aceite automotriz usado con *Vicia faba* y *Phaseolus coccineus*.
18. HUISA B, Dennis X. and LOZA-DEL CARPIO, Alfredo L. Impacto de un pasivo ambiental petrolífero en el área y flora vascular a orillas del lago Titicaca, Perú. *Ciencias Ambientales* [online]. 2021, vol.55, n.2, pp.174-190. ISSN 2215-3896. <http://dx.doi.org/10.15359/rca.55-2.9>.

19. HERNÁNDEZ-Acosta, Elizabeth. et. al. Bacterias y hongos hidrocarbonoclastas de rizósfera frijol y maíz, en un suelo contaminado con petróleo Terra Latinoamericana, vol. 21, núm. 4, octubre-diciembre, 2003, pp. 493-502 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. D
20. OROZCO-Soto, Marianela; GUTIERREZ-Rojas, Mariano y PERALTA-Pérez, María del Rosario. Efecto de la composición de una mezcla de hidrocarburos en la respuesta fenotípica y la acumulación de azúcares por *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr en cultivos in vitro. Polibotánica [online]. 2014, n.38 [citado 2023-03-02], pp.159-172.
21. ZAVALA-Cruz, Joel. et. al. Derrames de petróleo en suelos y adaptación de pastos tropicales en el Activo Cinco Presidentes, Tabasco, México Terra Latinoamericana, vol. 23, núm. 3, julio-septiembre, 2005, pp. 293-302 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.
22. PETENELLO, María Cristina; BELTRAN, Celina y FELDMAN, Susana Raquel. Efecto del agregado de diésel-oil sobre algunos parámetros microbiológicos del suelo con y sin presencia de plantas. Terra Latinoam [online]. 2014, vol.32, n.4 [citado 2023-03-02], pp.301-309.
23. VAZQUEZ-Luna, Dinora et al. *Crotalaria incana* L. y *Leucaena leucocephala* Lam. (Leguminosae): especies indicadoras de toxicidad por hidrocarburos de petróleo en el suelo. Rev. Int. Contam. Ambient [online]. 2010, vol.26, n.3 [citado 2023-03-02], pp.183-191.
24. MARTEL Valles, J. F., et. al. (2016). Distribución mineral de plantas de tomate irrigadas con agua contaminada con benceno, diésel y gasolina. Ecosistemas Y Recursos Agropecuarios, 4(10), 21–30. <https://doi.org/10.19136/era.a4n10.811>
25. VÁZQUEZ Cuevas, Gabriela Marisol. Efecto del derrame de hidrocarburos sobre una especie de mangle. Fecha: 2012. Universidad Nacional Autónoma de México.
26. DAVILA Martel, Eddie Esleyther. Evaluación toxica del aceite automotriz a través de pruebas de ensayo en seres vivos (semillas de frijol capsula (*Phaseolus vulgaris*) y trigo (*Triticum*) a nivel laboratorio – amarilis – Huánuco del 2019. ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL.
27. VERA Giovanna, TAM Jorge y PINTO Edwin. Efectos ecotoxicológicos del petroleo crudo, diesel 2 y kerosene sobre el crecimiento poblacional de la microalga *Chaetoceros gracilis* Schutt. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. Ecología Aplicada, 8(1), 2009. ISSN

- 1726-2216.
28. HERNANDEZ-VALENCIA, Ismael; LAREZ, Luis Manuel y GARCIA, José Vicente-. Evaluación de la toxicidad de un suelo contaminado con diferentes tipos de crudos sobre la germinación de dos pastos tropicales. *Bioagro* [online]. 2017, vol.29, n.2 [citado 2023-03-02], pp.73-82..
 29. GUERRERO-Zuniga, L. Angélica y RODRIGUEZ-Dorantes, Angélica Ma. Efecto de la presencia de fenantreno sobre la expresión de proteínas y la actividad enzimática radical de *Cyperus hermaphroditus*. P27682009000100007&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1405-2768.
 30. LARENAS Parada, Giovanna y DE VIANA, Marta L. Germinación y supervivencia del pasto cubano *Tithonia tubaeformis* (Asteraceae) en suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo. *Ecol. austral* [online]. 2005, vol.15, n.2 [citado 2023-03-02], pp.177-181.
 31. MORALES Navarro, Sarahí Itzel et. al. Efecto de hidrocarburos sobre la germinación y perfil de compuestos fenólicos de plántulas de *Cyperus laxus* cultivadas in vitro. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, Vol. 46, No. Especial, pp. 440-445, septiembre-diciembre, 2015. Centro Nacional de Investigaciones Científicas Ciudad de La Habana, Cuba.
 32. DIAZ-Martínez, María Esther et al. Crecimiento de *Casuarina equisetifolia* (Casuarinaceae) en suelo con diésel, y aplicación de bioestimulación y bioaumentación. *Rev.biol. tropa* [en línea]. 2013, vol.61, n.3 [citado el 02-03-2023], pp.1039-1052.
 33. ORTIZ Hugo. Establecimiento de las bases necesarias para el desarrollo de un proyecto de gestión del conocimiento en línea para la industria de refinación de petróleo. 2019.
 34. SOLER, Enith. Diseño de un sistema de monitoreo para mejorar el procedimiento de carga de camiones de 90 octanos y diésel para Terminales del Per S.A. 2018; Universidad Ricardo Palma.
 35. PINO, Nancy, CARVAJAL, Stephanie, GALLO Andrés, PEÑUELA, Gustavo. Comparación entre bioestimulación y bioaumentación para la recuperación de suelos contaminados con diesel. *Rev. P+L* vol.7 no.1 Caldas Jan./June 2012.
 36. EXXON MOBIL CORPORATION. *Mobil Super 1000 10W-30* [online]. 2021. [citado el 16-01-2022].
 37. EXXON MOBIL CORPORATION. [citado el 16-01-2022]. Disponible en: Mobil

- Super TM 2000 Series Aceite semi-sintetico API SN para motores automotrices. 2021.
38. EXXON MOBIL CORPORATION. [citado el 16-01-2022].
 39. EXXON MOBIL CORPORATION. [citado el 18-01-2022]. Mobil Delvac MX™ 15W-40 Aceite para motores diésel de extra alto desempeño. 2021.
 40. LUBRICANTES PHILLIPS 66. [citado el 18-01-2022]. Disponible en: Super ATF Fluido de Transmisión de Alta Calidad. 2017.
 41. VISTONY. Grasa de litio multiusos EP-2 Roja 453 gramos.
 42. BARROS, Luis. Uso y experimentación de la parafina para la producción de velas artísticas. Universidad de Cuenca - Facultad de Artes, 2017. [citado el 18-01-2022].
 43. UNIVERSIDAD DE NEBRASKA LINCOLN. *Manejo del estiércol de ganado para proteger la calidad ambiental*. [online]. 2009. [citado el 18-01-2022].
 44. PINOS, Juan. Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia* [online]. 2012, vol.46, n.4 [citado 2022-09-18], pp.359-370.
 45. HERNÁNDEZ, Ofelia. et al. Compost de residuos vegetales y ganaderos en comparación con fertilizante inorgánico: aporte de nutrientes al suelo. *Terra Latinoam* [en línea]. 2017, vol.35, n.4, pp.321-328.
 46. CHILON, Eduardo., Efecto de activadores biológicos locales sobre la microbiota y la calidad del compost en el Centro Experimental de Cota Cota, periodo abril-junio 2018. *Apthapi* [online].
 47. HUANCA, Gladys. *Efecto de tres dosis de compost en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea) en ambiente atemperado en el municipio de el Alto* [online]. Universidad Mayor de San Andrés, 2019.
 48. PEÑA, Elizabeth. et al. *Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana* [online]. Cuba, 2002.
 49. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. (2014). Estadísticas. FAOSTAT - Producción de maíz (en línea). .
 50. THE GLOBAL BIODIVERSITY Information Facility. (2013). GBIF Backbone Taxonomy. Available in <http://www.gbif.org/species/5290052>
 51. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. 2019. Requerimientos agroclimáticos del cultivo de Maíz amarillo duro. [citado el 14-03-2023].
 52. CUBAS, W., CÓRDOVA, C., & JARA, W. (2008). Manejo agronómico del cultivo de

- maíz amarillo duro en selva baja. INIA. Estación Experimental Agraria San Roque - Iquitos, 1, 1–12
53. LEÓN, W. (2016). Manejo de la fertilización de maíz (*Zea mays* L.) en el Valle Santa Catalina (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Privada Antenor Orrego.
 54. PEÑA, D. (2011). Manejo integrado del cultivo de maíz de altura. INIAP (Estación Experimental Santa Catalina),
 55. CABALLERO, C. A. (2019). Guía Técnica Cultivo de maíz. In Journal of Chemical Information and Modeling (Vol. 53, Issue 9). 004
 56. HIDALGO, E. (2002). Evaluación de diez variedades experimentales de maíz amarillo duro tropical (*Zea mays* L.) en condiciones de secano en la estación experimental “el porvenir” Bajo Mayo, San Martín (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria De La Selva. San Martin, Perú.
 57. CASTAÑEDA, Z. (1987). Maíz, Crecimiento y desarrollo. Revista de La Federación Odontológica Colombiana, 36(159), 37–39.
 58. EYHÉRABIDE, G. (2015). Bases para el manejo del cultivo de maíz. Revista Colombiana de Bioética, 6(1), 89. <https://doi.org/10.18270/rcb.v6i1.819>
 59. DERAS, H. (2012). El cultivo del maíz. Guía Técnica, El cultivo del maíz, 1, 40. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
 60. Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). Plan nacional de cultivos, campaña agrícola 2018 - 2019. Plan Nacional, 12–70.
 61. MENDOZA Henry. Diferencia mínima significativa. Universidad nacional de Colombia. Disponible en: http://red.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000352/html/un3/cont_313-56.html
 62. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI IGAC. *Diccionario de términos léxico agrológico CE* [online]. [citado el 05-01-2022].
 63. LÓPEZ, José. *Diccionario de términos edafológicos* [online]. ISBN 978-84-4911043-6.
 64. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. *Diccionario de datos edafológicos escala 1: 250 000*
 65. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI IGAC. *Diccionario de términos léxico agrológico* [online].
 66. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. *Diccionario de datos edafológicos escala 1:250 000 CIC* [online].
 67. DE PETRE, Antonio., PANIGATTI, José. y FERRER, José. *Diccionario de términos edafológicos y otras voces asociadas*.
 68. PÉREZ, Julián. y MERINO, María. *Definición de compost* [online]. 2018.
 69. PÉREZ, Julián. y GARDEY, Ana. *Definición de evaluación* [online]. 2021.

70. PÉREZ, Julián. y GARDEY, Ana. *Hidrocarburos* [online]. 2012. [citado el 24-01-2022].
71. PÉREZ Porto, J., MERINO, M. (24 de julio de 2009). Definición de crecimiento - Qué es, Significado y Concepto. Definicion.de. Última actualización el 6 de agosto de 2021. Recuperado el 7 de marzo de 2023 de <https://definicion.de/crecimiento/>
72. JARDIN, Patricio Bioestimulantes para plantas: Definición, principales categorías y regulación mundial. Serie Nutrición Vegetariana No. 94. Escritos Técnicos del INTAGRI México
73. JIMÉNEZ, Raimundo. Suel introducción a la contaminación [en línea]. 2017; Mundi Pren. España Editorial: Mundi-Prensa; ISBN: 978-84-8476-789-3.
74. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.6 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [citado el 14-03-2023].
75. DÍAZ, Lidia. La observación. Textos de apoyo didáctico. Facultad de Psicología de UNAM. 2011. Tercer semestre. Método clínico. [citado el 16-09-2022]. Disponible
76. RICO José y IGNACIO Juan. Perla Mondragón y Juan Sánchez, BASTIDOS Henry, Bonnie Sien, Mara J. Llobregat, and Celeste Fernandez Influence of the Eisenia foetida and Organic Substrates as Biostimulants on the Biodegradation of a Petroleum-Containing Soil. Vol. 20, No. 5, 2009, pp. 19-30, Inf. Tecnol.
77. RODRÍGUEZ Erika. Utilizando un consorcio de aerobiobacterias a nivel de laboratorio, biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos de la Central Secoya. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
78. OGBO, E., ZIBIGHA, M., & ODOGU, G. (2009). The Effect of Crude Oil on Growth of the Weed (*Paspalum scrobiculatum* L.) - Phytoremediation Potential of the Plant. Academic Journals, s/p.
79. AMAT R.J. ANOVA análisis de varianza para comparar múltiples medias. Enero, 2016. Disponible en: https://www.cienciadedatos.net/documentos/19_anova
80. HIDALGO, Kelly., SIERRA, Isabel., DELLAGNEZZE, Bruna., y OLIVEIRA, Valeria. Perspectivas metagenómicas sobre los mecanismos de biodegradación de hidrocarburos aromáticos policíclicos en la cadena de suministro de petróleo. Front Microbiol, 2020 Sep
81. OSSAI, Inocencio., AHMED, Aziz., HASSAN, Auwalu. y HAMID, Fauziah. Remedación de suelos y aguas contaminadas con hidrocarburos de petróleo: una revisión. Tecnología e Innovación Ambiental, volumen 17. <https://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2006/mi062s.pdf>
82. VELASQUEZ, Johana. Contaminación por hidrocarburos del suelo y el agua en Colombia. Análisis de la remediación fitor como estrategia de recuperación biotecnológica, Casanare:

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de Consistencia

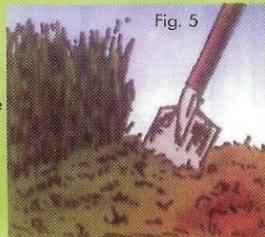
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p><u>Problema General:</u></p> <p>¿Cuál es el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost, Arequipa - 2021?</p> <p><u>Problemas Específicos</u></p> <p>¿Cuál es el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en la altura del maíz?</p> <p>¿Cuál es el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en el peso húmedo foliar del maíz?</p> <p>¿Cuál es el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en el peso húmedo radicular del maíz?</p>	<p><u>Objetivo General</u></p> <p>Determinar el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost, Arequipa - 2021.</p> <p><u>Objetivos Específicos</u></p> <p>Determinar el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en la altura del maíz.</p> <p>Determinar el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en el peso húmedo foliar del maíz.</p> <p>Determinar el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost evaluado en el peso húmedo radicular del maíz.</p>	<p><u>Hipótesis de investigación:</u></p> <p>Hi: Existe una relación en el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.</p> <p><u>Hipótesis Nula</u></p> <p>H0: No existe una relación entre el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.</p> <p><u>Hipótesis Alternativa:</u></p> <p>Ha: Existe una relación entre el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de</p>	<p><u>Variable dependiente:</u></p> <p>Crecimiento del maíz.</p> <p><u>Variables independientes:</u></p> <p>Hidrocarburos Compost</p>	<p><u>Método General:</u></p> <p>Hipotético –Deductivo.</p> <p><u>Método Especifico:</u></p> <p>Método de Análisis y Observación.</p> <p>Tipo: Aplicada.</p> <p>Nivel: Explicativo.</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p><u>Población:</u></p> <p>La población son todos los tipos de hidrocarburos de petróleo, mientras que en el caso de maíz son todas las variedades de maíz y de igual manera sobre la materia organica.</p> <p><u>Muestra:</u></p> <p>La muestra son los 11 tipos de hidrocarburos, la muestra de maíz es la variedad marginal T-28, la muestra de compost es la que se utilizó en el estudio.</p> <p><u>Técnica de Recolección de datos:</u></p> <p>Observación</p> <p><u>Instrumento de Recolección de</u></p>

		hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar como el peso húmedo radicular del maíz (<i>Zea mays</i>).		datos: Lista de Cotejo. Cadena de Custodia.
--	--	--	--	---

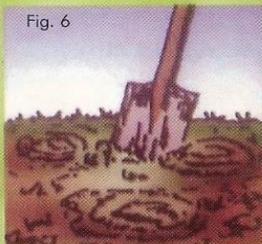
Anexo N° 02: Boletín informativo: como tomar una muestra de suelo

RECUERDE LO SIGUIENTE :

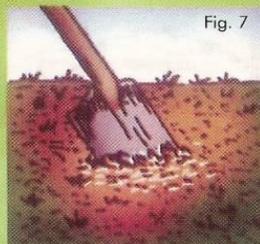
- a) No mezcle muestras de diferentes lotes.
- b) Al tomar muestras de un campo que ha sido recientemente fertilizado, tenga cuidado de no tomar muestras de los sitios en donde los fertilizantes fueron aplicados.
- c) No tome muestras de los siguientes lugares:
 - 1.- Al pie de las cercas o zanjas. (Fig. 5)
 - 2.- Lugares de acumulación de materiales vegetales o estiércol. (Fig. 6)
 - 3.- Lugares donde haya habido quemas recientes.
 - 4.- Zonas muy pantanosas o de acumulación de sales. (Fig. 7)



No tome muestras al pie de las cercas



No tome muestras en lugares de acumulación de estiércol

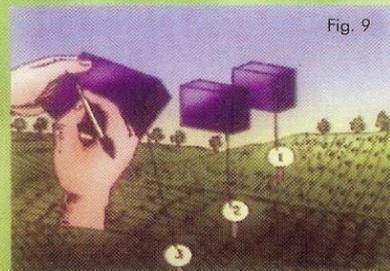


No tome muestras en sitios de acumulación de sales

Terminada la toma de muestras individuales, mezcle todo el contenido para uniformizarlo y ponga una porción de aproximadamente 1 kilo en una caja o en una bolsa plástica. (Fig. 8)



Llene los datos solicitados identificando la muestra de cada lote. (Fig. 9)



EL DEPARTAMENTO DE SUELOS
LE BRINDA SU LABORATORIO DE
ANÁLISIS DE SUELOS



Av. La Molina s/n - La Molina
Apartado 456 Lima - Perú
Telf.: 614-7800 Anexo 222
Telefax: 349-5622
E-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA



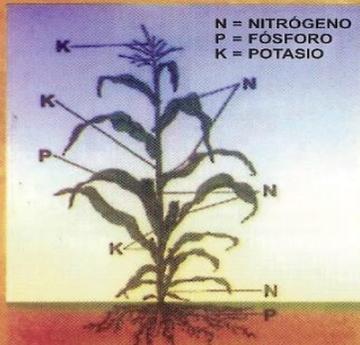
DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS,
PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

COMO TOMAR UNA
MUESTRA DE SUELO
PARA OBTENER
RECOMENDACIONES
SOBRE FERTILIZACIÓN

Anexo N° 03: Boletín informativo: como tomar una muestra de suelo

EL SUELO ALIMENTA LAS PLANTAS

Las plantas nacen y luego crecen. Para crecer las Plantas necesitan comer y beber, así como el Hombre y los animales necesitan ALIMENTARSE.



¡HAY QUE CHEQUEAR EL SUELO!

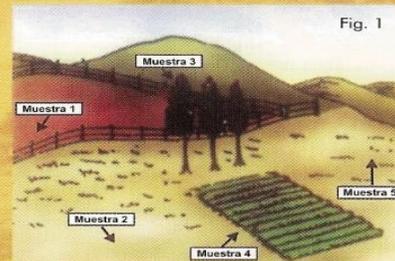
Si queremos sembrar una planta: ya sea maíz, algodón, papa, hortalizas, etc., tenemos que averiguar primero si esa planta tendrá con qué alimentarse.



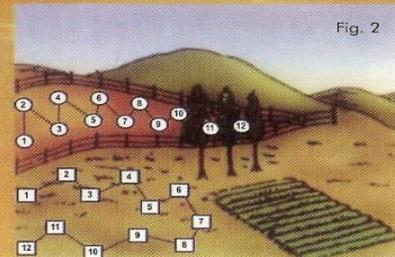
El análisis del suelo, le ayudará a responder esta pregunta. Este análisis del suelo se hace en laboratorios especiales. La muestra de suelo, debe ser muestra compuesta. Esta Cartilla le da las indicaciones necesarias para obtener una buena muestra.

PARA TOMAR UNA BUENA MUESTRA DE SUELOS SIGA LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES:

- Elabore un plano o croquis del terreno en donde va a sembrar.
- Señale en el plano los lotes que muestren condiciones semejantes de suelo, igual manejo, igual pendiente, color, vegetación, drenaje, etc. (Fig. 1)



- En cada área no mayor de 3 hectáreas tome de 15 a 20 submuestras siguiendo un camino en zig-zag (Fig. 2), a fin de abarcar todo el lote. Luego, mezcle cuidadosamente estas submuestras de suelo en un balde limpio y tome aproximadamente 1 kilo de la mezcla. Esta muestra compuesta será la que enviará al Laboratorio como "representativa" de ese lote.
- Se remitirán al Laboratorio un número de muestras igual a los diferentes lotes que haya en el terreno.



HERRAMIENTAS NECESARIAS

Las muestras de suelo pueden ser extraídas de diferente manera y con diferentes herramientas (Fig. 3), tales como: pala, tubo, barrena, machete, o azadón. Además son necesarios:

- Un balde limpio para recoger y mezclar las submuestras.
- Cajas de cartón o bolsas de plástico para recoger las muestras.
- Hojas de papel para identificar las muestras.



CÓMO PROCEDER A TOMAR LA MUESTRA

Recorra el campo tomando muestras simples de por lo menos 15 puntos diferentes a la profundidad del arado, poniéndolas en el balde (Fig. 4)



Anexo N° 04: Hoja de recepción de muestra de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS
 Teléfono: 614 7800 Anexo: 222 Teléfono Directo: 349 5622
 Celular: (511) 946 505 254
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



Humar el 19-Julio

HOJA DE RECEPCION N° 077274 - 20 22

SOLICITANTE: *WILDER ALFONSO* Telf: *940 935 100* Fecha: *05-07-2022*
ROMERO DUEÑAS
 PROCEDENCIA: Departamento: *AREQUIPA* Provincia: *AREQUIPA*
 Distrito: *JOSE LUIS BUSTAMANTE* Predio: _____
 MUESTRAS DE: *Y RIVERO* CANTIDAD: *01*
SUELO

ANALISIS SOLICITADOS	P.U. S/.	US\$
() Análisis Suelo Fertilidad		
(<i>X</i>) Análisis Suelo Caracterización		<i>MAS DENSIDAD APARENTE, POROSIDAD,</i>
() Análisis Suelo Salinidad		<i>CAPACIDAD DE CAMPO, NITROGENO TOTAL,</i>
() Análisis Agua		<i>HUMEXAD GRAVIMETRICA.</i>
() Análisis Foliar		
() Otros (Especificar)		

CANCELADO
 05 JUL 2022
 LASPAF - UNALM

Entregado por: *COONEN* A cuenta: _____
 Recibido por: *NELLA DANCOURT* Total S/ *190.00* US\$ _____

Anexo N° 05: Boleta de venta para análisis de suelos



FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO AGRARIO
 Jr. Camilo Cabello N° 325 - Jesús María - Lima - Lima

Punto de emisión : Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Lima

Página Web: www.fidaweb.com

RUC: 20101259014
BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA
B041 - 00005253

Fecha : 07/07/2022
 Identificación: DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD
 N° Identificación: 01326897
 Nombre: WILDER ALFONSO ROMERO DUEÑAS
 Dirección: —

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	IMPORTE
ANALISIS SUELO CARACTERIZACION MAS DENSIDAD APARENTE, POROSIDAD, CAPACIDAD DE CAMPO, NITROGENO TOTAL, HUMEDAD GRAVIMETRICA	NIU	1,00	190,00	190,00

SON: CIENTO NOVENTA Y 00/100 SOLES						
TOTAL GRAVADA	TOTAL EXONERADA	TOTAL DSCTO.	VALOR VENTA	IMPUESTO	ISC	IMPORTE TOTAL
S/ 161,02	S/ 0,00	S/ 0,00	S/ 161,02	S/ 28,98	S/ 0,00	S/ 190,00

Autorizado mediante resolución N° 0320050000973 /SUNAT

/syKtcYaaMnbRSoLjKN33VU
 *gPa=

Puede descargar su comprobante desde el sitio: <http://consulta.fidaweb.com.pe>



**Anexo N° 06: Recibo para el análisis
microbiológico del compost**

LABORATORIO VETERINARIO DEL SUR

AV ALFONSO UGARTE 525 ZONA INDUSTRIAL
AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Telefono: 054 213677

Fecha: 16/09/2022
Señor(es): ROMERO DUEÑAS WILDER ALFONSO
DNI/RUC: 01326897
Dirección: URB. LA CANTUTA H6
Moneda: SOLES
Forma de Pago: CONTADO

BOLETA DE VENTA ELECTRONICA

RUC: 20136268041

B002-00000181

Item	Descripción	Cant.	P. Unitario	TOTAL
1	PRUEBAS DE LABORATORIO AISLAMIENTO E IDENTIFICACION CULTIVO DE HONGOS Y LEVADURAS - N° Orden: 2022-000781 - Laboratorio: BACTERIOLOGIA	1	25.00	25.00
2	PRUEBAS DE LABORATORIO CULTIVO (ABA) (HISOPADO) - N° Orden: 2022-000781 - Laboratorio: BACTERIOLOGIA	1	25.00	25.00



Representacion impresa de la BOLETA DE VENTA ELECTRONICA

VALOR DE VENTA	42.37
DESCUENTOS	0.00
I.G.V.	7.63
IMPORTE TOTAL	50.00

SON: CINCUENTA CON 00/100 SOLES

**Anexo N° 07: Resultado del análisis
microbiológico del compost**



ENVIADO POR: Wilder Romero Dueñas	FECHA DE INFORME: 20/09/2022
	Nro. DE DIAG: 781
DIRECCION:	REFERENCIA: S1/9
	FECHA DE ENVIO: 18/09/2022
	FECHA DE RECIBIDO: 18/09/2022

REPORTE DE EXAMENES

PROPIETARIO: Wilder Romero Dueñas	ANIMAL N°:
DIRECCION: Urb. La Cantuta H 6	ESPECIE/LAB.: Serv. Especiales
LOCALIDAD: Arequipa	
PROVINCIA: Arequipa	
DPTO.: Arequipa	

HISTORIA

PRUEBAS REALIZADAS:

Laboratorio	Muestras	Total	Prueba
Microbiología	Compost	2	Aislamiento de Bacterias Aislamiento de Hongos

RESULTADOS

MUESTRA	AISLAMIENTO
Compost	<i>Pseudomona spp.</i> , <i>Actinomyces spp.</i> , <i>Bacillus subtilis</i> <i>Mucor spp.</i>

METODOS EMPLEADOS

Aislamiento de bacterias: cultivos en agar. Cultivos anaeróbicos.

Aislamiento de Hongos: cultivos en agar Sabouraud. Identificación: coloración Azul de Lactophenol.

RESPONSABLE: QF. Claudia Choque Málaga.



 LABORATORIO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
 DR. MARCELO JUSTINO MEZA
 D.M.P. - 493
 02010-01

Anexo N° 08: Plan de Trabajo

<i>Actividades</i>	<i>Descripción</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Cronograma</i>
Armado e instalación del andamio	Aquí realicé el barrido, desinfectado del terreno, se procedió con el armado de las maderas (Largo: 5 m, Ancho 70 cm) sobre ladrillos para la salida de lixiviados	La construcción del andamio fue de 6 m x 0.25 m x 0.70 m	Para el armado del andamio se realizó en un día, se inició en el mes de diciembre del 2021
Tamizado del suelo y oreado al sol	Aquí tamicé el suelo con una malla de tipo de construcción civil para posteriormente esparcir el suelo y solearlo	El tamizado del suelo fue hecho con una malla de tipo de construcción civil	Para el tamizado del suelo se realizó en 3 días, el soleado del suelo, también, fue de 2 días
Pesado del suelo, compost, mezclado y su embolsado	Aquí realicé el pesado del suelo 4 kilos, un kilo de compost para luego mezclarlos ambas bolsas en un balde luego de 15 minutos de mezclado embolsarlo en una bolsa negra de invernadero (previamente esta bolsa tenía 250 gramos de piedras menudas)	El pesado se realizó con ayuda de una balanza digital gramera, en el que se pesó el suelo, el compost, para vaciarlo en una bolsa negra de invernadero de 40.5 x 18.50 cm	Para el pesado del suelo, el compost y mezclado se utilizó 6 días y colocado sobre el andamio
Medición de los hidrocarburos	Aquí realicé la medición de los 11 tipos de hidrocarburos usando un beaker o vaso de precipitación, para el caso de la cera/parafina solida una balanza	La medición volumétrica de los 11 tipos de hidrocarburos fue medido con un beaker en la cantidad de 25, 50 y 75 ml; para el caso de la parafina solida fue de 25, 50 y 75 gramos	La medición de los 11 tipos de hidrocarburos fue de ½ día
Remojado del maíz	Aquí realicé el remojado del maíz en un lavador	El maíz remojado fue aproximadamente ½ kilo	El remojado de maíz fue de 24 horas en agua potable
Mezclado de los hidrocarburos con el compost	Aquí realicé el mezclado de los 11 tipos de hidrocarburos por separado, en las medidas establecidas sobre 4 kilos de suelo más 1 kilo de compost previamente mezclados en un balde	Con la ayuda de 1 balde de 20 litros de capacidad se mezcló: 4 kilos de suelo más 1 kilo de compost a las que se añadió los 11 tipos de hidrocarburos en los volúmenes establecidos	El mezclado del suelo, compost e hidrocarburos fue de 5 días
Hidratado y sembrado de maíz en las unidades experimentales	Aquí realicé el hidratado con agua de las 99 unidades experimentales las mismas que contenían: el suelo, el compost y el hidrocarburo elegido.	El hidratado se realizó con agua potable en la cantidad de 1 litro, en las 99 bolsas que contenían	El hidratado y sembrado de maíz fue de 3 días

	Después del cual se sembró el maíz	el suelo, el compost y el hidrocarburo, una vez homogenizado la hidratación, a una profundidad de 0.5 cm se colocó 8 semillas de maíz remojado	
Procedimiento del riego.	Con la ayuda de una regadera se realizó el riego para cada una de las bolsas.	Se utilizó una regadera de plástico	El riego se realizó durante el todo el proceso de cultivo que fue de 2 meses del 2022
Procedimiento de la medición de altura de planta, peso del tallo – hojas y el peso de la raíz	Se realizó la medición de la altura de planta, peso del tallo – hojas y el peso de la raíz con ayuda de una cinta métrica metálica y una balanza de precisión gramera	Se cortó la bolsa negra que contenía al maíz crecido, para poder deshacerse del suelo se utilizó una manguera conectada al grifo. Una vez obtenida la planta lavada, se hizo orear 12 horas antes de las mediciones respectivas sobre papel periódico	El lavado cuidadoso de la raíz, hojas – tallo como la medición de altura de planta y peso respectivo fue de 15 días (se trabajó 6 plantas por día como promedio)

Anexo N° 9: Distribución de los tratamientos

	Tipos de Hidrocarburos	Diversos porcentajes de hidrocarburos		
1	Gasolina de 95 octanos	0.5	1.0	1.5
2	Gasolina de 90 octanos	0.5	1.0	1.5
3	Gasolina de 84 octanos	0.5	1.0	1.5
4	Petróleo D2	0.5	1.0	1.5
5	Aceite lubricante mineral 10W – 30 nuevo	0.5	1.0	1.5
6	Aceite lubricante semi sintético 5W – 30 nuevo	0.5	1.0	1.5
7	Aceite lubricante sintético avanzado 5W – 30 nuevo	0.5	1.0	1.5
8	Aceite sintético multigrado 15W – 40 usado	0.5	1.0	1.5
9	Líquido de transmisión automática super ATF	0.5	1.0	1.5
10	Grasa multipropósito EP-2 Lithium	0.5	1.0	1.5
11	Parafina (cera de velas)	0.5	1.0	1.5

Anexo 10: ANVA Y PRUEBA DE LOS DATOS EVALUADOS

Sistema SAS

Procedimiento ANOVA

Tabla 37. Información de nivel de clase para altura de planta de maíz.

Clase	Niveles	Valores
Tipo	11	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11
Porcentaje	3	0.50, 1.00, 1.50

Nota: Elaboración propia

Tabla 38. Número de observaciones para altura de planta de maíz.

Número de observaciones leídas	99
Número de observaciones usadas	99

Nota: Elaboración propia

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: ALTURA

Tabla 39. Análisis de variancia para la variable altura de la planta de maíz

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F
Tipo de hidrocarburo	10	593.4530	59.3453	8.17	< 0.0001
Porcentaje de hidrocarburo	2	917.6969	458.8484	63.16	< 0.0001
Error	86	624.8222	7.2653	-----	-----
Total	98	-----	-----		

Nota: Elaboración propia

Tabla 40. *Coefficientes para altura de planta*

R - cuadrado	Coef. Variación	Raíz MSE	Media
0.707476	6.8820	2.6954	39.1662

Nota: Elaboración propia

R^2 0.707476 = significa que un 70 % de la variabilidad en el carácter altura es explicado por los factores Tipo y Porcentaje de hidrocarburo.

F = Tipo = 8.17 implica que las medias de los tipos de hidrocarburos son diferentes altamente significantes ($P \leq 0.01$)

F = Porcentaje = 63.16 implica que las medias de los diferentes porcentajes de hidrocarburo son diferentes altamente significantes ($P \leq 0.01$)

Decisión: se rechaza el H_0 , es decir existe diferencias estadísticas altamente significativas entre tipo de hidrocarburo y porcentaje de hidrocarburo con un nivel de significación del 0,05.

La prueba de hipótesis de la investigación, que hace referencia a lo siguiente:

H_i : Existe una relación el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.

H_0 : No existe una relación entre el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.

Con la finalidad de realizar una comparación entre tipos de hidrocarburos y en qué niveles de porcentajes de hidrocarburos hay diferencias, se realizó la prueba de la diferencia límite de significación (LSD).

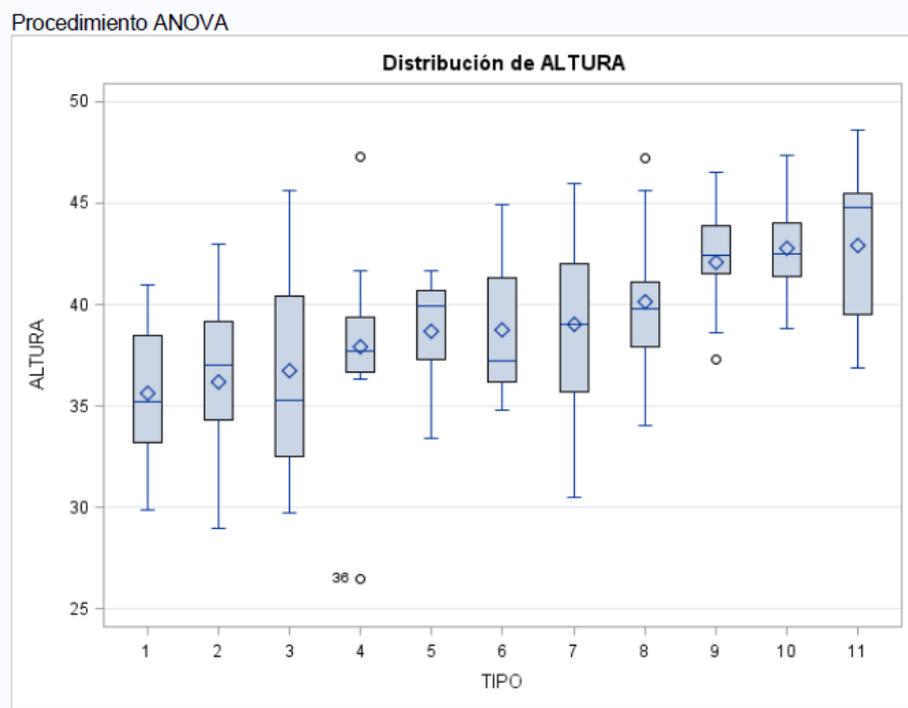


Figura 7. Representación gráfica de los promedios de los once tratamientos para la variable altura de la planta de maíz. Elaboración propia.

Decisión: de acuerdo con el análisis de varianza realizada se rechaza la H_0 ; para saber si hay diferencias entre los 11 tratamientos, se procedió al análisis con la prueba de la diferencia límite de significación (LSD).

Para determinar si hubo diferencias entre los 11 tipos de hidrocarburos se realizó la prueba de la diferencia límite de significación:

Prueba de hipótesis General

Test T (LSD) para ALTURA

LSD = Prueba de la Diferencia Límite de Significación

LSD = Prueba de la Diferencia Límite de Significación

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9 = \mu_{10} = \mu_{11}$

$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7 \neq \mu_8 \neq \mu_9 \neq \mu_{10} \neq \mu_{11}$

al menos dos medias de tratamientos son diferentes

Al menos dos medias de tratamientos son diferentes

Nota: esta prueba controla la tasa de error de comparación Tipo I, no la tasa de error de

experimento.

Tabla 41. Prueba de LSD para la variable tipo de hidrocarburo de la altura de la planta de maíz

Alfa	0.05
Grados de libertad del error	86
Error de cuadrado medio	7.265376
Valor crítico de t	1.98793
Diferencia menos significativa	2.526

Nota: Elaboración propia

PRUEBA DE LA DIFERENCIA LÍMITE DE SIGNIFICANCIA A UN ALFA DE 0.05,
PARA EL TIPO DE HIDROCARBURO:

Tabla 42. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes para el tipo de hidrocarburo

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes					
t	Agrupamiento		Media	N	TIPO
		A	42.922	9	11
		A	42.761	9	10
B		A	42.113	9	9
B		C	40.122	9	8
D		C	39.033	9	7
D		C	38.750	9	6
D		C E	38.689	9	5
D	F	C E	37.888	9	4
D	F	E	36.717	9	3
	F	E	36.178	9	2
	F		35.656	9	1

Nota: Elaboración propia

Decisión: la prueba de la diferencia límite de significación (LSD). Indica que hubo más desarrollo y crecimiento del maíz con el tratamiento N° 11: parafina/cera mineral de velas y hubo menor desarrollo y crecimiento del maíz con el tratamiento N° 1: gasolina de 95 octanos.

Esta prueba de LSD nos muestra que el mejor tratamiento fue el N° 11 de la parafina/cera mineral de velas y el que obtuvo más baja altura de planta de maíz se registró

en el tratamiento N° 1 con aplicación de gasolina de 95 octanos.

Prueba de hipótesis General

Test T (LSD) para ALTURA

LSD = Prueba de la Diferencia Límite de Significación

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9 = \mu_{10} = \mu_{11}$

Ha: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7 \neq \mu_8 \neq \mu_9 \neq \mu_{10} \neq \mu_{11}$

al menos dos medias de tratamientos son diferentes

DIFERENCIA LIMITE DE SIGNIFICANCIA (LSD) PARA LA VARIABLE PORCENTAJE

Nota: Esta prueba controla la tasa de error de comparación Tipo I, no la tasa de error de experimento.

Tabla 43. Prueba de LSD para la variable porcentaje de hidrocarburo de la altura de la planta de maíz

Alfa	0.05
Grados de libertad del error	86
Error de cuadrado medio	7.265376
Valor crítico de t	1.98793
Diferencia menos significativa	1.3191

Nota: Elaboración propia

Tabla 44. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes para la variable porcentaje de hidrocarburo de la altura de la planta de maíz

t Agrupamiento	Media	N	PORCENTAJE	EQUIVALENCIA EN (ml)
A	42.7621	33	0.50	25
B	39.4194	33	1.00	50
C	35.3173	33	1.50	75

Nota: Elaboración propia

Decisión: de acuerdo con este resultado, el efecto del porcentaje de hidrocarburos en 0.50 %: es el que mejor crecimiento ofrece en la variable altura de la planta de maíz, y el hidrocarburo en la concentración 1.50 % ofrece la menor altura de planta de maíz.

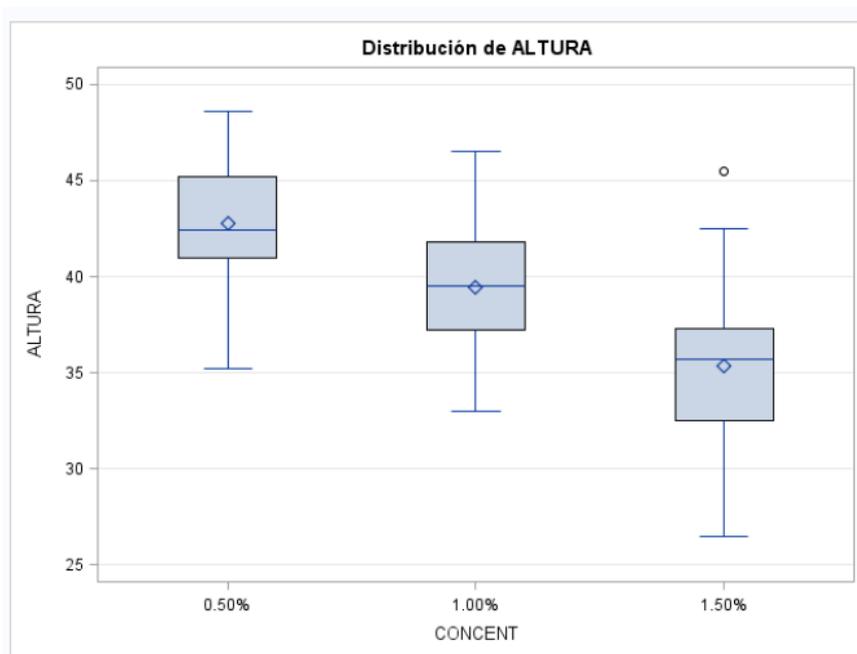


Figura 8. Representación gráfica de la prueba de hipótesis LSD de la variable porcentaje de hidrocarburo para la altura de la planta de maíz. Elaboración propia.

PARA PESO FOLIAR DE PLANTA (HOJAS MÁS TALLO)

Sistema SAS

Procedimiento ANOVA

Tabla 45. Información de nivel de clase para peso foliar-tallo de la planta de maíz

Clase	Niveles	Valores
Tipo	11	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11
Porcentaje	3	0.50, 1.00, 1.50

Nota: Elaboración propia

Tabla 46. *Número de observaciones para peso foliar-tallo de la planta de maíz*

Cantidad de observaciones leídas	99
Cantidad de observaciones utilizadas	99

Nota: Elaboración propia

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Hojas más tallo

Tabla 47. *Análisis de variancia para la variable peso foliar-tallo de la planta de maíz*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F
Tipo	10	256.5477	25.6547	11.41	< 0.0001
Porcentaje de hidrocarburo	2	963.5130	481.7565	214.29	< 0.0001
Error	86	193.3446	2.2481	-----	----- --
Total	98	-----	----- -		

Nota: Elaboración propia

Tabla 48. *Coefficientes para peso foliar-tallo de la planta de maíz*

R – cuadrado	Coefficiente de variación	Raíz MSE	Media
0.8632	8.5942	1.4993	17.4465

Nota: Elaboración propia

R^2 0.8632 = significa que un 70 % de la variabilidad en el carácter hojas más tallo es explicado por los factores Tipo y Porcentaje de hidrocarburos.

F = Tipo = 11.41 implica que las medias de los tipos de hidrocarburos son diferentes altamente significantes ($P \leq 0.01$).

F = Porcentaje = 214.29 implica que las medias de los diversos porcentajes de hidrocarburos son diferentes altamente significantes ($P \leq 0.01$).

Decisión: se rechaza la H_0 , es decir, existe diferencias estadísticas altamente significativas entre tipo de hidrocarburo y porcentaje de hidrocarburo con un nivel de significación del

0.05.

Prueba de hipótesis Específica

La prueba de hipótesis de la investigación, que hace referencia a lo siguiente:

H_i : Existe una relación en el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.

H_0 : No existe una relación entre el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.

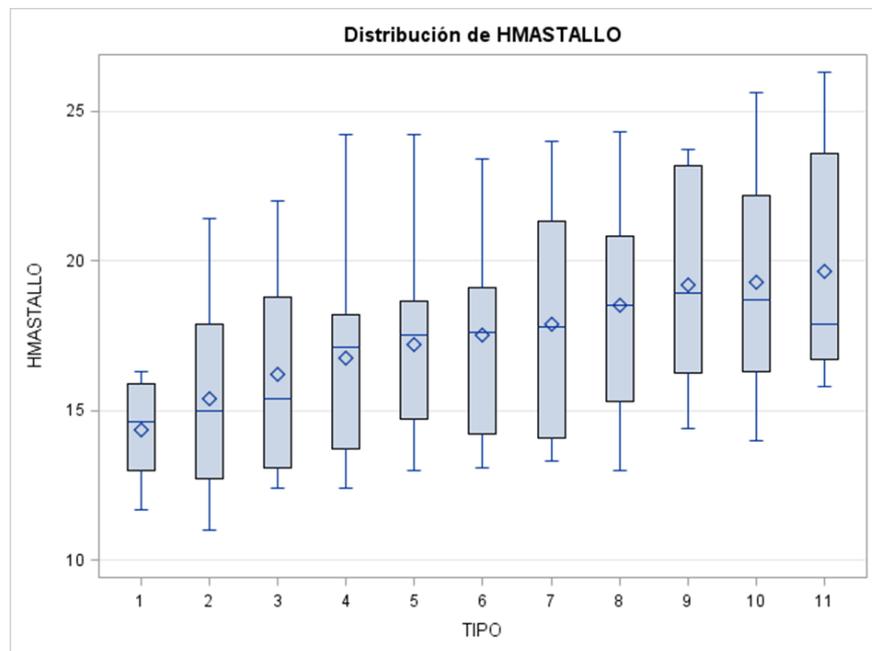


Figura 2. Representación gráfica de los promedios de los once tratamientos para la variable peso foliar-tallo de la planta de maíz. Elaboración propia.

Con la finalidad de realizar una comparación entre tipos de hidrocarburos y en qué porcentajes de hidrocarburos hay diferencias, se realizó la prueba de la diferencia límite de significación (LSD).

Decisión: de acuerdo al análisis de varianza realizada se rechaza la H_0 ; y para saber si hay diferencias entre los 11 tratamientos, se procedió al análisis con la prueba de la diferencia límite de significación (LSD).

Para determinar si hubo diferencias entre los 11 tipos de hidrocarburos se realizó la prueba de la diferencia límite de significación:

Prueba de hipótesis General

Test T (LSD) para HOJAS MÁS TALLO

LSD = Prueba de la Diferencia Límite de Significación

$$H_0: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7 \neq \mu_8 \neq \mu_9 \neq \mu_{10} \neq \mu_{11}$$

$$H_a: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9 = \mu_{10} = \mu_{11}$$

al menos dos medias de tratamientos son diferentes

Nota: Esta prueba controla la tasa de error de comparación Tipo I, no la tasa de error de experimento.

Tabla 49. Prueba de LSD para la variable tipo de hidrocarburo del peso foliar-tallo de la planta de maíz

Alfa	0.05
Grados de libertad del error	86
Error de cuadrado medio	2.248193
Valor crítico de t	1.98793
Diferencia menos significativa	1.4051

Nota: Elaboración propia

PRUEBA DE LA DIFERENCIA LÍMITE DE SIGNIFICANCIA A UN ALFA DE 0.05, PARA EL TIPO DE HIDROCARBURO:

Tabla 50. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes para el tipo de hidrocarburo.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes					
t	Agrupamiento		Media	N	TIPO
	A		19.6333	9	11
B	A		19.2611	9	10
B	A		19.1900	9	9
B	A	C	18.5333	9	8
B	D	C	17.8778	9	7
E	D	C	17.5333	9	6
E	D	C	17.2056	9	5
E	D	F	16.7667	9	4
E		F	16.1889	9	3
	G	F	15.3833	9	2
	G		14.3389	9	1

Nota: Elaboración propia

Decisión: la prueba de la diferencia límite de significación (LSD). Indica que hubo más crecimiento del maíz con el tratamiento N° 11: parafina/cera mineral de velas y hubo menor crecimiento del maíz con el tratamiento N° 11: gasolina de 95 octanos.

Esta prueba de LSD nos muestra que el mejor tratamiento fue el N° 11: parafina/cera mineral de velas y el que más bajo peso foliar (hojas más tallo) se registró en el tratamiento N° 1 con aplicación de gasolina de 95 octanos.

Prueba de hipótesis General

Tests T (LSD) para HOJAS MÁS TALLO

LSD = Prueba de la Diferencia Límite de Significación

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9 = \mu_{10} = \mu_{11}$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7 \neq \mu_8 \neq \mu_9 \neq \mu_{10} \neq \mu_{11}$$

Al menos dos medias de tratamientos son diferentes

DIFERENCIA LÍMITE DE SIGNIFICANCIA (LSD) PARA LA VARIABLE PORCENTAJE

Nota: Esta prueba controla la tasa de error de comparación Tipo I, no la tasa de error de experimento.

Tabla 51. Prueba de LSD para la variable porcentaje de hidrocarburo del peso foliar-tallo planta de maíz.

Alfa	0.05
Grados de libertad del error	86
Error de cuadrado medio	2.248193
Valor crítico de t	1.98793
Diferencia menos significativa	0.7338

Nota: Elaboración propia

Tabla 52. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes, para la variable porcentaje de hidrocarburo del peso foliar-tallo planta de maíz.

t Agrupamiento	Media	N	PORCENTAJE	EQUIVALENCIA EN (ml)
A	21.5124	33	0.50	25
B	16.8970	33	1.00	50
C	13.9303	33	1.50	75

Nota: Elaboración propia

Decisión: de acuerdo con este resultado, el efecto del porcentaje de hidrocarburos en 0.50 %: es el que mejor crecimiento ofrece en la variable peso foliar (hojas más tallo) de la planta de maíz, y el hidrocarburo en la concentración 1.50 % ofrece el menor peso de (hojas más tallo) de planta de maíz.

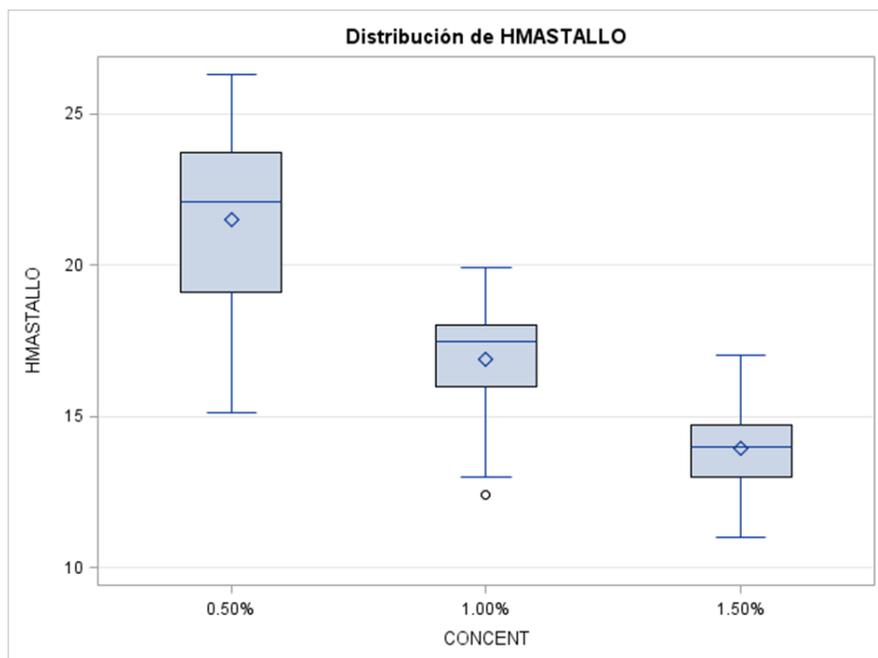


Figura 10. Representación gráfica de la prueba de hipótesis LSD de la variable porcentaje de hidrocarburo para el peso foliar (hojas más tallo) de la planta de maíz. Elaboración propia.

PARA PESO DE RAÍZ DE PLANTA

Sistema SAS

Procedimiento ANOVA

Tabla 53. Información de nivel de clase para peso radicular de la planta de maíz.

Clase	Niveles	Valores
Tipo	11	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11
Porcentaje	3	0.50, 1.00, 1.50

Nota: Elaboración propia

Tabla 54. Número de observaciones para peso radicular de la planta de maíz.

Cantidad de observaciones leídas	99
Cantidad de observaciones usadas	99

Nota: Elaboración propia

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Peso de raíz

Tabla 55. Análisis de variancia para la variable peso radicular de la planta de maíz

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - Valor	Pr > F
Tipo	10	135.8798	13.5879	5.78	< 0.0001
Porcentaje	2	688.4424	344.2212	146.55	< 0.0001
Error	86	202.0045	2.3488	-----	----- --
Total	98	-----	-----		

Nota: Elaboración propia

Tabla 56. Coeficientes para peso radicular de la planta de maíz

R - cuadrado	Coef. Variación	Raíz MSE	Media
0.8031	9.4393	1.5326	16.2363

Nota: Elaboración propia

R^2 0.8031 = significa que un 70 % de la variabilidad en el carácter peso de raíz es explicado por los factores Tipo y Porcentaje de hidrocarburos.

F = Tipo = 5.78 implica que las medias de los tipos de hidrocarburos son diferentes altamente significantes ($P \leq 0.01$).

F = Porcentaje = 146.55 implica que las medias de las diferentes concentraciones de hidrocarburos son diferentes altamente significantes ($P \leq 0.01$).

Decisión: se rechaza la H_0 , es decir, existe diferencias estadísticas altamente significativas entre tipo de hidrocarburo y porcentaje de hidrocarburo con un nivel de significación del 0.05.

Prueba de hipótesis Especifica

La prueba de hipótesis de la investigación, que hace referencia a lo siguiente:

H_i : Existe una relación en el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.

H_0 : No existe una relación entre el crecimiento del maíz cultivado con diversos porcentajes de hidrocarburos y compost en la altura, peso húmedo foliar y el peso húmedo radicular del maíz evaluado.

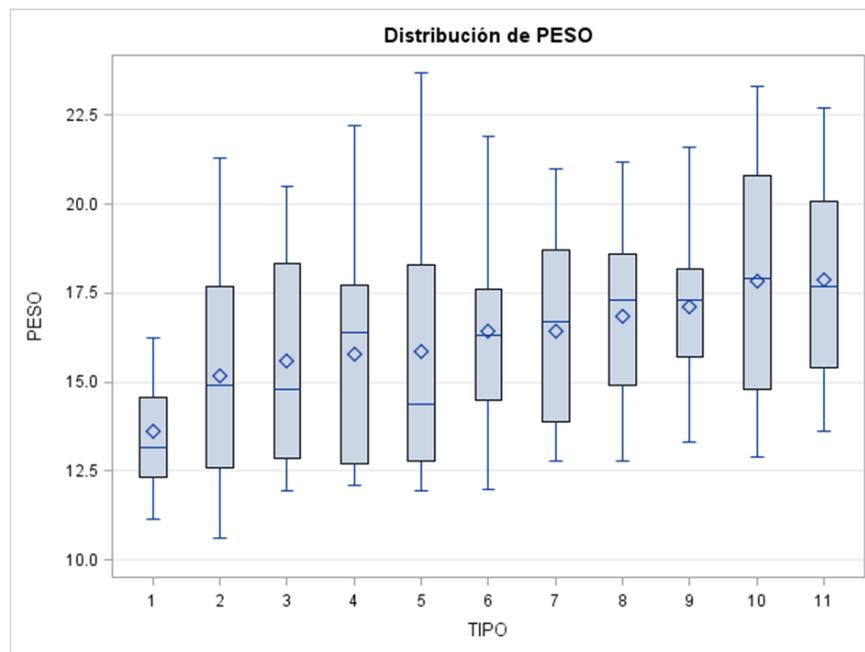


Figura 11. Representación gráfica de los promedios de los once tratamientos para la variable peso radicular de la planta de maíz. Elaboración propia.

Decisión: De acuerdo con el análisis de varianza realizada, se rechaza la H_0 ; y para saber si hay diferencias entre los 11 tratamientos, se procedió al análisis con la prueba de la diferencia límite de significación (LSD).

Para determinar si hubo diferencias entre los 11 tipos de hidrocarburos, se realizó la prueba de la diferencia límite de significación:

Prueba de hipótesis General

Test T (LSD) para PESO DE RAÍZ

LSD = Prueba de la Diferencia Límite de Significación

PRUEBA DE LA LSD PARA EL TIPO DE COMBUSTIBLE

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9 = \mu_{10} = \mu_{11}$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7 \neq \mu_8 \neq \mu_9 \neq \mu_{10} \neq \mu_{11}$$

Menos dos medias de tratamientos son diferentes

Nota: esta prueba controla la tasa de error de comparación Tipo I, no la tasa de error de experimento.

Tabla 57. Prueba de LSD para la variable tipo de hidrocarburo del peso radicular de la planta de maíz

Alfa	0.05
Grados de libertad del error	86
Error de cuadrado medio	2.348891
Valor crítico de t	1.98793
Diferencia menos significativa	1.4362

Nota: Elaboración propia

PRUEBA DE LA DIFERENCIA LÍMITE DE SIGNIFICANCIA A UN ALFA DE 0.05, PARA EL TIPO DE HIDROCARBURO:

Tabla 58. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes, para el tipo de hidrocarburo.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes						
t	Agrupamiento			Media	N	TIPO
		A		17.8889	9	11
B		A		17.8222	9	10
B		A	C	17.1056	9	9
B	D	A	C	16.8667	9	8
B	D	E	C	16.4333	9	7
B	D	E	C	16.4289	9	6
		D	E	15.8467	9	5
		D	E	15.7700	9	4
		D	E	15.6144	9	3
		E		15.1889	9	2
		F		13.6344	9	1

Nota: Elaboración propia

Decisión: la prueba de la diferencia límite de significación (LSD). Indica que hubo más peso radicular en el maíz en el tratamiento N° 11: parafina/cera mineral de velas y hubo menor peso radicular en el maíz en los tratamientos: N° 1: gasolina de 95 octanos y el tratamiento N° 2: gasolina de 90 octanos.

Esta prueba de LSD muestra que el mejor tratamiento fue el N° 11: parafina/cera mineral de velas y el que más bajo peso radicular (hojas más tallo) se registró en el tratamiento N° 1 y en el tratamiento N° 2 que implicó la aplicación de gasolina de 95 octanos y aplicación de gasolina de 90 octanos respectivamente.

Prueba de hipótesis General

Tests T (LSD) para PESO RADICULAR

LSD = Prueba de la Diferencia Límite de Significación

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9 = \mu_{10} = \mu_{11}$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7 \neq \mu_8 \neq \mu_9 \neq \mu_{10} \neq \mu_{11}$$

Al menos dos medias de tratamientos son diferentes

DIFERENCIA LÍMITE DE SIGNIFICANCIA (LSD) PARA LA VARIABLE PORCENTAJE

Nota: Esta prueba controla la tasa de error de comparación Tipo I, no la tasa de error de experimento.

Tabla 59. Prueba de LSD para la variable porcentaje de hidrocarburo del peso radicular de la planta de maíz.

Alfa	0.05
Grados de libertad del error	86
Error de cuadrado medio	2.348891
Valor crítico de t	1.98793
Diferencia menos significativa	0.7501

Nota: Elaboración propia

Tabla 60. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes, para la variable porcentaje de hidrocarburo del peso radicular de la planta de maíz.

t Agrupamiento	Media	N	PORCENTAJE	EQUIVALENCIA EN (ml)
A	19.5988	33	0.50	25
B	15.9521	33	1.00	50
C	13.1582	33	1.50	75

Nota: Elaboración propia

Decisión: de acuerdo con este resultado, el efecto del porcentaje de hidrocarburos en 0.50 es el que mejor crecimiento ofrece en la variable peso radicular de la planta de maíz, y el hidrocarburo en el porcentaje 1.50 ofrece el menor peso radicular en la planta de maíz.

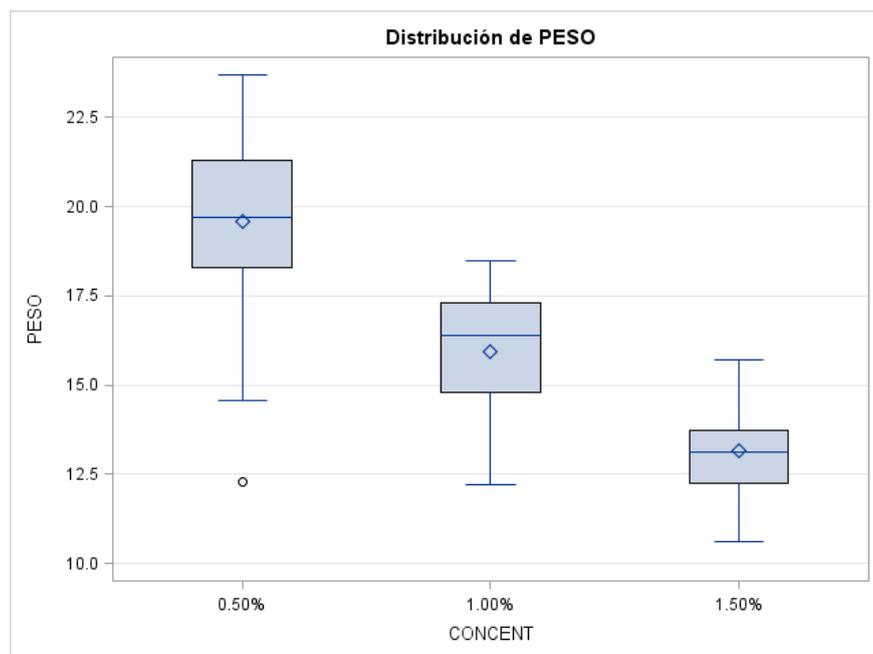


Figura 3. Representación gráfica de la prueba de hipótesis LSD de la variable porcentaje de hidrocarburo para el peso radicular de la planta de maíz. Elaboración propia.

Anexo N° 11: Promedio de los resultados del estudio

TIPO DE HIDROCARBURO	PORCENTAJE DE APLICACIÓN	PROMEDIO		
		LONGITUD (cm)	PESO TALLO – HOJAS (g)	PESO RAIZ (g)
Gasolina de 95 octanos	0.5	43.06	21.53	19.30
	1.0	37.68	17.27	16.57
	1.5	35.50	13.80	13.42
Gasolina de 90 octanos	0.5	41.03	20.88	20.47
	1.0	40.10	17.10	14.53
	1.5	34.93	13.63	12.53
Gasolina de 84 octanos	0.5	42.78	20.47	19.73
	1.0	36.07	14.80	14.40
	1.5	31.30	13.30	12.71
Petróleo D2	0.5	40.50	19.37	19.20
	1.0	36.83	14.95	14.80
	1.5	31.20	11.83	11.57
Aceite mineral 10W-30 nuevo	0.5	42.50	19.35	20.67
	1.0	38.00	15.47	16.60
	1.5	33.17	12.49	13.03
Aceite semi sintético 5w-30 nuevo	0.5	41.63	22.57	19.90
	1.0	40.40	17.27	16.13
	1.5	35.07	13.80	13.27
Aceite sintético 5W-30 nuevo	0.5	44.43	22.90	19.83
	1.0	39.60	18.47	17.13
	1.5	36.33	14.23	13.63
Aceite mineral 15W-40 usado	0.5	38.40	15.77	14.37
	1.0	36.87	14.60	14.31
	1.5	31.70	12.65	12.21
Líquido de transmisión automático super ATF	0.5	44.92	23.42	19.73
	1.0	42.30	18.63	17.08
	1.5	39.12	15.52	14.50
Grasa multipropósito EP-2 lithium	0.5	44.98	24.07	22.23
	1.0	42.93	18.55	17.47
	1.5	40.37	15.17	13.77
Parafina/cera mineral de velas	0.5	46.13	25.00	21.47
	1.0	42.83	17.63	17.57
	1.5	39.80	16.27	14.63

**Anexo N° 12: Panel
Fotográfico**



Fotografía N°01: Lugar de extracción de suelo para la experimentación



Fotografía N°02: Lugar de experimentación limpiado y desinfectado



Fotografía N°03: Malla de nylon usada para zarandear la tierra



Fotografía N°04: Secado al sol de la tierra antes de ser pesada y embolsada



Fotografía N° 05: Distribución de las bolsas con suelo pesado



Fotografía N°06: Distribución de bolsas con tierra



Fotografía N°07: Colocado de bolsas con tierra en un andamio de madera



Fotografía N°08: Presentación de bolsas con tierra + compost para vaciarlas en las bolsas negras



Fotografía N°09: Bolsas de invernadero con cascajo aprox. 250 gramos

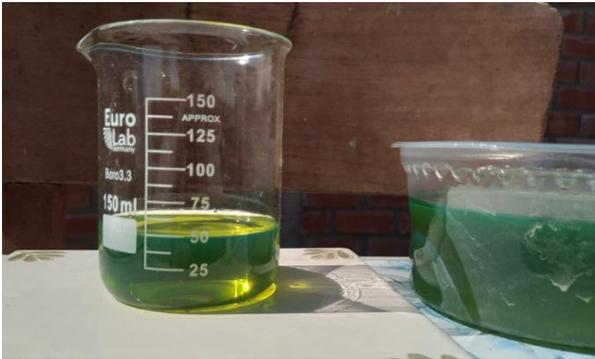


Fotografía N°10: Bolsas negras con tierra + compost mezclada con hidrocarburo



Fotografía N°11: Bolsas de compost de ovino

DERIVADOS DEL PETRÓLEO EMPLEADOS



Fotografía N°12: Diésel D2



Fotografía N°13: Aceite mineral 10W - 30



Fotografía N°14: Aceite semi sintético 5W-30



Fotografía N°15: Líquido de transmisión automático Super ATF



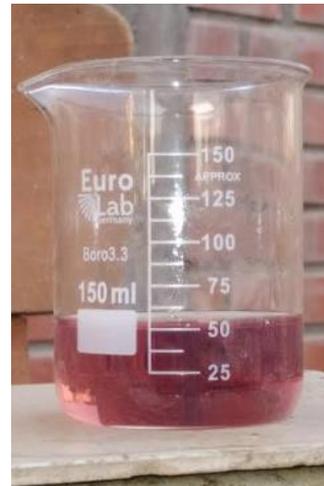
Fotografía N°16: Aceite sintético usado



Fotografía N°17: Gasolina 84 octanos



Fotografía N°18: Aceite sintético



Fotografía N°19: Gasolina 90



Fotografía N°20: Gasolina 95



Fotografía N°21: Grasa multipropósito EP-2 lithium



Fotografía N°22: Cera / Parafina de velas

MEZCLA DE HIDROCARBUROS EN SUELO CON COMPOST



Fotografía N°23: Mezclado del hidrocarburo en la tierra **Fotografía N°24:** Mezclado del hidrocarburo en la tierra



Fotografía N°25: Mezclado del hidrocarburo en la tierra



Fotografía N°26: Pesado de la parafina



Fotografía N°27: Mezclado de parafina con tierra



Fotografía N°28: Parafina derritiéndose por efecto de energía calorífica del sol



Fotografía N°29: Parafina derritiéndose por efecto del sol



Fotografía N°30: Zona oscura y zona clara: al mezclar el hidrocarburo



Fotografía N°31: Zona oscura y zona clara al mezclar el hidrocarburo



Fotografía N°32: Hidratado de la tierra contaminada con agua



Fotografía N°33: Emulsión del hidrocarburo agua y tierra



Fotografía N°34 y Fotografía N°35: Hidratado de la tierra contaminada con agua



Fotografía N°36: Maíz *Zea mays* L. de la variedad Marginal T-28



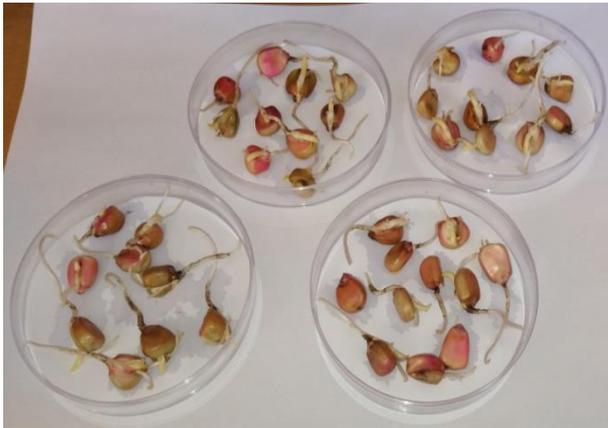
Fotografía N°37: Aceites lubricantes y grasa multipropósito que entraron en experimentación



Fotografía N°38: Gasolinas y cera de velas que entraron en experimentación



Fotografía N°39: Distribución de las unidades experimentales



Fotografía N°40: Prueba de viabilidad de la semilla de maíz, emergencia de epicotilo e hipocotilo a los 5 días.



Fotografía N°41: Verificación del maíz creciendo en suelo contaminado con compost



Fotografía N°42: Emergencia del grano de maíz



Fotografía N°43: Emergencia del grano de maíz a los 7 días





Fotografía N°44: Efectos de los hidrocarburos en el maíz a los 13 días



Fotografía N°45: Efectos de los hidrocarburos en el maíz



Fotografía N°46: Planta indicadora



Fotografía N°47: Maíz creciendo



Fotografía N°48: Crecimiento de la planta de maíz a los 15 días, bajo condiciones naturales.



Fotografía N°49: Crecimiento de la planta de maíz a los 15 días, bajo condiciones naturales.



Fotografía N°50: Crecimiento de la planta de maíz a los 15 días, bajo condiciones naturales.



Fotografía N°51: Crecimiento de la planta de maíz a los 35 días, bajo condiciones naturales



Fotografía N°52: Efecto del compost – Permite crecer al maíz y a otra planta (semilla traída por el viento).
(75 y 50) representan unidades experimentales con 75 y 50 ml de hidrocarburo de petróleo D2



Fotografía N°53: Efecto del compost: permite el crecimiento de otras plantas (semillas traídas por el viento)



Fotografía N°54: Crecimiento de la planta de maíz a los 55 días, bajo condiciones naturales



Fotografía N°55: Crecimiento de la planta de maíz a los 55 días, bajo condiciones naturales



Fotografía N°56: Maíz creciendo en diferentes hidrocarburos

CRECIMIENTO DEL MAÍZ POR TIPO DE HIDROCARBURO



Fotografía N°57: Maíz creciendo en gasolina de 95 octanos



Fotografía N°58: Maíz creciendo en gasolina de 90 octanos



Fotografía N°59: Maíz creciendo en gasolina de 84 D2



Fotografía N°60: Maíz creciendo en petróleo



Fotografía N°61: Maíz creciendo en aceite mineral



Fotografía N°62: Maíz creciendo en aceite semi sintético



Fotografía N°63: Maíz creciendo en aceite sintético mineral avanzado



Fotografía N°64: Maíz creciendo en aceite usado



Fotografía N°65: Maíz creciendo en líquido de transmisión automática



Fotografía N°66: Maíz creciendo en parafina/ cera mineral de velas



Fotografía N°67: Maíz creciendo con grasa multi propósito

PROCEDIMIENTO PARA TOMA DE MEDICIONES DE LA ALTURA, PESO DE TALLO/HOJAS Y DEL PESO DE RAIZ DEL MAÍZ



Fotografía N°68: Cortando la bolsa de tipo invernadero, sacando su contenido



Fotografía N°69: Desmoronando el suelo embutido con chorro de agua



Fotografía N°70: Del embutido de suelo, plantas de maíz lavada y plantas de maíz al oreado



Fotografía N°71: Medición con cinta métrica la altura de la planta de maíz



Fotografía N°72: Corte con tijera la planta de maíz para poder pesarla



Fotografía N°73: Una vez cortadas las hojas, el tallo en trozos pequeños, se procedió a pesar



Fotografía N°74: Una vez cortadas las raíces en trozos pequeños, se procedió a pesar



Fotografía N° 75: Una vez cortadas las raíces en trozos pequeños, se procedió a pesar

