



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA QUIMICA

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA
DEL ESTIERCOL DE VICUÑA PARA LA PRODUCCIÓN DE
FERTILIZANTES ORGÁNICOS

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

QUIMICA

AUTORES: ANDREA PAOLA BARROSO CHIPANTIZA

ARACELY DE LOS ANGELES MASABANDA PILAMUNGA

DIRECTORA: Dra. MAGDY MILENI ECHEVERRÍA GUADALUPE. PhD

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Andrea Paola Barroso Chipantiza & Aracely de los Angeles Masabanda Pilamunga

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Andrea Paola Barroso Chipantiza & Aracely de los Angeles Masabanda Pilamunga, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autoras asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 07 de marzo de 2024



Andrea Paola Barroso Chipantiza
C. I: 180408078-4



Aracely de los Angeles Masabanda Pilamunga
C.I: 180531073-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA QUIMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL ESTIERCOL DE VICUÑA PARA LA PRODUCCIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS**, realizado por la señorita: **ANDREA PAOLA BARROSO CHIPANTIZA y ARACELY DE LOS ANGELES MASABANDA PILAMUNGA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

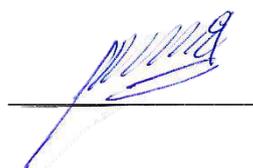
FECHA

Dr. Roberth Alcides Cazar Ramírez, MsC.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



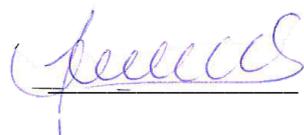
2024-02-27

Dra. Magdy Mileni Echeverría Guadalupe, PhD
DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-02-27

Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval, PhD.
ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2024-02-27

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios y a la Virgencita de agua santa, por haberme dado la vida y permitir el haber llegado hasta este momento de mi formación profesional. A mis padres: Sonia Chipantiza y Sergio Barroso por ser el pilar fundamental y más importante en mi vida y motivación del día a día. A mi hijo Thiago que con su corta edad me ha motivado a seguir adelante. A mi esposo Jorge Cepeda que ha estado siempre apoyándome en todo momento y por darme valor en cada paso. A toda mi familia porque gracias a sus oraciones, consejos y palabras de aliento ayudaron a que mejore como persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y logros.

Andrea

A Dios por brindarme la sabiduría, fortaleza y obsequiarme una gran familia que puso su confianza infinita en mí. A mi madre Rita Pilamunga por su sacrificio y apoyo en mi educación y crecimiento profesional. A mi padre Miguel Masabanda a pesar de su ausencia, por llenarme de bendiciones desde el cielo para persistir y no caer. Como no dedicarles este trabajo a mis hermanos Evelin y Lenin que son la más grande inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para tener un futuro mejor, y a toda mi familia quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y cumpla con mis sueños. En especial a una persona que siempre estuvo junto a mí en las noches brindándome su compañía y apoyo para culminar con lo anhelado. Finalmente, a mis amigas/os que compartieron conmigo sus alegrías.

Aracely

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le agradecemos a Dios quién nos ha guiado y nos ha dado fortaleza para seguir adelante, a nuestros padres por brindarnos su apoyo, confianza y amor en todo momento, a nuestras familias por ser nuestro apoyo incondicional a lo largo de nuestros estudios. Agradecemos a quienes formaron parte de esta etapa maravillosa, nos impulsaron a ser fuertes y cumplir nuestras metas.

Agradecemos también a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Químicas especial mente a la carrera de química por abrimos sus puertas, permitirnos formar parte de ella y formarnos profesionalmente, junto a los docentes que me impartieron sus conocimientos para poder finalizar mi carrera, de manera especial a la Dra. Magdy Echeverría por brindarnos su apoyo como directora del trabajo investigativo por permitirnos desarrollar el trabajo de integración curricular en el grupo de Investigación GIDAC, de igual manera a la Dra. Norma Erazo como asesora del mismo, que fueron parte primordial para el desarrollo de esta investigación brindándome su apoyo, dedicación de tiempo y principalmente sus conocimientos, De igual manera, al Ing. Franklin Cargua, Ing. Gabriela Rosero y a todos los miembros del grupo de investigación GIDAG.

Nuestra más infinita y sincera gratitud.

Andrea y Aracely

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MÁRCO TEÓRICO REFERENCIAL	4
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Bases teóricas.	5
1.2.1. <i>Habitad</i>.....	5
1.2.2. <i>Herbívoro</i>	5
1.2.3. <i>Estiércol</i>	5
1.2.4. <i>Tipos de estiércol</i>.....	5
1.2.5. <i>Composición del estiércol.</i>	6
1.2.6. <i>Actividad Microbiana</i>.....	6
1.2.7. <i>Propiedades del estiércol</i>.....	6
1.2.7.1. <i>Propiedades físicas</i>	6
1.2.8. <i>Agricultura</i>	7
1.2.9. <i>Fertilizante orgánico</i>	7
1.2.10. <i>Vicuña</i>	8
1.2.11. <i>Distribución</i>.....	8
1.2.12. <i>Características biológicas</i>	8
1.2.13. <i>Función de la especie en su ecosistema</i>.....	9
1.2.13.1. <i>Propiedades químicas</i>	9
1.2.13.2. <i>Propiedades microbiológicas</i>	10
1.2.14. <i>Ventajas del estiércol</i>	11
1.2.14.1. <i>Compost</i>	11
1.2.14.2. <i>Macro y Microelementos</i>	11
1.3. Bases conceptuales.	13
1.3.1. <i>Estercoleras</i>	13
1.3.2. <i>Estiércol de la vicuña</i>	13

1.3.3.	<i>Fertilizante orgánico</i>	14
1.3.4.	<i>Plántulas</i>	14
1.3.5.	<i>Microorganismos</i>	14
1.4.	Base legal	14
1.4.1.	<i>Área protegida</i>	14

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	15
2.1.	Tipo de investigación	15
2.2.	Diseño de la investigación	15
2.3.	Identificaciones variables	16
2.4.	Planteamiento de la hipótesis	16
2.4.1.	<i>Hipótesis general:</i>	16
2.4.2.	<i>Hipótesis nula:</i>	17
2.4.3.	<i>Hipótesis alternativa:</i>	17
2.5.	Localización del estudio	17
2.5.1.	<i>Ubicación geográfica</i>	19
2.5.2.	<i>Características climáticas</i>	19
2.5.3.	<i>Límites del área de estudio</i>	19
2.6.	Población de estudio	19
2.7.	Tamaño de muestra	19
2.8.	Método de muestreo	20
2.9.	Técnicas de recolección de datos	20
2.10.	Análisis Estadístico Inferencial	21
2.11.	Métodos, técnicas e instrumentos analíticos	21
2.11.1.	<i>Fase de campo</i>	21
2.11.2.	<i>Fase de laboratorio</i>	22
2.11.2.1.	<i>Determinación de los parámetros físicos</i>	22
2.11.2.2.	<i>Determinación de parámetros químicos</i>	23
2.11.2.3.	<i>Determinación de los parámetros microbiológicos</i>	24

CAPÍTULO III

3.	ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	31
3.1.	Determinación las propiedades físico-químicas y microbiológicas del estiércol de viciña	31

3.1.1.	<i>Determinación físico química del estiércol de vicuña</i>	31
3.1.1.1.	<i>Determinación del pH del estiércol de vicuña en la Zona 1(Bolívar) y Zona 2 (Tungurahua) de la reserva de fauna de Chimborazo</i>	31
3.1.1.2.	<i>Determinación de la conductividad eléctrica del estiércol de vicuña en la Zona 1 y Zona 2 de la reserva de fauna de Chimborazo</i>	33
3.1.1.3.	<i>Determinación de la humedad del estiércol de vicuña en la Zona 1(Bolívar) y Zona 2(Tungurahua) de la reserva de fauna de Chimborazo</i>	35
3.1.1.4.	<i>Determinación de materia orgánica del estiércol de vicuña en las zonas de Bolívar y Tungurahua.</i>	36
3.1.1.5.	<i>Color del estiércol de vicuña de las zonas de Bolívar y Tungurahua</i>	38
3.1.2.	<i>Determinación microbiológica del estiércol de vicuña</i>	39
3.1.2.1.	<i>Unidades formadoras de colonias (UFC) presentes en el estiércol de la vicuña en la Zona 1 (Bolívar) y Zona 2 (Tungurahua).</i>	39
3.1.2.2.	<i>Desarrollo del tallo, raíz y pelos absorbentes en plántulas de rábano (Raphanus sativus) y tomate riñón de la zona 1 y zona 2 con fuente bacteriana.</i>	40
3.1.2.3.	<i>Desarrollo del tallo, raíz y pelos absorbentes en plántulas de rábano (Raphanus sativus) y tomate riñón de la zona 1 con fuente de Actinomicetos</i>	61
3.1.2.4.	<i>Desarrollo de pelos absorbentes, raíz y tallo en plántulas de rábano (Raphanus sativus) y tomate riñón de la zona 1 y zona 2 con fuente de levaduras.</i>	73
	CONCLUSIONES	95
	RECOMENDACIONES	96
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Coordenadas de toma de muestra zona 1(Bolívar).....	18
Tabla 2-2:	Tamaño de muestra.....	20
Tabla 3-1:	Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de pH húmedo y pH seco en las 2 zonas.	31
Tabla 3-2:	Prueba T de Student para determinar la significancia del pH húmedo y pH seco entre las dos zonas	31
Tabla 3-3:	Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de conductividad eléctrica (dS/m) húmedo y conductividad eléctrica (dS/m)seco en las dos zonas.	33
Tabla 3-4:	Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de la conductividad eléctrica (húmedo y seco) entre las dos zonas	33
Tabla 3-5:	Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de humedad de las dos zonas.	35
Tabla 3-6:	Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de la humedad entre las dos zonas.....	35
Tabla 3-7:	Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la materia orgánica en las dos zonas.....	36
Tabla 3-8:	Prueba T de Student para determinar la significancia de la materia orgánica entre las dos zonas.	37
Tabla 3-9:	Color del estiércol de vicuña en sistema de notación y color de Munsell	38
Tabla 3-10:	Unidades formadoras de colonias	39
Tabla 3-11:	Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de bacterias.	40
Tabla 3-12:	Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de la presencia de pelos absorbentes según su abundancia en las dos zonas de estudio	41
Tabla 3-13:	Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de raíz de las plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de bacterias zona 1.	42
Tabla 3-14:	Prueba T de Student para medias de crecimiento de raíz de la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) de la zona 1	42
Tabla 3-15:	Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de tallo de las plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de bacterias.....	43

Tabla 3-16: Prueba T de Student para medias de crecimiento de tallo de la plántula de rábano de la zona 1.....	44
Tabla 3-17: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) en presencia de bacterias.	45
Tabla 3-18: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de la presencia de pelos absorbentes según su abundancia en las dos zonas de estudio	46
Tabla 3-19: Prueba T de Student para medias de crecimiento de Raíz de la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) de la zona 1	47
Tabla 3-20: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de la presencia de pelos absorbentes según su abundancia en las dos zonas de estudio	49
Tabla 3-21: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en la presencia de pelos absorbentes de las plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de bacterias.....	50
Tabla 3-22: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de la presencia de pelos absorbentes según su abundancia en las dos zonas de estudio	50
Tabla 3-23: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de la raíz de las plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de bacterias.....	52
Tabla 3-24: Prueba T de Student para medias de crecimiento de la raíz de la plántula de rábano de la zona 2.....	52
Tabla 3-25: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud del tallo de las plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de bacterias.....	54
Tabla 3-26: Prueba T de Student para medias de crecimiento de la raíz de la plántula de rábano de riñón de la zona 2.....	54
Tabla 3-27: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) en presencia de bacterias.	56
Tabla 3-28: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de la presencia de pelos absorbentes según su abundancia en las dos zonas de estudio	56
Tabla 3-29: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de la raíz de las plántulas de tomate de riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>), en presencia de bacterias.	58
Tabla 3-30: Prueba T de Student para medias de crecimiento de la raíz de la plántula de tomate de riñón de la zona 2.....	58

Tabla 3-31: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de tallos de las plántulas de tomate de riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>), en presencia de bacterias.	59
Tabla 3-32: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los datos de pelos absorbentes en la plántula de rábano en la zona 1	61
Tabla 3-33: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de presencia pelos absorbentes en la plántula de rábano en la zona 1.....	61
Tabla 3-34: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de las plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de actinos.....	63
Tabla 3-35: Prueba T de Student para medias de crecimiento de raíz de la plántula de rábano de la zona 1	63
Tabla 3-36: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de tallo de las plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de actinos.	65
Tabla 3-37: Prueba T de Student para medias de crecimiento de raíz de la plántula de rábano de la zona 1	65
Tabla 3-38: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los datos de pelos absorbentes en la plántula de tomate de riñón en la zona.....	66
Tabla 3-39: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de presencia pelos absorbentes en la plántula de tomate de riñón en la zona 1.....	67
Tabla 3-40: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de la raíz de las plántulas de tomate de riñón (<i>Solanum lycopersicum</i> .) en presencia de bacterias.	69
Tabla 3-41: Prueba T de Student para medias de crecimiento de la raíz de la plántula de tomate de riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) de la zona 2.....	69
Tabla 3-42: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de tallos de las plántulas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> .) en presencia de bacterias.	71
Tabla 3-43: Prueba T de Student para medias de crecimiento de tallos de la plántula de tomate de riñón de la zona 2.....	71
Tabla 3-44: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en la presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en la zona 1.....	73
Tabla 3-45: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de presencia pelos absorbentes en la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en la zona 1.....	73
Tabla 3-46: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de raíz de las plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de bacterias.....	75

Tabla 3-47: Prueba T de Student para medias de crecimiento de raíz de la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) de la zona 1.....	75
Tabla 3-48: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de tallo las plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de levaduras.....	77
Tabla 3-49: Prueba de wilcoxon para muestras independientes nos permite analizar el crecimiento de tallo de la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) de la zona 1....	77
Tabla 3-50: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los datos de pelos absorbentes en la plántula de tomate de riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>), en la zona 1.....	79
Tabla 3-51: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de presencia pelos absorbentes en la plántula de tomate de riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>), en la zona 1.....	79
Tabla 3-52: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de las plántulas de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>). en presencia de levaduras. ...	81
Tabla 3-53: Prueba T de Student para medias de crecimiento de raíz de la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>).de la zona 1.	81
Tabla 3-54: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de las plántulas de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>). en presencia de levaduras ...	83
Tabla 3-55: Prueba de Wilcoxon para muestras independientes nos permite analizar el crecimiento de tallo de la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) de la zona 1	83
Tabla 3-56: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de las plántulas de tomate rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de levaduras zona 2.	84
Tabla 3-57: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de presencia pelos absorbentes en la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en la zona 2	85
Tabla 3-58: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de tallos de las plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de levaduras	86
Tabla 3-59: Prueba de Wilcoxon para muestras independientes nos permite analizar el crecimiento de tallo de la plántula rábano (<i>Raphanus sativus</i>) de la zona 2.....	86
Tabla 3-60: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de tallos de las plántulas de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en presencia de levaduras zona 2.	88
Tabla 3-61: Prueba de wilcoxon para muestras independientes nos permite analizar el crecimiento de tallo de la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) de la zona 2	88
Tabla 3-62: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de las plántulas de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) en presencia de levaduras zona 2.....	90

Tabla 3-63: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de presencia pelos absorbentes en la plántula de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) en la zona 2	90
Tabla 3-64: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de tallos de las plántulas de tomate de riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) en presencia de levaduras	91
Tabla 3-65: Prueba de wilcoxon para muestras independientes nos permite analizar el crecimiento de tallo de la plántula de tomate de riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) de la zona 2	92
Tabla 3-66: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de tallos de las plántulas de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) en presencia de levaduras.	93
Tabla 3-67: Prueba de t- student para muestras independientes nos permite analizar el crecimiento de tallo de la plántula de tomate de riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) de la zona 2	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Mapa de monitoreo de las muestras recolectadas según las coordenadas de las dos zonas.	17
Ilustración 3-1:	Análisis del pH húmedo y pH seco del estiércol de vicuña de las dos zonas.	32
Ilustración 3-2:	Análisis de la conductividad eléctrica húmeda y conductividad eléctrica seco del estiércol de vicuña en las dos zonas.	34
Ilustración 3-3:	Análisis del porcentaje de humedad del estiércol de vicuña en las dos zonas.	36
Ilustración 3-4:	Análisis del porcentaje de materia orgánica del estiércol de vicuña en las dos zonas.	37
Ilustración 3-5:	Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de Rábano (<i>Raphanus sativus</i>).	41
Ilustración 3-6:	Análisis de longitud de raíz de la plántula de Rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en fuente bacteriana	43
Ilustración 3-7:	Análisis de longitud de tallo de la plántula de Rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en fuente bacteriana	44
Ilustración 3-8:	Análisis de la escala en la presencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>).	46
Ilustración 3-9:	Análisis de longitud de raíz de la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) en fuente bacteriana	48
Ilustración 3-10:	Análisis de longitud de tallo de la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) en fuente bacteriana	49
Ilustración 3-11:	Análisis de la escala en la presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano (<i>Raphanusa tivus</i>)	51
Ilustración 3-12:	Análisis de longitud de raíz de la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en fuente bacteriana	53
Ilustración 3-13:	Análisis de longitud de tallo de la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en fuente bacteriana	55
Ilustración 3-14:	Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>).	57
Ilustración 3-15:	Análisis de longitud de raíz de la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) en fuente bacteriana	59
Ilustración 3-16:	Análisis de longitud de tallo de la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) en fuente bacteriana	60

Ilustración 3-17:	Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>)	62
Ilustración 3-18:	Análisis de longitud de raíz de la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en fuente actinos	64
Ilustración 3-19:	Análisis de longitud de tallo de la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en fuente de actinos	66
Ilustración 3-20:	Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	68
Ilustración 3-21:	Análisis de longitud de raíz de la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) en fuente de actinos	70
Ilustración 3-22:	Análisis de longitud de raíz de la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) en fuente actinos	72
Ilustración 3-23:	Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>)	74
Ilustración 3-24:	Análisis de longitud de raíz de la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en fuente de levaduras.	76
Ilustración 3-25:	Análisis de longitud de tallo de la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en fuente de levaduras.	78
Ilustración 3-26:	Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	80
Ilustración 3-27:	Análisis de longitud de raíz de la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) en fuente de levaduras	82
Ilustración 3-28:	Análisis de longitud de tallo de la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) en fuente de levaduras	83
Ilustración 3-29:	Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>)	85
Ilustración 3-30:	Análisis de longitud de raíz de la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en fuente de levaduras.	87
Ilustración 3-31:	Análisis de longitud de tallo de la plántula de rábano (<i>Raphanus sativus</i>) en fuente de levaduras.	89
Ilustración 3-32:	Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	91
Ilustración 3-33:	Análisis de longitud de raíz de la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) en fuente de levaduras	92
Ilustración 3-34:	Análisis de longitud de tallo de la plántula de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>) en fuente de levaduras	94

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FASE DE CAMPO Y RECOLECCION DE MUESTRA
- ANEXO B:** DETERMINACIÓN DE pH.
- ANEXO C:** DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.
- ANEXO D:** DETERMINACIÓN DE COLOR
- ANEXO E:** DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA
- ANEXO F:** REALIZACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO.
- ANEXO G:** PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN MADRE
- ANEXO H:** CONTEO Y AISLACIÓN DE MICROORGANISMOS.
- ANEXO I:** GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS
- ANEXO J:** PUL DE BACTERIAS
- ANEXO K:** SIEMBRA DE SEMILLAS DE RÁBANO Y TOMATE RIÑÓN EN LAS CAJAS DE PETRI CON CULTIVOS PUROS DE BACTERIA, HONGOS Y ACTINOMICETOS.
- ANEXO L:** LONGITUD DE LAS PLÁNTULAS DE TOMATE DE RIÑÓN (TM) Y RÁBANO (RB) EN LA FUENTE BACTERIANA DE BOLÍVAR Y TUNGURAHUA (FBBO) (FBBTG) Y SUS CONTROLES (C_N).
- ANEXO M:** LONGITUD DE LAS PLÁNTULAS DE TOMATE DE RIÑÓN (TM) Y RÁBANO (RB) EN LA FUENTE ACTINOS DE BOLÍVAR (FABO) Y CONTROLES (C_N).
- ANEXO N:** LONGITUD DE LAS PLÁNTULAS DE TOMATE DE RIÑÓN (TM) Y RÁBANO (RB) EN LA FUENTE LEVADURAS DE BOLÍVAR Y TUNGURAHUA (FLBO) – (FLVTG) Y SUS CONTROLES (C_N).
- ANEXO O:** RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN FISICO -QUIMICA

RESUMEN

La vicuña es una especie que determina su ámbito produciendo estercoleras, sin embargo, el desaprovechamiento de los beneficios del estiércol puede provocar un desbalance en el ecosistema por falta de control de este residuo orgánico, por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es caracterizar las propiedades físico-química y microbiológica el estiércol de vicuña para la producción de fertilizantes orgánicos. Las muestras del estiércol de vicuña se recolectan en dos zonas estratégicas de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo de Bolívar perteneciente a San Juan y Tungurahua correspondiente a Carihuirazo, las cuales se sometieron a análisis físico-químico a través de la evaluación del pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica y color. Mediante el análisis microbiológico se determinó la presencia de microorganismos como: bacterias, actinomicetos y hongos, con la ayuda de técnicas de laboratorio se evaluó el desarrollo de crecimiento radicular de semillas de rábano (*Raphanus sativus*) y tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*) En el análisis estadístico utilizado en las pruebas de hipótesis para muestras independientes, con el fin de comparar los resultados de las características del estiércol entre las dos zonas de muestreo (Tungurahua y Bolívar). Con la ayuda del software estadístico InfoStaf se realiza la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en caso de que los datos se distribuyen normalmente, se aplica la prueba T de Student. Para los datos no se ajustan a una distribución normal, se utilizó Wilcoxon para muestras independientes. En este trabajo se determinó que los microorganismos promotores de crecimiento de las plántulas fueron las bacterias, dando como resultado mayor longitud en tallo y raíz en las plántulas evaluadas. Se concluyó que las muestras recolectadas de estiércol de la vicuña la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo presentaron características físico-químicas y microbiológicas adecuadas para la producción de fertilizantes orgánicos.

Palabras clave: <ESTIÉRCOL DE VICUÑA>, <ESTERCOLERAS>, <FERTILIZANTE ORGÁNICO>, <MICROORGANISMOS>

0326-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

The vicuña is a species that determines its range by producing dunghills. However, the waste of the benefits of manure can cause an imbalance in the ecosystem due to the lack of control of this organic waste. Therefore, this work aims to characterize the physical-chemical and microbiological properties of vicuña manure for producing organic fertilizers. Vicuña manure samples were collected in two strategic areas of the Chimborazo de Bolívar Fauna Production Reserve belonging to San Juan and Tungurahua corresponding to Carihuairazo, which were subjected to physical-chemical analysis through the evaluation of pH, electrical conductivity (EC), organic matter and color. The microbiological analysis determined the presence of microorganisms, including bacteria, actinomycetes, and fungi; with the help of laboratory techniques, the development of root growth of radish (*Raphanus sativus*) and kidney tomato (*Solanum lycopersicum*) seeds was evaluated in the statistical analysis used in the hypothesis tests for independent samples to compare the results of the manure characteristics between the two sampling areas (Tungurahua and Bolívar). With the help of InfoStaf statistical software, the Shapiro-Wilks normality test is performed. If the data is normally distributed, the Student's t-test is applied. For data not conforming to a normal distribution, Wilcoxon is used for independent samples. This work determines that the microorganisms promoting the growth of the seedlings were bacteria, resulting in more excellent stem and root length in the evaluated seedlings. It concludes that the samples collected from vicuña manure from the Chimborazo Fauna Production Reserve presented physical, chemical, and microbiological characteristics suitable for producing organic fertilizers.

Keywords: <VICUÑA MANURE, DUNGHILLS>, <ORGANIC FERTILIZER>, <MICROORGANISMS>.



.....

Lic. Edison Renato Ruiz López

CI:0603947044

INTRODUCCIÓN

El estiércol es un excelente fertilizante orgánico por su alto contenido en nitrógeno y materia orgánica, se ha utilizado desde la antigüedad para aprovechar los desechos animales (Casco, 1948 pág. 3). La función principal de este fertilizante es mejorar la fertilidad de los suelos y proporcionar los nutrientes necesarios (nitrógeno, potasio y fósforo) para que las plantas crezcan en óptimas condiciones.

La vicuña (*Vicugna vicugna*) es el camélido más pequeño del mundo, que habita en los lugares de mayor altitud, estos animales defecan en puntos específicos denominados estercoleras que contienen una gran cantidad de estiércol.

El estiércol es fundamental para aumentar el poder de retención de agua en el suelo, necesario para el desarrollo de las plantas. Sin embargo, si no se controla el almacenamiento, la manipulación o el uso, de grandes cantidades de estiércol pueden dañar el medio ambiente mediante la liberación de contaminantes al aire y la aglomeración de micro y macronutrientes en el suelo y las aguas superficiales. Por lo cual, se ha optado por emplear técnicas para utilizar este desecho orgánico (estiércol vicuña) en la producción de fertilizantes orgánicos que beneficie a las comunidades nativas de estas zonas y al medio ambiente.

Por tanto, teniendo en cuenta que existen pocos antecedentes relacionados con estudios que integren el uso de fertilizantes orgánicos del estiércol de la vicuña, este estudio tuvo como objetivo caracterizar física química y microbiológica del estiércol de la vicuña para la producción de fertilizantes orgánicos de diferentes. (Introducción)

Esta investigación permite realizar los análisis previa caracterización física (humedad, densidad, pH, conductividad eléctrica, color y temperatura), química (macro y microelementos) y microbiológica (bacterias, actinos, hongos y levaduras) del estiércol de la vicuña, en la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo, la cual se encuentra ubicada en las provincias de Tungurahua, Bolívar y Chimborazo, con 58560 hectáreas de extensión, con la finalidad de determinar si las propiedades obtenidas son adecuados para la producción de un fertilizante orgánico que genere un desarrollo económico y sustentable, a la vez amigable con el ecosistema.

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema

La vicuña es una especie protegida de la reserva de producción de fauna de Chimborazo, al ser una especie silvestre crea sus propias estercoleras las cuales sirven para definir su alimentación y su territorio, pero el desaprovechamiento de los beneficios del estiércol de la vicuña para el sustento fundamental en la producción y crecimiento de las plantas se ve reflejado por la falta de conocimiento de las propiedades microbiológicas y fisicoquímicas que lo contiene, deteriorando su potencial.

La desinformación de estas propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del estiércol de vicuña puede provocar un desbalance en el ecosistema por falta de control de este residuo orgánico, que podría ser aprovechado por sus óptimas propiedades en fertilizantes orgánicos.

Formulación del problema

¿Son aptas las características Físico-químicas y microbiológicas que posee el estiércol de vicuña para obtener fertilizantes orgánicos?

Justificación

Es de gran importancia caracterizar los componentes que contiene el estiércol de la vicuña para generar un fertilizante orgánico con excelentes propiedades, el cual puede ser utilizado principalmente por los habitantes del sector e incluso generar mayores beneficios con la comercialización de este producto.

Las vicuñas tienen rasgo característico de los animales de la familia de los camélidos en la delimitación del área territorial del hogar por el área de heces, ya que todos los animales del grupo defecan únicamente en lugares predeterminados para tal fin. Este estudio dará la información adecuada para manejar un fertilizante orgánico, siendo esta una gran ventaja en el punto de vista sanitario, por la propagación de enfermedades fecal-parasitarias.

El propósito del proyecto es llevar a cabo el aprovechamiento sustentable del estiércol de la vicuña mediante la caracterización de las estercoleras ubicadas en las zonas de Tungurahua y Bolívar en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, mediante análisis de laboratorio en la ESPOCH (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) y métodos de recolección in situ. A su vez

permitiendo a las comunidades locales obtener beneficios económicos, mejorando su calidad de vida y logrando la conservación de la especie y su hábitat.

El trabajo se desarrollará en el proyecto "Medios de Vida como Estrategia para la Planificación y Gestión en la Adaptación Basada en Ecosistemas - PACHA del Grupo de Investigación y Desarrollo para el Ambiente y Cambio el Climático (GIDAC) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)".

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Caracterizar físico-química y microbiológica el estiércol de vicuña para la producción de fertilizantes orgánicos de la zona húmeda de Tungurahua y Bolívar de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físico-químicas y microbiológicas del estiércol de vicuña.
- Desarrollar los fertilizantes orgánicos a partir del estiércol de vicuña.

CAPÍTULO I

1. MÁRCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

El estiércol son un material que se puede manipular y almacenar como sólido. Además de contener heces y orina, puede estar compuesto por muchos otros ingredientes, como material de cama, normalmente paja, pero a veces aserrín, y a menudo restos de comida del ganado y sobre todo agua. El aporte de materia orgánica mejora la estructura del suelo y aumenta su capacidad de retención de agua. El estiércol, por otro lado, es una fuente de nutrientes para las plantas (N, P, K). La cantidad de nutrientes presentes en el estiércol varían según la especie, es decir el tipo de ganado, Además, también se pierden muchos nutrientes de las plantas, por pérdidas gaseosas, lavado y filtrado (Iglesias, 1995 págs. 34-36).

Yapu, 2013, en su tesis: Determinación de la calidad de estiércol de vicuña en dos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo ambiente protegido en Patacamaya, Menciona que la producción de estiércol de vicuña es usada por los pobladores en el altiplano para la agricultura como abono debido a que el estiércol en contacto directo con el suelo ayuda a compensar el déficit de nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas existentes en esta zona, pero no se considera que sea tradicional, ya que la vicuña está proliferando en gran magnitud. (Parra, 2008 págs. 38-39), contempla producir compost para contrarrestar la excesiva cantidad de sales, que afectan a las características físicas y químicas del suelo. Por tanto, aumenta el equilibrio de microorganismos en el suelo y ayuda a suprimir los patógenos.

Una característica propia de los camélidos es la delimitación de sectores del territorio familiar para área estercolera (deposición de heces) ya que todos los animales del grupo sólo defecan en lugares preestablecidos para este fin. Esto representa una gran ventaja desde el punto de vista sanitario por la difusión de parasitosis con las heces según (Narváez, y otros, 2010 pág. 24)

Los fertilizantes orgánicos son una fuente de elementos nutritivos para el suelo debido a que contienen microelementos, macroelementos y microorganismos que intervienen en el desarrollo y crecimiento de las plantas, además favorecen en las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo. Este estudio tiene como finalidad contribuir con la información necesaria para determinar las características que presenta el estiércol de la vicuña para la producción de un fertilizante orgánico.

1.2. Bases teóricas.

1.2.1. *Habitad*

Un hábitat es un área espacialmente definida, un subconjunto de las condiciones físicas y biológicas necesarias, en el que la densidad de individuos que interactúan en una población y al menos un parámetro de crecimiento poblacional difieren de los subconjuntos adyacentes. La elección de hábitat es una fase de los individuos en expandirse en un territorio determinado (Siavichay, 2016, pp. 7).

1.2.2. *Herbívoro*

Los herbívoros son animales cuyo alimento principal son las plantas. Muchas de estas especies optan por alimentarse de plantas forrajeras, que son plantas utilizadas como forraje (pastos guardados para alimentar al ganado). (Siavichay, 2016, pp. 7).

1.2.3. *Estiércol*

Es una de las fuentes de materia orgánica más valiosa que puede añadirse al suelo, el contenido de Carbono y Nitrógeno varía en relación de la naturaleza del estiércol y de las condiciones de almacenamiento (Coronado, 1997, pp. 6). El estiércol resulta del proceso de digestión de los alimentos (Gutiérrez, 2009). Es rico en nutrientes para las plantas, se aplica típicamente a los suelos como fertilizante para la producción agrícola, la cantidad estimada de estiércol producido en 12 de los principales países productores de ganado es de 9×10^9 Mg de estiércol al año (He, Pagliari, & Waldrip, 2016 pág. 34).

La composición química de los estiércoles puede variar dependiendo de lo que comen los animales (HE, H, Pagliari, & Waldrip, 2016 pág. 34)

1.2.4. *Tipos de estiércol*

El estiércol se clasifica en: el estiércol frío (vacuno, porcino) y el estiércol caliente (ovino, aves de corral y equino). El estiércol frío se puede aplicar directamente a las plantas sin riesgo de quemarlas y con mayor frecuencia (Agropecuaria, 2023 págs. 22-23). Es favorecida para suelos ligeros (arenosos) muestran efectos positivos, tanto en las características físicas y químicas del suelo, así como en la alta producción de fruto; por otro lado, los estiércoles calientes evolucionan más rápido porque son más concentrados, se calienta y maduran con mayor facilidad, tienen una

acción acelerada. Se aplica en suelos pesados, puesto que calienta y activa la vegetación gracias a una mineralización rápida (Jara, 2019, pp. 31).

1.2.5. *Composición del estiércol.*

El estiércol es rico en nutrientes como nitrógeno, fosfato y potasio y materia orgánica, que pueden beneficiar en la fertilidad de los suelos para producir excelentes cultivos, pero aplicaciones repetidas pueden provocar una acumulación perjudicial para el suelo. La composición del estiércol varía entre límites muy amplios, según los animales, el hábitat, la alimentación. (Biblioteca del campo, 2011 pág. 34).

1.2.6. *Actividad Microbiana*

Es la actividad de los microorganismos presentes en el estiércol, que favorecen la aceleración de la descomposición de los desechos orgánicos liberando CO₂, el cual mediante el proceso de estabilización reduce los problemas ambientales asociados con el manejo del estiércol, transformándolo en un material seguro, estable y adecuado para su aplicación al suelo (Colín, et al., 2019). Los microorganismos están controlados por las características fisicoquímicas los procesos ambientales. La microbiana que permitan el crecimiento de los procesos metabólicos de hongos, bacterias y actinomicetos (Álvarez & Anzueto, 2004, pp. 14).

1.2.7. *Propiedades del estiércol*

1.2.7.1. *Propiedades físicas*

Las propiedades físicas son de gran importancia conocerlas para llevar a cabo un control adecuado de las funciones, usos, almacenamiento y aplicación idóneo del estiércol.

✓ *Humedad*

Es la Cantidad de agua contenida en el estiércol que puede variar dependiendo del estado en el que se encuentra ya sea fresco o seco y además de las condiciones como: hábitat, la alimentación y el tipo de ganado.

El contenido óptimo de humedad para el compostaje varía según el producto a ser compostado y la humedad inicial puede variar entre el 60-70%. El mínimo contenido de humedad para la

actividad de los microorganismos es del 15% (Miller, 1989), aunque cuando es menor al 20% ya decae la actividad (Domínguez & Martínez, 2010, pág. 12)

✓ *Temperatura*

Las temperaturas óptimas para la fase de descomposición del estiércol, en general situadas alrededor de 60-70°C, y se aconseja que no sobrepasen los 70°C para evitar la muerte térmica de los microorganismos (Domínguez & Martínez, 2010, pág. 13)

✓ *Color*

El color típico del estiércol de la vicuña presenta un verde oscuro debido a que su alimentación se basa en forraje verde. Además, es influenciado por el tipo de alimento, la concentración de bilis, la tasa de pasaje gastrointestinal y la temperatura. El color puede ser un indicador importante no solo del tipo de alimento ofrecido, sino del estado de salud de un animal (Finkeros, 2013 pág. 32).

✓ *Olor*

El olor del estiércol de vicuña proviene de microorganismos que descomponen materiales y productos de desecho en el estómago del animal en condiciones anaeróbicas. Los malos olores en el interior, provocados por el amoniaco emitido por el estiércol de los animales (Hómez, 2014, pág. 55).

1.2.8. *Agricultura*

La agricultura es el cultivo de la tierra y todas las actividades relacionadas con el mantenimiento de la tierra y el cultivo de hortalizas, generalmente tiene como objetivo producir alimentos y obtener hortalizas, frutas, verduras y cereales como el trigo.

1.2.9. *Fertilizante orgánico*

Es un fertilizante elaborado a partir de estiércol animal y desechos vegetales y puede ser sólido (compost) o líquido (biológico) (Castillo & Jerezano, 2017, p. 44). Se deriva de la descomposición y mineralización de la materia orgánica (estiércol, desechos de cocina, pasto mezclado en suelo verde, etc.) y se utiliza para los suelos y aumentar la producción en suelos agrícolas., fertilizantes ricos en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajos en elementos inorgánicos, aumentan las condiciones nutricionales del terreno, al mismo tiempo que mejoran su condición

física (estructura), aumentan la absorción de agua y mantienen la humedad del suelo (Mosquera, 2010 pág. 21).

1.2.10. Vicuña

La vicuña (*Vicugna vicugna*) es un pequeño camello que es uno de los mamíferos más grandes, delgados y bellos del mundo y representa el patrimonio cultural de muchos pueblos y ciudades de muchos países de América del Sur (Cali, 2021 pág. 3).

Las vicuñas son fisiológicamente adaptables, pues no arrancan las raíces de plantas, sino que las cortan con los incisivos superiores, posee menor pelaje que la alpaca; sin embargo, la vicuña es más valorada por la industria textil debido a su suavidad y calidad de su fibra son comparables a la seda natural.

1.2.11. Distribución

Las vicuñas se distribuyen en los valles de los Andes, con una superficie de 250.000 kilómetros cuadrados, desde el oeste de Argentina, el sur y oeste de Bolivia, el noreste de Chile y el este y centro de Perú. Puna en la región de los Andes centrales del Ecuador y el ecosistema altoandino a una altitud de 3000 a 5000 metros. En Ecuador, el gobierno inició un programa para salvar llamas sudamericanas en 1984, buscando hábitats similares a los manantiales altos de los Andes para gestionar América del Sur, basándose en las recomendaciones del estudio "Esperanza de la presencia de llamas en territorio ecuatoriano". Con base en esta investigación, el Departamento de Conservación de la Vida Silvestre lanzó dos proyectos: "Reintroducción de camellos silvestres" y "Promoción de camellos sudamericanos al Ecuador". Las vicuñas también viven en las montañas de los Andes centrales, especialmente en páramos comunales San José de Tipín del estado de Chimborazo (2000 hectáreas); y el territorio del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP): Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (58.560 hectáreas), que incluye la provincia de Chimborazo, Bolívar y Tungurahua.

1.2.12. Características biológicas

La vicuña es la especie más pequeña de la familia de los camellos, la longitud del cuerpo femenino es de 86,5 cm, la longitud del cuerpo masculino es de 90,43 cm y el peso es de 33 y 36 kg respectivamente. El cuello es delgado y largo en comparación con otros tipos de camellos. Sus patas traseras son más altas que las delanteras y sus caderas se elevan (Galaz, 2005; Lichtenstein et al., 2002; Bonavia, 1996). La subespecie *Vicugna vicugna mensalis* distribuida, tiene el cuerpo de color

canela, mimético con la puna y pajonal, el pecho blanco en la mayoría de los casos y dependiendo de la edad y del sexo, el vientre es blanco. Presentan almohadillas en las patas lo que evita la compactación del suelo. Una de las características de este animal es su fibra extremadamente fina, aproximadamente de 12 - 12,5 micrones de diámetro (Ecuador, 2013 pág. 34).

1.2.13. *Función de la especie en su ecosistema*

La vicuña como una especie herbívora con características biológicas y morfológicas especiales para su alimentación, deposición y movilidad en el territorio, ha permitido la regeneración, manejo, conservación del ecosistema páramo y puna en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, así como la mejora de pastos silvestres en áreas áridas (Valdivieso, 2019, pp. 126).

1.2.13.1. *Propiedades químicas*

Es aquella parte de la ciencia que estudia la composición, las propiedades y las reacciones químicas del estiércol.

✓ *pH*

El pH es una medida que indica la acidez o la alcalinidad del estiércol. Una simple medición puede expresar fácilmente el número de iones de hidrógeno e identifica la acidez o alcalinidad de las soluciones (Eburres). El pH se considera un factor fundamental para la digestión anaeróbica del estiércol. En cuanto al pH, por lo general debe variar de 6,5 a 8,2, con valores óptimos de 7,0 a 7,2 (Eburres).

✓ *Relación C/N*

La relación C/N es una medida de la cantidad relativa de carbono orgánico y nitrógeno presente en el sustrato y, por lo tanto, es una indicación de la disponibilidad relativa de nutrientes (Carotenuto, Guarino, D'Amelia, Morrone, & Minale, 2020 págs. 34-39). El carbono y el nitrógeno, junto al hidrógeno y al oxígeno, son los elementos principales en la composición de las plantas, el contenido de fósforo y otros nutrientes es menor (Garro, 2017, pág. 24)

✓ *Conductividad eléctrica*

La conductividad es el parámetro más extendido y utilizado para estimar la salinidad. Se basa en la velocidad a la que pasa la corriente eléctrica a través de una solución salina, que es proporcional a la concentración de sal en la solución. En la actualidad se expresa en $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Aguirre, 2009, pág. 3)

1.2.13.2. *Propiedades microbiológicas*

Los microorganismos como: bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras son responsables de las transformaciones bioquímicas. La microbiología es una ciencia biológica que estudia la estructura, fisiología, genética ecología y las aplicaciones socioeconómicas de los microorganismos (IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS BENÉFICAS MEDIANTE CULTIVOS MICROBIOLÓGICOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR LA CALZADA (HUMEDAL) DEL CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2013, 2013 pág. 5)

- *Bacterias*

Las bacterias constituyen el sistema de vida más simple, ellas están entre los microorganismos más comunes en el estiércol. Las bacterias son primitivas, procariotas, unicelulares, no presentan núcleo bien definido, se reproducen por fisión binaria y presentan una variedad de formas y de alimentación. Contienen aproximadamente 85% de agua y 15% de polvo o materia mineral (Puruncajas, 2013, pág. 18)

- *Actinomicetos*

Los actinomicetos son bacterias filamentosas que comparten algunas similitudes con los hongos. El crecimiento consiste en micelio ramificado que tiende a dividirse en elementos bacterianos. Muchos actinomicetos viven libremente, especialmente en el suelo. Destacan por su papel primordial en la disolución de paredes celulares o componentes de plantas, hongos e insectos. Por tanto, son muy importantes para el compostaje y la formación del suelo. Algunas especies de actinomicetos pueden ser endófitos en tejidos vegetales (Morocho & Mora, 2019, pág. 96)

- ✓ *Hongos*

El reino de los hongos es eucariotas, heterótrofos, con diferentes especies, funciones, crecimientos y formas de vida; más de 1,5 millones de miembros influyen en todos los seres vivos para bien o para mal, así, en todo el mundo. (Cuevas, 2016, pág. 2)

- *Levaduras*

La levadura es un conjunto de microorganismos presentes en la fase de preparación de ME y es idóneo de utilizar diversas fuentes de carbono como los hidratos, suero hidrolizado, alcohol y energía. La comunidad microbiana estaba compuesta por múltiples especies de *Saccharomyces*,

aunque *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis* eran dominantes. Estos microorganismos requieren amoníaco, urea o una mezcla de sales de amonio y aminoácidos como fuente de nitrógeno. (Morocho & Mora.2019, pág.43)

1.2.14. Ventajas del estiércol

Se da un proceso de fermentación y transformación que da como resultado un material rico en nutrientes así dando innumerables ventajas sobre el suelo. Se necesitan al menos 6 meses para lograr resultados aceptables. El uso de estiércol y otros subproductos animales ahorra en la producción de fertilizantes químicos, por lo que el uso de estos fertilizantes ayuda a mitigar el impacto de las industrias pesadas altamente contaminantes. Tras el compostaje, el estiércol se convertirá en un material rico en microorganismos beneficiosos (Maquituls, 2023 pág. 23).

1.2.14.1. Compost

Los fertilizantes naturales se convierten a partir de una mezcla de desechos orgánicos de origen animal y vegetal y se descomponen en condiciones controladas. Este abono también se llama “superficie del suelo” o “mantillo”. La calidad depende de los insumos utilizados (tipo de estiércol y residuos vegetales) pero contiene en promedio 1.04% Nitrógeno, 0.8% fósforo y 1.5% potasio. Si se utilizan residuos municipales, pueden contener elementos contaminantes. En estos casos se debe reducir la cantidad de fertilizante y utilizar una mayor cantidad de paja. Es muy utilizado en los viveros, donde se puede elaborar varios tipos de mezclas con arena y tierra para hacer parterres de hortalizas, flores, arbustos o árboles (Gutiérrez, 2009 pág. 45).

1.2.14.2. Macro y Microelementos

Los nutrientes en el estiércol, se dividen en macro- y micro- nutrientes, en función de las cantidades que la planta necesite. Los macronutrientes primarios son Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y los secundarios son Magnesio, Azufre y Calcio. Los micronutrientes son requeridos en cantidades muy pequeñas, pero generalmente son importantes para el metabolismo vegetal y animal. Estos son el hierro, el zinc, el manganeso, el boro, el cobre, el molibdeno y el cloro (Van, Pantoja, & Román, 2004 pág. 37).

- **Carbono**

El carbono es el elemento biológico y energético más abundantes en la tierra y sus seres vivos y el nitrógeno interviene en muchos de los procesos biológicos entre ellos los procesos de crecimiento y desarrollo, sobre todo en los vegetales y microorganismos del suelo (Vázquez, 2018 pág. 36).

- **Nitrógeno**

La mayor parte del nitrógeno contenido en el estiércol está en estado orgánico y se mineraliza muy lentamente, por lo que podemos pensar en agregar compost al suelo, en el que el nitrógeno se descompone a un ritmo elevado y la actividad orgánica crea un contenido total de nitrógeno. presente en las heces. puede integrar. Por tanto, los efectos del estiércol suelen durar más que los de los fertilizantes químicos. (Biblioteca del campo, 2011 pág. 64).

- **Fosforo**

En términos de fósforo, los estiércoles aportan cantidades considerables. Cerca del 70 % de fósforo en el estiércol se encuentra en forma mineral.

- **Azufre**

El estiércol y otras enmiendas orgánicas son otra forma de aportación de azufre. Según el origen de los animales, el estiércol puede contener entre 1 y 3 kg/tonelada de azufre. Los efluentes avícolas son los más ricos en azufre (y nitrógeno) (Cor, s.f.). El azufre es esencial en los componentes estructurales y enzimáticos de las plantas, en aminoácidos esenciales, en la síntesis de proteínas y clorofila (Gacitúa & Martínez, 2020 pág. 34)

- **Potasio**

La disponibilidad del potasio que pueda estar presente en el estiércol depende de la humedad que pueda presentar el mismo estiércol. Una nutrición adecuada con potasio se conoce como un factor de calidad en la producción agrícola y puede mejorar muchos aspectos de la calidad de los cultivos. (Torres, 2019). Crea el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, las heladas y la salinidad (Van, Pantoja, & Román, 2004 pág. 39).

- **Calcio**

Al transcurrir la descomposición del estiércol este libera ácidos orgánicos que ayudan a que los minerales del suelo este disponibles. A un largo plazo disminuye el calcio del suelo, lo que da como resultado un pH inferior al óptimo para la mayoría de los cultivos. Las heces aportan algo de calcio, pero no lo suficiente para contrarrestar la tendencia al aumento de la acidificación.

- **Magnesio**

El magnesio es un elemento que rara vez se considera en los programas de fertilización, aunque se ha descubierto que está involucrado en muchos procesos fisiológicos. El pH del suelo dificulta la absorción del magnesio como elemento. La cantidad infinita de elementos que están en el suelo afecta la absorción del magnesio la saturación de magnesio y tipo de suelo en capacidad total de intercambio catiónico. (Intagri, 2016 pág. 27).

1.3. Bases conceptuales.

1.3.1. Estercoleras

Son sitios específicos donde las vicuñas depositan sus excrementos y por las lluvias se convierten en abono para el suelo, nutriéndolo y dando como resultado el crecimiento más rápido de la vegetación (Narváez & Benítez, 2010 pág. 31)

1.3.2. Estiércol de la vicuña

En Bolivia el estiércol de vicuña a lo largo del Altiplano es utilizado como abono para los cultivos. De acuerdo a su composición química el estiércol de la vicuña presenta un 65,0 % de humedad, además es rico en nitrógeno 3,65 %, fosforo 2,00 % y potasio 1,31 %, lo cuales aportarán a la tierra serie de condiciones como retención de agua, aireación, nutrientes y microorganismos comprendidos en el estiércol para crear el ambiente necesario en el crecimiento de las plantas. Este estiércol contiene restos de materia orgánica como pasto y agua, asimismo puede ser manejado y almacenado como sólido (Arzamendia, Bonacic, & Vilá, 2010 págs. 32-35)

1.3.3. Fertilizante orgánico

Es un fertilizante elaborado a partir de estiércol animal y desechos vegetales y puede ser sólido (compost) o líquido (biológico) (Castillo & Jerezano, 2017, p. 44). Se deriva de la descomposición y mineralización de la materia orgánica (desechos de cocina, pasto mezclado con suelo verde, etc.) y se utiliza aumentar los poros en suelos agrícolas., fertilizantes ricos en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajos en elementos inorgánicos, aumentan las condiciones nutricionales del terreno, al mismo tiempo que mejoran su condición física (estructura), aumentan la absorción de agua y mantienen la humedad del suelo (Mosquera, 2010 pág. 3).

1.3.4. Plántulas

Este es el primer estudio del desarrollo de esta planta, desde la germinación hasta el desarrollo de la primera hoja verdadera. (Peralta & Royuela, 2019). Se puede distinguir que el eje principal se divide en dos partes: un segmento que está por debajo del punto de inserción de los cotiledones y otro que está por encima de dicho punto (Zevallos & Flores, 2003, pág. 42)

1.3.5. Microorganismos

El ecosistema está formado por una amplia diversidad de Microorganismos que mantienen una relación simbiótica en un ambiente anaeróbico estricto. El microbiota está formado por bacterias, actinomicetos, protozoos y hongos, en concentraciones de 10^7 , 10^5 y 10^3 células/ml, respectivamente. Las poblaciones bacterianas son las más vulnerables a las propiedades fisicoquímicas. (Pedraza, y otros, 2010 pág. 6)

1.4. Base legal

1.4.1. Área protegida

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo es parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, aquí se encuentran dos montañas nevadas mixtas, la Montaña Chimborazo es la montaña más alta del país con una altitud de 6,263 metros. Carihuayrazo está a 5.020 metros sobre el nivel del mar; es el único lugar del Ecuador donde se pueden encontrar vicuñas; hay una gran zona silvestre más húmeda que en el oriente; hay un pantano muy seco en el occidente llamado “El Arenal” (Ministerio de Turismo, 2018 La reserva está diseñada para proteger y mejorar el manejo de las vicuñas, los más vulnerables de todos los camellos andinos. (Ministerio del Ambiente, 2013 pág. 2).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo cuantitativa, puesto que se analizó datos numéricos de las propiedades físico-químicas y microbiológicas del estiércol de vicuña. Según Cabezas et al. (2018), esta investigación usa la recolección de datos para probar hipótesis con base en el análisis estadístico y medición numérica. De acuerdo al objetivo planteado, es una investigación aplicada, porque busca emplear técnicas adecuadas de análisis para caracterizar adecuadamente el estiércol de vicuña.

Es explicativo, ya que intenta determinar si las propiedades físicas, químicas y microbiológicas que presenta el estiércol de vicuña son aptas para producir fertilizantes orgánicos de buena calidad. Según Baena (2017), la investigación explicativa está dirigida a responder a las causas de los eventos físicos o sociales.

De acuerdo a las condiciones en las que se realiza el estudio, se trata de una investigación de laboratorio, porque las muestras de estiércol de vicuña serán llevadas a un laboratorio para realizarles pruebas y análisis que permitan caracterizar sus propiedades. Valderrama (2021) menciona que la investigación de laboratorio se hace en ambientes controlados. La investigación es transversal, ya que la recolección de datos a través de las muestras se realizará en un periodo de tiempo delimitado, sin pretender analizar la evolución del estiércol a lo largo del tiempo. Los diseños transversales recolectan datos en un punto específico en el tiempo (Salvador, 2016). Y, por último, es deductiva, puesto que parte de una hipótesis general sobre las propiedades del estiércol de vicuña para llegar a una conclusión específica sobre su idoneidad para producir fertilizantes orgánicos.

2.2. Diseño de la investigación

El diseño de investigación seleccionado es cuasiexperimental con más de una variable independiente. Este diseño es apropiado cuando el investigador pretende establecer relaciones causales entre variables, pero no puede asignar aleatoriamente a los participantes ni emparejar grupos (Un sistema de clasificación de los diseños de investigación, 2020 pág. 32). En este estudio, la variable dependiente es la producción de fertilizantes orgánicos a partir de estiércol de vicuña. Las variables independientes son las propiedades fisicoquímicas (humedad, densidad, pH, capacidad

de retención de agua, relación C/N, etc.) y microbiológicas (bacterias, hongos, actinomicetos) del estiércol.

Se tomarán muestras de estiércol de dos zonas de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo: Tungurahua y Bolívar. Estas zonas representan grupos no equivalentes, ya que sus condiciones ambientales y de vegetación donde pastan las vicuñas son diferentes. A las muestras se les analizará sus características fisicoquímicas y microbiológicas. Los resultados se compararán entre sí para determinar si existe diferencia significativa debido a la procedencia de la muestra. De esta manera, se establecerá la relación causal entre las variables independientes (propiedades del estiércol) y la variable dependiente (producción de fertilizantes). Así se podrá explicar si las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas inciden en la calidad de los fertilizantes que se elaboren.

2.3. Identificaciones variables

– Variables dependientes

fertilizantes orgánicos

– Variables independientes

Características fisicoquímicas y microbiológicas del estiércol de vicuña

2.4. Planteamiento de la hipótesis

Las hipótesis constituyen tentativas de explicación o predicción sobre la relación entre dos o más variables que se formula a manera de proposiciones (Ñaupas et al., 2018 pág. 3). Las hipótesis guían la investigación, estableciendo lo que se busca probar y señalando el camino a seguir.

En esta investigación se plantean las siguientes hipótesis

2.4.1. Hipótesis general:

El estiércol de vicuña presenta características físico-químicas y microbiológicas óptimas para la producción de fertilizantes orgánicos de alta calidad.

2.4.2. Hipótesis nula:

El estiércol de vicuña no presenta características físico-químicas ni microbiológicas relevantes para la producción de fertilizantes orgánicos de calidad.

2.4.3. Hipótesis alternativa:

El estiércol de vicuña posee propiedades físico-químicas y microbiológicas significativas que permiten la elaboración de fertilizantes orgánicos de alta calidad.

2.5. Localización del estudio

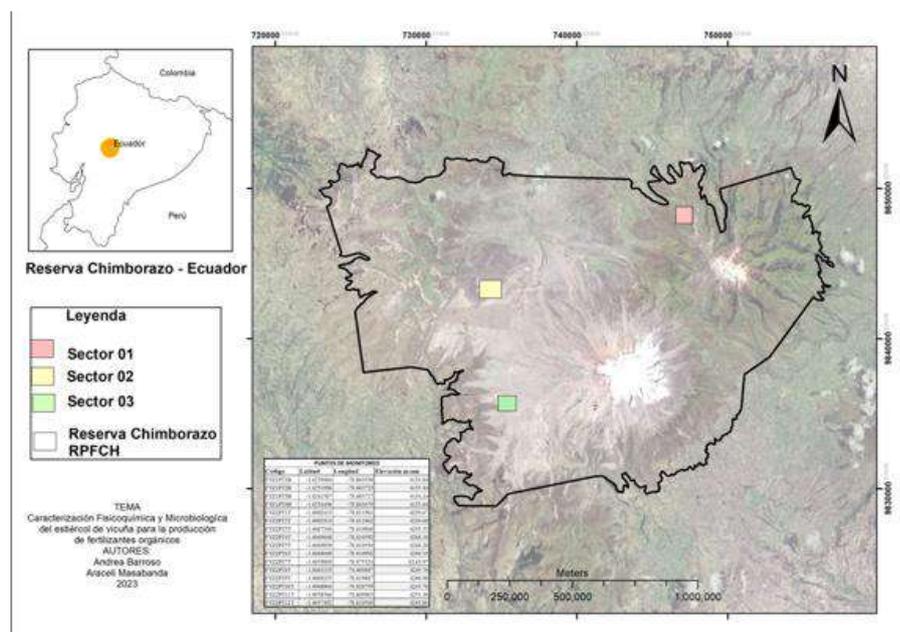


Ilustración 2-1: Mapa de monitoreo de las muestras recolectadas según las coordenadas de las dos zonas.

Fuente: GIDAC ESPOCH, 2024

En la ilustración 1-1 se muestra gráficamente la ubicación de los puntos de muestreo realizados de cada zona de estudio para la recolección del estiércol de vicuña, las coordenadas de la Zona 1 (Bolívar) donde se recolectó 4 muestras, se amplían en la tabla 2-1 y las coordenadas de la Zona 2 (Tungurahua) donde se recolectaron 12 muestras, se amplía en la tabla 2-2, donde (FV) es fuente de vicuña y (Z) es la zona de donde se muestreo.

Tabla 2-1: Coordenadas de toma de muestra zona 1(Bolívar)

COORDENADAS				
MUESTRA	Latitud	Longitud	Elevación	Exactitud
FVZ1PT1	-1.4259984	-78.8835299	4133.84 m asl.	1.88m
FVZ1PT2	-1.4251996	-78.8837225	4135.44 m asl.	1.52 m
FVZ1PT3	-1.4241587	-78.8837166	4134.24 m asl.	1.42 m
FVZ1PT4	-1.4234496	-78.8836788	4133.64 m asl.	1.43m

Realizado por: Barroso Andrea; Masabanda Aracely; 2023. (GIDAC)

En la tabla 2-2 se muestra las coordenadas (latitud, longitud, elevación y exactitud) de toma de muestra de la zona 1 perteneciente a la provincia de Bolívar. Las muestras se encuentran identificadas con las abreviaturas FVZ1PT1. Donde FV representa la fuente vicuña, Z1 es zona de la toma de muestras y PT el punto, este varía según el número de punto que se ha tomado.

Tabla 2-3: Coordenadas de toma de muestra zona 2 (Tungurahua)

COORDENADAS				
MUESTRA	Latitud	Longitud	Elevación	Exactitud
FVZ2PT1	-1.4002413	-78.8119614	4239.67 m asl.	15.0 m
FVZ2PT2	-1.4002414	-78.8119615	4239.68 m asl.	15.1 m
FVZ2PT3	-1.4067349	-78.8109684	4235.31 m asl.	3.90 m
FVZ2PT4	-1.4069048	-78.810592	4248.18 m asl.	6.90 m
FVZ2PT5	-1.4069050	-78.810594	4248.20 m asl.	6.92 m
FVZ2PT6	-1.4068048	-78.810992	4248.19 m asl.	6.93 m
FVZ2PT7	-1.4059869	-78.875324	4243.97m asl.	6.94 m
FVZ2PT8	-1.4063235	-78.809887	4249.78 m asl.	6.87 m
FVZ2PT9	-1.4069235	-78.819887	4246.98m asl.	6.88 m
FVZ2PT10	-1.4068964	-78.828759	424578 m asl.	6,89 m
FVZ2PT11	-1.4058566	-78.8099646	4251.38 m asl.	7.38 m
FVZ2PT12	-1.4057492	-78.810569	4243.89 m asl.	7.66 m

Realizado por: Barroso Andrea; Masabanda Aracely; 2023. (GIDAC)

En la tabla 2-3 se muestra las coordenadas (latitud, longitud, elevación y exactitud) de toma de muestra de la zona 2 perteneciente a la provincia de Tungurahua. Las muestras se encuentran identificadas con las abreviaturas FVZ2PT1.

2.5.1. Ubicación geográfica

La posición geográfica de la Reserva es:

Coordenadas UTM zona 17

LONGITUD: 78° 49'03'' (W)

LATITUD: 1° 28' 09'' (S)

Rango Altitudinal: 3200 y 6310 m.s.n.m

2.5.2. Características climáticas

La reserva de fauna de Chimborazo posee una precipitación de 31,5 mm anuales, presenta un clima frío andino con temperaturas desde 0° a 10° C.

2.5.3. Límites del área de estudio

El área de estudio es la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo cuyos límites son al norte se encuentra Tungurahua, al Oeste Bolívar y Noreste esta Chimborazo.

2.6. Población de estudio

La población de estudio será finita puesto que se hizo la recolección de 21 muestras del estiércol de vicuña en dos zonas establecidas en la provincia de Bolívar, San Juan en una extensión de 2.035 hectáreas (20352.447 m²) y Tungurahua, Carihuarazo en una extensión de 25.834 hectáreas (258340.794m²) las cuales coexisten en ecosistemas semi húmedos y húmedos.

2.7. Tamaño de muestra

Se empleó la ecuación de poblaciones conocidas para determinar el número de muestras que se van a tomar en las zonas de estudio.

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Tabla 2-2: Tamaño de muestra.

Símbolo	Significado	Valor
N	Total, de población	30
Z	1.96 si la seguridad es al 95%	1.96
P	Proporción esperada (en este caso 5%)	0.05
Q	1-p (en este caso $1-0.05= 0.95$)	0.95
E	Error de estimación (5%)	0.05
N	Numero de muestra	21.46

Realizado por: Barroso Andrea; Masabanda Aracely; 2023. (GIDAC)

Realizado por: Barroso Andrea; Masabanda Aracely; 2023.

2.8. Método de muestreo

El método que se utilizó es el muestreo estratificado, que se realiza mediante la toma de una parte representativa para la investigación. La recolección de las muestras de estiércol de vicuña que se tomó en la reserva de Producción Faunática de Chimborazo en las zonas de Bolívar y Tungurahua.

es una técnica de muestreo en la que el investigador divide a toda la población objetivo en diferentes subgrupos o estratos, y luego selecciona aleatoriamente a los sujetos finales de los diferentes estratos de forma proporcional.

2.9. Técnicas de recolección de datos

Tabla 2-4: Técnicas de recolección de datos para la zona 1 y zona 2

Técnicas de recolección de Datos	Instrumento
Tratamientos de datos y fuentes estadísticas	<ul style="list-style-type: none">• Excel• Programas estadísticos
Recolección de información	<ul style="list-style-type: none">• Fuentes bibliográficas• Bases de datos• Internet, artículos científicos, revistas científicas, etc.
Recolección de la muestra	<ul style="list-style-type: none">• Se realizó 2 muestras de estiércol de vicuña que perteneció a las zonas de Bolívar y Tungurahua en un ecosistema semi húmedo y húmedo.• Recolección de las muestras por el método al azar.

Realizado por: Barroso Andrea; Masabanda Aracely; 2024. (GIDAC)

2.10. Análisis Estadístico Inferencial

El análisis estadístico inferencial permite obtener conclusiones que van más allá de los datos recolectados, infiriendo propiedades de la población a partir de una muestra (Lugo, 2021). En esta investigación se utilizó pruebas de hipótesis para muestras independientes, con el fin de comparar los resultados de las características fisicoquímicas y microbiológicas del estiércol entre las dos zonas de muestreo (Tungurahua y Bolívar). Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks para determinar si los datos de cada variable siguen una distribución normal. Si los datos se distribuyen normalmente, se aplicó la prueba T de Student para muestras independientes. Si los datos no se ajustan a una distribución normal, se utilizó Wilcoxon para muestras independientes.

Las pruebas de hipótesis permitieron determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los resultados de las muestras de las dos zonas para cada variable. Se plantó las siguientes hipótesis estadísticas:

H0: No existen diferencias significativas entre las medias de los resultados de las variables fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras de Tungurahua y Bolívar.

H1: Existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los resultados de las variables fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras de Tungurahua y Bolívar.

Con un nivel de significancia $\alpha=0.05$, se rechazará la hipótesis nula si el valor p resultante de las pruebas es menor que 0.05. Esto indicaría que las medias poblacionales de los resultados de las variables son diferentes entre las zonas analizadas. Los análisis estadísticos se realizaron con el software INFOSTAT y la presentación de resultados se apoyará en tablas y gráficos.

2.11. Métodos, técnicas e instrumentos analíticos

Para la parte experimental se realizó un análisis de los parámetros físico, químico y microbiológicos con la finalidad de la producción de fertilizantes orgánicos con la caracterización de las propiedades del estiércol de la vicuña.

2.11.1. Fase de campo

Se realizó una gira de campo a la Reserva de producción de fauna Chimborazo a las provincias de Bolívar y Tungurahua, donde se identificó los puntos de muestreo (estercoleras) donde se

localizaron las familias de vicuñas, para la recolección se seleccionaron al azar y se verificó si las estercoleras seleccionadas coincidían con el área de estudio.

Se recolectaron 4 muestras del estiércol de vicuña compuesta (superficie y profundidad) de la zona 1 que pertenece a la provincia de Bolívar y 12 muestras de la zona 2 que corresponde a la provincia de Tungurahua, las muestras recolectadas se colocaron en fundas herméticas ziplock, las cuales se les etiquetó según la zona de donde fueron obtenidas.

2.11.2. Fase de laboratorio

Obtenidas las dos muestras compuestas del estiércol de vicuña de las provincias Bolívar (zona 1), Tungurahua (zona 2) se llevó a los laboratorios del grupo de investigación GIDAC donde se etiquetó y se ordenó según la zona de recolección, en la información de etiquetado se encontraba fecha y localidad. Se siguieron los protocolos establecidos por el grupo de investigación GIDAC para realizar los análisis.

2.11.2.1. Determinación de los parámetros físicos

a) pH

Para la medición de pH se empleó el método potenciométrico por dos repeticiones; tanto en las muestras del estiércol de vicuña de Bolívar y Tungurahua en estado fresco y estado seco.

Se procedió a etiquetar los vasos de plástico según la codificación que se va a emplear para cada número de muestra a analizar, seguido se pesó 20 gramos (g) del estiércol de vicuña en una balanza analítica y luego se agregó 80 mililitros (mL) de agua destilada. Se agitó cada muestra por un tiempo de 15 minutos y se reposó durante 5 minutos y finalmente se introdujo el potenciómetro sobre cada muestra y se registró los resultados obtenidos en cada muestra.

b) Conductividad eléctrica

Para la medición de la conductividad eléctrica se dejó en reposo durante 12 horas todas las muestras anteriores preparadas, posteriormente cumplido con el tiempo requerido se introdujo el conductímetro en cada muestra y se registró las medidas. Esto se ejecutó mediante el método electrométrico.

c) Color

El análisis de color se realizó utilizando una tabla de Munsell Soil Color Book (Libro de color de suelos), compuesta de una matriz correspondiente a cada coloración requerida; se procedió a tomar las muestras del estiércol de vicuña y comparar las tonalidades que pertenezcan a la matriz y después se registró los datos fila por fila. en el tono resultante.

2.11.2.2. *Determinación de parámetros químicos*

a) Humedad

El método gravimétrico se utilizó para determinar del porcentaje de humedad en el estiércol de vicuña (Hansen, 2015, pp.1-2). Se siguió los siguientes pasos:

Se pesó los crisoles vacíos y se registró el primer valor, luego se pesó 20 g del estiércol de vicuña en húmedo en el crisol, y se registró los datos de cada uno, posteriormente por 24 horas se colocó en la estufa a una temperatura de 105°C. Al pasar el tiempo las muestras se transfirieron a un desecador. Hasta obtener una temperatura adecuada para ser manipulado y pesarlas. Se registró los datos de cada uno de los crisoles con las muestras del estiércol seco. Finalmente se obtuvo el porcentaje de humedad del estiércol de vicuña aplicando la formula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Donde:

Peso inicial (P_i) = Peso del estiércol en húmedo

Peso final (P_f) = Peso del estiércol tras pasar 24 horas a 105 °C en la estufa

b) Materia Orgánica

El método de calcinación o de pérdida de peso por ignición (LOI), se utilizó para estimación de la materia orgánica (SOM).

Para iniciar este procedimiento se realizó la tara de todos los crisoles requeridos en un horno-mufla, a una temperatura de 800°C por 2 horas, a continuación, los crisoles fueron colocados en

un desecador con sílica gel activada y posteriormente se pesó en una balanza analítica y se registró su peso.

Se pesó 10 gramos de estiércol de vicuña seco en los crisoles ya tarados inicialmente y se registró el peso posteriormente se colocó en la estufa a 105 °C, durante 24 horas, para eliminar el agua higroscópica presente en el estiércol de vicuña, luego se trasladó al desecador hasta tener una temperatura adecuada para ser manipulado, se pesó y se registró el peso. Finalmente se llevó los crisoles con la muestra al horno-mufla a una temperatura de 360 °C por 2 horas, con el propósito de la calcinación de la materia orgánica, una vez terminado este paso, se vuelve a colocar los crisoles con la ayuda de las pinzas en el desecador hasta obtener una temperatura manipulable, se pesó en la balanza analítica y se registró.

c) Total, Carbono Orgánico.

El contenido de carbono se determinó a partir de los resultados obtenidos para la materia orgánica mediante el factor de Van Bemmelen, el cual es igual a 1.724, valor que indica que el 58% de la materia orgánica es carbono orgánico. (Eyherabide et al., 2014, p. 14).

2.11.2.3. *Determinación de los parámetros microbiológicos*

a) Realización de medios de cultivo

Se preparó medios de cultivos los cuales son Agar Nutritivo (para bacterias) Agar Avena (para actinomicetos) y Agar Papa Dextrosa (para hongos).

Para la preparación del agar nutritivo se pesó 6.25 gramos de agar nutritivo en el caso del agar avena se pesó 4 gramos de avena se puso a hervir para luego ser añadida a la solución y para el PDA se pesó 40 gramos de PDA más media capsula de cloranfenicol, los cuales se pesaron con papel aluminio y con una balanza digital.

Los gramos pesados anteriormente se colocan en una botella de vidrio con tapa previamente esterilizada con 250 ml de agua destilada, en el caso del agar avena se colocó los 150 ml de la solución de avena y el medio de cultivo donde se aforo con agua destilada hasta los 250 ml.

Una vez obtenidos los frascos con los medios de cultivos se agitaron de 3 a 5 min y se colocaron en la autoclave para realizar el proceso de esterilización que elimina microorganismos, virus y

bacterias peligrosos, las botellas no se cierran en su totalidad se colocan flojas para evitar la exposición de estas por la presión.

Terminada la esterilización de los medios de cultivos en la autoclave, se procede a sacarlos en una canastilla ya desinfectada y se coloca a enfriamiento a temperatura ambiente hasta que este a una temperatura apta para su manipulación.

Una vez ya obtenida la temperatura adecuada de los medios de cultivo se le coloca en la cabina de flujo laminar junto a los materiales que se va a utilizar que son las cajas Petri, mechero, marcador rotulador, alcohol, encendedor y toallitas, que ponemos la luz ultravioleta que sirve para desinfectar la superficie de trabajo antes de comenzar a usarla por unos 15 min.

Terminado el tiempo de desinfección el medio de cultivo se colocó de las cajas y finalmente se rotulan cada una.

b) Preparación de solución madre

Con las muestras de estiércol de vicuña traídas de las provincias de Bolívar (zona 1) y Tungurahua (zona 2) se realizó una solución madre.

Se realizó el método de dilución para la determinación de la carga microbiológica, donde pesamos 10 gramos de estiércol de vicuña el cual le colocamos en un blanco de disolución donde le agitamos por 20 min.

Donde se colocó en la cabina de flujo laminar con los demás materiales que se va a utilizar como son las cajas Petri con los medios de cultivo PDA, agar nutritivo y agar avena, mechero, tubos de ensayo con 9 ml de agua previamente esterilizadas, micropipetas, puntas, rastrillos, marcador.

Una vez puesto los materiales en la cabina de flujo laminar colocamos la luz ultravioleta para desinfectar los materiales.

Donde transcurrido el tiempo de la desinfección se procedió a preparar disoluciones que van desde la 10^{-1} hasta 10^{-8} , donde la disolución de 10^{-8} y 10^{-7} es para bacterias, la disolución de 10^{-4} y 10^{-5} es para actinomicetos y 10^{-4} , 10^{-3} es para hongos.

Donde ya obtenidas las disoluciones tomamos con la micropipeta 1 ml de la disolución 10^{-4} , 10^{-3} y colocamos en el medio de cultivo PDA (hongos), la de 10^{-4} , 10^{-5} en el agar avena (actinomicetos) y 10^{-8} , 10^{-7} en el agar nutritivo (bacterias) y esparcimos de manera uniforme.

Al finalizar etiquetamos las cajas Petri donde nos indica la fuente, repetición, número de disolución y fecha (FVB R1 10^{-8} 18/05/2023), finalmente sellamos correctamente las cajas y colocamos boca abajo en la incubadora.

c) Conteo de microorganismos

Luego de un tiempo en la incubadora y un reconocimiento previo de las bacterias, actinomicetos y hongos se realizó un conteo de todas las repeticiones realizadas.

Se determinó el tiempo de crecimiento de los microorganismos en bacterias en 24 horas, hongos en 1 semana y actinomicetos en 5 días.

d) Reconocimiento de colonias

Se determinó las colonias con la fórmula según la cantidad de estéril que se utilizó.

e) Aislación de microorganismos

Después del conteo de las bacterias, hongos y actinomicetos y su reconocimiento de colonias, se procede a aislar para sí obtener cultivos puros.

Para realizar el aislamiento de los microorganismos utilizamos soporte, mechero, alcohol, aza, aguja las cuales ponemos en la cabina de flujo por 15 min con la luz UV para su desinfección.

Transcurrido el tiempo se realizó el aislamiento donde se ocupó el aza para las bacterias, actinomicetos y la aguja para hongos.

Finalmente se realizó con un estriado simple donde para la eliminación de cualquier microorganismo se le calienta el asa de inoculación hasta que tomé un color de rojo vivo, posterior dejar que el asa se enfrié durante 3-5 segundos. Después se toma una muestra del microorganismo a aislar y se coloca en el medio de cultivo. Esto permite obtener cultivos puros de los microorganismos.

f) Verificación de factor de crecimiento de los microorganismos de la zona 1 y 2

Una vez obtenido todos los microorganismos puros de la zona 1 y 2, se procedió a verificar la eficiencia del factor de crecimiento de las semillas de rábano y tomate riñón.

g) Porcentaje de germinación de las semillas

Se colocaron 100 semillas de rábano y tomate de riñón en agua destilada para humectar por dos horas.

En dos cajas Petri de vidrio previamente esterilizadas se colocó toallas absorbentes las cuales se humedecieron con agua destilada.

Al transcurrir las dos horas, se filtró el agua y con la ayuda de una pinza se colocó las semillas en las cajas Petri, posteriormente se colocaron en un lugar seco y oscuro para su germinación.

Se determinó que el tiempo de germinación de las semillas de tomate riñón es de 5 a 8 días y de rábano 3 días.

Con la ayuda de una formula se determinó el porcentaje de germinación:

$$\%G = \frac{100(NSG)}{(NST)}$$

Donde:

NSG = numero de semillas germinadas

NST= numero de semillas total

%G = porcentaje de germinacion

h) Germinación de semillas de rábano y tomate riñón

Se conto 100 semillas de rábano y tomate riñón, los cuales colocamos en una solución de hipoclorito de sodio al 5% por 5 minutos.

Transcurrido el tiempo se lavó las semillas con agua destilada 3 veces. Luego en unos vasos de precipitación se dejó en remojo con agua destilada por 2 horas.

Al terminar el tiempo se destiló el agua y con la ayuda de una pinza se colocó las semillas en las cajas Petri donde anteriormente se colocó una toallita con agua destilada para humedecerla, se colocó en un lugar seco y oscuro para su germinación.

i) Pul de microorganismos

Se inició con la purificación de agua destilada 250 ml y algodón en la autoclave, se dejó enfriar a temperatura ambiente las dos botellas de vidrio con el agua. Luego se colocó los materiales a utilizar en la cabina (azas, alcohol, toallas, soporte, encendedor, micropipeta, puntas) en uv por 15 min.

Se clasificó las bacterias de Bolívar y Tungurahua que van a ser parte del pul bacteriano en este caso se utilizaron 5 de zona 1 y 7 de zona 2. Con la ayuda de la micropipeta se tomó 5 ml de agua y se colocó en cada caja que contenía el medio con la bacteria, luego fue movida con la aza produciendo una mezcla homogénea la cual se volvió a recoger en la botella de vidrio. El mismo procedimiento realizamos con las 7 cajas de Tungurahua.

Al finalizar se etiquetó como FBB_o (fuente bacteriano Bolívar) y FBT_g (fuente bacteriano Tungurahua) cada botella para su posterior uso.

j) Estriado del pul de bacterias

Una vez ya obtenido el pul de bacterias de Bolívar y Tungurahua, se realizó un estriado simple en los medios de cultivo AA, fue etiquetado e incubado para su posterior uso.

k) Sembrado de las semillas de tomate riñón y rábano (*Raphanus sativus*) en cajas Petri con cultivos puros de hongo, bacteria y actinomicetos.

Después de realizar los procesos de germinación de semillas y preparación de los medios de cultivo puros de bacterias, hongos y actinomicetos, se procedió a la colocación de las semillas. Pero para ello se realizó una perforación en cada caja Petri con un sacabocado en donde se va a colocar la semilla con la finalidad que por este medio salgan las plántulas una vez ya desarrolladas.

En los agujeros se colocaron las semillas germinadas de rábano o tomate riñón y se tapó con un pedazo de algodón el agujero para evitar la contaminación del exterior. Seguido de este paso se

etiquetó las cajas Petri ya sembradas según la semilla utilizada y la zona que pertenece, donde se dejó por dos días y se evidenció un crecimiento favorable de las plántulas.

Finalmente se tomó registro de la longitud de la raíz y tallo las plántulas como muestra de su crecimiento.

De la misma manera se realizó para la siembra en los controles con la diferencia que estas cajas solo contenían AA sin la bacteria.

l) Toma de medidas de las plántulas de tomate de riñón (Tm) y rábano (Rb) en la fuente bacteriana de Bolívar y Tungurahua (FBB_o) (FBBT_g) y sus controles (C_n).

Medidas de la longitud de las plántulas Bolívar rábano y tomate durante 8 días de crecimiento en la FBB_o.

Medidas de la longitud de las plántulas Tungurahua rábano y tomate durante 8 días de crecimiento en la FBBT_g.

Medidas de la longitud de las plántulas Bolívar rábano y tomate durante 8 días de crecimiento en los controles (C_n)

Medidas de la longitud de las plántulas Tungurahua rábano y tomate durante 8 días de crecimiento en los controles (C_n)

m) *Toma de medidas de las plántulas de tomate de riñón (Tm) y rábano (Rb) en la fuente actinos de Bolívar (FABO) y sus controles (C_n).*

Medidas de la longitud de las plántulas Bolívar rábano y tomate durante 8 días de crecimiento en la FABO.

Medidas de la longitud de las plántulas Bolívar rábano y tomate durante 8 días de crecimiento en los controles (C_n)

n) Toma de medidas de las plántulas de tomate de riñón (Tm) y rábano (Rb) en la fuente levaduras de Bolívar y Tungurahua (FLB_o) – (FLVT_g) y sus controles (C_n).

Medidas de la longitud de las plántulas Bolívar rábano y tomate durante 8 días de crecimiento en la FLB_o.

Medidas de la longitud de las plántulas Tungurahua rábano y tomate durante 8 días de crecimiento en la FLT_g.

Medidas de la longitud de las plántulas Bolívar rábano y tomate durante 8 días de crecimiento en los controles (C_n)

Medidas de la longitud de las plántulas Tungurahua rábano y tomate durante 8 días de crecimiento en los controles (C_n)

- o) Toma de peso de las plántulas de (Tm) y (Rb) de las provincias de Bolívar y Tungurahua por cada tratamiento para determinación de masa orgánica fresca y seca

Cada plántula una vez cumplida con el rango de tiempo de estudio son retiradas del medio y se procedió a pesarlas por cada tratamiento realizado, luego se registró los pesos generados en la balanza analítica. Posteriormente se colocó en la estufa durante tres días a una temperatura de 75 °C para ser deshidratadas y finalmente anotar sus pesos.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

3.1. Determinación las propiedades físico-químicas y microbiológicas del estiércol de vicuña.

3.1.1. Determinación físico química del estiércol de vicuña

3.1.1.1. Determinación del pH del estiércol de vicuña en la Zona 1(Bolívar) y Zona 2 (Tungurahua) de la reserva de fauna de Chimborazo

Tabla 3-1: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de pH húmedo y pH seco en las 2 zonas.

Tratamiento	Estado	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Bolívar	Húmedo	pH	4	8,17	0,13	0,82	0,1530
Bolívar	seco	pH	4	8,00	0,71	0,95	0,6882
Tungurahua	Húmedo	pH	12	8,07	0,38	0,91	0,3308
Tungurahua	seco	pH	12	8,30	0,23	0,96	0,8027

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-1 La prueba de Shapiro-Wilk indica que el valor de significancia es mayor a 0.05, lo cual demuestra que los datos del pH húmedo y pH seco se ajustan a la normalidad, por ello se procede a realizar la prueba T de Student.

Tabla 3-2: Prueba T de Student para determinar la significancia del pH húmedo y pH seco entre las dos zonas

Tratamiento	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)-Media (2)	T	p-valor	prueba	
Bolívar	Tratamient	pH	{Húmedo}	{seco}	4	4	0,17	0,47	0,6682	Bilateral	NS
Tungurahua	Tratamient	pH	{Húmedo}	{seco}	12	12	-0,24	-1,88	0,0737	Bilateral	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC).

La prueba T de Student tabla 3-2 se muestra que no existe una diferencia significativa entre Bolívar y Tungurahua del pH húmedo y pH seco.

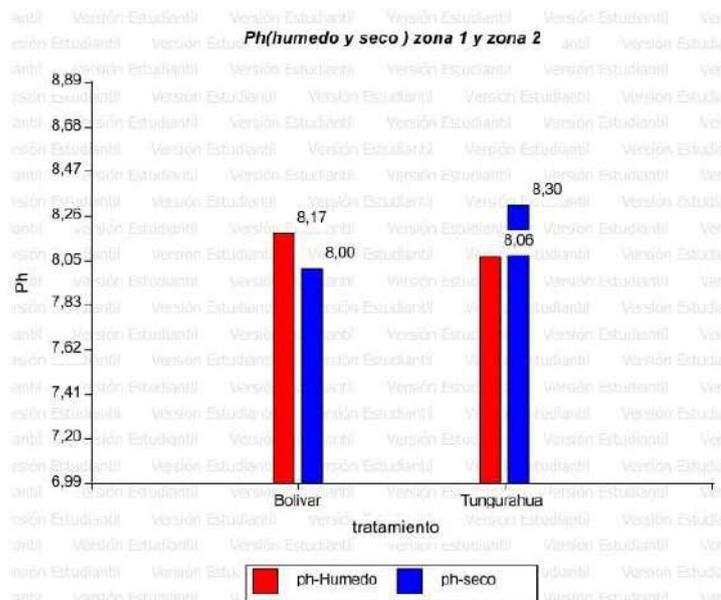


Ilustración 3-1: Análisis del pH húmedo y pH seco del estiércol de vicuña de las dos zonas.

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La ilustración 3-1 Muestra un pH (húmedo y seco) de las dos zonas siendo de Bolívar 8.17 (húmedo) como 8.00 (seco) y en Tungurahua 8.00 (húmedo) como 8.30 (seco). Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba t studen donde nos indica que no tienen significancia.

El pH del estiércol de vicuña no tiene significancia entre la zona de Tungurahua y Bolívar, lo cual nos indican que las dos son alcalinas. Según (SALAS, 2016) el pH que rodea entre 7 – 8.5 se consideran alcalinos, por lo que el estiércol de vicuña de la zona 1 (Bolívar) seco (8.0) como en húmedo (8.17) y en la zona 2 (Tungurahua) seco (8.30) como húmedo (8.06) estarían dentro de este rango.

3.1.1.2. *Determinación de la conductividad eléctrica del estiércol de vicuña en la Zona 1 y Zona 2 de la reserva de fauna de Chimborazo*

Tabla 3-3: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de conductividad eléctrica (dS/m) húmedo y conductividad eléctrica (dS/m) seco en las dos zonas.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Conductividad seca	16	1706,88	720,32	0,79	0,001
Conductividad húmedo	16	1345,69	399,26	0,72	0,0001

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-3 prueba de Shapiro-Wilk indica que el valor de significancia es menor a 0.05 en las dos zonas, lo cual demuestra que los datos de conductividad eléctrica (húmedo y seco) no se ajustan a la normalidad, por ello se procede a realizar la prueba Wilcoxon.

Tabla 3-4: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de la conductividad eléctrica (húmedo y seco) entre las dos zonas

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	DE (1)	DE (2)	W	p (2 colas)	
Húmedo	Conductividad	Zona 1	Zona 2	4	12	698,75	1561,33	40,73	118,33	10	0,0011	**
seco	Conductividad	Zona 1	Zona 2	4	12	762,25	2021,75	88,59	522,27	10	0,0011	**

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-4 se muestra la prueba Wilcoxon donde se determinó que si existe una diferencia significativa entre Bolívar y Tungurahua de la conductividad eléctrica húmedo y conductividad eléctrica seco.

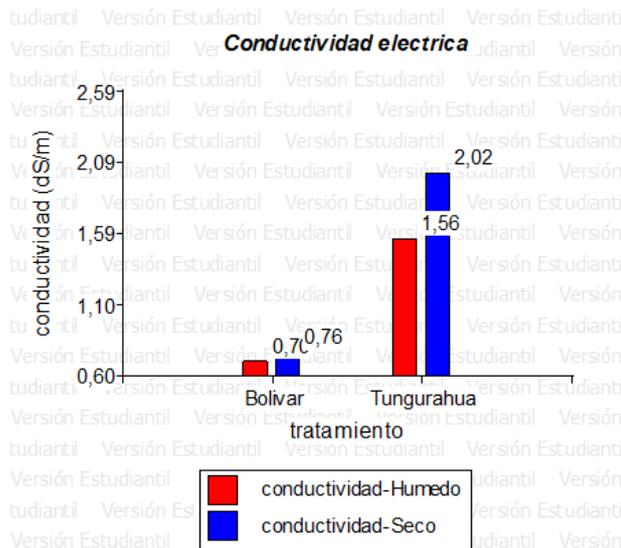


Ilustración 3-2: Análisis de la conductividad eléctrica húmeda y conductividad eléctrica seco del estiércol de vicuña en las dos zonas.

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La ilustración 3-5 muestra la conductividad eléctrica húmeda y seco entre las dos zonas del estiércol de vicuña donde Bolívar tiene 0.70 dS/m (húmedo) como 0.76 dS/m (seco) y en Tungurahua 1.56 dS/m (húmedo) y 0.76 dS/m (seco). Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba Wilcoxon donde nos indica que tienen mucha significancia en su conductividad eléctrica.

Los valores bajos de conductividad dadas en la zona 1 (Bolívar) seca (0,76 dS/m) y húmeda (0,70 dS/m) indican que el cultivo no tendrá problemas por salinidad. que el estiércol contenga. (J.Z.Castellanos, 2000) menciona que la conductividad eléctrica idónea para el cultivo es menor a 1 dS/m, siendo el suelo libre de sales. No se limita a ningún cultivo. Los altos valores de conductividad eléctrica que presentan en la zona 2(Tungurahua) seco (2.02 dS/m) como en húmedo (1.56 dS/m) indica un suelo bajo en sales. Algunos cultivos muy sensibles pueden ver como no afectado su rendimiento, además el valor de conductividad eléctrica que presenta el suelo, influye en gran medida en el esfuerzo que tiene que realizar la raíz de la planta para absorber los nutrientes de la solución de fertilizantes aportada. Por tanto, si se encuentra por encima del valor óptimo para el cultivo, la planta tendrá que esforzarse en mayor medida para extraer los nutrientes. Lo que conlleva un gasto adicional de energía que influirá negativamente en el rendimiento productivo.

3.1.1.3. *Determinación de la humedad del estiércol de vicuña en la Zona 1(Bolívar) y Zona 2(Tungurahua) de la reserva de fauna de Chimborazo*

Tabla 3-5: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de humedad de las dos zonas.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Pc	16	38,47	3,49	0,78	0,0011
Pi	16	58,61	3,53	0,77	0,0003
Pf	16	48,52	4,42	0,86	0,035
% humedad	16	17,33	3,45	0,87	0,05

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-6 prueba de Shapiro-Wilk indica que el valor de significancia es menor a 0.05 en las dos zonas, lo cual demuestra que los datos de humedad se ajustan a la normalidad, por ello se procede a realizar la prueba Wilcoxon.

Tabla 3-6: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de la humedad entre las dos ZONAS

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	DE (1)	DE (2)	W	p (2 colas)	
Tratamiento	Pc	Zona1	Zona2	4	12	39,68	38,07	3,05	3,66	40	0,5077	
Tratamiento	Pi	Zona1	Zona2	4	12	59,9	58,18	3,16	3,68	41	0,4462	
Tratamiento	Pf	Zona1	Zona2	4	12	52,51	47,19	3,01	4,06	50	0,0582	
Tratamiento	% humedad	Zona1	Zona2	4	12	12,35	18,99	0,82	2	10	0,0011	**

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-7 se muestra la prueba Wilcoxon donde se determinó que si existe una diferencia significativa entre la Bolívar y Tungurahua del porcentaje de humedad.

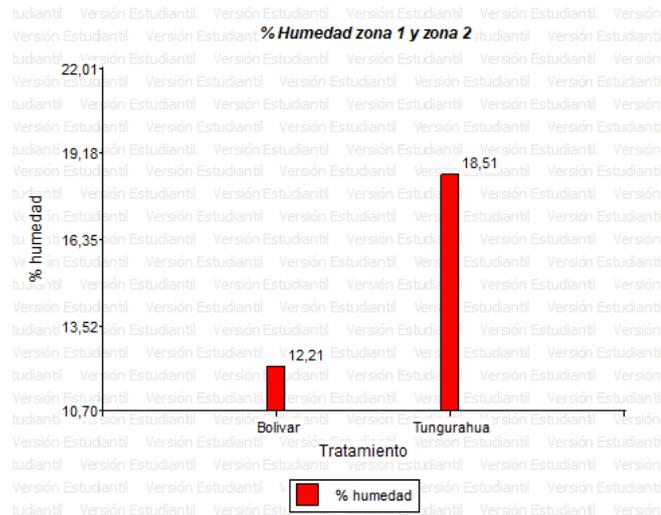


Ilustración 3-3: Análisis del porcentaje de humedad del estiércol de vicuña en las dos zonas.

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La ilustración 3-8 muestra el porcentaje de humedad entre la Bolívar y Tungurahua del estiércol de vicuña donde se puede observar una gran diferencia con los valores 12.21% en Bolívar y 18.51% en Tungurahua. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba Wilcoxon donde nos indica que tiene una alta significancia en su humedad.

Según (Reyna, y otros, 2011 pág. 4) Una humedad adecuada del suelo es muy importante para un buen crecimiento de las plantas y altos rendimientos.

3.1.1.4. *Determinación de materia orgánica del estiércol de vicuña en las zonas de Bolívar y Tungurahua.*

Tabla 3-7: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la materia orgánica en las dos zonas.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Pi	16	46,18	3,54	0,87	0,0644
Pf	16	42,05	3,45	0,86	0,0419
% material orgánico	16	72,75	7,09	0,97	0,8827

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La prueba de Shapiro-Wilk en la tabla 3-7 indica que el valor de significancia es mayor a 0.05, lo cual demuestra que los datos del porcentaje del material orgánico se ajustan a la normalidad, por ello se procede a realizar la prueba T de Student.

Tabla 3-8: Prueba T de Student para determinar la significancia de la materia orgánica entre las dos zonas.

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)- Media (2)	LI (95)	LS (95)	pHomVar	T	p-valor	prueba	
Tratamiento	% Materia orgánica	{Bolívar}	{Tungurahua}	3	13	3,96	-5,86	13,78	0,4178	0,87	0,4015	Bilateral	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-8 se muestra la prueba T de Student donde se determinó que no existe una diferencia significativa entre la zona 1 (Bolívar) y la zona 2 (Tungurahua) del porcentaje de materia orgánica.

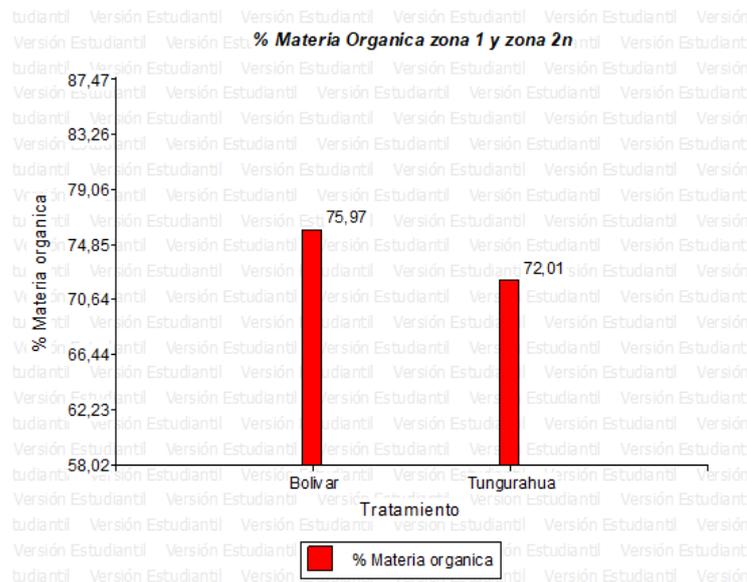


Ilustración 3-4: Análisis del porcentaje de materia orgánica del estiércol de vicuña en las dos zonas.

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La ilustración 3-4 muestra el porcentaje de materia orgánica del estiércol de vicuña donde se puede observar que en Bolívar tiene un 75.97% y 72.01% en Tungurahua. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba Wilcoxon donde nos indica que no tiene significancia.

La importancia de la materia orgánica se refleja en la fertilidad del suelo además de almacena y suministrar los nutrientes para las plantas (macro y micronutrientes, La materia orgánica mejora muchas propiedades microbiológicas y físico químicas promoviendo así el crecimiento de las plantas. Los suelos con menos del 20% de contenido de material se consideran de muy bajo contenido de material, del 20 al 50% son de material medio y, lo que es más importante, más del 50%. incrementa la capacidad de intercambio catiónico, aniónico y estabiliza la acidez del suelo (Docampo, 2018 pág. 85) siendo así el 75.97% en Bolívar y 72.01% en Tungurahua estarían dentro del rango.

3.1.1.5. Color del estiércol de vicuña de las zonas de Bolívar y Tungurahua

Tabla 3-9: Color del estiércol de vicuña en sistema de notación y color de Munsell

Muestra \ Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zona 1 Bolívar	10YR 7	10YR 6	10YR 4	10YR 3								
Zona 2 Tungurahua	5Y 3	5Y 2,5	5Y 2,5	5Y 3	Gley1 2,5	5Y 3	2,5Y 2,5	5Y 2,5	Gley1 3	Gley1 2,5	10YR 3	5Y 4

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-9 se demuestra que el color del estiércol de vicuña en la mayoría de muestras recogidos de la Zona 1 (Bolívar) tiene un color Gris muy Oscuro al cual le pertenece el código 10YR en la escala de Munsell. En la Zona 2 (Tungurahua) se repite el color de la página 5Y siendo las notaciones 5Y-3 y 5Y -2.5, Gris muy Oscuro y Negro, respectivamente

Según (Bautista Zúñiga, y otros, 2003 págs. 1-11) el color del estiércol son factores que pueden hablarnos de la calidad de los suelos y de su idoneidad además depende de sus componentes y varía con el contenido de oxidación de minerales, materia orgánica y humedad.

3.1.2. Determinación microbiológica del estiércol de vicuña

3.1.2.1. Unidades formadoras de colonias (UFC) presentes en el estiércol de la vicuña en la Zona 1 (Bolívar) y Zona 2 (Tungurahua).

Tabla 3-10: Unidades formadoras de colonias

UFC \ g DE ESTIÉRCOL			
ZONAS	\bar{x} Bacterias	\bar{x} Actinomicetos	\bar{x} Hongos
Zona 1	$1,68 \times 10^{10}$	$1,64 \times 10^7$	$3,3 \times 10^4$
Zona 2	$2,17 \times 10^{10}$	0	$4,3 \times 10^4$

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

El número de microorganismos como: bacteria, actinomicetos y hongos presentes en el estiércol de vicuña, se determinó mediante la fórmula para determinar Unidades formadas de colonias (UFC), en las diluciones de 10^{-7} 10^{-4} y 10^{-3} preparadas en los medios de cultivo (Agar Avena, Agar Nutritivo y Agar Papa Dextrosa) para cada zona estudiada (Bolívar y Tungurahua); dando como resultado los valores apreciados en la **tabla 3-12** donde indica que la zona 2 correspondiente a Tungurahua existe mayor cantidad de bacterias por gramo de estiércol, con un valor de $2,17 \times 10^{10}$, en comparación con la zona 1 ya que presenta un valor inferior de $1,68 \times 10^{10}$, pues las bacterias se desarrollan de mejor manera en ambientes cálidos y húmedos. También se determinó que existe una elevada cantidad de unidades formadoras de colonias de actinomicetos en la zona 1 con un valor de $1,64 \times 10^7$ y en la zona 2 no se dio la presencia de ningún actinomiceto. Finalmente se evaluó que en la Zona 1 (Bolívar) presenta menor cantidad de hongos en el medio de cultivo con un valor de $3,3 \times 10^4$, mientras que en la zona 2 (Tungurahua) tiene una cantidad de $4,3 \times 10^4$ (UFC/g de estiércol).

Las bacterias que presentan el estiércol de la vicuña favorecen a la descomposición de compuestos orgánicos y minerales presentes en el suelo, liberan nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, en formas solubles que son fácilmente absorbidas por las raíces de las plantas que promueven el desarrollo y crecimiento vegetal (Leal-Almanza, y otros, 2018 págs. 8,11), en este caso en la provincia de Bolívar se obtuvo la menor cantidad de UFC de bacterias con $1,68 \times 10^{10}$ (UFC/g), mientras que en la provincia de Tungurahua presentaron una mayor cantidad de UFC de bacterias con $2,17 \times 10^{10}$ (UFC/g).

Los actinomicetos son un grupo de microorganismos que se encuentran entre las bacterias y los hongos. Si bien la mayoría de los actinomicetos son beneficiosos algunas especies pueden causar

enfermedades en plantas y animales (Pedraza, y otros, 2010 págs. 159-160). La mayor presencia de actinomicetos en el estiércol fue Bolívar $1,64 \times 10^7$ (UFC/g) al mostrar un crecimiento favorable en comparación a Tungurahua que no hubo presencia. Ya que según (Aguilar, y otros, 2016 pág. 62) La causa depende de otros factores: ambiente, temperatura, humedad, etc.

Donde se encuentre materia rica en carbono se puede observar a los hongos, teniendo así una menor cantidad de hongos en Bolívar con un valor de $3,3 \times 10^4$ (UFC/g) y en Tungurahua, en mayor cantidad de hongos con $4,3 \times 10^4$ (UFC/g). como menciona (Diaz, 2006 págs. 30-35) juegan un papel muy importante en la conservación de nutrientes en el suelo volviéndolos disponibles para las plantas.

3.1.2.2. *Desarrollo del tallo, raíz y pelos absorbentes en plántulas de rábano (Raphanus sativus) y tomate riñón de la zona 1 y zona 2 con fuente bacteriana.*

- a) Desarrollo de pelos absorbentes, tallo y raíz en plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) y tomate riñón de la zona 1 (Bolivar) con fuente bacteriana.

Tabla 3-11: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de bacterias.

Días	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
11 días	x	24	2,33	0,82	0,70	<0,0001
2 días	x	24	1,92	0,97	0,75	<0,0001
5 días	x	24	2,33	0,76	0,73	<0,0001
8 días	x	24	2,58	0,58	0,67	<0,0001

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-11 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p menor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos de la presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano, en un medio bacteriano correspondiente a la zona 1 (Bolívar), se ajustan a la distribución anormal. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba wilcoxon.

Tabla 3-12: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de la presencia de pelos absorbentes según su abundancia en las dos zonas de estudio

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	W	p (2 colas)	
11 días	Tratamiento	x	control	FBRb	12	12	1,75	2,92	93,50	0,0003	**
2 días	Tratamiento	x	control	FBRb	12	12	2,00	1,83	152,00	0,009004	*
5 días	Tratamiento	x	control	FBRb	12	12	1,92	2,75	104,00	0,0037	**

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-12 se muestra la prueba de wilcoxon para muestras independientes en la cual se determinó mediante un análisis estadístico de los datos recopilado de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través de la presencia o ausencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano sin la fuente bacteriana y con la fuente bacteriana en distintitos rangos de tiempo.

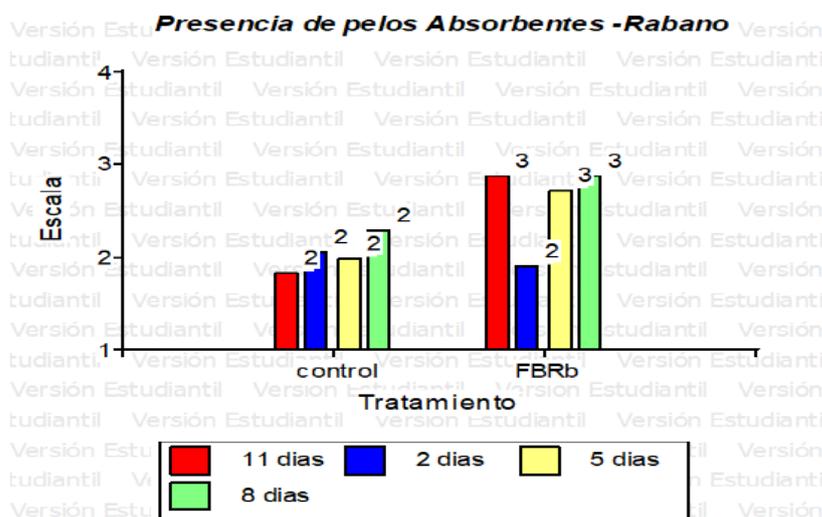


Ilustración 3-5: Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de Rábano (*Raphanus sativus*).

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-5 se muestra la escala de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano. El tratamiento (FBRb) presenta a la semilla con la bacteria donde se puede notar un nivel alto de crecimiento según los días estudiado, que están entre la escala 3 (mucho) en los días 5, 8 y 11 y 2 (medio) en el día 2. Por otro lado, el control indica una constante de crecimiento en los días de estudio de una escala de 2 (medio), demostrando así que las bacterias son promotoras del crecimiento de pelos absorbentes.

Según (Martínez, y otros, 2015) Las bacterias tienen muchas funciones en las plantas que favorecen las condiciones fisiológicas, como el crecimiento de las raíces y la promoción de mecanismos de defensa a nivel del sistema mediante la producción de auxinas. Por lo que las bacterias en las semillas de rábano tendrían este efecto en sus raíces y desarrollo de pelos absorbentes.

Tabla 3-13: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de raíz de las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de bacterias zona 1.

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)	
Control	M	12	3,183333333	1,638199307	0,852073451	0,067666667	NS
FBRb	M	12	6,8375	3,780892451	0,931884403	0,559393939	*

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La prueba de Shapiro-Wilk en la tabla 3.13 indica que el valor de significancia es mayor a 0.05, lo cual demuestra que los datos se ajustan a la normalidad sobre el crecimiento de la raíz en la plántula de rábano (*Raphanus sativus*), por ello se procede a realizar la prueba T de Student.

Tabla 3-14: Prueba T de Student para medias de crecimiento de raíz de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) de la zona 1

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)-Media (2)	T	p-valor	
11 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	3	3	-6,7833	-7,29	0,00187	**
2 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	3	3	-1,066	-3,13	0,0088	**
5 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	3	3	-3,266	-3,32	0,0293	+
8 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	3	3	-3,5	-5,328	0,0059	**

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3.14 se muestra la prueba T de Student donde se determinó que existe una diferencia significativa en el crecimiento de la raíz entre los controles y las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*), con la fuente bacteriana de acuerdo al tiempo de crecimiento.

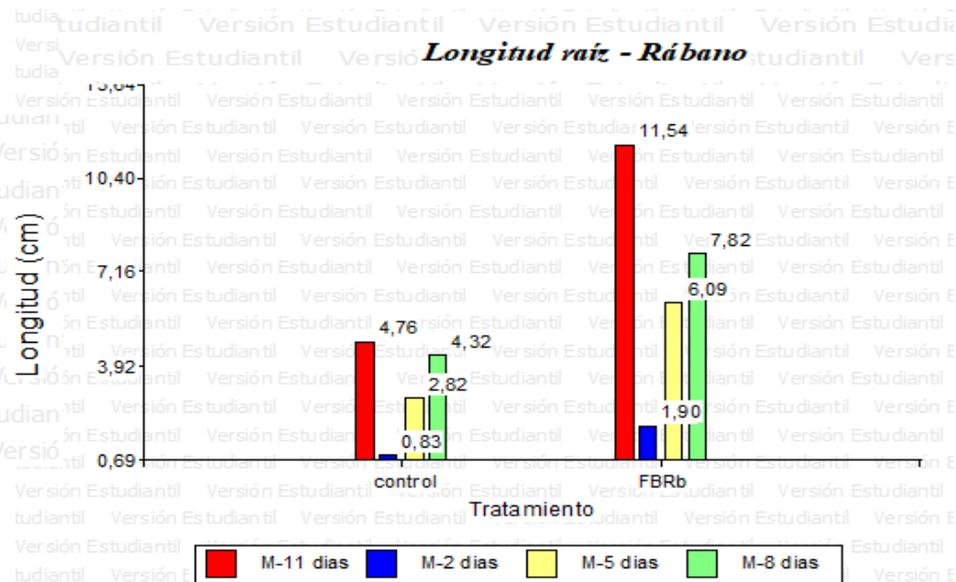


Ilustración 3-6: Análisis de longitud de raíz de la plántula de Rábano (*Raphanus sativus*) en fuente bacteriana

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La ilustración 3-6 muestra la longitud de la raíz de la plántula de rábano por tiempo de crecimiento. Se puede observar que las plántulas de rábano con bacterias (FBRb) tienen la mayor medida que los controles, en el control el día dos tiene 0.83 cm de longitud en cambio en FBRb 1.90 cm en el día 5 el control mide 2.82 al contrario de FBRb 6.09 y como último día 11 el control mide 4.76 cm y FBRb 11,54 cm. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba t student, esto nos indica que las bacterias promueven el crecimiento de las plantas.

(Santillana, y otros, 2005) menciona que bacterias se caracterizan por su habilidad de facilitar directa o indirectamente el desarrollo de la raíz y del follaje de las plantas. Esto se puede notar entre el control que no posee fuente bacteriana y entre FBRb donde si la contiene, observamos una mayor longitud (cm) de raíz.

Tabla 3-15: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de tallo de las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de bacterias.

Tratamiento	Variable	N	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Control	M	12	6,7175	3,092851362	0,91263611	0,374705882
FBRb	M	12	10,5275	3,536251546	0,884575426	0,178

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2023. (GIDAC).

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La prueba de Shapiro-Wilk en la tabla 3.15 indica que el valor de significancia es mayor a 0.05, lo cual demuestra que los datos se ajustan a la normalidad sobre el crecimiento del tallo en la plántula de rábano (*Raphanus sativus*), por ello se procede a realizar la prueba T de Student.

Tabla 3-16: Prueba T de Student para medias de crecimiento de tallo de la plántula de rábano de la zona 1

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)- Media (2)	pHomVar	T	p- valor	
11 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	3	3	-4,707	0,26	-2,352	0,007	**
2 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	3	3	-2,233	0,5	-5,809	0,004	*
5 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	3	3	-4,09	0,60	-5,509	0,005	*
8 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	3	3	-4,21	0,33	-2,813	0,04	*

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3.16 se muestra la prueba T de Student donde se determinó que existe una diferencia significativa en el crecimiento del tallo entre los controles y las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*), con la fuente bacteriana de acuerdo al tiempo de crecimiento.

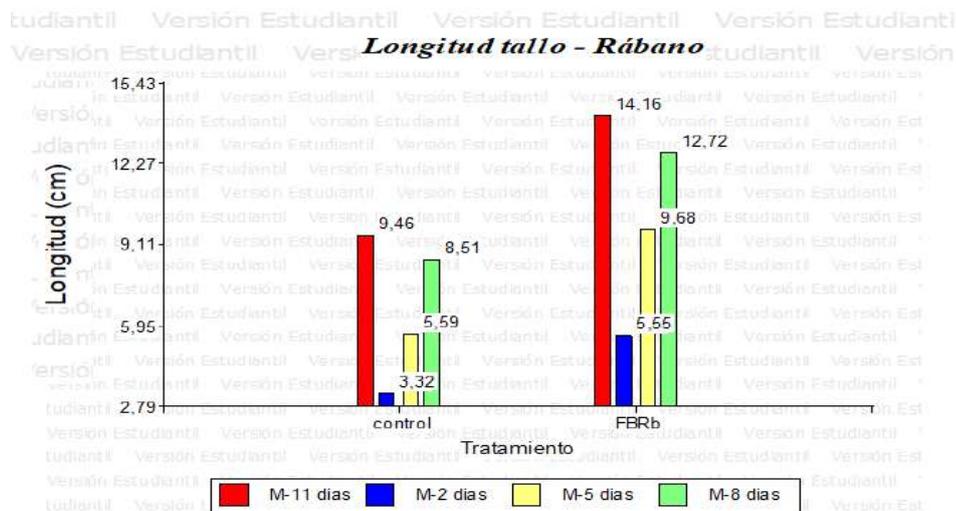


Ilustración 3-7: Análisis de longitud de tallo de la plántula de Rábano (*Raphanus sativus*) en fuente bacteriana

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La ilustración 3-7 muestra la longitud del tallo de la plántula de rábano por tiempo de crecimiento. Se puede observar que las plántulas de rábano con bacterias (FBRb) tienen la mayor medida que los controles, en el control el día dos tiene 3.32 cm de longitud en cambio en FBRb 5.55 cm en el día 5 el control mide 5.59cm al contrario de FBRb 9.68 cm y como último día 11 el control mide 9.46 cm y FBRb 14.16 cm. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba t student, esto nos indica que las bacterias promueven el crecimiento de las plantas.

Según (Megias, y otros, 2018 págs. 7-9) Una fuente bacteriana incrementa la Disponibilidad de nutrientes vegetales. Los microbios convierten la materia orgánica en proteínas que las plantas pueden absorber en sus raíces y promover el crecimiento del tallo. y follaje de la plántula donde 14.16 cm es la longitud a los 11 días de la plántula de rábano a diferencia del control 9.46 cm.

Plántula de tomate zona 1

Tabla 3-17: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) en presencia de bacterias.

<u>Días</u>	<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>W*</u>	<u>p (Unilateral D)</u>
11 días	<u>PAbs</u>	24	2,58	0,65	0,64	<0,0001
2 días	<u>PAbs</u>	24	2,50	0,66	0,70	<0,0001
5 días	<u>PAbs</u>	24	2,58	0,58	0,67	<0,0001
8 días	<u>PAbs</u>	<u>24</u>	<u>2,71</u>	<u>0,55</u>	<u>0,58</u>	<0,0001

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-17 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p menor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos de la presencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*), en un medio bacteriano correspondiente a la zona 1 (Bolívar), se ajustan a la distribución anormal. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba Wilcoxon.

Tabla 3-18: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de la presencia de pelos absorbentes según su abundancia en las dos zonas de estudio

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	DE(1)	W	p(2 colas)	
11 días	Tratamiento	PAbs	control	FTmb	12	12	0,75	113,00	0,0100	*
2 días	Tratamiento	PAbs	control	FTmb	12	12	0,39	188,00	0,0121	*
5 días	Tratamiento	PAbs	control	FTmb	12	12	0,67	130,50	0,0184	*
8 días	Tratamiento	PAbs	control	FTmb	12	12	0,67	125,50	0,0610	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-18 se muestra la prueba de Wilcoxon para muestras independientes en la cual se determinó el nivel de significancia mediante un análisis estadístico, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través de la presencia o ausencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate de riñón.

Según Wilcoxon es una prueba no paramétrica para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas, la relación entre tratamiento y control según los días (11,2,5) si hay significancia, pero en el día 8 no tenemos significancia.

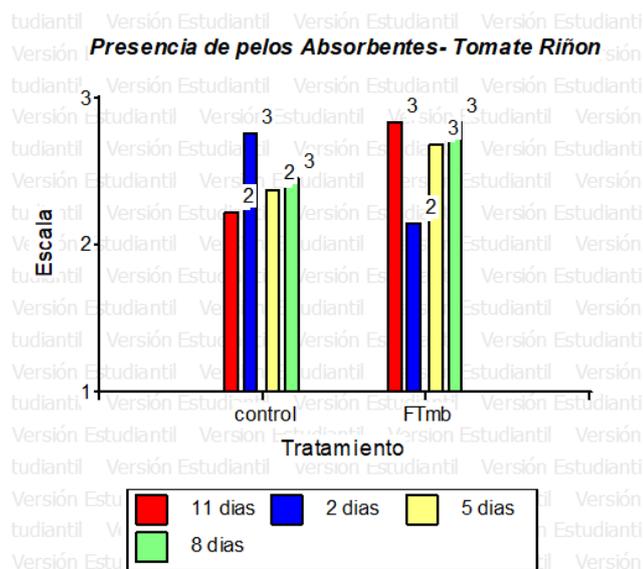


Ilustración 3-8: Análisis de la escala en la presencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*).

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-8 se muestran la escala promedio obtenidos según de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de tomate riñón. El tratamiento (FBRb) presenta a la semilla con la

bacteria donde se puede notar un crecimiento según los días estudiado, que están entre la escala 3 (mucho) en los días 5, 8 y 11 y 2 (medio) en el día 2. Por otro lado, el control indica una constante de crecimiento en los días de estudio de una escala de 2 (medio) en los días 11 y 5 y 3 (mucho) en los días 11 y 8, confirmando la significancia que nos da la prueba t student.

De acuerdo a la escala promedio obtenidos según de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) el tratamiento obtiene una escala de 3 (mucho) en el día 11 en pelos absorbentes, según (Oltra, y otros, 2012 págs. 11-17) La acción de microorganismos (bacterias) Ayuda a las plantas a desarrollar raíces grandes, fuertes y saludables que absorben agua y nutrientes del suelo; al contrario del control donde presenta una escala de 2 (medio) en el día 11.

Tabla 3-19: Prueba T de Student para medias de crecimiento de Raíz de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) de la zona 1

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media (1)	Media (2)	Media (1)-Media (2)	LI (95)	LS (95)	pHomVar	T	p-valor	prueba		
11 días	Tratamiento	M	{control}	{FBTm}	8,62	11,53	-2,91	4,24	1,59	0,2864	-	6,12	0,0036	Bilateral	*
2 días	Tratamiento	M	{control}	{FBTm}	1,87	4,44	-2,57	4,65	0,48	0,1186	-	3,42	0,0268	Bilateral	*
5 días	Tratamiento	M	{control}	{FBTm}	5,25	8,11	-2,86	4,08	1,64	0,1410	-	6,51	0,0029	Bilateral	*
8 días	Tratamiento	M	{control}	{FBTm}	6,80	9,46	-2,66	4,65	0,67	0,7864	-	3,72	0,0205	Bilateral	*

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3.19 se muestra la prueba T de Student donde se determinó que existe una diferencia significativa en el crecimiento de la raíz entre los controles y las plántulas de tomate riñón con la fuente bacteriana de acuerdo al tiempo de crecimiento.

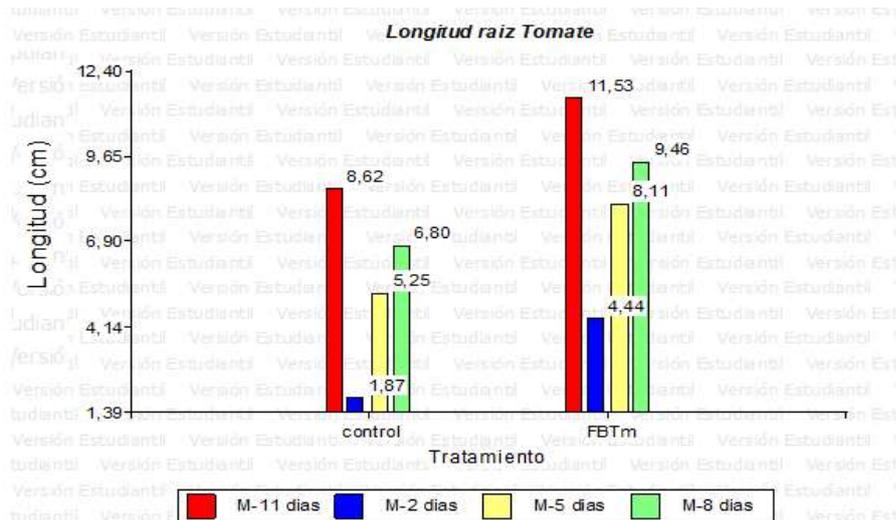


Ilustración 3-9: Análisis de longitud de raíz de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en fuente bacteriana

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La ilustración 3-9 muestra la longitud de raíz de la plántula de tomate riñón por tiempo de crecimiento. Se puede observar los tratamientos tienen mayor medida que los controles, en el control el día dos tiene 1.87 cm de longitud en cambio en el tratamiento 4.44 cm en el día 5 el control mide 5.25cm al contrario del tratamiento 8.11 cm y como último día 11 el control mide 8.62 cm y el tratamiento 11.53 cm. Estos resultados nos indican una confirmación de la prueba de T Student.

De acuerdo a la extensión (cm) en promedio obtenidos de la raíz en las plántulas de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*). Los tratamientos obtuvieron mayor longitud de raíz en comparación de los controles. De acuerdo con (CASADO, y otros, 2019) Los microorganismos (bacterias y hongos) establecen una conexión entre plantas y bacterias se benefician mutuamente, de esta manera, estimulan una raíz fuerte y a promover la formación de raíces laterales y pelos radicales.

Tabla 3-20: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de la presencia de pelos absorbentes según su abundancia en las dos zonas de estudio

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	DE (1)	DE (2)	W	p (2 colas)	
11 días	Tratamiento	Media	Control	FBTm	3	3	3,87	6,84	0,65	1,32	6,00	0,01000	*
2 días	Tratamiento	Media	Control	FBTm	3	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	sd	NS
5 días	Tratamiento	Media	Control	FBTm	3	3	2,77	5,66	0,25	0,82	6,00	0,01000	*
8 días	Tratamiento	Media	Control	FBTm	3	3	3,24	5,62	0,64	0,39	6,00	0,01000	*

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC).

En la tabla 3-20 se muestra la prueba de wilcoxon para muestras independientes en la cual se determinó el nivel de significancia mediante un análisis estadístico de los datos recopilado de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través de la longitud en cm del tallo en las plántulas de rábano sin la fuente bacteriana y con la fuente bacteriana en distintos rangos de tiempo.

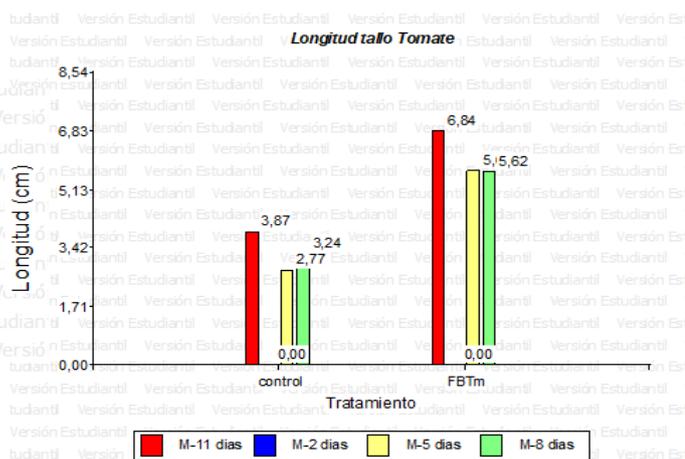


Ilustración 3-10: Análisis de longitud de tallo de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en fuente bacteriana

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La ilustración 3-10 muestra la longitud del tallo de la plántula de tomate riñón por tiempo de crecimiento. Se puede observar que los controles tienen la menor medida de los tratamientos en el control el día dos tiene 0 cm de longitud al igual que FBTm 0 cm, en el día 5 el control mide 2.77 cm al contrario de FBTm 5.62 cm y como ultimo día 11 el control mide 3.87 cm y FBTm 6.84 cm. Estos resultados nos indica que las bacterias promueven el crecimiento de las plantas.

El efecto de las bacterias sobre la longitud del tallo de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) fue alto en los tratamientos empleados con 6.84 cm en el día 11. Según (CERDAS, 2007 págs. 56-60) Las bacterias funcionales aseguran el crecimiento de tallo del tomate riñón (*Solanum lycopersicum*), crece con mayor rapidez ya que se utilizan para mejorar las características del suelo para un mayor desarrollo de los cultivos agrícolas.

b) Desarrollo de pelos absorbentes, tallo y raíz en plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) y tomate riñón de la zona 2 (Tungurahua) con fuente bacteriana.

Tabla 3-21: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en la presencia de pelos absorbentes de las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de bacterias.

Días	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
11 días	<u>PAbs</u>	24	2,63	0,65	0,61	<0,0001
2 días	<u>PAbs</u>	24	2,46	0,72	0,69	<0,0001
5 días	<u>PAbs</u>	24	2,63	0,65	0,61	<0,0001
8 días	<u>PAbs</u>	24	2,71	0,62	0,52	<0,0001

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-21 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p menor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos de la presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano, en un medio bacteriano correspondiente a la zona 2 (Tungurahua), se ajustan a la distribución anormal. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba wilcoxon.

Tabla 3-22: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de la presencia de pelos absorbentes según su abundancia en las dos zonas de estudio

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	W	p(2 colas)	
11 días	Tratamiento	PAbs	control	FBRb	12	12	119,00	0,0248	*
2 días	Tratamiento	PAbs	control	FBRb	12	12	147,50	0,008699	*
5 días	Tratamiento	PAbs	control	FBRb	12	12	130,00	0,01476	*
8 días	Tratamiento	PAbs	control	FBRb	12	12	131,00	0,01216	*

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-22 se muestra la prueba de wilcoxon para muestras independientes en la cual se determinó el nivel de significancia mediante un análisis estadístico de los datos recopilado de

acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través de la presencia o ausencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano sin la fuente bacteriana y con la fuente bacteriana en distintitos rangos de tiempo.

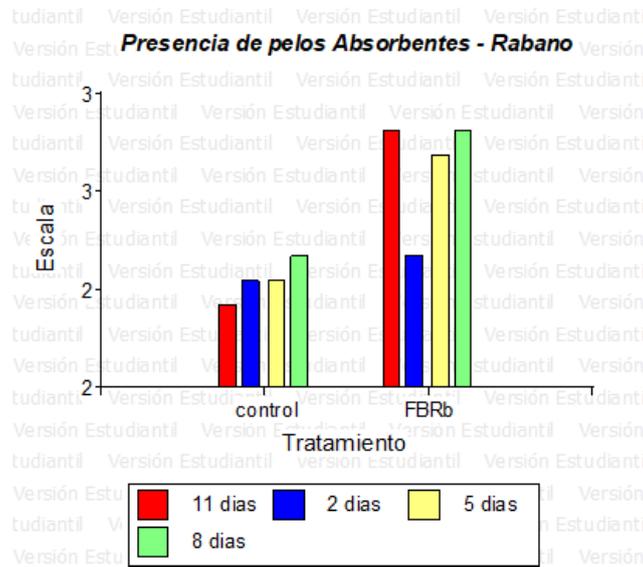


Ilustración 3-11: Análisis de la escala en la presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano (*Raphanussa tivus*)

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-11 se muestran la escala promedio obtenidos según de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano. El tratamiento (FBRb) presenta a la semilla con la bacteria donde se puede notar un nivel alto de crecimiento según los días estudiado, que están entre la escala 3 (mucho) en los días 5, 8 y 11 y 2 (medio) en el día 2. Por otro lado, el control indica una constante de crecimiento en los días de estudio de una escala de 2 (medio), demostrando así que las bacterias son promotoras del crecimiento de pelos absorbentes.

De acuerdo a la escala promedio obtenidos según de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de Rábano (*Raphanus sativus*) el tratamiento obtiene una escala de 3 (mucho) en el día 11 y el control una escala de 2 (medio) en el onceavo día, de acuerdo con (SALINAS, 1999 págs. 44-45) el sistema radicular sólo aumentará en volumen si el resto de la planta también sigue creciendo. Donde (Maldonado, y otros, 2015 pág. 12) menciona que las bacterias ejercen un efecto positivo sobre el crecimiento o desarrollo de las plantas.

Tabla 3-23: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de la raíz de las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de bacterias.

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
control	Media	12	8,24	3,74	0,85	0,0564
<u>FBRb</u>	Media	12	8,91	4,23	0,86	0,0878

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-23 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p mayor al nivel de significancia (0,05), no se rechaza la hipótesis nula (H0), por lo tanto, el conjunto de datos del crecimiento de la raíz en la plántula de tomate de riñón, en un medio bacteriano correspondiente a la zona 2 (Tungurahua) se ajustan a la distribución normal. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba T de Student.

Tabla 3-24: Prueba T de Student para medias de crecimiento de la raíz de la plántula de rábano de la zona 2.

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media (1)	Media (2)	pHomVar	T	gl	p-valor	prueba	
11 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	10,40	12,08	0,9042	-1,06	4	0,3491	Bilateral	NS
2 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	2,51	2,59	0,7679	-0,14	4	0,8923	Bilateral	NS
5 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	9,76	9,93	0,9962	-0,08	4	0,9402	Bilateral	NS
8 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	10,30	11,06	0,1250	-0,64	4	0,5545	Bilateral	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3.24 se muestra la prueba T de Student la cual indica mediante un análisis estadístico de los datos recopilados, los resultados generados de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través del factor de crecimiento de la raíz de las plántulas de rábano sin la fuente bacteriana y con la fuente bacteriana en distintitos rangos de tiempo.

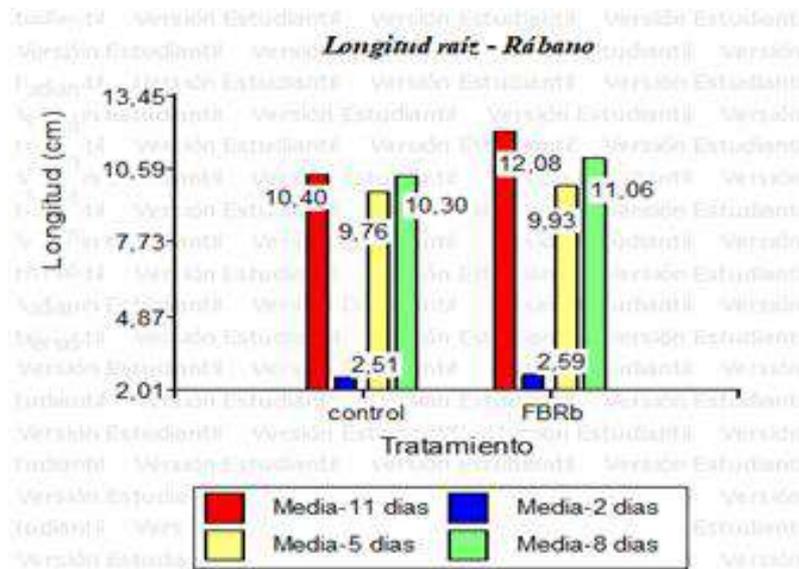


Ilustración 3-12: Análisis de longitud de raíz de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) en fuente bacteriana

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-12 se muestran los valores obtenidos de la longitud de raíz de las plántulas estos se encuentran en un rango de 2,01 y 15,25 cm. El tratamiento (FBRb) presenta un crecimiento significativo respecto a los controles en los días estudiados; el día 2 del control presenta 2,51 cm de longitud, cercano al valor de 2,59 cm correspondiente al día 2 del tratamiento, posteriormente durante los días 5 y 8 existen aumento casi similar de la longitud de la raíz de las plántulas de rábano. Y durante el último día de estudio (día 11), indica un crecimiento de la raíz de las plántulas de tomate de 10,40 cm en el control y 12,08 en el tratamiento generando, así como resultado que las bacterias son promotoras del crecimiento de las plantas.

En los análisis realizados se observa que las bacterias favorecen el crecimiento de la plántula, donde el tratamiento tiene una mayor longitud 12.08 cm en el onceavo día al contrario del control 10.40 cm en el onceavo día. Donde (Jiménez, y otros, 2020 pág. 3) menciona que un grupo amplio de microorganismo (bacterias) que habitan en las inmediaciones de las raíces. Estas evolucionan hasta ser beneficiosas, neutrales e incluso perjudiciales, aunque en menor medida estas últimas. Con el tiempo la bacteria al entrar en contacto con la raíz de la planta promueve su desarrollo y crecimiento.

Tabla 3-25: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud del tallo de las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de bacterias.

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
control	Media	12	3,27	1,53	0,85	0,0618
FBRb	Media	12	3,99	2,53	0,89	0,2083

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-25 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p mayor al nivel de significancia (0,05), no se rechaza la hipótesis nula (H0), por lo tanto, el conjunto de datos del crecimiento del tallo en la plántula de rábano, en un medio bacteriano correspondiente a la zona 2 (Tungurahua) presenta una distribución normal o paramétrica. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba T de Student.

Tabla 3-26: Prueba T de Student para medias de crecimiento de la raíz de la plántula de rábano de la zona 2.

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media (1)	Media (2)	pHomVar	T	gl	p-valor	
11 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	4,81	7,38	0,4500	-5,89	4	0,0042	*
2 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	0,96	0,78	0,2538	1,40	4	0,2340	NS
5 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	3,28	3,20	0,3057	0,26	4	0,8061	NS
8 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBRb}	4,05	4,58	0,7028	-1,22	4	0,2886	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-26 se muestra la prueba T de Student la cual indica mediante un análisis estadístico de los datos recopilados, los resultados generados de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través del factor de crecimiento del tallo las plántulas de rábano sin la fuente bacteriana y con la fuente bacteriana en distintos rangos de tiempo.

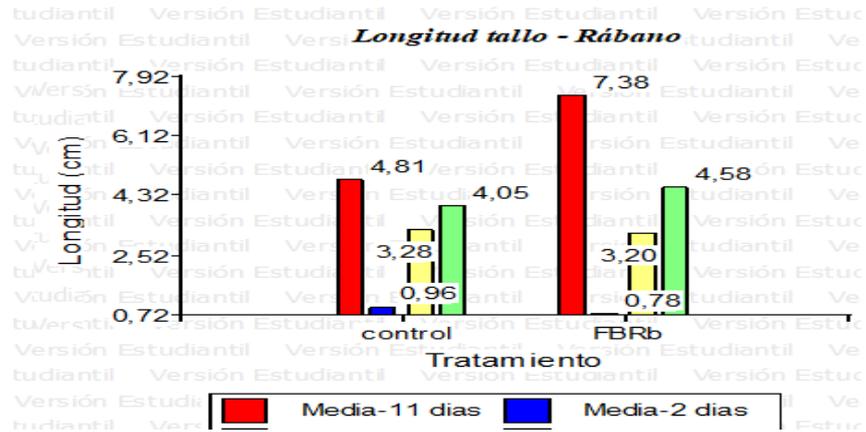


Ilustración 3-13: Análisis de longitud de tallo de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) en fuente bacteriana

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-13 se muestran los valores obtenidos de la longitud de tallos de las plántulas de rábano, estos se encuentran en un rango de 0,72 y 7,92 cm. El tratamiento (FBRb) presenta notable variación de crecimiento en los días de estudio, el día 2 presenta 0,78 cm de longitud, es decir menor crecimiento respecto al día 2 del control con 0,96 cm de longitud, durante el día 5 existe un crecimiento similar al día 2, donde el control es mayor. Y durante el último día de estudio (día 11), indica un alto crecimiento del tallo de las plántulas de rábano en el tratamiento con un valor de 7,38 cm y 4,81 cm en el control. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba t student,

El tallo de rábano (*Raphanus sativus*) se produce gracias a la plúmula del embrión. La plúmula es la yema apical, meristema apical o cono vegetativo del tallo donde los microorganismos (bacterias) presente en el fertilizante debido a sus excelentes características favorece al a plúmula para su buen desarrollo. En este caso el tratamiento tiene mayor extensión de tallo en el onceavo día con un 7.38 cm, al contrario del control un 4.81 cm en el día 11.

Plántula tomate riñón zona 2

Tabla 3-27: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) en presencia de bacterias.

Días	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
11 días	<u>PAbs</u>	24	2,54	0,66	0,67	<0,0001
2 días	<u>PAbs</u>	24	2,38	0,71	0,73	<0,0001
5 días	<u>PAbs</u>	24	2,17	0,70	0,77	<0,0001
8 días	<u>PAbs</u>	24	2,63	0,65	0,61	<0,0001

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-27 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p menor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos de la presencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate de riñón, en un medio bacteriano correspondiente a la zona 2 (Tungurahua), se ajustan a la distribución anormal. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba wilcoxon.

Tabla 3-28: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de la presencia de pelos absorbentes según su abundancia en las dos zonas de estudio

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	DE(1)	DE(2)	W	p(2 colas)	*
11 días	Tratamiento	PAbs	control	FBTm	12	12	0,72	0,29	107,00	0,0037	*
2 días	Tratamiento	PAbs	control	FBTm	12	12	0,67	0,75	163,50	0,03899	*
5 días	Tratamiento	PAbs	control	FBTm	12	12	0,62	0,51	104,00	0,0037	*
8 días	Tratamiento	PAbs	control	FBTm	12	12	0,79	0,39	130,00	0,01476	*

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-28 se muestra la prueba de wilcoxon para muestras independientes en la cual se determinó el nivel de significancia mediante un análisis estadístico de los datos recopilado de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través de la presencia o ausencia de pelos absorbentes en las plántulas de tomate de riñón sin la fuente bacteriana y con la fuente bacteriana en distintitos rangos de tiempo.

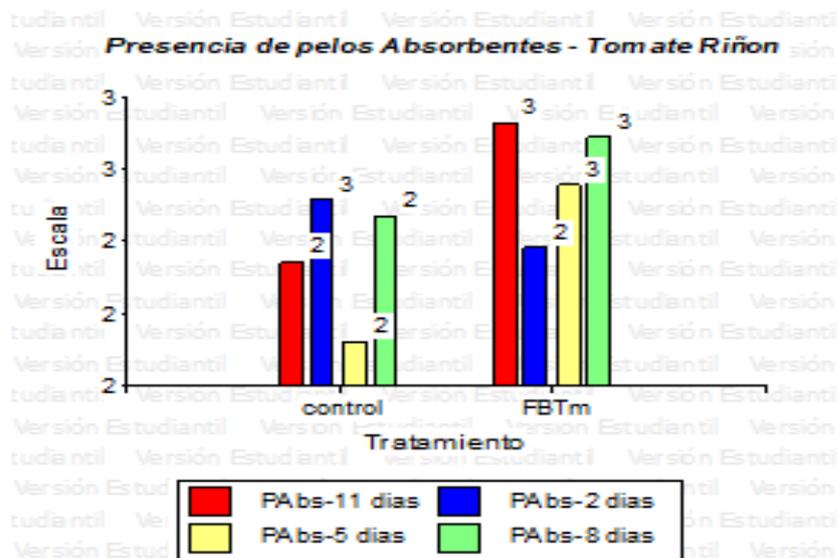


Ilustración 3-14: Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*)

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-14 se muestran la escala promedio obtenidos según de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de tomate riñón. El tratamiento (FBRb) presenta a la semilla con la bacteria donde se puede notar un nivel alto de crecimiento según los días estudiado, que están entre la escala 3 (mucho) en los días 5, 8 y 11 y 2 (medio) en el día 2. Por otro lado, el control indica una constante de crecimiento en los días de estudio de una escala de 2 (medio) y 3 (mucho) en el día 2, demostrando así que las bacterias son promotoras del crecimiento de pelos absorbentes.

La presencia de pelos absorbentes en las plántulas de Tomate Riñón (*Solanum lycopersicum*) es alta en los tratamientos que presentan los microorganismos (bacterias) con una escala de 3 (mucho). Según (Muñoz, 2017 págs. 13-14)son pequeñas y de color blanco y están especializadas para absorber agua y nutrientes, las bacterias están involucradas en procesos muy diversos en el desarrollo de las plantas tales como desarrollo de los pelos absorbentes y germinación de las semillas.

Tabla 3-29: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de la raíz de las plántulas de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*), en presencia de bacterias.

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
control	Media	12	4,75	2,61	0,93	0,5470
FBTm	Media	12	5,41	2,62	0,90	0,2726

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

Los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks (tabla 3-29) indican un valor p mayor al nivel de significancia (0,05), no se rechaza la hipótesis nula (H0), por lo tanto, el conjunto de datos del crecimiento de la raíz en la plántula de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*), en un medio bacteriano correspondiente a la zona 1 (Bolívar) se ajustan a la distribución normal. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba T de Student.

Tabla 3-30: Prueba T de Student para medias de crecimiento de la raíz de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) de la zona 2.

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media (1)	Media (2)	pHomVar	T	gl	p-valor	prueba	
11 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBTm}	6,59	7,87	0,4644	-1,32	4	0,2566	Bilateral	NS
2 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBTm}	1,37	1,79	0,7515	-0,89	4	0,4236	Bilateral	NS
5 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBTm}	5,01	4,98	0,4041	0,02	4	0,9848	Bilateral	NS
8 días	Tratamiento	Media	{control}	{FBTm}	6,02	7,00	0,6464	-0,57	4	0,6010	Bilateral	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-30 se muestra la prueba T de Student la cual indica mediante un análisis estadístico de los datos recopilados, los resultados generados de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través del factor de crecimiento de la raíz de las plántulas de tomate de riñón sin la fuente bacteriana y con la fuente bacteriana en distintitos rangos de tiempo.

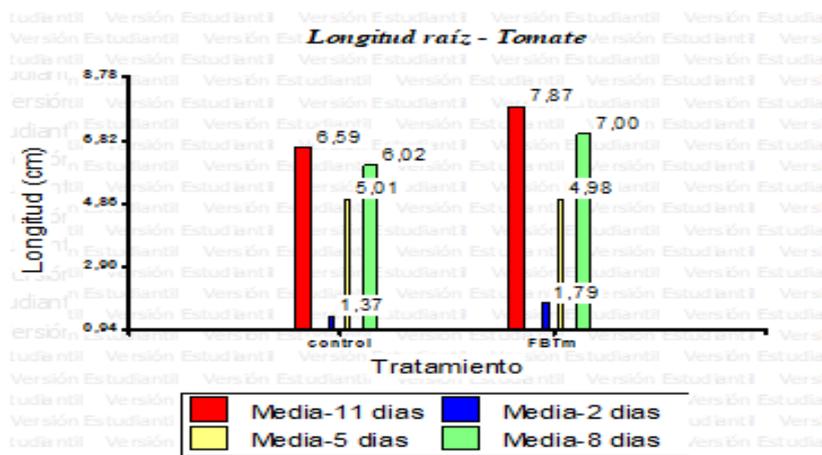


Ilustración 3-15: Análisis de longitud de raíz de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en fuente bacteriana

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

Los valores obtenidos de la longitud de raíz de las plántulas se muestran en la ilustración 3-15 estos se encuentran en un rango de 0,94 y 8,78 cm. El tratamiento (FBTm) presenta notable variación de crecimiento en los días de estudio, el día 2 presenta 1,79 cm de longitud, es decir mayor crecimiento respectos al día 2 del control con 1,37 cm de longitud, posteriormente durante los días 5 y 8 existe ascenso significativo. Y durante el último día de estudio (día 11), indica un crecimiento de la raíz de las plántulas de tomate de 6,59 cm en el control y 7,87. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba t student, demostrando así que las bacterias son promotoras del crecimiento de las plantas.

Según (Zehfuss, 2008 pág. 4) bacterias comensales median en múltiples procesos que son beneficiosos para su planta, como proporcionar defensa contra patógenos, mejorar la movilización de nutrientes del suelo e impactar positivamente el crecimiento radicular vegetal. Donde se muestra que el tratamiento tiene una longitud mayor 7.87cm al contrario del control con un 6.59cm, en su onceavo día.

Tabla 3-31: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de tallos de las plántulas de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*), en presencia de bacterias.

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
control	Media	12	1,60	1,14	0,88	0,1467
FBTm	Media	12	3,81	3,02	0,89	0,1833

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

Los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks (tabla 3-31) indican un valor p mayor al nivel de significancia (0,05), se acepta la hipótesis nula (H0), por lo tanto, el conjunto de datos del crecimiento de la raíz en la plántula de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*), en un medio bacteriano correspondiente a la zona 1 (Bolívar) presentan de una distribución normal o paramétrico. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba T de Student.

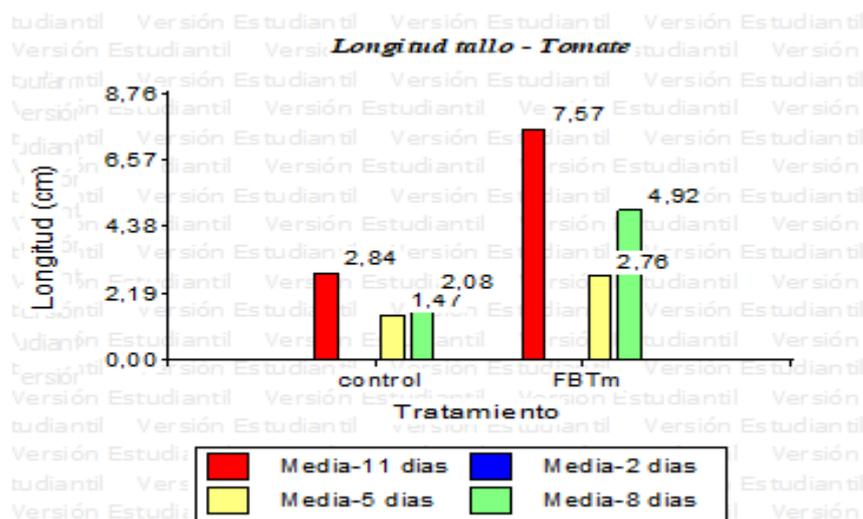


Ilustración 3-16: Análisis de longitud de tallo de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en fuente bacteriana

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

Los valores obtenidos de la longitud de tallos de las plántulas de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*) se muestran en la ilustración 3-16 estos se encuentran en un rango de 0,00 y 8,76 cm debido a que el día 2 no se registran crecimiento. A partir del quinto día el tratamiento (FBTm) y control presenta una variación de crecimiento del tallo de 2,76 y 1,4 cm; posteriormente durante los días 8 y 11, existe aumento de la longitud del tallo de las plántulas de tomate de 4,92 cm y 7,57 en un medio bacteriano lo indica que este medio es buen promotor del crecimiento de las plántulas.

El crecimiento del tallo en las plántulas de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) es mayor en los tratamientos 7.57 cm que presentan los microorganismos (bacterias) en comparación a los controles 2.64 cm. Muchos de los estudios realizados acerca de las bacterias como promotores de crecimiento vegetal (VALLA, 2015 pág. 4) Se destacan por aprovechar los nutrientes de los del suelo y por facilitar su absorción.

3.1.2.3. *Desarrollo del tallo, raíz y pelos absorbentes en plántulas de rábano (Raphanus sativus) y tomate riñón (Solanum lycopersicum) de la zona 1 con fuente de Actinomicetos*

Tabla 3-32: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los datos de pelos absorbentes en la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) en la zona 1

Días	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
11 días	PAbs	24	1,54	0,66	0,71	<0,0001
2 días	PAbs	24	1,50	0,66	0,70	<0,0001
5 días	PAbs	24	1,63	0,58	0,72	<0,0001
8 días	PAbs	24	1,75	0,74	0,75	<0,0001

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-32 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p menor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos de la presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano, en un medio de actinomicetos correspondiente a la zona 1 (Bolívar) durante distintos rangos de tiempo se ajustan a la distribución anormal. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba wilcoxon.

Tabla 3-33: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de presencia pelos absorbentes en la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) en la zona 1.

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	W	p (2 colas)	*
11 días	Tratamiento	PAbs	Control	FAcRb	12	12	2,00	1,08	205,00	0,0004	*
2 días	Tratamiento	PAbs	Control	FAcRb	12	12	1,75	1,25	177,00	0,0747	*
5 días	Tratamiento	PAbs	Control	FAcRb	12	12	1,83	1,42	176,50	0,0812	*
8 días	Tratamiento	PAbs	Control	FAcRb	12	12	2,25	1,25	204,00	0,0007	*

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-33 se muestra la prueba de wilcoxon para muestras independientes en la cual se determinó el nivel de significancia mediante un análisis estadístico de los datos recopilado de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una

diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través de la presencia o ausencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano sin la fuente de actinomicetos y con la fuente de actinomicetos en distintitos rangos de tiempo.

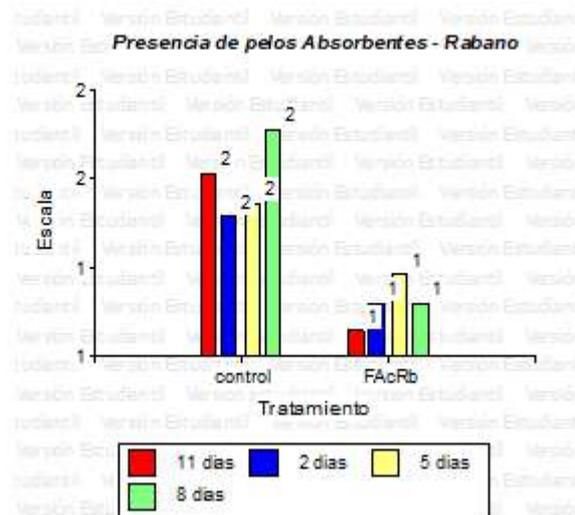


Ilustración 3-17: Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano (*Raphanus sativus*)

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-17 se muestran la escala promedio obtenidos según de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano. El tratamiento (FAcRb) presenta a la semilla con los Actinomicetos donde se puede notar un constante nivel bajo de crecimiento está en 1 (poco) según los días estudiado. Por otro lado, el control indica una constante de crecimiento en los días de estudio de una escala de 2 (medio), demostrando así que los actinomicetos no son promotoras del crecimiento de pelos absorbentes.

La presencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano es baja en los tratamientos que presentan los microorganismos (actinomicetos). Según (Maldonado, y otros, 2015), la disponibilidad de P y Fe en *Arabidopsis* es fundamental para la formación y elongación de los pelos radiculares. La carecía de hierro y fosforo influye en la evolución de los pelos radiculares ya que las raíces interactúan con diversos elementos y microorganismos.

Tabla 3-34: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de actinos.

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Control	Media	12	5,15	2,95173293	0,90300424	0,302
FAcRb	Media	12	4,07	2,34995164	0,88299941	0,16977273

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La prueba de Shapiro-Wilk en la tabla 3-34 indica que el valor de significancia es mayor a 0.05, lo cual demuestra que los datos se ajustan a la normalidad sobre el crecimiento de la raíz en la plántula de rábano (*Raphanus sativus*), por ello se procede a realizar la prueba T de Student.

Tabla 3-35: Prueba T de Student para medias de crecimiento de raíz de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) de la zona 1

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media (1)-Media (2)	pHomVar	T	gl	p- valor	prueba	
11 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcRb}	1,87666	0,803	1,049	4	0,353	Bilateral	NS
2 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcRb}	0,83666	0,052	1,819	4	0,142	Bilateral	NS
5 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcRb}	0,53	0,202	0,792	4	0,472	Bilateral	NS
8 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcRb}	1,07666	0,599	0,802	4	0,467	Bilateral	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-35 se muestra la prueba T de Student donde se determinó que no existe una diferencia significativa entre los controles y las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*), con la fuente de actinos de acuerdo al tiempo de crecimiento.

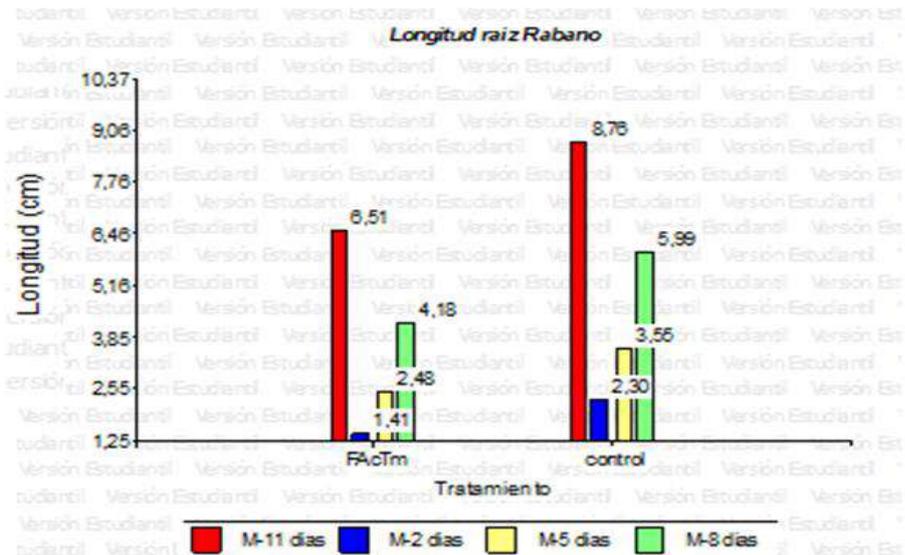


Ilustración 3-18: Análisis de longitud de raíz de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) en fuente actinos

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La ilustración 3-18 muestra la longitud de la raíz de la plántula de rábano por tiempo de crecimiento. Se puede observar que los controles tienen la mayor medida que las plántulas de rábano con actinomicetos (FacRb) en el control el día dos tiene 2.30 cm de longitud en cambio en FacRb 1.41 cm en el día 5 el control mide 3.55 al contrario de FacRb 2.48 y como ultimo día 11 el control mide 8.76 y FacRb 6.51 cm. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba t studen, esto nos indica que los actinos no promueven el crecimiento de las plantas.

El crecimiento de la raíz en las plántulas de rábano es menor en los tratamientos que presentan los microorganismos (actinomicetos) en comparación a los controles. Según (Franco, 2009)l menciona que los actinomicetos han sido descritos como agentes de biocontrol por la capacidad de producir enzimas biodegradativas, el actinomiceto que favorece como promotor de crecimiento vegetal pero no en un porcentaje alto. Siendo esto comprobado con los análisis realizados en la investigación.

Tabla 3-36: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de tallo de las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de actinos.

Tratamiento	Variable	N	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Control	M	12	1,19583333	0,8491328	0,95676876	0,81816667
FAcRb	M	12	1,015	0,83719771	0,89582034	0,24718519

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La prueba de Shapiro-Wilk en la tabla 3-36 indica que el valor de significancia es mayor a 0.05, lo cual demuestra que los datos se ajustan a la normalidad sobre el crecimiento del tallo en la plántula de rábano (*Raphanus sativus*), por ello se procede a realizar la prueba T de Student.

Tabla 3-37: Prueba T de Student para medias de crecimiento de raíz de la plántula de rábano de la zona 1

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media (1)-Media (2)	pHomVar	T	Gl	p- valor	prueba	
11 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcRb}	0,3433	0,502	0,492	4	0,647	Bilateral	NS
2 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcRb}	0,35	0,194	0,630	4	0,562	Bilateral	*
5 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcRb}	0,0166	0,524	0,055	4	0,958	Bilateral	NS
8 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcRb}	0,0133	0,561	0,037	4	0,972	Bilateral	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-37 se muestra la prueba T de Student donde se determinó que no existe una diferencia significativa entre los controles y las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*), con la fuente de actinos de acuerdo al tiempo de crecimiento.

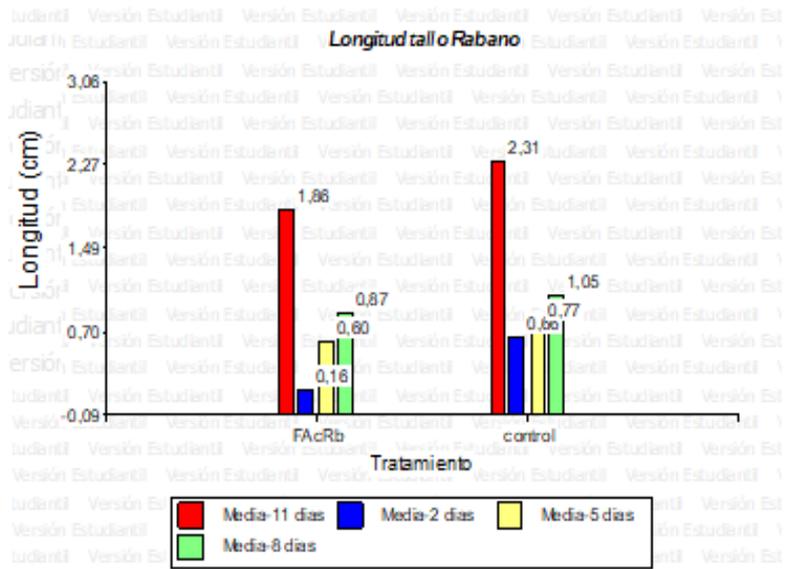


Ilustración 3-19: Análisis de longitud de tallo de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) en fuente de actinos

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La ilustración 3-19 muestra la longitud del tallo de la plántula de rábano por tiempo de crecimiento. Se puede observar que los controles tienen la mayor medida que las plántulas de rábano con actinos (FAcRb) en el control el día dos tiene 0.66 cm de longitud en cambio en FAcRb 0.16 cm en el día 5 el control mide 0.77cm al contrario de FAcRb 0.60 y como ultimo día 11 el control mide 2.31cm y FAcRb 1.86 cm. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba t studen, esto nos indica que los actinos no promueven el crecimiento de las plantas.

El crecimiento del tallo en las plántulas de rábano es menor en los tratamientos que presentan los microorganismos (actinomicetos) en comparación a los controles. Muchos de los estudios realizados acerca de los actinomicetos como promotores de crecimiento vegetal están enfocados al estudio del género *Streptomyces* (González, 2010).

Plántula de tomate riñón zona 1

Tabla 3-38: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los datos de pelos absorbentes en la plántula de tomate de riñón en la zona

Días	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
11 días	PAbs	24	2,29	1,08	0,82	<0,0001
2 días	PAbs	24	2,42	1,14	0,81	<0,0001
5 días	PAbs	24	2,29	1,08	0,82	<0,0001
8 días	PAbs	24	2,50	0,98	0,85	<0,0001

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-38 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p menor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos de la presencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate, en un medio de actinomicetos correspondiente a la zona 1 (Bolívar), se ajustan a la distribución anormal. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba wilcoxon.

Tabla 3-39: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de presencia pelos absorbentes en la plántula de tomate de riñón en la zona 1.

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	W	p (2 colas)	
11 días	Tratamiento	PAbs	control	FAcTm	12	12	2,33	2,25	157,00	0,6754	NS
2 días	Tratamiento	PAbs	control	FAcTm	12	12	2,08	2,75	129,00	0,2083	NS
5 días	Tratamiento	PAbs	control	FAcTm	12	12	2,33	2,25	157,00	0,6754	NS
8 días	Tratamiento	PAbs	control	FAcTm	12	12	2,58	2,42	160,00	0,5468	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-39 se muestra la prueba de wilcoxon para muestras independientes en la cual se determinó el nivel de significancia mediante un análisis estadístico de los datos recopilado de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través de la presencia o ausencia de pelos absorbentes en las plántulas de tomate de riñón sin la fuente de actinomicetos y con la fuente de actinomicetos en distintitos rangos de tiempo.

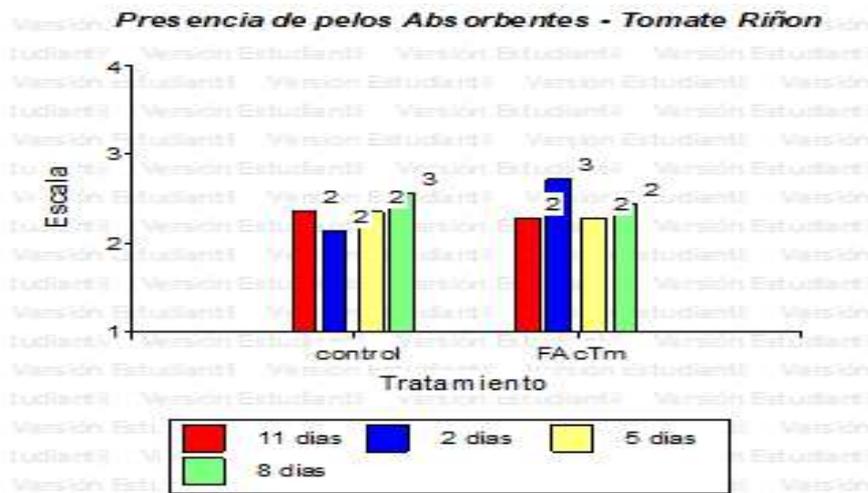


Ilustración 3-20: Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate riñon (*Solanum lycopersicum*)

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-20 se muestran la escala promedio obtenidos según de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de tomate riñón. El tratamiento (FAcRb) presenta a la semilla con los Actinomicetos donde se puede notar un nivel de crecimiento está en 2 (medio) según los días estudiado y 3 (mucho) en el día 2. Por otro lado, el control indica una constante de crecimiento en los días de estudio de una escala de 2 (medio) y 3(mucho) en el día 8, demostrando así que no hay ninguna significancia entre el control y tratamiento y que los actinomicetos no son promotoras del crecimiento de pelos absorbentes.

La presencia de pelos absorbentes no presenta diferencias estadísticamente significativas según las cepas de actinomicetos entre el control y los tratamientos. Según los análisis realizados de los tratamientos con actinomicetos en las plántulas de rábano y tomate de riñón; se demuestra que las diferencias de la presencia de plántulas no son una fuente de variación significativa ($p > 0.05$). La formación del pelo radicular involucra la intervención de distintos factores esenciales que benefician a la planta a través de la raíz mejorando sus propiedades absorbentes y de retención de minerales y agua permitiendo la interacción con los diversos microorganismos presentes en el suelo (Maldonado, y otros, 2015).

Tabla 3-40: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de la raíz de las plántulas de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum.*) en presencia de bacterias.

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)	
control	Media	12	4,25	3,67	0,88	0,1759	NS
FAcTm	Media	12	2,23	2,12	0,85	0,0683	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-40 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p mayor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos del crecimiento de la raíz en la plántula de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum.*), en un medio de actinomicetos correspondiente a la zona 1 (Bolívar) presenta una distribución normal o paramétrica. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba T de Student.

Tabla 3-41: Prueba T de Student para medias de crecimiento de la raíz de la plántula de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*) de la zona 2.

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media (1)	Media (2)	pHomVar	T	Gl	p-valor	prueba	
11 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcTm}	9,05	3,95	0,8455	2,02	4	0,1133	Bilateral	NS
2 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcTm}	1,31	0,43	0,0705	1,18	4	0,3048	Bilateral	NS
5 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcTm}	2,79	1,85	0,8565	0,64	4	0,5550	Bilateral	*
8 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcTm}	3,87	2,68	0,7542	0,63	4	0,5629	Bilateral	*

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3.41 se muestra la prueba T de Student la cual indica mediante un análisis estadístico de los datos recopilados, los resultados generados de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través del factor de crecimiento de la raíz de las plántulas de tomate de riñón sin la fuente de actinomicetos y con la fuente actinomicetos en distintitos rangos de tiempo.

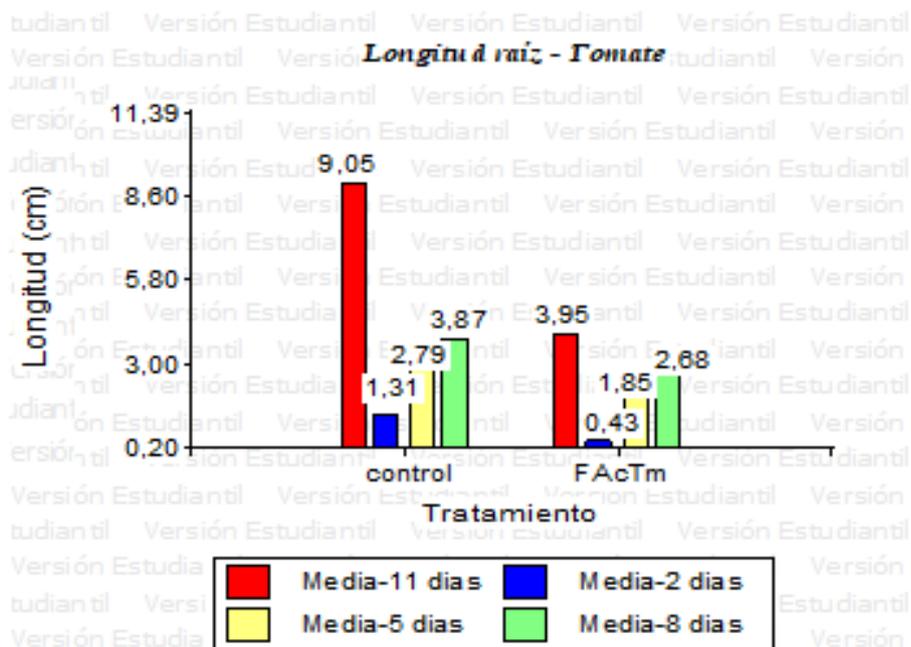


Ilustración 3-21: Análisis de longitud de raíz de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en fuente de actinos

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-21 se muestran los valores obtenidos de la longitud de raíz de las plántulas de tomate, estos se encuentran en un rango de 0,20 y 11,39 cm. El tratamiento (FAcTm) presenta una gran variación de crecimiento en los días estudiado, el día 2 presenta 0,43 cm de longitud, es decir menor crecimiento respecto al día 2 del control con 1,31 cm de longitud, durante el día 5 existe un crecimiento similar al día 2, donde el control es mayor. Y durante el último día de estudio (día 11), indica un alto crecimiento de raíz de las plántulas de tomate en el control con un valor de 9,05 cm y 3,95 cm en el tratamiento. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba t student, demostrando así que los actinomicetos no son promotores del crecimiento de las plantas.

El promedio de la longitud (cm) de la raíz no presenta diferencias estadísticamente significativas según las cepas de actinomicetos. Y tampoco difieren significativamente el promedio de la longitud de la raíz entre el control y los tratamientos. Finalmente, según los análisis realizados de los tratamientos con actinomicetos en las plántulas de rábano y tomate de riñón; se confirma que las diferencias de las longitudes (cm) de las raíces, no son una fuente de variación significativa ($p > 0.05$). El actinomiceto produce la enzima ACC desaminasa, que contrarresta las concentraciones de etileno, el que es una manifestación de la planta en respuesta a la presencia de metales pesados que conlleva la reducción del crecimiento de la raíz hasta causar a su muerte (Pacheco, 2016).

Tabla 3-42: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de tallos de las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*.) en presencia de bacterias.

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)	
control	Media	12	1,08	0,96	0,86	0,0945	NS
FAcTm	Media	12	0,71	0,58	0,88	0,1710	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-42 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p mayor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos del crecimiento del tallo en la plántula de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*.), en un medio de actinomicetos correspondiente a la zona 1 (Bolívar) presenta una distribución normal o paramétrica. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba T de Student.

Tabla 3-43: Prueba T de Student para medias de crecimiento de tallos de la plántula de tomate de riñón de la zona 2.

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media (1)	Media (2)	pHomVar	T	Gl	p-valor	prueba	
11 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcTm}	2,06	1,36	0,5485	0,86	4	0,4368	Bilateral	NS
2 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcTm}	0,22	0,17	0,5315	0,31	4	0,7688	Bilateral	NS
5 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcTm}	0,83	0,62	0,1112	0,56	4	0,6046	Bilateral	NS
8 días	Tratamiento	Media	{control}	{FAcTm}	1,21	0,67	0,5141	1,09	4	0,3388	Bilateral	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-43 se muestra la prueba T de Student la cual indica mediante un análisis estadístico de los datos recopilados, los resultados generados de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través del factor de crecimiento del tallo de las plántulas de tomate de riñón sin la fuente de actinomicetos y con la fuente actinomicetos en distintitos rangos de tiempo.

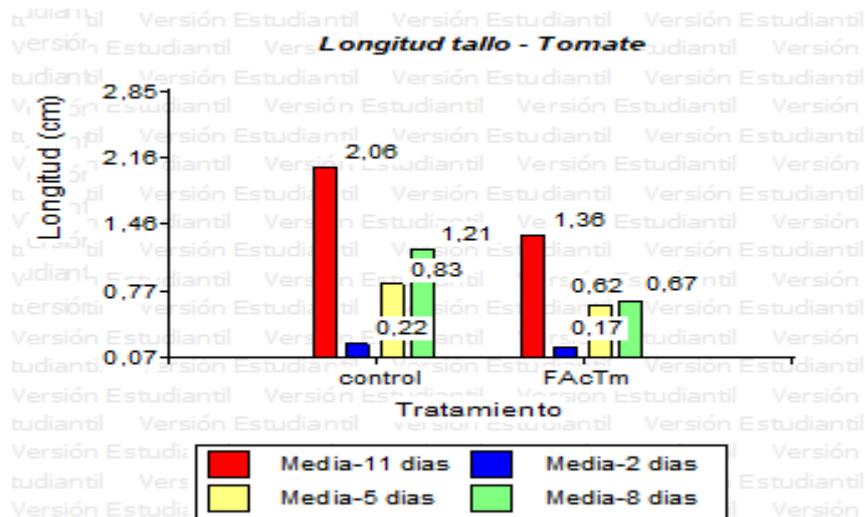


Ilustración 3-22: Análisis de longitud de raíz de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en fuente actinos

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-22 se muestran los valores obtenidos de la longitud del tallo de las plántulas de tomate, estos se encuentran en un rango de 0,07 y 2,85 cm. El tratamiento (FAcTm) presenta una gran variación de crecimiento en los días estudiado, el día 2 presenta 0,17 cm de longitud, es decir menor crecimiento respectos al día 2 del control con 0,22 cm de longitud, durante el día 5 y 8 el control indica un mayor crecimiento. Y durante el último día de estudio (día 11), existe un alto crecimiento del tallo de las plántulas de tomate en el control con un valor de 2,06 cm y 1,36 cm en el tratamiento. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba t student, demostrando así que los actinomicetos no son promotores del crecimiento de las plantas.

El promedio de la longitud (cm) del tallo no presenta diferencias estadísticamente significativas según las cepas de actinomicetos. Y tampoco difieren significativamente el promedio de la longitud del tallo de las plántulas en el control y los tratamientos. Según los análisis realizados de los tratamientos con actinomicetos en las plántulas de rábano y tomate de riñón; se confirma que las diferencias de las longitudes (cm) de los tallos no son una fuente de variación significativa ($p > 0.05$). Cabe resaltar que diversas investigaciones orientadas al estudio de la actividad promotora de crecimiento vegetal de los actinomicetos resaltan al género *Streptomyces* (Pacheco, 2016).

3.1.2.4. *Desarrollo de pelos absorbentes, raíz y tallo en plántulas de rábano (Raphanus sativus) y tomate riñón (Solanum lycopersicum) de la zona 1 y zona 2 con fuente de levaduras.*

c) Desarrollo de pelos absorbentes, tallo y raíz en plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) y tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) de la zona 1 (Bolívar) con fuente de levaduras

Tabla 3-44: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en la presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) en la zona 1.

Días	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
11 días	PAbs	24	1,63	0,88	0,68	<0,0001
2 días	PAbs	24	1,42	0,72	0,62	<0,0001
5 días	PAbs	24	1,46	0,72	0,65	<0,0001
8 días	PAbs	24	1,54	0,93	0,63	<0,0001

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-44 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p menor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos de la presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano, en un medio de levadura correspondiente a la zona 1 (Bolívar), se ajustan a la distribución anormal. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba wilcoxon.

Tabla 3-45: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de presencia pelos absorbentes en la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) en la zona 1.

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	W	p (2 colas)	*
11 días	Tratamiento	PAbs	control	FLRb	12	12	161,00	0,04746	*
2 días	Tratamiento	PAbs	control	FLRb	12	12	163,50	0,03445	*
5 días	Tratamiento	PAbs	control	FLRb	12	12	158,00	0,05862	*
8 días	Tratamiento	PAbs	control	FLRb	12	12	147,00	0,008354	*

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-45 se muestra la prueba de wilcoxon para muestras independientes en la cual se determinó el nivel de significancia mediante un análisis estadístico de los datos recopilado de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través de la presencia o ausencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano sin la fuente de levaduras y con la fuente de levaduras en distintos rangos de tiempo.

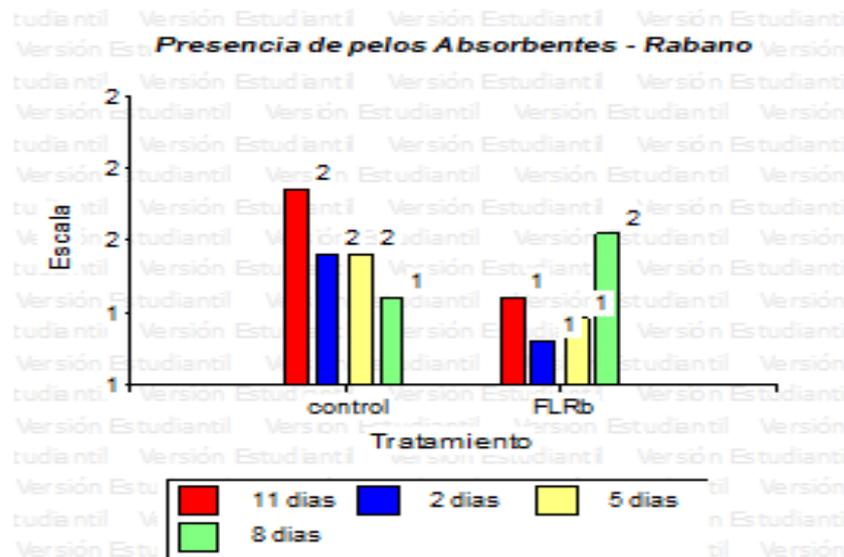


Ilustración 3-23: Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano (*Raphanus sativus*)

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-23 se muestran la escala promedio obtenidos según de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*). El tratamiento (FLRb) presenta a la semilla con levaduras donde se puede notar un nivel de crecimiento que está en 1 (poco) en los días 2, 5 y 11 y 2 (medio) en el día 8. Por otro lado, el control indica una constante de crecimiento en los días de estudio de una escala de 2 (medio) y 1 (poco) en el día 8, demostrando así que las levaduras no son promotores de crecimiento de los pelos absorbentes en comparación con las bacterias.

De acuerdo a la escala promedio obtenidos según de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*). Los controles obtuvieron mayor presencia de pelos absorbentes en comparación de los tratamientos. Existen reportes sobre levaduras donde se denota que las levaduras pueden llegar afecta positivamente el crecimiento vegetativo de diferentes plantas (Lencinas, y otros, 2021). Sin embargo, las bacterias presentan mayor capacidad para

promover el crecimiento vegetal en comparación con la levadura, esto se debe a que estas bacterias presentan más propiedades que favorecen a la planta.

Tabla 3-46: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de la longitud de raíz de las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de bacterias

Tratamiento	Variable	N	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Control	M	12	8,43125	4,09237269	0,91957928	0,4399
FLRb	M	12	7,54583333	3,66475587	0,88113286	0,16109091

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La prueba de Shapiro-Wilk en la tabla 3-46 indica que el valor de significancia es mayor a 0.05, lo cual demuestra que los datos se ajustan a la normalidad sobre el crecimiento de raíz en la plántula de rábano, por ello se procede a realizar la prueba T de Student.

Tabla 3-47: Prueba T de Student para medias de crecimiento de raíz de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) de la zona 1

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media (1)-Media (2)	Gl	p-valor	Prueba	
11 días	Tratamiento	M	{control}	{FLRb}	1,825	4	0,33071092	Bilateral	NS
2 días	Tratamiento	M	{control}	{FLRb}	0,46666667	4	0,16554168	Bilateral	NS
5 días	Tratamiento	M	{control}	{FLRb}	1,01666667	4	0,25503902	Bilateral	NS
8 días	Tratamiento	M	{control}	{FLRb}	0,23333333	4	0,86706513	Bilateral	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-47 se muestra la prueba T de Student donde se determinó que no existe una diferencia significativa entre los controles y las plántulas de rábano, con la fuente de levaduras de acuerdo al tiempo de crecimiento.

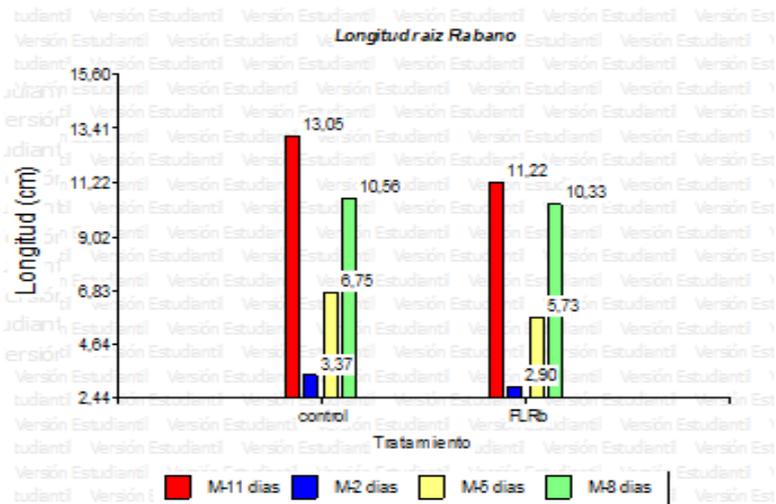


Ilustración 3-24: Análisis de longitud de raíz de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) en fuente de levaduras.

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La ilustración 3-24 muestra la longitud de la raíz de la plántula de rábano por tiempo de crecimiento. Se puede observar que los controles tienen la mayor medida que las plántulas de rábano con levaduras (FLRb) en el control el día dos tiene 3.37cm de longitud en cambio en FLRb 2.90 cm en el día 5 el control mide 6.75 cm al contrario de FLRb 5.73 cm y como ultimo día 11 el control mide 13.05 cm y FLRb 11.22 cm. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba t student, esto nos indica que las levaduras no promueven el crecimiento de las plántulas.

Las levaduras tienen un efecto sobre la longitud de la radícula. La evaluación del efecto de las levaduras sobre el crecimiento de la raíz en las plántulas, además de evaluar el porcentaje de semillas germinadas, permite conocer la acción del microorganismo (levadura), no son suficientes para inhibir o promover la presencia de la raíz, no obstante, pueden completar los procesos de elongación de la radícula de la plántula, dependiendo del sitio de acción del compuesto con la semilla (Lencinas, y otros, 2021).

Tabla 3-48: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de tallo las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de levaduras.

Tratamiento	Variable	N	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Control	Media	12	3,07708333	2,40818817	0,8821481	0,016563636
FLRb	Media	12	2,56041667	2,40658326	0,83711998	0,0396

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La prueba de Shapiro-Wilk en la tabla 3-48 indica que el valor de significancia es mayor a 0.05, lo cual demuestra que los datos no se ajustan a la normalidad sobre el crecimiento del tallo en la plántula de rábano, por ello se procede a realizar la prueba de wilcoxon para muestras independientes.

Tabla 3-49: Prueba de wilcoxon para muestras independientes nos permite analizar el crecimiento de tallo de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) de la zona 1

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	DE (1)	DE (2)	W	p (2 colas)	
11 días	Tratamiento	M	control	FLRb	3	3	6,48	6,16	1,18	0,72	11,00	>0,9999	NS
2 días	Tratamiento	M	control	FLRb	3	3	0,67	0,36	0,20	0,34	13,00	0,4000	NS
5 días	Tratamiento	M	control	FLRb	3	3	1,59	0,99	0,38	0,13	15,00	0,1000	NS
8 días	Tratamiento	M	control	FLRb	3	3	3,58	2,73	0,78	0,88	14,00	0,2000	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-49 se muestra la prueba Prueba de wilcoxon para muestras independientes donde se determinó que no existe una diferencia significativa entre los controles y las plántulas de rábano con la fuente de levaduras de acuerdo al tiempo de crecimiento.

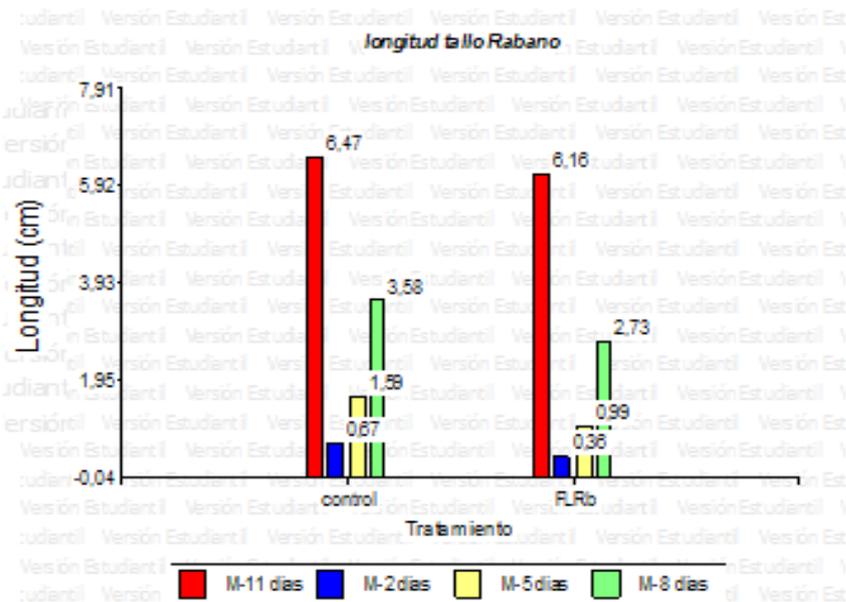


Ilustración 3-25: Análisis de longitud de tallo de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) en fuente de levaduras.

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La ilustración 3-25 muestra la longitud del tallo de la plántula de rábano por tiempo de crecimiento. Se puede observar que los controles tienen la mayor medida que las plántulas de rábano con levaduras (FLRb) en el control el día dos tiene 0.67 cm de longitud en cambio en FLRb 0.36 cm en el día 5 el control mide 1.59 cm al contrario de FLRb 0.99 cm y como ultimo día 11 el control mide 6.47 cm y FLRb 6.16 cm. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba Wilcoxon, esto nos indica que las levaduras no promueven el crecimiento de las plantas.

El efecto de las levaduras sobre la longitud del tallo de la plántula de rábano fue bajo en los tratamientos empleados. Según (Carvajal, 2002), las levaduras como promotores de crecimiento vegetal pueden mejorar la absorción de nutrientes mediante el aumento en el crecimiento radicular a través de la aplicación de levaduras con capacidad de síntesis de AIA y actividad ACC desaminasa. Razón por la cual no se dio un desarrollo favorable en la longitud del tallo de las plántulas evaluadas.

Plántula de tomate riñón zona 1

Tabla 3-50: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los datos de pelos absorbentes en la plántula de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*), en la zona 1

Días	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
11 días	PAbs	24	1,92	0,78	0,77	<0,0001
2 días	PAbs	24	1,96	0,86	0,83	<0,0001
5 días	PAbs	24	1,96	0,81	0,83	<0,0001
8 días	PAbs	24	1,54	0,51	0,60	<0,0001

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-50 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p menor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos de la presencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate de riñón, en un medio de levadura correspondiente a la zona 1 (Bolívar), se ajustan a la distribución anormal. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba wilcoxon.

Tabla 3-51: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de presencia pelos absorbentes en la plántula de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*), en la zona 1.

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	W	p (2 colas)	
11 días	Tratamiento	PAbs	Control	FLTm	12	12	2,00	1,83	159,00	0,5789	NS
2 días	Tratamiento	PAbs	Control	FLTm	12	12	2,25	1,67	175,50	0,1172	NS
5 días	Tratamiento	PAbs	Control	FLTm	12	12	1,92	2,00	149,50	0,9750	NS
8 días	Tratamiento	PAbs	Control	FLTm	12	12	1,58	1,50	156,00	0,6884	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-51 se muestra la prueba de wilcoxon para muestras independientes en la cual se determinó el nivel de significancia mediante un análisis estadístico de los datos recopilado de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que no existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través de la presencia o ausencia de pelos absorbentes en las plántulas de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*). sin la fuente de levaduras y con la fuente de levaduras en distintitos rangos de tiempo

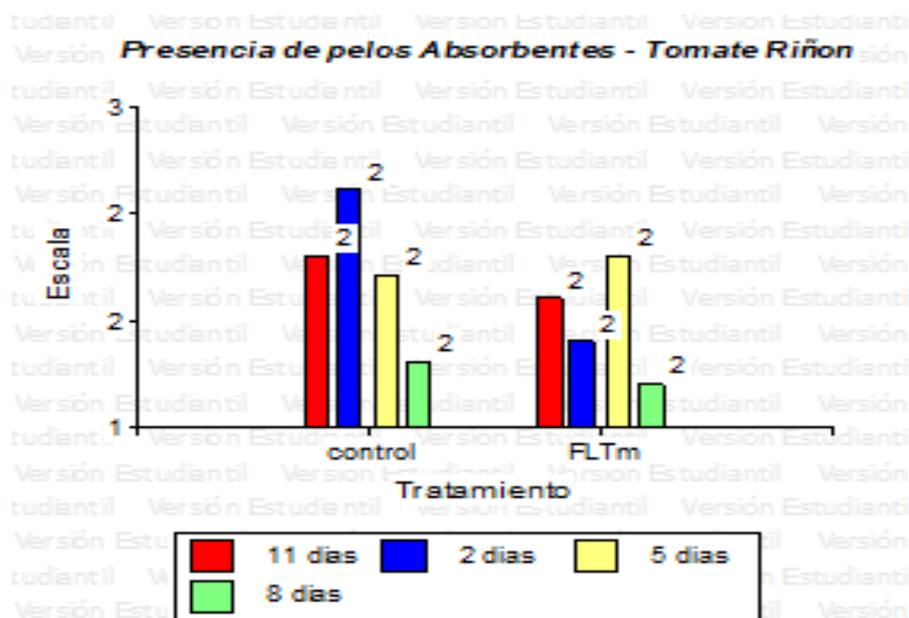


Ilustración 3-26: Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*)

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-26 se muestran la escala promedio obtenidos según de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*). El tratamiento (FLTm) presenta a la semilla con levaduras donde se puede notar un nivel constante de crecimiento al igual que el control en una escala de 2 (medio) según los días estudiados, demostrando así que las FLTm y el control no tienen significancia y que las levaduras no son promotores de crecimiento de los pelos absorbentes.

La presencia de pelos radiculares no presenta diferencias estadísticamente significativas según las cepas de levadura entre el control y los tratamientos. De acuerdo los análisis realizados de los tratamientos con levadura en las plántulas de rábano y tomate de riñón indica que las diferencias significativas no son una fuente de variación significativa donde ($p > 0.05$). Según (Guerrón, 2015), la radícula de una planta puede crecer 3 cm al día y simultáneamente se producen raíces adventicias y ramificaciones denominados pelos absorbente que pueden llegar a formar una mesa densa que ayuda a absorber nutrientes para el desarrollo de la futura planta.

Tabla 3-52: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de las plántulas de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*), en presencia de levaduras.

Tratamiento	Variable	N	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Control	Media	12	6,18125	3,91091313	0,91299669	0,37991667
FLTm	Media	12	5,228125	2,7352761	0,88543356	0,182375

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La prueba de Shapiro-Wilk en la tabla 3-52 indica que el valor de significancia es mayor a 0.05, lo cual demuestra que los datos se ajustan a la normalidad sobre el crecimiento de la raíz en la plántula de tomate riñón, por ello se procede a realizar la prueba T de Student.

Tabla 3-53: Prueba T de Student para medias de crecimiento de raíz de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*), de la zona 1.

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media (1)- Media (2)	Gl	p-valor	prueba	
11 días	Tratamiento	Media	{control}	{FLTm}	1,9125	4	0,40994929	Bilateral	NS
2 días	Tratamiento	Media	{control}	{FLTm}	-0,19166667	4	0,61803196	Bilateral	NS
5 días	Tratamiento	Media	{control}	{FLTm}	0,65	4	0,44243915	Bilateral	NS
8 días	Tratamiento	Media	{control}	{FLTm}	1,44166667	4	0,48700455	Bilateral	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-53 se muestra la prueba T de Student donde se determinó que no existe una diferencia significativa entre los controles y las plántulas de tomate riñón, con la fuente de levaduras de acuerdo al tiempo de crecimiento.

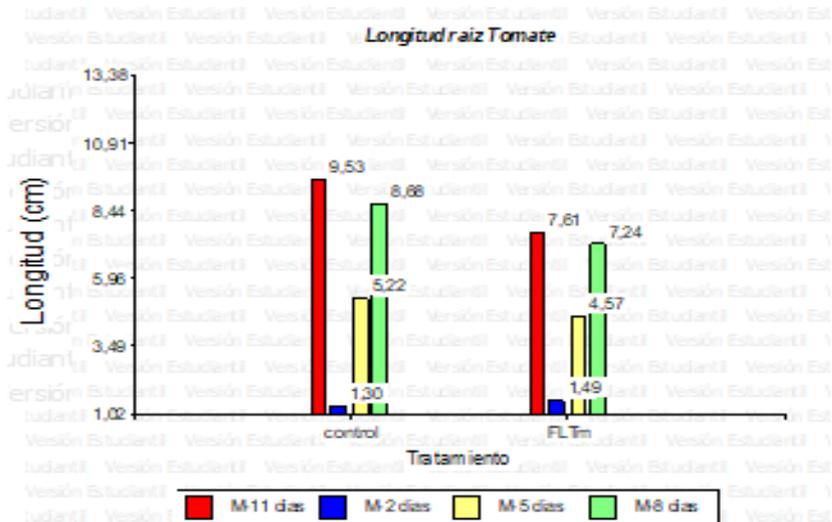


Ilustración 3-27: Análisis de longitud de raíz de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en fuente de levaduras

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La ilustración 3-27 muestra la longitud de la raíz de la plántula de tomate riñón por tiempo de crecimiento. Se puede observar que los controles tienen la mayor medida que las plántulas de rábano con levaduras (FLTm) en el control el día dos tiene 1.30 cm de longitud en cambio en FLTm 1.49 cm en el día 5 el control mide 5.22cm al contrario de FLTm 4.57cm y como ultimo día 11 el control mide 9.53 cm y FLTm 7.61 cm. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba t studen, esto nos indica que las levaduras no promueven el crecimiento de las plantas.

Presenta un efecto desfavorable en la interacción de la levadura con la raíz de la plántula. La evaluación del efecto de las levaduras sobre el crecimiento de la raíz en las plántulas permite conocer la acción del microorganismo (levadura) ella y su desarrollo. En las plántulas de rábano y tomate de riñón a cabo del último día de evolución se puede observar que no existen diferencias significativas debido a que su crecimiento no fue muy alto en comparación con los controles. Según (Rivera, 2018), la levadura produce una gran variedad de compuestos biológicamente activos como fitohormonas, vitaminas, aminoácido, enzimas, nitrógeno y fósforo. Los cuales promueven el crecimiento de las raíces, produciendo un mejor desarrollo radicular.

Tabla 3-54: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de las plántulas de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*), en presencia de levaduras

Tratamiento	Variable	N	Media	W*	p (Unilateral D)	
Control	M	12	2,04791667	0,85133302	0,059	*
FLTm	M	12	1,34375	0,90215129	0,08941176	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La prueba de Shapiro-Wilk en la tabla 3-54 indica que el valor de significancia es mayor a 0.05, lo cual demuestra que los datos se ajustan a la normalidad sobre el crecimiento del tallo en la plántula de tomate riñón, por ello se procede a realizar la prueba T de Student.

Tabla 3-55: Prueba de Wilcoxon para muestras independientes nos permite analizar el crecimiento de tallo de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) de la zona 1

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media (1)	Media (2)	W	p (2 colas)	
11 días	Tratamiento	Media	control	FLTm	3	3	4,03	3,03	12,00	0,70	NS
2 días	Tratamiento	Media	control	FLTm	3	3	0	0,0916	9	1	NS
5 días	Tratamiento	Media	control	FLTm	3	3	1,4333	0,8333	15	0,1	NS
8 días	Tratamiento	Media	control	FLTm	3	3	2,725	1,425	15	0,1	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-55 se muestra la prueba de Wilcoxon para muestras independientes donde se determinó que no existe una diferencia significativa entre los controles y las plántulas de tomate riñón, con la fuente de levaduras de acuerdo al tiempo de crecimiento.

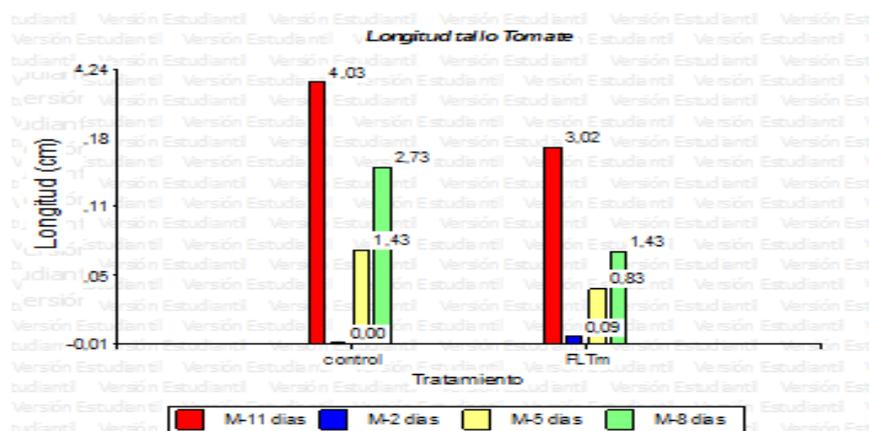


Ilustración 3-28: Análisis de longitud de tallo de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en fuente de levaduras

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La ilustración 3-28 muestra la longitud del tallo de la plántula de tomate riñón por tiempo de crecimiento. Se puede observar que los controles tienen la mayor medida que las plántulas de rábano con levaduras (FLTm) en el control el día dos tiene 0 cm de longitud en cambio en FLTm 0.09 cm en el día 5 el control mide 1.43 cm al contrario de FLTm 0.83 cm y como ultimo día 11 el control mide 4.03 cm y FLTm 3.03 cm. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba t studen, esto nos indica que las levaduras no promueven el crecimiento de las plantas.

El efecto de las levaduras sobre la longitud del tallo de la plántula de tomate de riñón fue bajo en los tratamientos empleados. Cabe mencionar que en el análisis realizado anteriormente con la plántula de rábano con el tratamiento empleado indica que no existe variabilidad de significancia. Con estas evaluaciones se determinó que las levaduras no son promotoras de crecimiento de las plántulas en comparación con las bacterias. Según (Moreno, y otros, 2019) en su estudio indica que ciertos microorganismos denominados psicrófilos presentan una gran influencia sobre el desarrollo vegetal, en ecosistemas fríos, debido a que pueden degradar compuestos orgánicos a temperaturas bajas.

d) Desarrollo de pelos absorbentes, tallo y raíz en plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) y tomate riñón de la zona 2 (Tungurahua) con fuente de levaduras

Tabla 3-56: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de las plántulas de tomate rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de levaduras zona 2.

Días	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
11 días	PAbs	24	2,46	0,72	0,69	<0,0001
2 días	PAbs	24	2,17	0,82	0,74	<0,0001
5 días	PAbs	24	2,29	0,81	0,72	<0,0001
8 días	PAbs	24	2,08	0,78	0,77	<0,0001

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-56 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p menor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos de la presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano, en un medio de levadura correspondiente a la zona (Tungurahua), se ajustan a la distribución anormal. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba wilcoxon.

Tabla 3-57: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de presencia pelos absorbentes en la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) en la zona 2

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	W	p (2 colas)	
11 días	Tratamiento	PAbs	control	FLRb	12	12	2,75	2,17	178,50	0,0618	NS
2 días	Tratamiento	PAbs	control	FLRb	12	12	2,17	2,17	150,00	0,009999	*
5 días	Tratamiento	PAbs	control	FLRb	12	12	2,33	2,25	153,00	0,888503	NS
8 días	Tratamiento	PAbs	control	FLRb	12	12	2,42	1,75	185,00	0,0309	*

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-57 se muestra la prueba de wilcoxon para muestras independientes en la cual se determinó el nivel de significancia mediante un análisis estadístico de los datos recopilado de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través de la presencia o ausencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano sin la fuente de levaduras y con la fuente de levaduras en distintitos rangos de tiempo

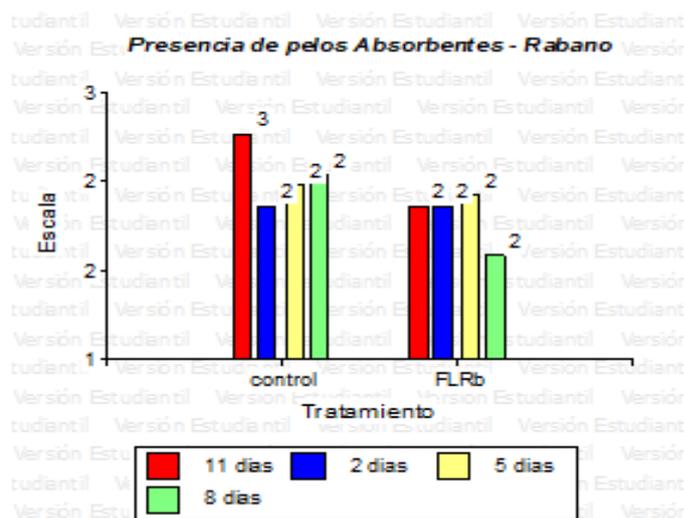


Ilustración 3-29: Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en la plántula de rábano (*Raphanus sativus*)

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-29 se muestran la escala promedio obtenidos según de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*). El tratamiento (FLTm) presenta a la semilla con levaduras donde se puede notar un nivel constante de crecimiento que es 2 (medio9

en los días estudiados, al contrario del control en una escala de 2 (medio) los días 2.5y 8 y 3(mucho) en el día 11, demostrando así que las levaduras no son promotores de crecimiento de los pelos absorbentes.

La presencia de pelos radiculares no presenta diferencias estadísticamente significativas según las cepas de levadura entre el control y los tratamientos. De acuerdo los análisis realizados de los tratamientos con levadura en las plántulas de rábano y tomate de riñón indica que las diferencias significativas no son una fuente de variación significativa donde ($p>0.05$).

Tabla 3-58: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de tallos de las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de levaduras

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)	
control	Media	12	8,07	3,69	0,92	0,4491	NS
FLRb	Media	12	7,22	4,10	0,91	0,3705	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-58 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p mayor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos del crecimiento de la raíz en la plántula de rábano, en un medio de levadura correspondiente a la zona 2 (Tungurahua) presenta una distribución normal o paramétrica. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba T de Student.

Tabla 3-59: Prueba de Wilcoxon para muestras independientes nos permite analizar el crecimiento de tallo de la plántula rábano (*Raphanus sativus*) de la zona 2

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media (1)	Media (2)	gl	p-valor	prueba	
11 días	Tratamiento	Media	{control}	{FLRb}	11,80	10,63	4	0,6747	Bilateral	NS
2 días	Tratamiento	Media	{control}	{FLRb}	2,96	3,23	4	0,7512	Bilateral	NS
5 días	Tratamiento	Media	{control}	{FLRb}	7,14	5,61	2	0,4560	Bilateral	NS
8 días	Tratamiento	Media	{control}	{FLRb}	10,38	9,43	4	0,6956	Bilateral	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-59 se muestra la prueba T de Student la cual indica mediante un análisis estadístico de los datos recopilados, los resultados generados de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos

(controles y tratamientos) a través del factor de crecimiento de la raíz de las plántulas rábano sin la fuente de levaduras y con la fuente levaduras en distintos rangos de tiempo.

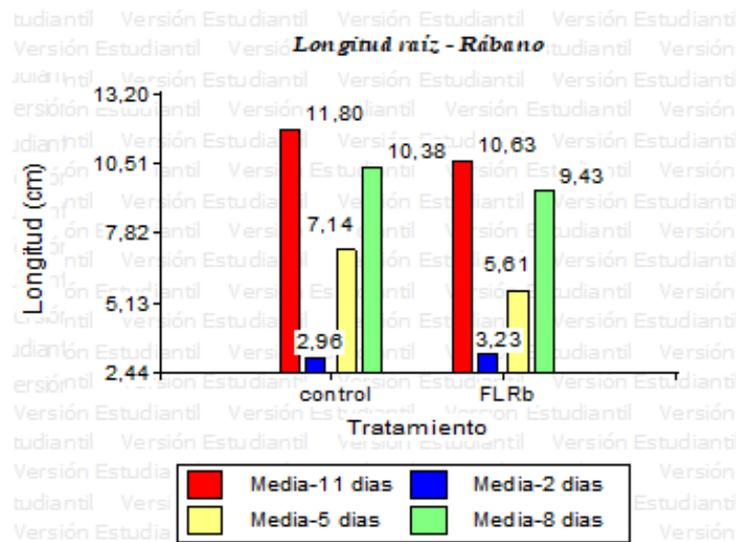


Ilustración 3-30: Análisis de longitud de raíz de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) en fuente de levaduras.

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-30 se muestran los valores obtenidos de la longitud de raíz de las plántulas de rábano, estos se encuentran en un rango de 2,44 y 13,20 cm. El tratamiento (FLRb) presenta menor crecimiento de la raíz respecto al control en el día 5 y 8. Durante el último día de estudio (día 11), el control presenta un crecimiento de raíz de 11,80 cm y el tratamiento de 10,63 cm, lo cual indica que existe mayor crecimiento de la raíz de las plántulas de rábano en el control, demostrando que las levaduras no son precursoras de crecimiento de las plantas.

No presenta variabilidad en el efecto causado por la levadura en la plántula de rábano para el crecimiento de la raíz. La evaluación del efecto de las levaduras sobre el crecimiento de la raíz en las plántulas de rábano permite conocer la acción del microorganismo (levadura) ella y su desarrollo. En las plántulas de rábano, a cabo del último día de evolución se puede observar que no existen diferencias significativas debido a que su crecimiento no fue muy alto en comparación con los controles. Según (Gómez, y otros, 2018), las levaduras presentes en MM mejoran la proliferación de raíces y aumentan su cantidad al liberar sus contenidos en la preparación en el momento de su muerte, comparado con las levaduras vivas quienes retienen estos nutrientes en su interior.

Tabla 3-60: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de tallos de las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) en presencia de levaduras zona 2.

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)	
control	Media	12	3,13	1,95	0,90	0,2512	NS
FLRb	Media	12	2,74	2,14	0,85	0,0588	*

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-60 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p igual al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos del crecimiento de tallos en la plántula de rábano, en un medio de levadura correspondiente a la zona 2 (Tungurahua) presenta una distribución anormal. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba de Wilcoxon

Tabla 3-61: Prueba de wilcoxon para muestras independientes nos permite analizar el crecimiento de tallo de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) de la zona 2

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	W	p (2 colas)	
11 días	Tratamiento	Media	control	FLRb	3	3	5,21	4,12	12,00	0,7000	NS
2 días	Tratamiento	Media	control	FLRb	3	3	0,69	0,63	11,00	>0,9999	NS
5 días	Tratamiento	Media	control	FLRb	3	3	2,58	2,63	10,00	>0,9999	NS
8 días	Tratamiento	Media	control	FLRb	3	3	4,02	3,58	9,00	0,7000	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-61 se muestra la prueba de wilcoxon la cual indica mediante un análisis estadístico de los datos recopilados, los resultados generados de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través del factor de crecimiento del tallo de las plántulas de tomate de riñón sin la fuente de levaduras y con la fuente levaduras en distintitos rangos de tiempo.

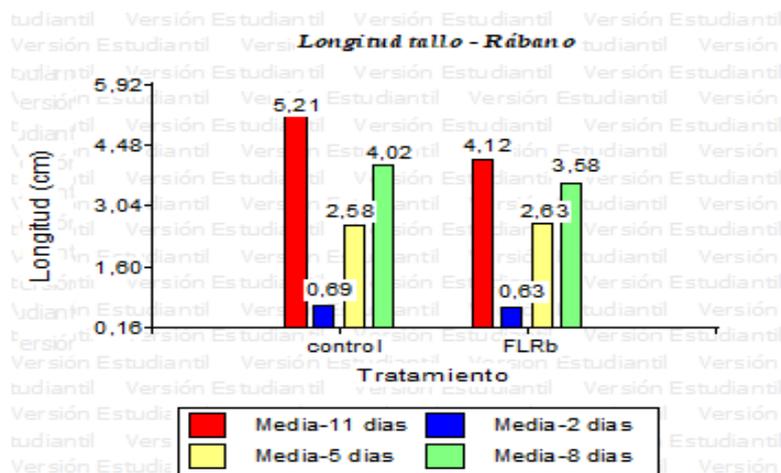


Ilustración 3-31: Análisis de longitud de tallo de la plántula de rábano (*Raphanus sativus*) en fuente de levaduras.

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-31 se muestran los valores obtenidos de la longitud del tallo de las plántulas de rábano, estos se encuentran en un rango de 0,16 y 5,92 cm. El tratamiento (FACRb) presenta una variación de crecimiento en los días estudiado, el día 2 presenta 0,63cm de longitud, es decir menor crecimiento respectos al día 2 del control con 0,69 cm de longitud, en el día 5 y 8 el control indica que va aumentando el nivel de crecimiento en comparación con el tratamiento. Y durante el último día de estudio (día 11), existe un alto crecimiento del tallo de las plántulas de rábano en el control con un valor de 5,21 cm y 4,12 cm en el tratamiento. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba t student, demostrando así que las levaduras no son promotores del crecimiento de las plantas.

El efecto de las levaduras sobre la longitud del tallo de la plántula de rábano fue baja en los tratamientos empleados. En las evaluaciones empleadas anteriormente indica que no existe variabilidad de significancia entre los tratamientos y controles. Aunque los valores estuvieron por debajo de lo idóneo para ser un factor promotor de crecimiento vegetal, se debe tener en cuenta que algunas levaduras específicas debido a sus propiedades tienen la capacidad de promover el desarrollo de las plantas, pero en un nivel bajo.

Plántula de tomate riñón zona 2

Tabla 3-62: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de las plántulas de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en presencia de levaduras zona 2.

Días	Variablen	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
11 días	PAbs 24	1,29	0,69	0,51	<0,0001
2 días	PAbs 24	1,46	0,88	0,57	<0,0001
5 días	PAbs 24	1,42	0,72	0,62	<0,0001
8 días	PAbs 24	1,50	1,02	0,53	<0,0001

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-62 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p menor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos de la presencia de pelos absorbentes en la plántula de tomate de riñón, en un medio de levadura correspondiente a la zona 2 (Tungurahua), se ajustan a la distribución anormal. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba wilcoxon.

Tabla 3-63: Prueba de Wilcoxon para determinar la significancia de presencia pelos absorbentes en la plántula de tomate (*Solanum lycopersicum*) en la zona 2

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	W	p (2 colas)	
11 días	Tratamiento	PAbs	Control	FLTm	12	12	1,33	1,25	166,00	0,01914	*
2 días	Tratamiento	PAbs	Control	FLTm	12	12	1,42	1,50	163,00	0,03466	*
5 días	Tratamiento	PAbs	Control	FLTm	12	12	1,58	1,25	182,50	0,0229	*
8 días	Tratamiento	PAbs	Control	FLTm	12	12	1,75	1,25	172,50	0,00867	**

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-63 se muestra la prueba de wilcoxon para muestras independientes en la cual se determinó el nivel de significancia mediante un análisis estadístico de los datos recopilado de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través de la presencia o ausencia de pelos absorbentes en las plántulas de tomate de riñón sin la fuente de levaduras y con la fuente de levaduras en distintitos rangos de tiempo

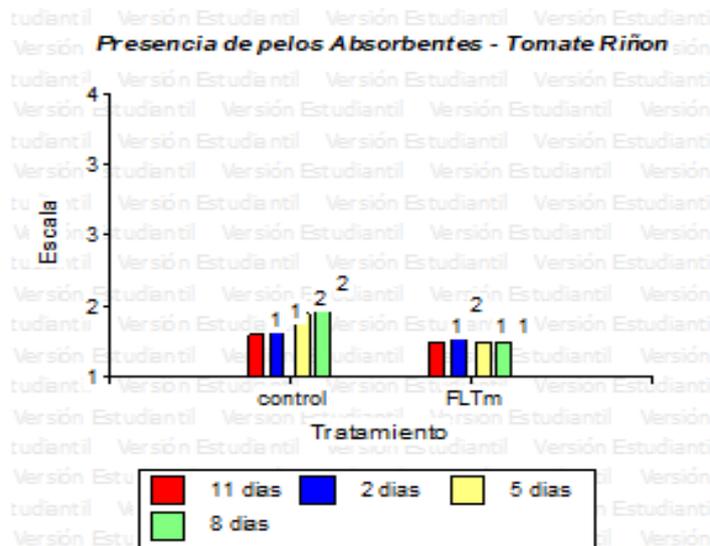


Ilustración 3-32: Análisis de la escala en presencia de pelos absorbentes en a plántula de tomate riñon (*Solanum lycopersicum*)

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-32 se muestran la escala promedio obtenidos según de la presencia de pelos absorbentes en las plántulas de tomate riñón. El tratamiento (FLTm) presenta a la semilla con levaduras donde se puede notar un nivel de crecimiento que está en 1 (poco) en los días 5, 8 y 11 y 2 (medio) en el día 2. Por otro lado, el control indica una constante de crecimiento en los días de estudio de una escala de 2 (medio) y 1poco) en el día 8 y 5, demostrando así que las levaduras no son promotores de crecimiento de los pelos absorbentes en comparación con las bacterias.

La presencia de pelos absorbentes en las plántulas de rábano y tomate de riñón es baja en los tratamientos que presentan los microorganismos (levaduras). Según (Moreno, y otros, 2019), las levaduras psicrófilos estudiadas generan metabolitos que ayudan en el desarrollo vegetal, haciéndolas adecuadas para ser utilizadas como biofertilizantes en el suelo.

Tabla 3-64: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de tallos de las plántulas de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*) en presencia de levaduras

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)	
control	Media	12	4,07	3,09	0,93	0,5653	NS
FLTm	Media	12	3,70	2,55	0,89	0,2341	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-64 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p igual al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos del crecimiento de la raíz

en la plántula de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum.*), en un medio de levadura correspondiente a la zona 2 (Tungurahua) presenta una distribución anormal. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba de wilcoxon.

Tabla 3-65: Prueba de wilcoxon para muestras independientes nos permite analizar el crecimiento de tallo de la plántula de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*) de la zona 2

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	W	p (2 colas)	
11 días	Tratamiento	Media	Control	FLTm	3	3	7,25	6,19	11,00	>0,9999	NS
2 días	Tratamiento	Media	Control	FLTm	3	3	0,59	0,80	9,00	0,7000	NS
5 días	Tratamiento	Media	Control	FLTm	3	3	2,65	2,78	10,00	>0,9999	NS
8 días	Tratamiento	Media	Control	FLTm	3	3	5,79	5,03	12,00	0,7000	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-65 se muestra la prueba de wilcoxon cual indica mediante un análisis estadístico de los datos recopilados, los resultados generados de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos (controles y tratamientos) a través del factor de crecimiento de la raíz de las plántulas de tomate de riñón sin la fuente de levaduras y con la fuente levaduras en distintitos rangos de tiempo.

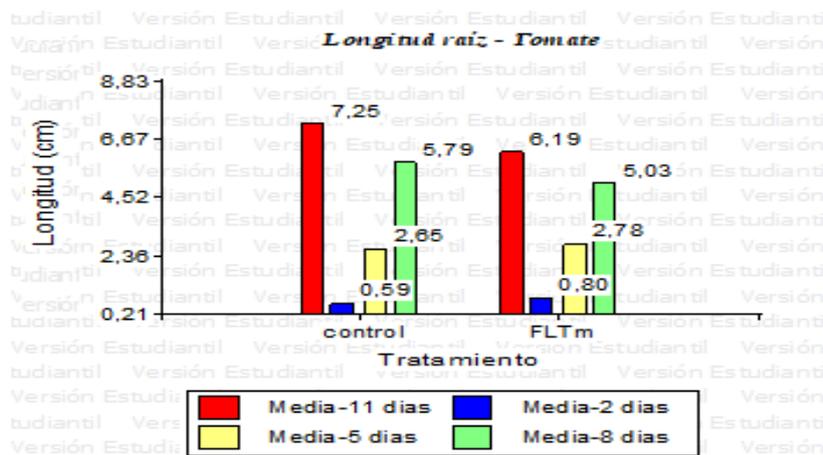


Ilustración 3-33: Análisis de longitud de raíz de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en fuente de levaduras

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3-33 se muestran los valores obtenidos de la longitud de raíz de las plántulas de tomate, estos se encuentran en un rango de 0,21 y 8,83 cm. El tratamiento (FLTm) presenta una gran variación de crecimiento en los días estudiados, el día 2 presenta 0,80 cm de longitud, es decir mayor crecimiento respectos al día 2 del control con 0,59 cm de longitud, en el día 8 el control indica un mayor crecimiento. Y durante el último día de estudio (día 11), existe mayor

crecimiento del tallo de las plántulas de tomate en el control con un valor de 7,25 cm y 6,19 cm en el tratamiento. Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en la prueba t student, demostrando así que las levaduras no son promotores del crecimiento de las plantas.

La evaluación del efecto de las levaduras sobre el crecimiento de la raíz en las plántulas permite conocer la acción del microorganismo (levadura) ella y su desarrollo. En las plántulas de rábano y tomate de riñón a cabo del último día de evolución se puede observar que no existen diferencias significativas debido a que su crecimiento no fue muy alto en comparación con los controles. Según Lonhienne et al. (2004) en su investigación indica que las levaduras mejoran la proliferación de raíces y aumentan su cantidad al liberar sus contenidos en la preparación en el momento de su muerte, comparado con las levaduras vivas quienes retienen estos nutrientes en su interior.

Tabla 3-66: Prueba de Shapiro-Wilks para determinar la normalidad en los valores de tallos de las plántulas de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en presencia de levaduras.

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)	
control	Media	12	1,38	1,35	0,88	0,1611	NS
FLTm	Media	12	1,22	1,15	0,84	0,0438	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

La tabla 3-66 Muestra los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilks que indica un valor p menor al nivel de significancia (0,05), por lo tanto, el conjunto de datos del crecimiento del tallo en la plántula de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*), en un medio de levadura correspondiente a la zona 1 (Bolívar) presenta una distribución normal o paramétrica. Lo cual señala que se puede realizar el análisis de medias mediante la prueba de wilcoxon.

Tabla 3-67: Prueba de t- student para muestras independientes nos permite analizar el crecimiento de tallo de la plántula de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*) de la zona 2

Días	Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	W	p (2 colas)	
11 días	Tratamiento	Media	Control	FLTm	3	3	3,02	2,30	11,00	>0,9999	NS
2 días	Tratamiento	Media	Control	FLTm	3	3	0,00	0,03	9,00	>0,9999	NS
5 días	Tratamiento	Media	Control	FLTm	3	3	0,78	0,83	10,00	>0,9999	NS
8 días	Tratamiento	Media	Control	FLTm	3	3	1,73	1,71	11,00	>0,9999	NS

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la tabla 3-67 se muestra la prueba T de Student la cual indica mediante un análisis estadístico de los datos recopilados, los resultados generados de acuerdo a la variable de estudio (media) por cada grupo analizado, demostrando que existe una diferencia significativa entre los grupos

(controles y tratamientos) a través del factor de crecimiento del tallo de las plántulas de tomate de riñón sin la fuente de levaduras y con la fuente levaduras en distintitos rangos de tiempo.

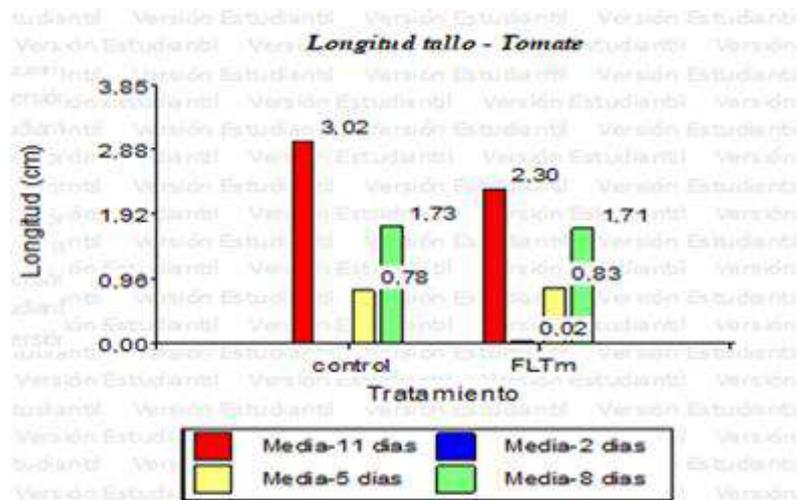


Ilustración 3-34: Análisis de longitud de tallo de la plántula de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) en fuente de levaduras

Realizado por: Barroso, Andrea; Masabanda, Aracely; 2024. (GIDAC)

En la ilustración 3- 34 se muestran los valores obtenidos de la longitud del tallo de las plántulas de tomate, estos se encuentran en un rango de 0,00 y 3,85 cm debido a que en los primeros dos días no se vio crecimiento del tallo de la plántula. El tratamiento (FLTm) presenta una gran variación de crecimiento en los días estudiados, el día 8 presenta 1,71 cm de longitud, es decir menor crecimiento respectos al día 8 del control con 1,73 cm de longitud. Y durante el último día de estudio (día 11), el control presenta un crecimiento de raíz de 3,20 cm y el tratamiento de 2,30 cm, lo cual indica que existe mayor crecimiento del tallo de las plántulas de rábano en el control, demostrando que las no son precursoras de crecimiento de las plantas.

El promedio de la longitud (cm) del tallo no presenta diferencias estadísticamente significativas en el control y los tratamientos en las plántulas de rábano y tomate de carne. Cabe resaltar los estudios realizados generalmente se han enfocado en ciertos microorganismos, como las bacterias las cuales han sido modelo a seguir para conocer las propiedades y mecanismo de acción que obstaculizan a las levaduras y hongos a ser buenos promotores de crecimiento vegetal. Facilitando la búsqueda de organismos no bacterianos, con potenciales aplicables en el sector agrícola (Tapia, 2020).

CONCLUSIONES

En la caracterización físico-química del estiércol de vicuña se encontraron diferencias significativas entre los factores de humedad de las muestras evaluadas en las zonas de Bolívar y Tungurahua en diferentes parámetros (seco y húmedo), mediante la prueba de Shapiro-Wilks para la comparación de medias, muestra un valor p menor al nivel de significancia ($p \leq 0.05$) lo cual lo hace idóneo para proceder a determinar la normalidad a través la prueba de Wilcoxon, determinando así que la humedad del estiércol de la zona de Tungurahua y la zona de Bolívar presentan distintos parámetros que dan un efecto positivo para la producción de microorganismo necesarios para el desarrollo de las plántulas. Con las pruebas mencionadas anteriormente se determinó que en el pH y la conductividad eléctrica no presentan diferencias significativas, es decir ($p > 0.05$). Al tener un valor de pH entre 7- 8.5 y una conductividad baja se lo denomina como alcalino, el cual no afecta al cultivo.

Se elaboró dos fertilizantes orgánicos de bajo costo a base de estiércol de vicuña con propiedades como, el pH obtenido del fertilizante es neutro, asegurando el desarrollo de la gran mayoría de microorganismos, que favorecen en el desarrollo y crecimiento de las plántulas de rábano (*Raphanus sativus*) y tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*), dando como resultado mayor longitud en tallo y raíz.

En conclusión, en la caracterización microbiológica se encontraron diferencias significativas entre tratamientos de la fuente bacteriana, mediante una prueba de comparación de medias de la prueba de Shapiro-Wilks, la cual indica un valor p mayor al nivel de significancia ($p > 0.05$). Para posteriormente llevar a cabo la prueba de normalidad mediante la T-student determinando así que la composición bacteriana del estiércol de la zona de Tungurahua y la zona de Bolívar sugieren un efecto positivo de estos microorganismos sobre la longitud de la raíz y el tallo así como en la capacidad de absorción radical reflejada en la presencia de pelos absorbentes al tener un efecto positivo en las plántulas es apto para desarrollar el fertilizante orgánico a partir de estiércol de la vicuña de las dos zonas analizadas.

RECOMENDACIONES

- Estudiar el impacto del estiércol de vicuña en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos a mediano y largo plazo evaluando las variables eco fisiológicas y de productividad en los cultivos con la aplicación de estiércol como fertilizante, para establecer su efecto final sobre rendimiento y calidad.
- Analizar la relación costo-beneficio ambiental de utilizar el estiércol de vicuña producido localmente en comparación con fertilizantes sintéticos, considerando rendimientos y características del cultivo

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, Evangelina y MARTÍNEZ, Zahaed. *Los actinomicetos y su aplicación biotecnológica.* [En línea] 2016 [Consultado el: 04 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000000626.pdf>, 2016.

ALFARO, Jorge. *El suelo y los abonos orgánicos.* [En línea] 2014 [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>, 2014.

BAUTISTA, Francisco y JIMÉNEZ, Juan. *Microrelieve y color del suelo como propiedades de diagnóstico en leptosoles cársticos.* s.l. : [En línea] 2003 [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57321101.pdf>, 2003.

CARVAJAL, MARÍA. Selección de levaduras con capacidad de síntesis de ácido indolacético y/o actividad ACC desaminasa y su aplicación para promover el crecimiento vegetal. [En línea] 2002. [Citado el: 10 de 12 de 2023.] Disponible en: <https://doi.org/10.7764/tesisUC/AGR/66200>.

CASADO, IÑIGO LAJAS, AGUADO, GORKA MAILLO Y RECALDE, PEDRO PEREZ.. *Crecimiento de las plantas en diferentes condiciones.* s.l. : [En línea] 2019 [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://www.laanunciataikerketa.com/trabajos/crecimientoplantas/crecimientoplantas.pdf>, 2019.

CASCO, Jose. El Estiercol-Ministerio de agricultura. [En línea] junio de 1948. [Consultado el: 10 de Noviembre de 2023.] Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1948_12.pdf.

CASTELLANOS, J. *Manual de Interpretacion de Analisis de Suelos y Aguas.* s.l. [En línea] 2000 : [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: https://www.intagri.com/public_files/Interpretacion-de-Analisis-de-Suelos-y-Aguas.pdf, 2000.

CERDAS, Ana. Evaluación del crecimiento y desarrollo de plantulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) Mill Y Chile Dulce (*Capsicum annuum*) Linn, Mediante la utilización de seis sustratos y tres metodos de fertilización en el cantón de San Carlos, Costa Rica. s.l. : [En línea] [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/60991235.pdf>, 2007.

DIAZ, Zurisadai. *Selección e identificación de especies de hongos ectomicorrizogénicos del estado de Hidalgo más competentes en medio de cultivo sólido.* s.l. : [En línea] 2006 [Consultado el: 12 de Noviembre de 2023.] Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/nuestro_alumnado/icap/licenciatura/documentos/Seleccion%20e%20identificacion%20de%20especies.pdf, 2006.

DOCAMPO, ROBERTO. *La importancia de la materia orgánica del suelo y su manejo en producción frutícola.* s.l. : [En línea] 2018 [Consultado el: 8 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1199/1/128221131113111309.pdf>, 2018.

FRANCO, MARCELA. Utilización de los actinomicetos en procesos de biofertilización. *Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM.* [En línea] 12 de 01 de 2010. [Citado el: 09 de 12 de 2023.] <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v16n2/a19v16n2.pdf>. ISSN.

Utilización de los actinomicetos en procesos de biofertilización. *Rev. peru biol.* [En línea] 2009. [Citado el: 05 de 12 de 2023.] http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332009000200019&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1727-9933.

GÓMEZ, Ricardo Efecto bioestimulante de dos abonos orgánicos complementarios en el crecimiento de plantines de tomate (*Solanum lycopersicum* L. Familia: Solanaceae) durante la fase de vivero.. [En línea] 2018 (El Salvador : Universidad del Salvador) [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/ir-:123456789-18307/Details>

GONZÁLES, Yesmy Los actinomicetos una visión como promotores de crecimiento vegetal. [En línea] (Bogotá : Pontificia Universidad Javeriana, 2010) [Consultado el: 17 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/ir-:123456789-18307/Details>

IGLESIAS, LUIS. 1995. *El estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente.* [En línea] 1995 Madrid : Instituto Nacional de Reforma Y Desarrollo Agrario, 1995. [Consultado el: 17 de Noviembre de 2023.] Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_01.pdf

JAMILLANO, Valla. *Botanica General-Universidad Nacional De La Patagonia San Juan Bosco-Facultad de Ciencias Naturales.* s.l. [En línea] : [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/o-v-tallo.pdf>, 2015.

JIMÉNEZ, Antonio, HERNÁNDEZ, Osvaldo y ACEVEDO, Gustavo. *Rhizospheric bacteria with potential benefits in agriculture ,Terra Latinoam vol.38 no.2 Chapingo abr./jun. 2020 Epub 20-Jun-2020,Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Ciénega. Av. Universidad 1115 Col Lindavista. 47820 Ocotlán, Jalisco.* s.l. : [En línea] 2020 [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792020000300333, 2020.

LEAL-ALMANZA, José, y Otros. *Microorganismos promotores de crecimiento vegetal con yeso agrícola en papa (Solanum tuberosum L.) bajo casa sombra.* s.l. [En línea] 2018 [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v52n8/1405-3195-agro-52-08-1149-en.pdf>, 2018.

LENCINAS, Marcos, y Otros. *Evaluation of the effect of viticulture biofungicide yeasts on the seed germination and growth of lettuce seedlings (Lactuca sativa L.) in vitro. Phytotoxicity analysis.* [En línea] 2021. [Citado el: 10 de 12 de 2023.] [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792020000400715&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0187-5779).

MALDONADO, César, y Otros. *Regulacion genetica y fisiologicadel desarrollo de los pelos raticulares.* s.l. [En línea] 2015 [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <file:///C:/Users/JOSE/Downloads/webcn,+CN66-062.pdf>, 2015.

MARTÍNEZ, Hayron, y Otros. *Respuesta de poblaciones microbianas que lideran el crecimiento en raíces y resistencia sistémica inducida.* s.l: [En línea] 2015 [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: file:///C:/Users/JOSE/Downloads/rcyt,+Gestor_a+de+la+revista,+main.pdf, 2015.

MEGIAS, Manuel, y POMBAL, Manuel. *Organos vegetales tallo.* s.l. : [En línea] 2018 [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/o-v-tallo.pdf>, 2018.

MORENO, Paola y OSORIO, Valeria. Promoción de crecimiento en plata de tomates (*Solanum lycopersicum*) por levaduras psicrófilas. [En línea] 2019 *Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca*. Bogotá : s.n., 2019. [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://repositorio.unicolmayor.edu.co/bitstream/handle/unicolmayor/305/1%20PARA%20SUBIR%20PROMOCION%20DE%20CRECIMIENTO%20EN%20PLANTAS%20DE%20TOMATE%20SOLANUM%20LYCOPERSICUM%20POTR%20LEVADURAS%20PSICROFILAS%20%282%29.pdf>

MUÑOZ, Daniel. *Bacterias Promotoras Del Crecimiento Vegetal: Mecanismos y Aplicaciones*. s.l. : [En línea] 2017 [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/65140/BENJUMEA%20MU%C3%91OZ%20DANIEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, 2017.

NARVÁEZ, Sonia y BENÍTEZ, Francisco. Propuesta de plan de manejo de la Alpaca “Lama pacos” ala comunidad espiga de oro, del cantón Cayambe. [En línea] 2010. [Citado el: 07 de 12 de 2023.] [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/155/11/03%20REC%2066%20%20Anexo%20propuesta%20espiga%20de%20oro.pdf>.

OLTRA, Josep y PORCUNA, José. *Cultivo ecológico de tomate y del pimiento*, Edita: *Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)*. s.l. [En línea] 2012: [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: https://www.icia.es/icia/download/Agroecolog%C3%ADa/Material/Cultivo_ecologico.pdf, 2012.

PACHECO, Sara. Determinación de la capacidad biofertilizante de actinomicetos en presencia de metales pesados. [En línea] 2016. [Citado el: 14 de 12 de 2023.] [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/467/Determinacion_PachecoHuerta_Sara.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

PEDRAZA, Raúl., y Otros. 2010. *Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos*. . s.l. : [En línea] 2010 [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/206/212>, 2010.

REYNA, Teresa, REYNA, Santiago y RIHA., María. *Importancia de la determinación de la humedad en estudios de infiltración y escorrentía superficial para períodos largos.* s.l. : [En línea] 2011 [Consultado el: 08 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/928/92819767007.pdf>, 2011.

Rivera, Ana. Efecto bioestimulante de dos abonos orgánicos complementarios en el crecimiento de plantines de tomate (*Solanum lycopersicum* L. Familia: Solanaceae) durante la fase de vivero. [En línea] 2018. [Citado el: 14 de 12 de 2023.] [Consultado el: 16 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19535/1/13101686.pdf>.

SALAS, Guillermo. *El pH del suelo en la agricultura.* s.l. : 2016 [Consultado el: 05 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <https://agropal.com/es/el-ph-del-suelo/>, 2016.

SALINAS, Daniel. *Apuntes sobre fisiología del crecimiento y desarrollo de la palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq.)* . s.l. : [En línea] 1999 [Consultado el: 10 de Noviembre de 2023.] Disponible en: file:///C:/Users/JOSE/Downloads/gecortes,+Gestor_a+de+la+revista,+1999_20_3_43-54.pdf, 1999.

SANTILLANA, Nery, ARELLANO, Consuelo y ZÚÑIGA, Doris. *Capacidad del Rhizobium de promover el crecimiento en plantas de tomate (Lycopersicon esculentum Miller).* s.l. : [En línea] 2005. [Consultado el: 10 de Noviembre de 2023.] Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162005000100007#:~:text=Este%20grupo%20de%20bacterias%20llamadas,del%20follaje%20de%20las%20plantas,2005.

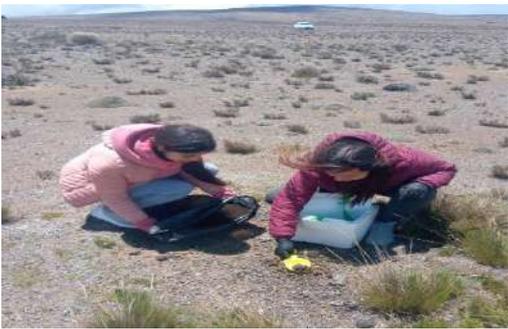
VALLA, Jamillano.. *Botanica General-Universidad Nacional De La Patagonia San Juan Bosco-Facultad de Ciencias Naturales.* s.l. : [En línea] 2015 [Consultado el: 14 de Noviembre de 2023.] Disponible en: <http://www.fcn.unp.edu.ar/sitio/botanicageneral/wp-content/uploads/2016/03/TPN%C2%BA-7-TALLO.pdf>, 2015.

ZEHFUSS, Gina. *La comunicación de las bacterias con las plantas.* s.l. : [En línea] 2008 [Consultado el: 12 de Noviembre de 2023.] Disponible en: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/59_2/PDF/10-516-72-.pdf, 2008.



ANEXOS

ANEXO A: FASE DE CAMPO Y RECOLECCION DE MUESTRA

	
A1. Reconocimiento de las estercoleras.	A2. Recolección del estiércol de vicuña en la RPFCh.

ANEXO B: DETERMINACIÓN DE pH.

	
B1. Muestras estándar	B2. Muestras del estiércol de vicuña a analizar
	
B3. Medición del pH	

ANEXO C: DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.



B1. Medición de la conductividad eléctrica

ANEXO D: DETERMINACIÓN DE COLOR



C1. Análisis de color del estiércol con el uso de las tablas de Munsell

ANEXO E: DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA



D1. Pesaje de las muestras de estiércol



D2. Muestras del estiércol de viciaña



D3. Calcinación del estiércol de la vicuña en la mufla



D4. Regulación de temperatura de las muestras en el desecador

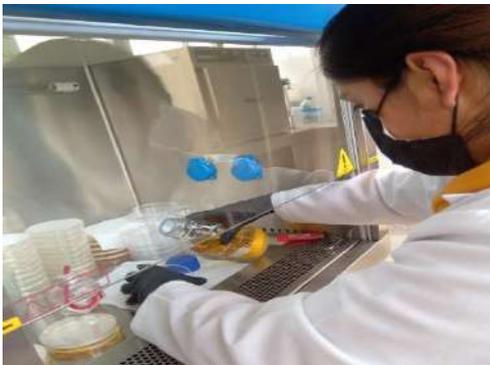
ANEXO F: REALIZACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO.



E1. Colocación de los medios de cultivo en la autoclave para su esterilización.



E2. Enfriamiento de medios de cultivo a temperatura ambiente.

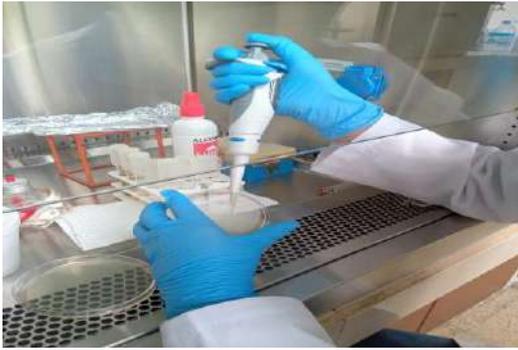


E3. Colocación de los medios de cultivo en las cajas Petri.



E4. Etiquetado de las cajas Petri según el cultivo colocado.

ANEXO G: PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN MADRE

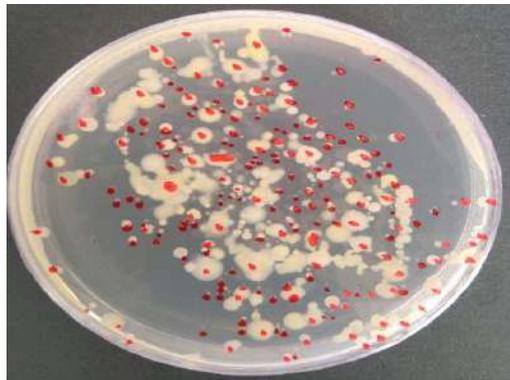


F1. Siembra de microorganismos en distintos medios de cultivos.



F2. Dispersión de microorganismos en los medios de cultivos.

ANEXO H: CONTEO Y AISLACIÓN DE MICROORGANISMOS.



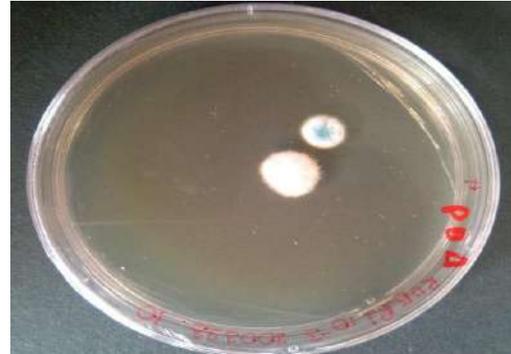
G1. Conteo de bacterias, hongos y actinomicetos de la zona 1 (Bolívar)



G2. Conteo de bacterias, hongos y actinomicetos de la zona 2 (Tungurahua)

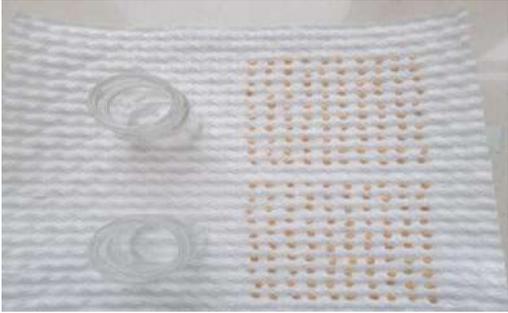
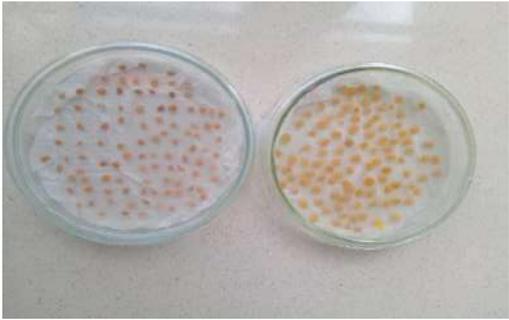


G3. Cultivos puros de bacterias, actinomicetos de la zona 1 (Bolívar)

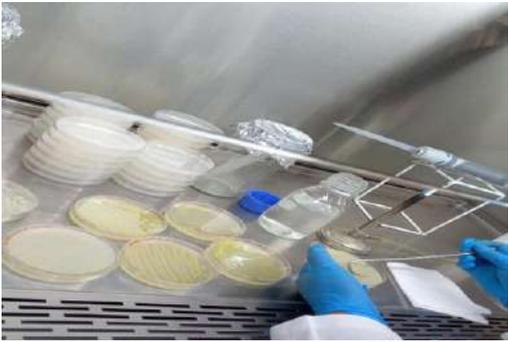


G4. Cultivo puro de hongo puro de la zona 1 (Bolívar)

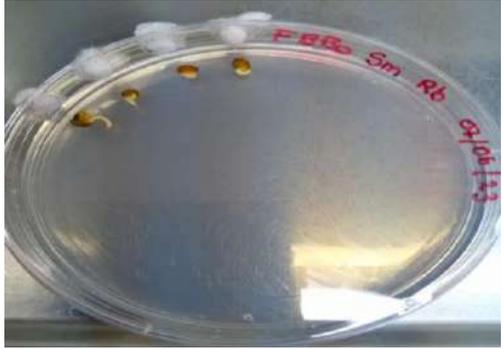
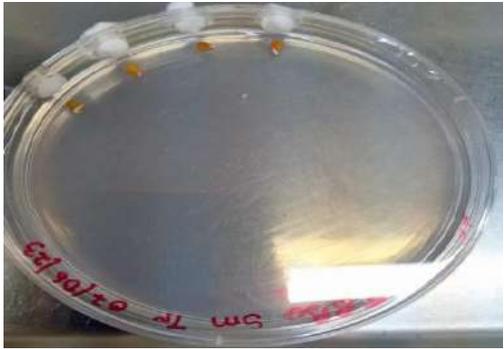
ANEXO I: GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS

	
<p>H1. Conteo de las semillas de tomate de árbol y riñón para su posterior remojo.</p>	<p>H2. Germinación semillas de tomate de árbol y riñón.</p>

ANEXO J: PUL DE BACTERIAS

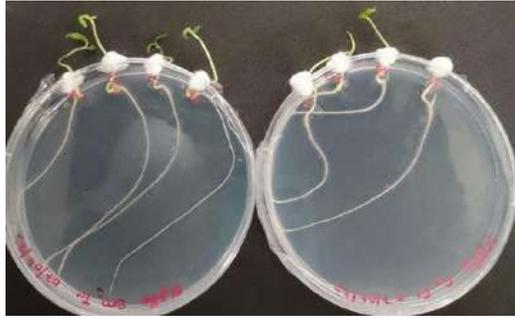
	
<p>I1. Realización del pul de bacterias de la zona 1 y zona 2.</p>	<p>I2. Fuente bacteriana de Bolívar y Tungurahua.</p>
	
<p>I3. Estriado de bacterias en medios de cultivos en AN.</p>	<p>I4. Bacterias en medios de cultivos en AN.</p>

ANEXO K: SIEMBRA DE SEMILLAS DE RÁBANO Y TOMATE RIÑÓN EN LAS CAJAS DE PETRI CON CULTIVOS PUROS DE BACTERIA, HONGOS Y ACTINOMICETOS.

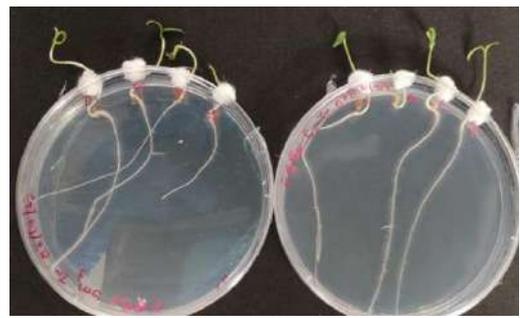
	
<p>J1. Colocación de las semillas de Tm y Rb en el medio de cultivo</p>	<p>J2. Sembrado de semillas de Rb en los medios de cultivos de bacterias de Bolívar y Tungurahua</p>
	
<p>J3. Sembrado de semillas de Tm en los medios de cultivos de bacterias de Bolívar y Tungurahua</p>	<p>J4. Etiquetado de las repeticiones realizadas</p>

ANEXO L: LONGITUD DE LAS PLÁNTULAS DE TOMATE DE RIÑÓN (TM) Y RÁBANO (RB) EN LA FUENTE BACTERIANA DE BOLÍVAR Y TUNGURAHUA (FBBO) (FBBTG) Y SUS CONTROLES (C_N).

	
<p>K1. Colocación de las cajas Petri en recipientes adecuados</p>	<p>K2. Cellado de recipientes con cada muestra</p>
	
<p>K3. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento Sm1 vs C1 (Bolívar)</p>	<p>K4. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento Sm2 vs C2 (Bolívar)</p>
	
<p>K5. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento Sm3 vs C3 (Bolívar)</p>	<p>K6. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento Sm1 vs C1 (Bolívar)</p>



K7. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento Sm2 vs C2 (Bolívar)



K8. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento Sm3 vs C3 (Bolívar)



K9. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento Sm1 vs C1 (Tungurahua)



K10. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento Sm2 vs C2 (Tungurahua)



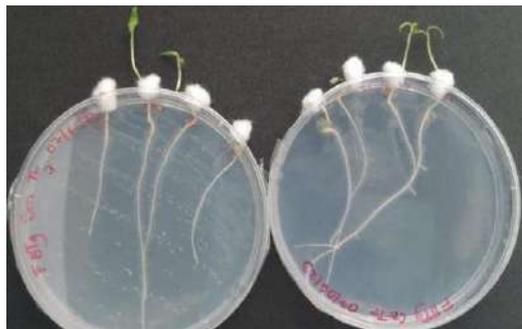
K11. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento Sm3 vs C3 (Tungurahua)



K12. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento Sm1 vs C1 (Tungurahua)

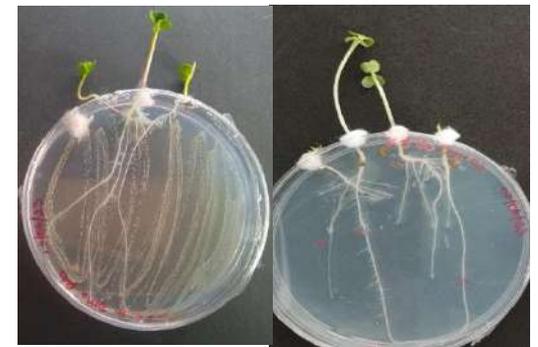
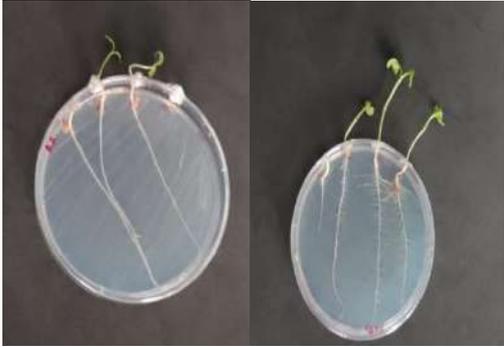


K13. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento Sm2 vs C2 (Tungurahua)

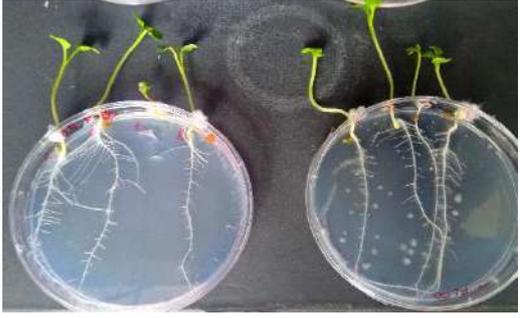
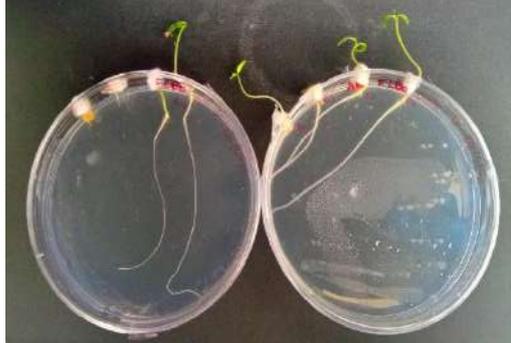
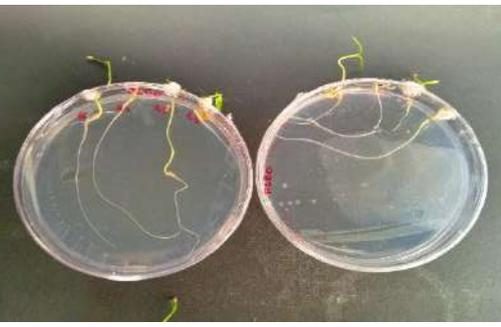


K14. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento Sm3 vs C3 (Tungurahua)

ANEXO M: LONGITUD DE LAS PLÁNTULAS DE TOMATE DE RIÑÓN (TM) Y RÁBANO (RB) EN LA FUENTE ACTINOS DE BOLÍVAR (FABO) Y CONTROLES (C_N).

	
<p>L1. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento Sm1 vs C1</p>	<p>L2. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento Sm2 vs C2</p>
	
<p>L3. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento Sm3 vs C3</p>	<p>L4. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento Sm1 vs C1</p>
	
<p>L5. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento Sm2 vs C2</p>	<p>L6. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento Sm3 vs C3</p>

ANEXO N: LONGITUD DE LAS PLÁNTULAS DE TOMATE DE RIÑÓN (TM) Y RÁBANO (RB) EN LA FUENTE LEVADURAS DE BOLÍVAR Y TUNGURAHUA (FLBO) – (FLVTG) Y SUS CONTROLES (C_N).

	
<p>M1. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento C1 vs Sm1 (Bolívar)</p>	<p>M2. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento C2 vs Sm2 (Bolívar)</p>
	
<p>M3. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento C3 vs Sm3 (Bolívar)</p>	<p>M4. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento C1 vs Sm1 (Bolívar)</p>
	
<p>M5. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento C1 vs Sm1 (Bolívar)</p>	<p>M6. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento C1 vs Sm1 (Bolívar)</p>



M7. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento C1 vs Sm1 (Tungurahua)



M8. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento C2 vs Sm2 (Tungurahua)



M9. Plántulas de Rb 8 días de crecimiento C3 vs Sm3 (Tungurahua)



M10. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento C1 vs Sm1 (Tungurahua)



M11. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento C2 vs Sm2 (Tungurahua)



M12. Plántulas de Tm 8 días de crecimiento C3 vs Sm3 (Tungurahua)

ANEXO O: RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICO -QUÍMICA

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA

ZONA	REPETICIÓN	PH HUMEDO	PH SECO	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA HÚMEDO MS/CM	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA SECO MS/CM	% HUMEDAD	% MATERIA ORGÁNICA
ZONA 1	R1	7,98	8,06	665	876	12,341	76,57
	R2	8,24	8,07	747	789	13,068	72
	R3	8,2	8,80	665	689	11,211	79,33
	R4	8,27	7,08	718	695	12,797	79,67
ZONA 2	R1	7,80	8,10	1495	2483	18,505	59,36
	R2	8,17	8,47	1691	1701	16,261	72,79
	R3	8,13	8,32	1397	1191	21,495	65,21
	R4	8,50	8,45	1681	2276	21,056	74,19
	R5	7,50	8,5	1667	2198	20,307	73,52
	R6	8,45	8,46	1476	2497	18,751	81,55
	R7	8,02	8,27	1509	2390	16,315	74,2
	R8	7,67	7,99	1399	2267	18,479	66,07
	R9	7,90	8,24	1589	2475	19,426	86,13
	R10	8,43	8,3	1456	2289	15,789	64,44
	R11	8,60	7,87	1690	1249	20,408	72,37
	R12	7,61	8,68	1686	1245	21,059	74,09

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 06/05 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Andrea Paola Barroso Chipantiza Aracely de los Angeles Masabanda Pilamunga
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Química
Título a optar: Química
 Dra. Magdy Mileni Echeverría Guadalupe, PhD Directora del Trabajo de Integración Curricular
 Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval, PhD. Asesora del Trabajo de Integración Curricular