



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONÓMICA



**LIXIVIADO DE LOMBRICOMPOSTA Y MICROORGANISMOS
EFICIENTES EN EL RENDIMIENTO DE AVENA FORRAJERA**
(Avena sativa L.) EN EL ALTIPLANO PUNO - 2022

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. RUSBEL SALAZAR ALEJO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

LIXIVIADO DE LOMBRICOMPOSTA Y MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL RENDIMIENTO DE AVENA FORRAJERA (Avena sativa L.) EN EL ALTIPLANO PUNO - 2022

AUTOR

RUSBEL SALAZAR ALEJO

RECuento DE PALABRAS

34202 Words

RECuento DE CARACTERES

173843 Characters

RECuento DE PÁGINAS

154 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.6MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 22, 2024 1:12 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 22, 2024 1:14 PM GMT-5

● 20% de similitud general

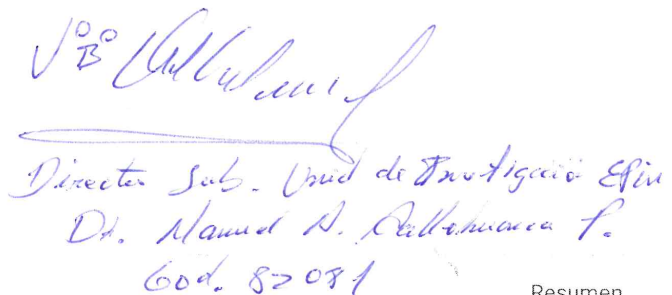
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 20% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 14 palabras)


Dr. CARLOS A. PALAO TUBREGUI
ING. AGRÓNOMO
C.I.P. - 18771


Director Sub. Unidad de Investigación Efin
Dr. Manuel S. Pallehuansa S.
Cod. 82081

Resumen



DEDICATORIA

Dedico este proyecto a DIOS, por llenarme de fuerza y sabiduría al emprender el camino de conocimiento en mi formación profesional que me condujo en el que me encuentro ahora; te lo dedico a ti padre celestial.

Con amor y aprecio a mi querida MADRE, por ser la razón de mi vida, por su inmenso apoyo y confianza en cada momento de mi vida, por motivarme a seguir adelante para lograr todas mis metas.

De la misma manera, a mi PADRE, quien es el soporte primordial de mi vida, por enseñarme, guiarme, comprenderme y apoyarme, por su amor incondicional y entrega absoluta, por todo su esfuerzo y dedicación, por sacar adelante su familia.

A mi HERMANO que, a pesar de no estar conmigo, se encuentra de manera espiritual, por ser mi ejemplo a seguir.

RUSBEL SALAZAR ALEJO



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Facultad de Ciencias Agrarias especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniera Agronómica, a todos los docentes que impartieron sus conocimientos y sus consejos a lo largo de todos estos años en mi formación profesional.

A mi director de tesis. D.Sc. Luis Alfredo Palao Iturregui por su inmensa paciencia, profesionalidad, consejos. Agradecerle por haberme ayudado y facilitado los materiales como los Microorganismos Eficientes (inactivos), Melaza y Humus de Lombriz así mismo el material didáctico (publicaciones científicas), sin su colaboración no habría sido posible el presente trabajo de investigación.

Al jurado evaluador, M.Sc. Juan Larico Vera, Dr. Mario Flores Aroni y Ing. Luis Amilcar Bueno Macedo por las recomendaciones.

A mis familiares y amigos, que de una u otra forma participaron en este trabajo de investigación, compartiendo momentos. Muchas gracias.

RUSBEL SALAZAR ALEJO



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	21
ABSTRACT.....	22
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL	24
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
CAPITULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES.....	26
2.1.1. Antecedente internacional.....	26
2.1.2. Antecedente Nacionales.....	27
2.2. ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE LA AVENA	28
2.2.1. Origen.....	28
2.2.2. La avena como cultivo de forrajero	29
2.2.3. Importancia del cultivo de avena forrajera	29
2.2.4. Calidad del forraje.....	30



2.2.5. Clasificación taxonómica.....	30
2.2.6. Características botánicas	31
2.2.7. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de avena.....	31
2.2.7.1. Requerimiento climático.....	31
2.2.7.2. Suelo.....	32
2.2.7.3. Fertilización.....	32
2.2.7.4. Época de siembra.....	32
2.2.8. Fases fenológicas	33
2.2.9. Variedades de avena forrajera y periodo.....	33
2.2.10. Manejo del cultivo	33
2.2.10.1. Elección del terreno.....	33
2.2.10.2. Preparación del terreno	33
2.2.10.3. Fertilización.....	34
2.2.10.4. Semillas.....	34
2.2.10.5. Siembra	34
2.2.10.6. Labores culturales.....	35
2.2.11. Cosecha	37
2.2.11.1. Momento oportuno de cosecha para heno y ensilaje	37
2.2.11.2. Utilización al pastoreo	38
2.2.11.3. Rendimiento de forraje y valor nutricional	38
2.2.11.4. Valor nutricional del forraje de avena	38
2.3. LUMBRICULTURA	39
2.3.1. Características generales	39
2.3.2. Clasificación taxonómica de la lombriz.....	40
2.3.3. Característica de la lombriz roja californiana	40



2.3.4. Lombricomposta	42
2.3.5. Lixiviado de lombricomposta	43
2.3.5.1. Efecto de los ácidos húmicos respecto a los suelos.	45
2.3.5.2. Efecto de los ácidos húmicos respecto a las plantas.	46
2.4. MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)	47
2.4.1. Generalidades de los Microorganismos eficientes (EM)	47
2.4.2. Activación de Microorganismos eficientes (EM)	48
2.4.3. Tipos de organismos presentes en los Microorganismos eficientes (EM) 49	
2.4.3.1. Bacterias Ácido Lácticas (Lactobacillus spp.)	50
2.4.3.2. Bacterias Fotosintéticas (Rhodopseudomonas spp.)	50
2.4.3.3. Levaduras (Saccharomycetes spp.)	51
2.4.3.4. Actinomicetes.....	51
2.4.3.5. Hongos de Fermentación	52
2.4.4. Aplicación de microorganismos eficaces (EM)	52
2.4.4.1. Aplicación microorganismos eficientes (EM) en la agricultura. 52	
2.4.4.2. Aplicación microorganismos eficientes (EM) en el suelo	53
2.4.4.3. Aplicación microorganismos eficientes (EM) en composteras ..	54
2.4.4.4. Aplicación microorganismos eficientes (EM) en residuos solidos	
.....	55
2.5. APLICACIÓN DE NUTRIENTES VÍA FOLIAR	55
2.5.1. Absorción de Nutrientes a Través de la Hoja	55
2.5.2. Fertilización foliar.....	57
2.5.3. Nutrición foliar.....	57
2.5.4. Cómo absorben los nutrientes en el tejido de las plantas.....	59
2.5.4.1. La absorción	59



2.5.5. Limitaciones de la alimentación foliar.....	63
2.5.6. Efectividad de la fertilización foliar.....	63
2.5.6.1. Solución de rociado.....	64
2.5.6.2. Condiciones ambientales.....	65
2.5.6.3. Estado de la Planta.....	66
2.5.6.4. Características de la hoja.....	68
2.6. PARÁMETROS BIOMÉTRICOS DEL CULTIVO DE AVENA	69
2.6.1. Características agronómicas.....	69
2.6.2. Análisis económico.....	69
2.6.2.1. Costos.....	69
2.6.2.2. Clasificación de los costos de producción.....	69
2.6.2.3. Rentabilidad.....	71
CAPITULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO	72
3.1.1. Ubicación política.....	72
3.1.2. Ubicación geográfica (en coordenadas UTM).....	72
3.1.3. Historial de campo experimental.....	72
3.2. TÉCNICA METODOLÓGICA.....	73
3.2.1. Temperatura y precipitación de la campaña agrícola 2021 - 2022.....	73
3.2.2. Climograma del área experimental.....	75
3.3. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	80
3.3.1. Semilla.....	81
3.3.2. Microorganismos eficientes (EM).....	81
3.3.3. Humus de lombriz.....	81



3.4. MATERIALES Y EQUIPOS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	82
3.5. FACTORES EN ESTUDIO	83
3.6. DIMENSIONES DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	84
3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	85
3.8. VARIABLES EN ESTUDIO.....	86
3.8.1. Variables de respuesta.....	86
3.8.2. Observaciones	87
3.9. CONDUCCIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL	88
3.9.1. Elección del terreno	88
3.9.2. Muestreo de suelo	88
3.9.3. Preparación del terreno	88
3.9.4. Marcado y distribución	89
3.9.5. Fertilización	89
3.9.6. Densidad de semilla de avena forrajera	89
3.9.7. Labores culturales	90
3.9.7.1. Aplicación de los abonos foliares.....	90
3.9.7.2. Deshierbo.....	90
3.9.7.3. Control fitosanitario	91
3.9.8. Corte de forraje verde	91
3.9.9. Ensilado.....	91
3.9.10. Desembolsado del ensilado.....	92
3.11. EVALUACIONES REALIZADAS.....	93
3.11.1. Evaluación de características agronómicas en la aplicación de lixiviados de lombricomposta y microorganismos eficientes en el cultivo de avena forrajera (<i>Avena sativa</i> L.)	93



3.11.1.1. Altura de planta (cm)	93
3.11.1.2. Diámetro de tallo (cm/tallo).....	93
3.11.1.3. Longitud de hoja (cm/hoja).....	93
3.11.1.4. Número de hojas (Nº/planta)	94
3.11.1.5. Número de macollos por planta (Nº/planta)	94
3.11.2. Rendimiento con la aplicación de lixiviados de lombricomposta y microorganismos eficientes en el cultivo de avena forrajera (<i>Avena sativa</i> L.).....	94
3.11.3. Evaluación del costo de producción e índices de rentabilidad en el cultivo de avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>) con la aplicación de lixiviados de lombricomposta y microorganismos a través del análisis Beneficio- Costo.	95
3.11.3.1. Costos variables.....	95
3.11.3.2. Costos fijos.....	95
3.11.3.3. Costo total de producción de forraje verde (S/.)	95
3.11.3.4. Rendimiento de producción de forraje verde (kg/ha).....	96
3.11.3.5. Precio de venta por kilogramo forraje verde “ensilado” (S/.) ..	96
3.11.3.6. Ingreso Bruto (S/.).....	96
3.11.3.7. Ingreso Neto (S/.)	96
3.11.3.8. Rentabilidad (%).....	96
3.10.3.9. Relación beneficio/costo (S/.).....	96

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS EN LA APLICACIÓN DE LIXIVIADOS DE LOMBRICOMPOSTA Y



MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL CULTIVO DE AVENA FORRAJERA	97
4.1.1. Altura de planta	97
4.1.2. Diámetro de tallo.....	101
4.1.3. Longitud de hoja	105
4.1.4. Número de hojas por planta	109
4.1.5. Número de macollos por planta	113
4.2. DETERMINACIÓN DEL MEJOR RENDIMIENTO EN LA APLICACIÓN DE LIXIVIADOS DE LOMBRICOMPOSTA Y MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL CULTIVO DE AVENA FORRAJERA	117
4.2.1. Materia verde	117
4.3. EVALUACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN E ÍNDICES DE RENTABILIDAD EN EL CULTIVO DE AVENA FORRAJERA (<i>Avena sativa L.</i>) CON LA APLICACIÓN DE LIXIVIADOS DE LOMBRICOMPOSTA Y MICROORGANISMOS EFICIENTES A TRAVÉS DEL ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO.....	121
V. CONCLUSIONES	124
VI. RECOMENDACIONES	125
VII. REFERENCIAS.....	126
ANEXOS.....	130
PANEL FOTOGRÁFICO.....	141

ÁREA : Ciencias agrícolas

TEMA: Manejo agronómico de cultivos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 25 de julio de 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Composición nutricional de la avena forrajera	31
Tabla 2 Valor nutricional de avena forrajera por variedades en el INIA Puno.	38
Tabla 3 Composición bioquímica del humus de lombriz	42
Tabla 4 Composición químico orgánico del lixiviado de lombricomposta	44
Tabla 5 Datos de temperatura. máxima, mínima, media y precipitación campaña 2021 – 2022.....	73
Tabla 6 Datos de temperatura y precipitación de los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022.....	75
Tabla 7 Análisis físico químico del suelo experimental	79
Tabla 8 Análisis Químico del Lixiviado de lombricompost.....	80
Tabla 9 Factores y dosis de aplicación.....	83
Tabla 10 Clave de Tratamientos	84
Tabla 11 Análisis de varianza (ANVA).....	85
Tabla 12 Evaluación organoléptica del ensilado.....	92
Tabla 13 Análisis de variancia para la altura del cultivo de avena variedad tayco.....	97
Tabla 14 Análisis de variancia de efectos simples para la interacción microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la altura de planta en el cultivo de avena variedad tayco.	98
Tabla 15 Interacción de promedios de dos factores, microorganismos eficientes (EM) con lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la altura de planta del cultivo de avena.	99
Tabla 16 Análisis de variancia para el diámetro del cultivo de avena variedad tayco.	102



Tabla 17	Análisis de varianza de efectos simples para la interacción microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el diámetro de tallo de planta en el cultivo de avena variedad tayco.....	103
Tabla 18	Interacción de promedios de dos factores, microorganismos eficientes (EM) con lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el diámetro de tallo del cultivo de avena.	104
Tabla 19	Análisis de variancia para longitud de hoja del cultivo de avena variedad tayco.....	106
Tabla 20	Análisis de varianza de efectos simples para la interacción microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la longitud de hoja en el cultivo de avena variedad tayco.	107
Tabla 21	Interacción de promedios de dos factores, microorganismos eficientes (EM) con lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la longitud de hoja del cultivo de avena.	108
Tabla 22	Análisis de variancia para número de hojas/planta del cultivo de avena...	110
Tabla 23	Análisis de varianza de efectos simples para la interacción microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el número de hojas por planta en el cultivo de avena variedad tayco.....	111
Tabla 24	Interacción de promedios de dos factores, microorganismos eficientes (EM) con lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el número de hojas/planta del cultivo.	112
Tabla 25	Análisis de variancia para número de macollos por planta del cultivo de avena.	114



Tabla 26	Análisis de varianza de efectos simples para la interacción microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el numero de macollos /planta en el cultivo de avena variedad tayco.	115
Tabla 27	Interacción de promedios de dos factores, microorganismos eficientes (EM) con lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el número de macollos por planta del cultivo avena variedad tayco	116
Tabla 28	Análisis de variancia para longitud de hoja del cultivo de avena variedad tayco.....	118
Tabla 29	Análisis de varianza de efectos simples para la interacción microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el rendimiento de materia verde del cultivo de avena variedad tayco.	119
Tabla 30	Interacción de promedios de dos factores, microorganismos eficientes (EM) con lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el rendimiento de materia verde del cultivo avena	120
Tabla 31	Costos de producción y beneficio económico por hectárea.....	122
Tabla 32	Promedio de altura de planta (cm)	130
Tabla 33	Promedio de Diámetro de tallo: (cm/tallo)	130
Tabla 34	Promedio de Longitud de hoja: (cm/hoja)	130
Tabla 35	Promedio de Numero de hojas: (N°/planta).....	131
Tabla 36	Promedio de Numero de macollos por planta: (N°/planta).....	131
Tabla 37	Promedio de rendimiento de forraje verde (kg/m2).....	131
Tabla 38	Costo de producción y análisis económico del tratamiento 1: EMoLHL0	132
Tabla 39	Costo de producción y análisis económico del tratamiento 2: EMoLHL1	133
Tabla 40	Costo de producción y análisis económico del tratamiento 3: EMoLHL2	134
Tabla 41	Costo de producción y análisis económico del tratamiento 4: EM1LHL0	135



- Tabla 42** Costo de producción y análisis económico del tratamiento 5: EM1LHL1 136
- Tabla 43** Costo de producción y análisis económico del tratamiento 6: EM1LHL2 137
- Tabla 44** Costo de producción y análisis económico del tratamiento 7: EM2LHL0 138
- Tabla 45** Costo de producción y análisis económico del tratamiento 8: EM2LHL1 139
- Tabla 46** Costo de producción y análisis económico del tratamiento 9: EM2LHL2 140



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1	Tipos de agentes físicos, químicos y microbiológicos. 58
Figura 2	Las diferentes capas que proporcionan protección a la hoja de la planta... 58
Figura 3	Penetración y absorción de abono foliar hasta el conducto vascular 60
Figura 4	Movimiento apoplástico transporte de ATP hacia las diferentes partes de la planta esto se conoce con el nombre de traslado 61
Figura 5	Descripción del movimiento sintoplasmático 62
Figura 6	Evolución de las Temperatura y Precipitación durante el desarrollo del experimento. 74
Figura 7	Climograma de la campaña 2018, 2019, 2020 y 2021. 77
Figura 8	Climograma promedio de los últimos cuatro años 2018-2019-2020-2021.77
Figura 9	Efecto simple, microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la altura de planta de avena variedad tayco. 100
Figura 10	Efecto simple, microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la altura diámetro del tallo del cultivo de avena variedad tayco. 104
Figura 11	Efecto simple, microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la longitud de hoja del cultivo de avena variedad tayco. 108
Figura 12	Efecto simple, microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el número de hojas por planta del cultivo de avena variedad tayco..... 112
Figura 13	Efecto simple, microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la altura de planta de avena variedad tayco. 116



Figura 14	Efecto simple, microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la altura de planta de avena variedad tayco.	120
Figura 15	Ubicación del área experimental	141
Figura 16	División de parcelas del área experimental	141
Figura 17	Siembra y abonamiento del área experimental.....	142
Figura 18	Tapado de la siembra mecánicamente	142
Figura 19	Obtención y pesado de humus de lombriz fresco	143
Figura 20	Remojado de humus de lombriz fresco en 20 litros de aguas	143
Figura 21	Materiales para la activación de Microorganismos Eficientes	143
Figura 22	Se hirvió 2 litros de agua, Incorporación de melaza y melaza en los 2 litros de agua hervida.....	143
Figura 23	Se EM 1 kg incorporo 16 litros de agua tiempo después se incorporó microorganismos eficientes	144
Figura 24	Sellado hermético del EM	144
Figura 25	Primera aplicación foliar de los tratamientos en el área experimental	144
Figura 26	Evaluación de macollos por planta (Numero de macollos/planta).....	144
Figura 27	Evaluación de altura de planta (cm)	145
Figura 28	Evaluación de Diámetro de tallo (cm/tallo).....	145
Figura 29	Evaluación de de longitud de hoja (cm/hoja)	145
Figura 30	Separación de hoja y tallos para su evaluación	145
Figura 31	Evaluación de Numero de hojas (Numero de hojas/planta)	146
Figura 32	Evaluación de la fase fenológica del cultivo	146
Figura 33	Elaboración de grano lechoso del cultivo de avena.....	146
Figura 34	Incorporación aleatoria de un área de m ² para su respectivo corte.....	146
Figura 35	Corte de avena al ras del suelo dentro del área de un m ²	147



Figura 36	Pesado de la materia verde dentro del área de un m ²	147
Figura 37	Elaboración de ensilado tipo trinchera de 4m ³	147
Figura 38	Incorporación de sal en el ensilado en cada 15 cm de altura.....	147
Figura 39	Picado de avena con materia verde de 5 a 8 cm de altura	148
Figura 40	Destapado de ensilado a los 4 meses de almacenado mediante patas	148
Figura 41	Evaluación de características del ensilado como color (verde amarillo a dorado), olor (agradable no muy fuerte).....	148
Figura 42	Evaluación de características del ensilado como sabor (agradable) y tacto (suave y uniforme al tacto).	148



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Croquis de las parcelas experimentales	149
Anexo 2 Información meteorológica SENAMHI estación Cabanillas – Puno	150
Anexo 3 Certificado de análisis de suelos	151
Anexo 4 Descripción de características físicas, biológicas y químicas de microorganismos eficientes (EM)	152



ACRÓNIMOS

C.V. = Coeficiente de Variación

C.M. = Cuadrados Medios

F.V. = Fuente de Variabilidad

F_c = F Calculada

F_t = F Tabular

S.C. = Suma de Cuadrados

n.s. = No Significativo

* = Es Significativo

** = Es Altamente Significativo

ANVA = Análisis de Varianza

PP = Precipitación

EM = Microorganismos Eficientes

LHL = Lixiviado de Humus de Lombriz

lt/ha = Litros por Hectarea



RESUMEN

El cultivo de avena (*Avena sativa* L.) se emplea en la alimentación del ganado, como forraje, pastoreo y heno o ensilado. El objetivo fue determinar la producción del cultivo de avena con la aplicación de fertilización foliar con el uso de lixiviados de lombricomposta (LHL) y microorganismos eficientes (EM), En el Sector de Chillo - Huataquita - Cabanillas – San Román – Puno, durante la campaña agrícola 2021-2022. Con 27 unidades experimentales de 200m², bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con un factorial de 3x3, con un total de 9 tratamientos que representa: 0 % EM con 0 lt/ha LHL (EMoLHL0); 0 % EM con 10 lt/ha LHL (EMoLHL1); 0 % EM con 20 lt/ha LHL (EMoLHL2); 5 % EM con 0 lt/ha LHL (EM1LHL0); 5 % EM con 10 lt/ha LHL (EM1LHL1); 5 % EM con 20 lt/ha LHL (EM1LHL2); 7.5 % EM con 0 lt/ha LHL (EM2LHL0); 7.5 % EM con 10 lt/ha LHL (EM2LHL1); 7.5 % EM con 20 lt/ha LHL (EM2LHL2), con tres repeticiones. Los resultados indican que la mayor altura de planta fue de 176.17 cm al aplicar EM2LHL2; siendo similar a 174.64 cm al aplicar EM1LHL2. El mayor diámetro de planta fue de 5.67 mm al aplicar EM2LHL2; siendo similar a 5.63 m al aplicar EM1LHL2. La mayor longitud de hoja de planta fue de 56 cm al aplicar EM2LHL2; siendo similar a 55 cm al aplicar EM1LHL2. El mayor número de hojas de planta fue de 47.37 al aplicar EM1LHL2; siendo similar a 44.43 m al aplicar EM2LHL2. El mayor número de macollos fue de 8.30 al aplicar EM1LHL2; siendo similar a 17.83 m al aplicar EM1LHL1. El rendimiento de materia verde fue de 62.2 tn/ha en el tratamiento EM2LHL2. La mayor rentabilidad fue en el tratamiento EM2LHL2 con 113.57 % equivalente a un beneficio costo de 2.14; la más baja fue en el tratamiento EMoLHL0 con 66.01 %, equivalente a un beneficio costo de 1.66 para ambos.

Palabras clave: Avena, Forraje, Lixiviado, Lombricomposta, Microorgánicos Eficientes.



ABSTRACT

The cultivation of oats (*Avena sativa* L.) is used to feed livestock, as forage, grazing and hay or silage. The objective was to determine the production of the oat crop with the application of foliar fertilization with the use of vermicompost leachates (LHL) and efficient microorganisms (EM), in the Chillo - Huataquita - Cabanillas - San Román - Puno Sector, during the agricultural campaign 2021-2022. With 27 experimental units of 200m², under a Random Complete Block Design (DBCA), with a 3x3 factorial, with a total of 9 treatments that represent: 0% EM with 0 lt/ha LHL (EMoLHL₀); 0% EM with 10 lt/ha LHL (EMoLHL₁); 0% EM with 20 lt/ha LHL (EMoLHL₂); 5% EM with 0 lt/ha LHL (EM₁LHL₀); 5% EM with 10 lt/ha LHL (EM₁LHL₁); 5% EM with 20 lt/ha LHL (EM₁LHL₂); 7.5% EM with 0 lt/ha LHL (EM₂LHL₀); 7.5% EM with 10 lt/ha LHL (EM₂LHL₁); 7.5 % EM with 20 lt/ha LHL (EM₂LHL₂), with three repetitions. The results indicate that the highest plant height was 176.17 cm when applying EM₂LHL₂; being similar to 174.64 cm when applying EM₁LHL₂. The largest plant diameter was 5.67 mm when applying EM₂LHL₂; being similar to 5.63 m when applying EM₁LHL₂. The greatest plant leaf length was 56 cm when EM₂LHL₂ was applied; being similar to 55 cm when applying EM₁LHL₂. The highest number of plant leaves was 47.37 when EM₁LHL₂ was applied; being similar to 44.43 m when applying EM₂LHL₂. The highest number of tillers was 8.30 when applying EM₁LHL₂; being similar to 17.83 m when applying EM₁LHL₁. The green matter yield was 62.2 tn/ha in the EM₂LHL₂ treatment. The highest profitability was in the EM₂LHL₂ treatment with 113.57% equivalent to a cost benefit of 2.14; the lowest was in the EM₀LHL₀ treatment with 66.01%, equivalent to a cost benefit of 1.66 for both.

Key words: Oats, forage, leachate, vermicompost, efficient microorganisms.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La avena (*Avena sativa* L.) es una gramínea anual muy versátil en su adaptabilidad a distintas condiciones ambientales y con altas altitudes. Siendo uno de los más cultivados en la sierra peruana, por su alto potencial de producción forrajera, facilidad de manejo del cultivo, buena palatabilidad y digestibilidad en estado de forraje verde, heno y/o ensilado (Choque, 2005).

En la región Puno, al estar en una zona agroecológica con aptitud ganadera, la avena (*Avena sativa* L.) es de gran importancia agrícola como cultivo forrajero de corte, siendo preferida por los ganaderos, debido a que la planta se aclimata al medio ambiente andino, obteniendo buenos rendimientos de biomasa forrajera en comparación a otras especies forrajeras de corte, manteniendo la preferencia de los productores (Choque, 2005).

La avena forrajera, actualmente cuenta con una baja producción debido a las inadecuadas e inoportunas prácticas agronómicas en el cultivo por lo que la producción de forraje de manera artesanal, repercute en la baja productividad ganadera (Choque, 2005).

La fertilización química es la culpable de la degradación, debido a las altas concentraciones de nutrientes que son aplicados, estos terminan contaminando todo el suelo y las aguas superficiales. El uso de materia orgánica para el suelo es vital siendo una fuente esencial para reconstruir sus características naturales (Castellanos, 2018).

La fertilización foliar es mejor que la fertilización edáfica, cuando se presentan deficiencias nutricionales con presencia de agudos síntomas de deficiencia en los tejidos.



Esto se debe a que los nutrientes son aplicados por aspersión sobre la superficie de las hojas, puesto que la absorción es relativamente rápida. Esta técnica no reemplaza a la fertilización edáfica, la complementa, proporcionando a las plantas nutrientes que no pueden obtener mediante la fertilización edáfica. Siendo más ventajosa (Castellanos, 2018).

La fracción líquida que se obtiene de los procesos de compostaje se conoce como extractos, té y lixiviados en el caso de humus de lombriz, y son considerados como fertilizantes líquidos orgánicos (Castellanos, 2018).

En el caso de los microorganismos eficientes (EM), su aplicación en la agricultura es múltiple: como suscitador del crecimiento de las plantas y inhibidor de enfermedades. Estos microorganismos no son nocivos, ni tóxicos, ni genéticamente modificados por el hombre; por el contrario, son naturales, benéficos y altamente eficientes (Higa, 2002).

Por esta razón el presente trabajo de investigación está ligado al estudio de la producción de forraje verde en respuesta al efecto de la aplicación de lixiviado de lombricomposta y microorganismos eficientes en el rendimiento del cultivo avena forrajera (*Avena sativa* L.), en las fases fenológicas oportunas, siendo la especie en estudio la avena forrajera variedad tayco, por su adaptabilidad al medio y producción de biomasa forrajera. El objetivo del presente trabajo es el siguiente:

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el rendimiento del cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.) a la aplicación de lixiviados de lombricomposta y microorganismos eficientes en el altiplano de Puno.



1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las características agronómicas aplicando lixiviados de lombricomposta y microorganismos eficientes en el cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.), en el altiplano de Puno.
- Determinar el mayor rendimiento en la aplicación de lixiviados de lombricomposta y microorganismos eficientes en el cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.), en el altiplano de Puno.
- Evaluar el costo de producción e índices de rentabilidad en el cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.) con la aplicación de lixiviados de lombricomposta y microorganismos a través del análisis Beneficio-Costo, en el altiplano de Puno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedente internacional

Antonio (2016) en su proyecto de tesis titulado: Respuesta del cultivo de avena forrajera a la aplicación de lixiviados de lombricomposta en Cuautitlán Izcalli, México. Reporta que en especial las hortalizas, utilizan fertilizantes alternativos a los fertilizantes químicos, tales como abonos orgánicos, estiércol, lixiviado y abonos verdes; el efecto de la fertilización de abonos orgánicos contra la fertilización química y la combinación entre ellos, afecta la calidad y producción de cualquier cultivo. El objetivo del presente trabajo fue: Evaluar la respuesta del cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.) a la aplicación de lixiviados de lombricomposta. El análisis estadístico se realizó a través del análisis de varianza y prueba t-student para muestras independientes. Los tratamientos: Se evaluaron los siguientes tratamientos: T1: Aplicación de fertilizante químico (70-40-00) en la siembra y la segunda fertilización (70-70-00) en la etapa vegetativa, a los 50 días después de la emergencia) y T2: Aplicación de lixiviados de lombricomposta a una dosis de 3.0 l ha⁻¹, en dos aplicaciones: la primera a los 50 días y la segunda a los 96 días, después de la emergencia. Estas aplicaciones fueron en forma foliar. obtuvieron un rendimiento promedio de forraje en base húmeda de 73.79 y 91.03 Mg ha⁻¹, para la aplicación de fertilizante químico y lixiviado, respectivamente. De materia en base seca fue de 16.31 y 20.21 Mg ha⁻¹, respectivamente; el cual fue estadísticamente significativo en cada parámetro.



2.1.2. Antecedente Nacionales

Cartagena (2015) en su proyecto de tesis titulado: Rendimiento y Calidad de Semilla de Avena (*Avena Sativa* L.) con Incorporación de Estiércol de Ovino, Vacuno y Lombriz Tratado con Fósforo y Calcio en Puno. Reporta la evaluación de la calidad fisiológica, física y sanitaria de las semillas, y evaluar el costo de producción y el beneficio económico del rendimiento de semillas. El objetivo del presente trabajo fue: Determinar el rendimiento de semilla en la avena variedad Tayco en respuesta al abonamiento con estiércol de ovino, vacuno y lombriz tratado con fósforo y calcio. Bajo un diseño de bloque completo al azar (DBCA) con un arreglo factorial de 3x3, con 9 tratamientos y 27 unidades experimentales. Los resultados indican que los mayores rendimientos de semilla fueron de 2059.10 y 1931.60 kg/ha en los tratamientos estiércol de lombriz + hidróxido de calcio y estiércol de lombriz + fosfato diamónico, respectivamente. El mayor número de macollos fue de 10.90 macollos/planta en el tratamiento estiércol de lombriz + hidróxido de calcio. La mayor altura de planta fue de 153.66 cm al aplicar hidróxido de calcio; siendo similar a 150.33 cm/planta con fosfato diamónico. La mayor rentabilidad fue en el tratamiento estiércol de lombriz + hidróxido de calcio con 51.71% equivalente a un beneficio costo de 1.52; la más baja fue en los tratamientos estiércol ovino y vacuno con 13.90 y 14.02%, equivalente a un beneficio costo de 1.14 para ambos tratamientos.

Bustinza (2018) en su proyecto de tesis titulado: Efecto de la aplicación de abonos foliares orgánicos a base de algas marinas y biol sobre el rendimiento de semilla de avena (*Avena sativa* L.) en el CIP Camacani – UNA – Puno. Reporta la producción de semillas forrajeras de calidad aplicando un conjunto de prácticas agronómicas oportunas en el cultivo de tal manera que aseguren la producción y



la viabilidad de las semillas. El objetivo del presente trabajo fue: Determinar el rendimiento de semilla en la avena forrajera variedad Tayco en respuesta a la aplicación de abonos foliares orgánicos de biol y a base de algas marinas “Nutrisil”. Bajo un Diseño de Bloque Completamente al Azar (DBCA), con factorial de 3x3, que hacen 9 tratamientos Biol (B) y Alga marina (A), T1: 0 L/ha + 0 L/ha (B0A0); T2: 0 L/ha + 1 L/ha (B0A1); T3: 0 L/ha + 2 L/ha (B0A2); T4: 1 L/ha + 0 L/ha (B1A0); T5: 1 L/ha + 1 L/ha (B1A1); T6: 1 L/ha + 2 L/ha (B1A2); T7: 2 L/ha + 0 L/ha (B2A0); T8: 2 L/ha + 1 L/ha (B2A1) y T9: 2 L/ha + 2 L/ha (B2A2), con 3 repeticiones con un total de 27 unidades experimentales. Los resultados indican que los mayores rendimientos de semilla fueron de 3083.33 (A2B2). El mayor número de macollos fue de 8.77 macollos/planta en el tratamiento (A2B1). La mayor altura de planta fue de 1.77 m al aplicar (A2); siendo similar a 1.76 m con (B2). La mayor rentabilidad fue en el tratamiento (B2A2) con 101.87 % equivalente a un beneficio costo de 2,02.

2.2. ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE LA AVENA

2.2.1. Origen

El cultivo de avena (*Avena sativa* L.), tuvo su origen en Asia Central y el Mediterráneo su historia es desconocida, aparentemente este forraje no llegó a tener importancia en épocas pasadas, pues antes de ser cultivado la avena fue considerada una maleza. Los primeros restos arqueológicos relacionados a este cultivo se hallan en Egipto y Europa central, los mismos que datan de la Edad de Bronce (Choque, 2005).



2.2.2. La avena como cultivo de forrajero

La avena es un cereal anual, muy cultivado en países templados y subtropicales el cual se adapta a las condiciones tropicales de gran altitud. Los granos de avena son usados como alimento humano y animal, a su vez se puede usar para pastoreo o para conservar como heno. La avena forrajera posee una composición química muy equilibrada, se distingue de otros cereales debido a sus características naturales teniendo un alto contenido de proteína y composición de aminoácidos equilibrado, grasas y aceites que posee este grano de alta calidad, así refuerza su valor energético. Contiene vitaminas B1, B2 y B6, así como vitaminas A, K y E. también contiene valiosos minerales, micronutrientes, antioxidantes y esteroides (Castellanos, 2018).

2.2.3. Importancia del cultivo de avena forrajera

En épocas secas se origina escasez forrajera requiriendo la búsqueda de alternativas de conservación y promoviendo el uso de especies arbóreas para complementar las necesidades alimentarias. El ensilaje, aparte de conservar los forrajes, permite reducir los riesgos de contaminación, aminorar los niveles de metabolitos secundarios o factores anti nutricionales que puedan estar presentes en el follaje de algunas plantas y garantizar un suministro permanente a los animales (Aguirre & Cabrera, 2010). Su importancia ha ido aumentando en los últimos años, en consecuencia, a la falta de gramíneas para la alimentación animal en las épocas de sequía, los elevados costos de los cereales y alimentos balanceados, dan como resultado la necesidad de buscar el ingenio de aprovechar más los recursos locales a favor de las producciones pecuarias, promoviendo un estado sostenible y altamente productivo (Aguirre & Cabrera, 2010).



2.2.4. Calidad del forraje

La nutrición se refiere a la relación que existe entre el valor nutritivo de ingrediente y la capacidad de los animales para convertirlos en productos como: carne, leche, huevos, grasa, quedando en función el grado de digestibilidad; la calidad del forraje se define por la capacidad de suministrar los requerimientos nutricionales necesarios a los animales incluyendo su aceptabilidad, estructura química y digestibilidad del mismo. Existen dos métodos de cosecha para la avena para forraje o para grano. Al implementar la avena como forraje, se puede cortar alrededor de 105 días y el grano llega a su madurez fisiológica a los 160 días, teniendo producciones de forraje de 45 a 50 tn/ha y un 16% de proteína. En grano de 3,7/tn/ha con un 18% de proteína (Fontanetto, 2008).

2.2.5. Clasificación taxonómica

Flores (2005) ubica taxonómicamente en la siguiente escala:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Género	:	Avena
Especie	:	<i>Avena sativa</i> L.

2.2.6. Características botánicas

La avena, posee raíces fibrosas más abundantes y profundas que otros cultivos forrajeros; sus tallos; son gruesos, erectos y cilíndricos que varían de 0.5 a 2 m de altura, compuesto de nudos y entrenudos huecos, produce buen número de macollos variando entre 5 – 12 por planta según la variedad y sus hojas están compuesto de vaina enrollada en el entre nudo, láminas de las hojas son planas y alargadas, tienen una longitud promedio de 25 cm y un ancho de 1 hasta 2 cm; carecen de aurícula. La inflorescencia; viene a ser una panoja o panícula laxa y abierta ramificada, polinización autógama, con dos a tres espiguillas, su flor es un racimo de espiguillas, situadas sobre los pedúnculos largos y su fruto es en cariósipide vestida algo alargado y puntiagudo en ambos extremos, conocido como grano o semilla (Choque, 2005).

Tabla 1

Composición nutricional de la avena forrajera

Componentes	Porcentajes (%)
Humedad	11.0 – 12.0
Carbohidratos	65.0 – 70.0
Proteína	12.0 – 16.0
Grasa	4.5 – 7.5
Fibra	1.5 – 3.0
Ceniza	2.0 – 2.5

Fuente: Castellano, 2018

2.2.7. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de avena

2.2.7.1. Requerimiento climático

La avena es una gramínea anual, adaptada a climas fríos y húmedos, sensible a altas temperaturas, especialmente en las etapas de



floración y formación de grano. Requiere más humedad que otros cereales, aunque tiene baja tolerancia al exceso de ella. En el Perú, se cultivan desde los 1500 a 4000 msnm de altitud, requiere una temperatura de 6°C para germinar y de 12 – 16 °C para completar su floración. En condiciones de secano, se requiere una precipitación pluvial mayor de 600 mm al año (Sagarpa, 2014).

2.2.7.2. Suelo

Para la producción de avena se requiere suelos profundos de textura franco, franco – arcillosos y franco – limoso con pH 5.0 a 7.5 sin problemas de salinidad, es eficaz como cultivo explorador puede sembrarse en terrenos de barbecho o en terrenos de “rompe” de pastos naturales, permitiendo aprovechar mejor los nutrientes del suelo. (Choque, 2005).

2.2.7.3. Fertilización

Depende del análisis de suelo, la mitad del nitrógeno y todo el fosforo se aplica al sembrarse y durante el macollamiento se aplica la otra mitad del nitrógeno, para suelos de mediana fertilidad, se recomienda dosis de 80-46-00 de N-P-K/ha (Choque, 2005).

2.2.7.4. Época de siembra

Se recomienda en el mes de noviembre a diciembre para la producción de forraje. La cantidad de semilla suele ser variable de 100 a 150 kg/ha (Choque, 2005).



2.2.8. Fases fenológicas

La escala se da mediante la morfología externa (desarrollo y crecimiento) del cultivo de avena es la germinación, crecimiento de plántula, macollaje, elongación del tallo, estado de bota, emergencia de inflorescencia, antesis, desarrollo lechoso del grano, desarrollo pastoso del grano y madurez fisiológica (Ramírez et al., 2015).

2.2.9. Variedades de avena forrajera y periodo

Las variedades promisorias de la región son: INIA - 902 africana, INIA 904 Vilcanota y Tayco siendo la más cultivada por su adaptación y rendimiento (INIA, 2006).

La duración del ciclo vegetativo desde noviembre a abril; sin embargo, depende mucho de la variedad, es decir existen variedades tardías, semi precoces (Argote y Ruiz, 2011).

2.2.10. Manejo del cultivo

2.2.10.1. Elección del terreno

Se recomienda la siguiente rotación cíclica: cañihua o quinua - avena forrajera - tarhui o haba. Puede sembrarse después de papa o en terrenos de rompe, los suelos deben ser profundos, francos y de buena fertilidad (Argote y Ruiz, 2011).

2.2.10.2. Preparación del terreno

Una vez elegido el terreno, la época de preparación del suelo, aradura y rastrado o mullido, se realiza en el mes de agosto, pasando para



ello rastra dos veces en forma cruzada para desmenuzar los terrones y quedar bien mullido el suelo (Flórez, 2005).

2.2.10.3. Fertilización

Un análisis de suelo es lo más recomendable, puesto que el nitrógeno es el elemento más esencial para la avena. Sin embargo, su exceso produce el tumbado de las plantas. Recomendando la fertilización con fósforo y potasio (Flórez, 2005).

2.2.10.4. Semillas

La pureza física de la semilla es un indicador de la calidad, pero no basta establecer únicamente el porcentaje. También es necesaria la naturaleza de las impurezas. En la mayoría de las especies, se debe buscar pureza > a 98% (Bustinza, 2018).

Se debe utilizar semilla certificada, con un porcentaje mínimo de 95 % de poder germinativo, que asegure la pureza varietal y la calidad de la semilla, para ello se obtienen de centros autorizados de venta de semillas o de la Institución Nacional de Innovación Agraria de todo el país. Las semillas deben ser tratadas con un fungicida como por ejemplo el Vitavax 300, que es aplicado con una dosis de 250 gr / 100 kg de semilla de avena, con la finalidad de prevenir el ataque del “carbón”, que es común en este tipo de cultivo (INIA, 2002).

2.2.10.5. Siembra

Siembra al voleo. Consiste en esparcir la cantidad de semilla sobre el terreno dando dos pasadas, luego se tapa con una pasada de rastra.



Siembra en líneas. En surcos se apertura con yunta o tractor con distanciamientos de 40 cm, se distribuye la semilla a chorro continuo al fondo del surco, y la profundidad de siembra recomendada, según tipo de suelo, es de: 4-5 cm en suelos livianos secos y de 3-4 cm en suelos arcillosos (Choque, 2005).

Para lograr una buena siembra Rosser et al (2013) recomienda lo siguiente:

- Semilla (95 a 98 % de poder germinativo).
- Densidad de semilla 80 a 120 kg/ha.
- Surcado (25 a 30 centímetros).
- Desinfección de la semilla con vitavax u Homy a 250gr/100kg de semilla.
- Métodos de Siembra (en línea o al voleo).
- Tapado (una pasada de rastra).
- En suelos compactos y secos, se recomienda sembrar en surcos, para facilitar el manejo de malas hierbas, con separación entre surcos de 20 cm.

2.2.10.6. Labores culturales

Las labores culturales se realizan en relación directa con las condiciones climatológicas que se presentan durante el ciclo vegetativo y según la incidencia de malezas, plagas y enfermedades y otros factores negativos que afecten el normal desarrollo de la planta (Argote y Ruiz, 2011).



a) **Control de malezas**

Las malezas compiten con las plantas de avena por agua, aire, nutrientes y luz, de emergencia a entalla miento, después de esta fase, la avena supera en tamaño a las malezas y éstas al no recibir luz mueren. Se recomienda efectuar un deshierbo manual de malezas en la fase de macollamiento, junto con la fertilización complementaria de nitrógeno, el cual tiene la ventaja de favorecer la aireación del suelo y el enterrado del fertilizante. Para evitar la proliferación de malezas se precisan dos precauciones (Choque, 2005).

b) **Control de plagas y enfermedades**

El cultivo debe ser monitoreado periódicamente para descubrir señales de plagas, así como la presencia de enfermedades (Bustinza, 2018).

b.1) Plagas

- **Pájaros.** Los daños a los cultivos son debido a que comen grandes cantidades de granos maduros. Pudiéndose controlar con cebos envenenados.
- **Roedores.** Estos se comen a las plantas causando daños muy considerables. Controlándose con el uso de cebos envenenados a base de sulfato de talio.
- **Áfidos o pulgones.** Existen pulgones de follaje, cogollo y espiga. Se muestran dos tipos, los alados y los sin alas o ápteros deformando las plantas. Controlándose mediante el uso de enemigos naturales.



- **Nematodos.** Los cuales se mencionan a continuación: Angina, Ditydenchus, Belonolaimus, Tylenchorhynchus, Pratylenchus y Heterodera.

b.2) Enfermedades

Los cereales pueden ser atacados por organismos como hongos, y virus, causantes de enfermedades. Estas plantas también pueden ser afectadas por otros tipos de enfermedades causadas por condiciones ambientales, que afectan su fisiología. El carbón vestido (*Ustilago levis*), este se comporta de un modo parecido al tizón del trigo (*T. caries*). El carbón vestido, no se manifiesta al exterior, pues el aspecto de la planta es normal, pero el interior del grano está completamente lleno de polvo negruzco. El carbón desnudo (*Ustilago avenae*), destruye toda la panícula, dejando sólo el eje central.

2.2.11. Cosecha

2.2.11.1. Momento oportuno de cosecha para heno y ensilaje

La cantidad y calidad del forraje depende del estado fenológico de corte del cultivo forrajero. Para ensilado el corte puede realizarse en plena floración hasta grano lechoso. Para el henificado la cosecha se recomienda al estado de grano lechoso, es cuando el forraje tiene mejor calidad nutricional y para producción de semilla se realiza después de 210 días, recomendando completar la madures y el secado en parvas, pudiendo ser trillada mecanizada o manual (INIA, 2006).

2.2.11.2. Utilización al pastoreo

Las variedades de avena de invierno y facultativo en la fase macollamiento, se usan al pastoreo, como ración complemento para vacas o ganado en engorde; con agregado de heno, ensilado y pasto (Argote y Ruiz, 2011).

2.2.11.3. Rendimiento de forraje y valor nutricional

Los rendimientos de materia verde y seca de variedades dependen del abonamiento, semilla, labores culturales y tiempo de cosecha. Las variedades promisorias de avena forrajera para Puno son: Vilcanota I, Mantaro 15, Acchiles y Amuri y Tayko con rendimiento que oscilan entre 16 a 22 Ton/ha de materia seca (Choque, 2005).

2.2.11.4. Valor nutricional del forraje de avena

Los factores que influyen en la calidad de forraje de avena son la madurez de la planta, fertilización del suelo, métodos de cosecha y almacenamiento, así como el medioambiente, fertilidad y tipo del suelo y genotipo (Cherney, 2005).

Tabla 2

Valor nutricional de avena forrajera por variedades en el INIA Puno.

N°	Variedades de avena	Proteína (%)	Fibra cruda (%)
1	Africana	9.26	29.78
2	Vilcanota I	7.64	30.00
3	Tayco	7.41	29.68
4	Cayuse	7.18	30.01

Fuente: INIA (2006)



2.3. LUMBRICULTURA

2.3.1. Características generales

Las lombrices de tierra tienen una distribución amplia y hay aproximadamente 8.000 especies a nivel mundial y de estas pocas son estudiadas. Todas las especies terrestres de lombrices se alimentan de materia orgánica descompuesta y sustancias orgánicas existentes en suelos húmedos que ingieren al excavar (Sánchez, 2018).

La lombriz (*Eisenia foetida*) es una especie hermafrodita incompleta más conocida y empleada en más del 80 % de los criaderos del mundo por adaptarse a diferentes condiciones de clima y altitud, además de ser la más prolífera, con longevidad próxima a los 16 años, posee gran capacidad reproductiva alcanzando su madurez sexual entre los 2 a 3 meses de vida, copula cada 7 días, duplicando su población entre los 45 y 60 días. Cada lombriz produce 2 cápsulas o huevos, abriéndose al cabo de 12 a 21 días según sea la temperatura del medio, cada huevo contiene de 2 a 20 lombrices (Piza, 2017).

Las lombrices mineralizan enzimáticamente la materia orgánica en el primer tercio de su aparato digestivo y luego la humifican en la parte posterior del intestino por acción de los microorganismos presentes en esta sección intestinal. Siendo un fertilizante orgánico de estructura coloidal, producto de la digestión de la lombriz (Cansing, 2009).

La lombricultura es una actividad agropecuaria y consiste en la crianza técnica de lombrices en cautiverio cuyo objetivo inmediato es la producción de humus de lombriz el cual es un abono enteramente orgánico (Somarriba y Guzmán, 2004).



2.3.2. Clasificación taxonómica de la lombriz

Sánchez (2018) menciona que la clasificación taxonómica es:

Reino : Animal

Tipo : Anélido (cuerpo anillado)

Clase : Oligoqueto

Orden : Opisthoro

Familia: Lumbricidae.

Género: Eisenia.

Especie: Foétida.

2.3.3. Característica de la lombriz roja californiana

- Posee boca, pero no tiene dientes, succiona los alimentos para lograr su alimentación.
- Los rayos ultravioletas la matan en poco tiempo.
- Su cuerpo es cilíndrico, anillado y presenta de 120 a 175 segmentos, y está recubierta de una fina cutícula, con una longitud en estado adulto de 6 a 8 cm. y un diámetro de 3 a 5 mm, su color va de blanco rosa y ya adulta color rojo oscuro.
- Respira a través de la epidermis, depositando el humus en un 1/3 de su recorrido, por lo que la cutícula debe mantenerse adecuadamente húmeda.
- Su aparato circulatorio está provisto de cinco pares de tubos musculares (corazones) y posee tres pares de riñones.



- **Es hermafrodita:** Posee tanto ovarios, como testículos, es incapaz de auto fecundarse por lo que necesita del acoplamiento de otra de su especie, el apareamiento se produce al situarse en posición paralela en sentido inverso las dos lombrices de tal forma que se corresponda al aparato genital masculino con el femenino, al realizarse esto se produce un intercambio de espermatozoide quedando ambas lombrices fecundadas.
- **Clitellium:** Con forma de anillo de color blanco rosado, está situado en el tercio anterior dotado de una glándula que se encarga de secretar las sustancias que forman los capullos o cocones ò cápsulas donde se alojan los huevos fecundados, dicho capullo tiene forma de pera de 2-3 mm de diámetro, de color verde amarillo hasta verde rojizo que se abre de los 14 a los 21 días en condiciones favorables, humedad, temperatura etc.
- Dichas lombrices al salir miden 1mm aproximadamente y tienen un peso en estado adulto de 0.8 a 1g e ingieren diariamente el 100% de su peso en materia orgánica en descomposición y del cual el 60% es excretado abono orgánico y el 40% es asimilado y se convierte en biomasa de lombriz.
- La madurez sexual la adquieren a los 3 meses y a partir que se forma el Clitelo están aptas sexualmente para el apareamiento el cual se produce con un intervalo mínimo de 7 días y tiene un tiempo de duración de 15 minutos. Elevada Prolificidad 2 a 21 lombrices que en condiciones óptimas dan lugar a dar hasta 1,500 descendientes lombrices/ año.
- **Glándulas Calcíferas:** conocidas como glándulas de Morren, son unos órganos especiales que segrega carbonato de calcio y cumplen la función de controlar el pH, así como inhibe ciertos hongos y bacterias que se encuentran en los sustratos orgánicos que consume.

- **Regeneración:** La lombriz posee poder regenerativo de segmentos perdidos, pero solo si la lesión o destrucción afecta la última porción del intestino, pero si la lesión de componente la región anterior la lombriz muere. Una lombriz es 80% agua y 20% materia seca, posee el 65% de proteína (Sánchez, 2018).

2.3.4. Lombricomposta

El Producto de las deyecciones de lombriz roja, es un abono orgánico con características muy propias que lo hacen prácticamente insuperable ya que logra incrementar hasta en un 300% la producción de hortalizas, verduras y otros productos vegetales (Castellanos. 2018).

Tabla 3

Composición bioquímica del humus de lombriz

Componente	Contenido
Materia orgánica	50 – 60 %
Humedad	45 – 60 %
Nitrógeno	2 – 3 % s.s
Fosforo	1 – 1.5 % s.s
Potasio	1 – 1.5 % s.s
Carbono Orgánico	20 – 35 %
Ácidos Fulvicos	2 – 3 % s.s
Ácidos Húmicos	5 – 7 % s.s
Micro elementos	1 %
Flora microbiana	20x10 ⁹ /g peso seco
Retención de Humedad	1.8 su volumen
pH	7 - 7.5 (Neutro)

Fuente: Castellanos (2018), s.s = sobre seco (en materia seca)



Su origen se da por las lombrices que ingieren diariamente una cantidad de comida equivalente a su propio peso y emiten el 60% transformado en humus de lombriz. A partir de cruces genéticos y mejoras programadas, se logró una longevidad de 16 años, una mayor prolificidad bajo condiciones óptimas, hasta 1500 pequeñas lombrices anualmente y deyecciones orgánicas con una riqueza en flora bacteriana de prácticamente el 100% con dos billones de colonias de bacterias vivas y activas por gramo de humus producido (Castellanos, 2018)

2.3.5. Lixiviado de lombricomposta

El lixiviado de lombricomposta es uno de los productos que se obtienen al cambiar el proceso tecnológico en la cría de la lombriz roja californiana. Las canteras de lombrices se notó un ligero mejoramiento paulatino en las plantas que se encontraban alrededor del cultivo de lombrices, estas plantas mostraban comportamientos inusuales ya que llegaban a puntos de floración más rápido que cualquier otra. De acuerdo con análisis efectuados por diferentes laboratorios se ha encontrado que es un producto de excelente calidad el cual ayuda a mejorar el suelo acelerando el proceso de asimilación de nutrientes por la planta. Su composición orgánica está basada en el contenido de ácidos húmicos, producto de la descomposición regulada de la misma, además de estar suplida por ácidos fúlvicos, urónicos melánicos e himatomelánicos. Además, allí se encuentran aminoácidos y fitohormonas, los cuales están presentes en la misma composición de los desechos orgánicos minerales de los procesos de compostaje (Martínez, 2016).

El lixiviado de humus de lombriz también llamado té de humus, es una solución acuosa preparada a partir del humus de lombriz sólido. Al igual que éste,

contiene ácidos húmicos y fúlvicos, materia orgánica, nutrientes básicos y secundarios, así como gran cantidad de microorganismos benéficos. Puede utilizarse en el riego como abono foliar aplicándose directamente al suelo, y supone un complemento excelente a la fertilización de cualquier cultivo. El humus de lombriz líquido contiene la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en el humus de lombriz (sólido), entre los que se incluyen los humatos más importante como son: los ácidos húmicos, fúlvicos, úlmicos, entre otros (Peñaranda & Londoño, 2007).

Tabla 4

Composición químico orgánico del lixiviado de lombricomposta

Elemento	Resultado
Carbono orgánico soluble	1.64 g/l
Nitrógeno (NT)	0.21 g/l
Fosforo (P205)	34.0 p.p.m.
Potasio (K20)	4.77 g/l
Calcio (CaO)	0.36 g/l
Magnesio (MgO)	0.16 g/l
Azufre	72.0 p.p.m.
Hierro	75.0 p.p.m.
Manganeso	1.2 p.p.m.
Cobre	0.2 p.p.m.
Zinc	2.0 p.p.m.
Boro	1.5 p.p.m.
Sodio	0.26 g/l
pH	8.41
Densidad	1.003 g/c.c.

Fuente: Peñaranda & Londoño (2007)



2.3.5.1. Efecto de los ácidos húmicos respecto a los suelos.

- Acelera la división celular a través de fitohormonas, facilita la traslocación de hierro y fosforo, desde las raíces hacia los brotes de las plantas.
- Actúa como catalizador de las reacciones químicas por la formación de la cadena húmica y además respiratoria.
- Aumenta la agregación de partículas al suelo impregnando la estructura del mismo, con una proporción balanceada de macro y micro elementos (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, B, Zn). Así como la aireación y labranza. Aumenta la capacidad de retención de agua a niveles aprovechables para las plantas.
- Aumenta la resistencia al ataque de patógenos debido a las exudaciones bactericidas y bacteriostáticas generando plantas más fuertes y vigorosas con mayor resistencia a plagas y enfermedades.
- Disminuye el shock por trasplante y riesgos de stress en los cultivos, aumenta la productividad de las plantas incrementando la capacidad de intercambio catiónico y promoviendo una función conservante a los nutrientes minerales de las plantas.
- Estimula la formación de la flora microbiana donde esta no existe y ayuda a preservar la existente, debido a su alto contenido de microorganismos benéficos.
- Facilita una mayor conversión de elementos minerales, el ácido húmico es eficaz en la conservación del hierro lo que permite una mayor protección de las plantas.



- Incrementa considerablemente la capacidad de intercambio catiónico y la retención y disponibilidad de los nutrientes aplicados a través de los fertilizantes. Aumenta las propiedades tampón (buffer) del suelo y la formación de tizada de iones metálicos aun en condiciones alcalinas.
- Incrementa el desarrollo y crecimiento de miles de microorganismos como efecto enriquecedor de fracciones húmicas que contribuyen a la estimulación directa del crecimiento de las plantas mediante la liberación lenta de auxinas, aminoácidos y fosfatos orgánicos.
- Mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo, como la estructura, el color, la consistencia y la capacidad de mantener y regular el contenido de agua, agregación, estructuración, aireación, permeabilidad, infiltración y aumento de la hidroscopia del suelo.

2.3.5.2. Efecto de los ácidos húmicos respecto a las plantas.

- Aumenta la capacidad de germinación de las semillas, acelerando su respiración y capacidad de retención de humedad necesaria para salir del estado de latencia.
- Permite inhibir la toxicidad del amonio a nivel de raíz de los cítricos, permitiendo mayor desarrollo radicular y crecimiento de la parte superior de las plantas.
- Aumenta el valor vegetativo y del índice del área foliar de las plantas.
- Acelera el crecimiento vegetal, energizando las auxinas de crecimiento, por disposición de nitratos de absorción inmediata que



permiten aumentar el desarrollo del sistema radicular al formar extensas cabelleras de la rizosfera.

- Los cultivos debido a la acción positiva de las bacterias benéficas predominantes en el combricompost (2×10 a la doce, bacterias vivas benéficas por cm cubico) actúa como un potenciador de funguicida, insecticidas, etc.
- Mayor longevidad de plantas semipermanentes y permanentes.

2.4. MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)

2.4.1. Generalidades de los Microorganismos eficientes (EM)

Su concepto y tecnología fue desarrollado PhD. Teruo Higa, profesor de horticultura de la Facultad de Agricultura de la Universidad Ryukyus en Okinawa, Japón, los estudios fueron desarrollados en la década de los 70, estudios concluidos en el año 1982, su descubrimiento consistió, en aplicar al suelo una mezcla de cultivos de varios microorganismos que tenía en su laboratorio, las plantas crecían más sanas y vigorosas que las plantas vecinas donde no había la mezcla, naciendo el interés por conocer más sobre los efectos benéficos de esos microorganismos, no solo para producir alimentos de alta calidad, libres de agroquímicos, sino también para el manejo de desechos sólidos y líquidos, siendo una opción viable y sostenible para la producción agrícola dentro de los parámetros orgánicos y biológicos, no afectando al medio ambiente (Higa, 2002).

El principio fundamental de esta tecnología fue la introducción de un grupo de microorganismos benéficos para mejorar las condiciones del suelo, suprimiendo la putrefacción (incluyendo enfermedades) microbios. Acelerando la descomposición natural de materias orgánicas y durante la fermentación produce



ácidos orgánicos que normalmente no está disponible como: ácidos lácticos, ácidos acéticos, aminoácidos y ácidos málicos, sustancias bioactivas y vitamina (Higa, 2002).

El EM viene únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. No es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente. Dichos microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos secundarios de microorganismos eficientes. Actuando de manera que toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus. Estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo así la proporción de NPK y C/N, siendo capaz de mantener una elevada calidad de la producción (Toalombo, 2012).

2.4.2. Activación de Microorganismos eficientes (EM)

El EM-1 es un “concentrado” de microorganismos en estado latente que necesita ser activado para su uso en las distintas aplicaciones del EM. Para la activación es necesario contar con un recipiente de plástico (bidón, tanque, tarrina) que pueda cerrarse herméticamente. Las proporciones a utilizar son las siguientes:

- 5 % de EM 1
- 5 % de melaza de buena calidad o azúcar



- 90 % de agua libre de cloro. Si el agua contiene cloro debe dejarse 24 horas en un recipiente abierto para que el cloro se volatilice.

Se calienta el agua a unos 35 - 40 °C. vertiendo la melaza en una olla y mezclando con una cantidad más o menos proporcional de agua caliente para que se diluya fácilmente. Luego se calienta la mezcla manteniéndola durante 20 minutos a una temperatura de 60° C o hasta llegar a los 80° C, lo que suceda primero.

Posteriormente se vierte en un recipiente, agua caliente, la mezcla de melaza y agua y por último el EM-1. Se cierra herméticamente durante 7 a 10 días a una temperatura entre 25 y 40 ° C. Es recomendable abrir el recipiente a los 4 o 5 días para que expulsen los gases producidos por la fermentación. A partir de ese momento el EM ya está Activado y listo para su uso. El EM Activado se conserva en un lugar fresco y oscuro a temperatura ambiente, debe utilizarse antes de los 60 días de activado de lo contrario pierde su efectividad (Higa, 2002).

2.4.3. Tipos de organismos presentes en los Microorganismos eficientes

(EM)

El EM acelera la ruptura de compuestos como proteínas, azúcares, grasas y fibras, promoviendo la rápida descomposición de la materia orgánica, trabajando en dos vías primarias: a) por exclusión competitiva de otros microorganismos nocivos y b) por la producción de subproductos beneficiosos como enzimas, ácidos orgánicos, aminoácidos, hormonas, y antioxidantes que promueven la salud del medio ambiente. Su cualidad facultativa permite extender sus beneficios a ambientes anaeróbicos y aeróbicos. Por actuar a través de la fermentación, eliminando los malos olores (Higa, 2002).



Liesel (2015) menciona que los microorganismos que se encuentran en el EM son las siguientes:

2.4.3.1. Bacterias Ácido Lácticas (*Lactobacillus* spp.)

Es un esterilizante que suprime microorganismos dañinos (patógenos) como fusarium, que aparecen en programas de cultivos continuos, ayuda a la descomposición de sustancias como la lignina y la celulosa fermentándolos, transformándolos sin causar influencias negativas en el proceso.

Algunos microorganismos de este grupo son:

Lactobacillus plantarum

Lactobacillus casei

Lactobacillus spp.

Streptococcus lactis.

2.4.3.2. Bacterias Fotosintéticas (*Rhodopseudomonas* spp.)

Son un grupo de microbios independientes y autosuficientes. Estas sustancias útiles incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, los cuales promueven el crecimiento y desarrollo de la planta. Las bacterias autótrofas sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía.

Algunas bacterias fototrópicas presentes en este grupo son:



Rhodospseudomonas palustris.

Rodobacter lactis.

Rodobacter spp.

2.4.3.3. Levaduras (Saccharomycetes spp.)

La levadura ayuda a fermentar la materia orgánica y contiene vitaminas y aminoácidos. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomiceto.

Algunas levaduras presentes en este grupo eficaces son:

Saccharomyces cerevisiae.

Saccharomyces spp.

Candida utilis.

Aspergillus oryzae.

Mucor hiemalis.

2.4.3.4. Actinomicetes

Los actinomicetes funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biácidas). Benefician el crecimiento y actividad del *Azotobacter* y de las micorrizas.

Algunos actinomicetos presentes en este grupo son:



Streptomyces albus, y *Streptomyces greuseus*

2.4.3.5. Hongos de Fermentación

Los hongos de fermentación como el *aspergillus* y *penicillium* actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, esteres y sustancias antimicrobianas, eliminando de esta manera el desarrollo de malos olores, previniendo la aparición de insectos y gusanos perjudiciales. Esto es lo que produce la desodorización.

2.4.4. Aplicación de microorganismos eficaces (EM)

Con la aplicación de EM en el suelo, en un cultivo o en cualquier otro medio, los microorganismos efectivos entran en competencia con otros microbios autóctonos del medio, por lo cual reforzamos su aplicación, a través de un uso integral y repetido del EM, obteniendo mejores resultados con una mayor población de microorganismos benéficos. Los principales beneficios para los cultivos se originan en el mantenimiento de la materia orgánica durante la etapa de crecimiento. Los macro y micronutrientes solubles están más disponibles a causa de la rápida descomposición de las macromoléculas que los liberan (Higa, 2002).

2.4.4.1. Aplicación microorganismos eficientes (EM) en la agricultura

Los principales beneficios para los cultivos se originan en el mantenimiento de la materia orgánica durante la etapa de crecimiento. Los macro y micronutrientes solubles están más disponibles a causa de la rápida descomposición de las macromoléculas que los liberan (Higa, 2002).



Los principales efectos del EM en área agrícola son los siguientes:

- Acelera la descomposición natural de los restos de cosecha.
- Ayuda a las plantas a crear resistencia a plagas y enfermedades.
- Incrementa la eficiencia de materia orgánica como fertilizante.
- Mejora la calidad de producción: tamaño, color y resistencia de la cáscara.
- Mejora la capacidad fotosintética de las plantas.
- Mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos.
- Promueve el crecimiento de las raíces y el desarrollo de las plantas.
- Solubiliza nutrientes en el suelo.
- Suprime algunos patógenos que habitan en el suelo.

2.4.4.2. Aplicación microorganismos eficientes (EM) en el suelo

Los efectos de microorganismos eficientes (EM) en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Además ayuda a acelerar la descomposición natural de los residuos orgánicos dejados en el campo después de la cosecha (Higa, 2022).

Los principales efectos del EM en el suelo son los siguientes:

Aumenta la población de microorganismos benéficos y ayuda a suprimir los microorganismos causantes de enfermedades; incluso



contribuye a reducir los nematodos. Consecuentemente, disminuye el uso de fungicidas y nematicidas.

Aumenta la producción natural de humus y favorece la producción de sustancias orgánicas beneficiosas que promueven el crecimiento, mejorando la nutrición de las plantas al estar soluble el fósforo y el potasio.

Aumenta la viabilidad y disponibilidad de los nutrientes al suelo.

Ayuda a mejorar la estructura y porosidad del suelo.

Estimula el crecimiento de las raíces, mejorando la capacidad de absorción de agua y nutrientes.

Promueve la formación de agregados en el suelo y aumenta la resistencia contra la compactación.

2.4.4.3. Aplicación microorganismos eficientes (EM) en composteras

Los microorganismos eficientes (EM) en el Compost, acelera la descomposición de la materia orgánica y neutralizan los malos olores generados en el proceso. Los objetivos principales del uso de EM® para compost son:

Generación de sustancias bioactivas como enzimas, hormonas, amino ácidos.

Incrementar la solubilización de nutrientes.

Inocular y activar a los microorganismos benéficos al suelo a través de materia orgánica compostada.



Reducción de la generación de olores ofensivos e insectos nocivos.

Disminuye el tiempo de compostaje.

2.4.4.4. Aplicación microorganismos eficientes (EM) en residuos sólidos

La experiencia de compost con la tecnología de EM, perfectamente puede aprovechar al manejo de desechos orgánicos urbanos con alta calidad de abono orgánico y su proceso es más rápido a comparación del manejo convencional, no genera mal olor ni moscas. Por lo que el EM es buena herramienta y estrategia para las autoridades municipales o industria alimentaria (Higa, 2002).

2.5. APLICACIÓN DE NUTRIENTES VÍA FOLIAR

2.5.1. Absorción de Nutrientes a Través de la Hoja

Según Ronen (2016) la absorción foliar de nutrientes a través de la hoja se puede visualizar como un proceso compuesto de tres etapas:

Etapas:

Etapas 1: Retención del producto en la hoja. En esta etapa, el nutriente es aplicado por aspersion sobre la superficie de la hoja; es recomendable que el nutriente se mantenga en contacto con la hoja el mayor tiempo posible, preferiblemente de 3 a 4 horas, lo que aumenta la probabilidad de ser absorbido por esta. Generalmente, las condiciones de alta humedad relativa favorecen la permeabilidad de la cutícula; la temperatura media (20°C) y el uso de agentes tensoactivos ayuda a que la gota que contiene los nutrientes se mantenga por más tiempo en contacto con la superficie foliar.



Etapa 2: Transporte del nutriente a las células. En esta fase el nutriente es transportado a través de las diferentes capas de la hoja, donde supera una serie de barreras naturales, hasta llegar a las células epidermales.

Etapa 3: Movimiento del nutriente hasta los órganos. En este paso los nutrientes son transportados desde las células epidermales hasta los órganos donde la planta los requiera, para lo cual atraviesan espacios intercelulares (apoplasto) o células de diferentes tejidos (simplasto). Una vez que los nutrientes llegan al tejido vascular (xilema y especialmente floema), acelera dramáticamente su movilidad hasta los tejidos destino.

Para Gonzalez et al., (2012) la absorción comienza con el mojado de la hoja; la cual tiene la superficie exterior de las células cubierta por la cutícula y una capa epicuticular de cera con fuertes características hidrofóbicas. Para facilitar la necesaria absorción de nutrientes se requiere utilizar aditivos (detergentes) para reducir la tensión superficial. Seguidamente esta la entrada de los nutrientes por el apoplasto que es un importante espacio ocupado por los nutrientes antes de la absorción a través de una membrana plasmática al simplasto de una célula individual. Los nutrientes entran en el espacio apoplástico después de la penetración de las paredes de las células epidermales exteriores, pero también llegan desde las raíces vía xilema. La absorción de nutrientes en el simplasto a través de la membrana plasmática es dependiente de energía y está mediada por proteínas de transporte con H^+ATP (adenosina trifosfato). Por último esta la distribución de un nutriente dentro de la hoja y su translocación hacia fuera de la hoja depende de la movilidad del nutriente en el floema y xilema como se indica en la figura 1 de anexos. Los nutrientes móviles en el floema, como el K, P, N y



magnesio (Mg), se distribuyen dentro de la hoja en forma acropetálica (por la xilema) así como en forma basipetálica (por el floema).

2.5.2. Fertilización foliar

La fertilización foliar es una práctica efectiva para la corrección de deficiencias nutricionales en plantas que se encuentran bajo condiciones de estrés o en suelos con baja disponibilidad de nutrientes. Consiste en aplicar disoluciones de nutrientes directamente sobre las hojas. Esta absorción en la hoja se desarrolla mayoritariamente a través de la epidermis, por difusión, debido al gradiente de concentración del nutriente que se establece entre la superficie de la hoja y en el interior de la epidermis (Martínez, 2016).

Según González et al., (2012) menciona que las aplicación foliar, es una técnica que consiste en aplicar disoluciones de nutrientes directamente sobre el tejido foliar, lo cual permite corregir rápidamente las deficiencias nutricionales y ayuda a la planta a recuperar su homeostasis metabólica.

2.5.3. Nutrición foliar

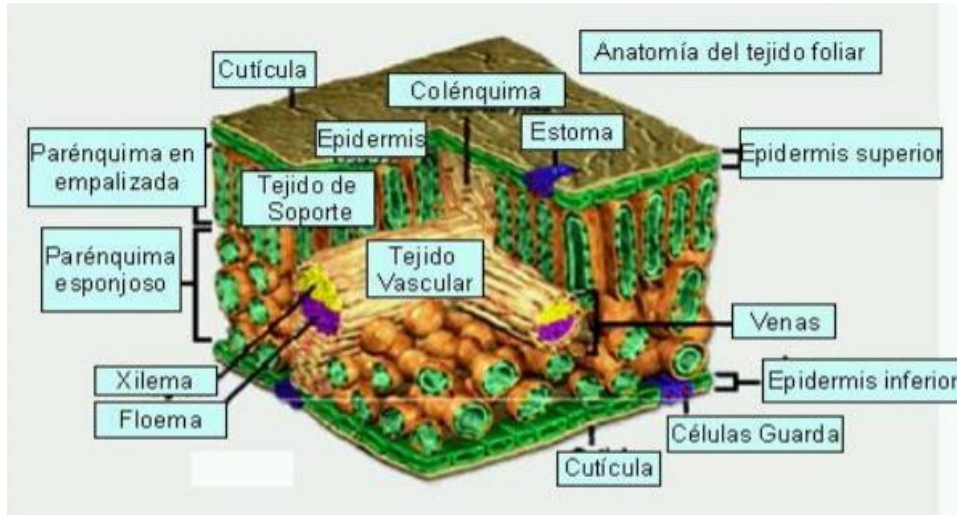
La fertilización foliar ha probado ser la forma más rápida para curar las deficiencias de nutrientes y acelerar la performance de las plantas en determinadas etapas fisiológicas. La pulverización foliar focaliza los nutrientes sólo en aquellas plantas seleccionadas como destino, de esta forma se ahorra costos y mano de obra.

Los fertilizantes aplicados a través de la superficie de las hojas, deben afrontar diversas barreras estructurales a diferencia de los pesticidas. La estructura

general de la hoja está basada en diversas capas, celulares y no celulares (Conde, 2016).

Figura 1

Tipos de agentes físicos, químicos y microbiológicos.



Fuente: Conde (2016)

En la Figura 1. Se muestra las diferentes capas que proporcionan protección contra la desecación, la radiación UV y con respecto a diversos tipos de agentes físicos, químicos y microbiológicos.

Figura 2

Las diferentes capas que proporcionan protección a la hoja de la planta



Fuente: Conde (2016)



En la Figura 2 muestra las diferentes capas están caracterizadas por la carga eléctrica negativa que influye en la forma y en la tasa de penetración de los diferentes iones. Algunas capas son hidrofóbicas y por lo tanto rechazan el rociado que está basado en agua.

2.5.4. Cómo absorben los nutrientes en el tejido de las plantas

Según Conde (2016) cuando nos referimos a la penetración de nutrientes podemos definir dos movimientos:

Hacia el tejido desde el exterior, que se conoce como absorción.

Desde el punto de penetración hacia otras partes de la planta, conocido como traslado.

2.5.4.1. La absorción

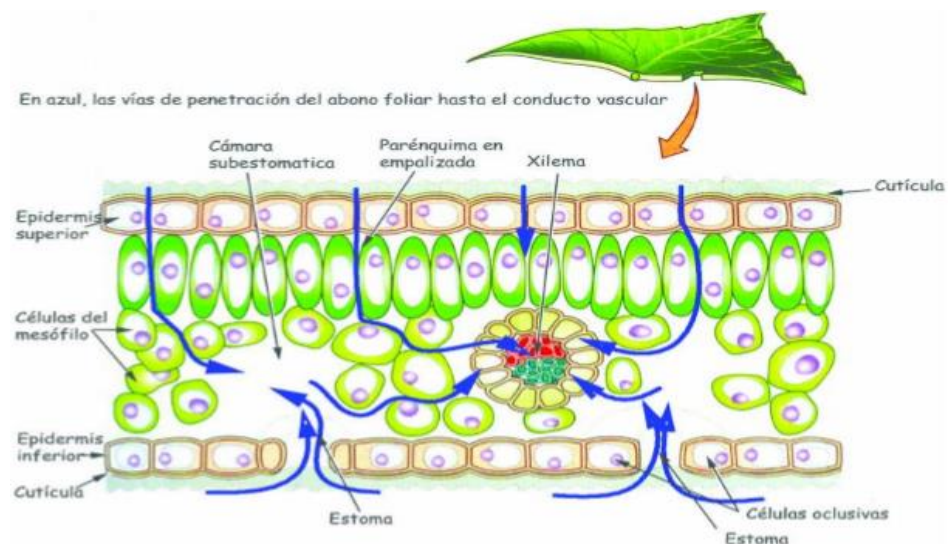
La absorción se da a través de las estomas, que tienen una apertura controlada para realizar un intercambio de gases y el proceso de transpiración. Se sabe que estas aperturas difieren entre las distintas especies vegetales, en su distribución, ocurrencia, tamaño y forma. Se estima que la absorción tiene un lugar debido a la alta densidad del poro de la cutícula en las paredes de las células, entre células de guarda y células subsidiarias. Además, los poros cercanos a las células de guarda de la estoma parecen tener diferentes características de permeabilidad (Conde, 2016).

Existe una opinión opuesta, que dice que la penetración a través de la estoma abierta no juega un papel importante dado que la cubierta de la cutícula también cubre la superficie de las células de guarda en las

cavidades de la estoma y debido a que las tasas de absorción del ion son normalmente más altas a la noche cuando las estomas están relativamente cerradas. Otro camino por el que los nutrientes pueden penetrar es a través de órganos del tamaño de un cabello conocidos como "tricomas", que son crecimientos epidérmicos de diversos tipos. La importancia de este camino depende de la cantidad de tricomas, posición, su origen y edad de la hoja (Conde, 2016).

Figura 3

Penetración y absorción de abono foliar hasta el conducto vascular



Fuente: Conde (2016)

2.5.4.2. Traslado

Según Conde (2016), Luego de que los iones hayan penetrado comienza el transporte hacia las diferentes partes de la planta y esto se conoce con el nombre de traslado. El mismo se realiza mediante dos mecanismos:

1. Transporte célula a célula, conocido como "movimiento apoplástico"
2. Transporte a través de los canales vasculares, conocido como "movimiento simplástico".

2.5.4.2.1. El movimiento apoplastico

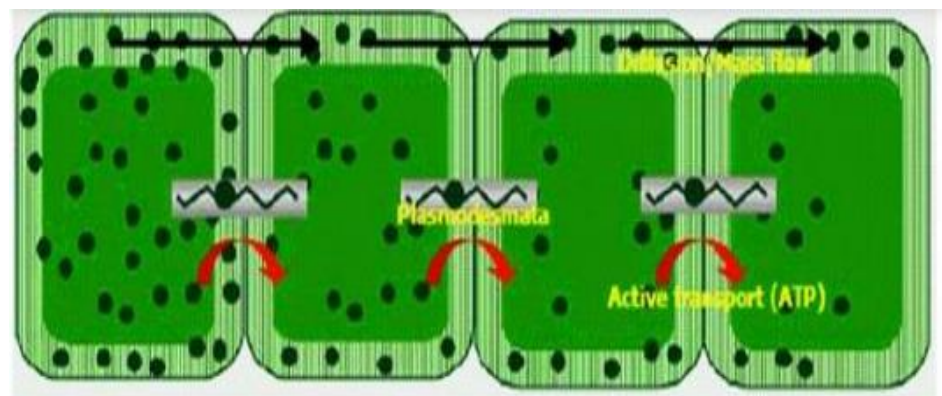
En el movimiento apoplastico describe el movimiento desde una célula hacia la otra. Esto es realizado por tres mecanismos:

El transporte pasivo involucra a la difusión de acuerdo al gradiente y al flujo de masa a través del movimiento agua/fluido entre células.

La absorción por la superficie de la membrana citoplasmática por medio de los plasmodesmos, que son canales microscópicos que conectan una pared de la célula con otra permitiendo el transporte y la comunicación entre ellas. El transporte activo (ATP) contra el gradiente, habilitado debido a la inversión de energía de las moléculas ATP.

Figura 4

Movimiento apoplástico transporte de ATP hacia las diferentes partes de la planta esto se conoce con el nombre de traslado



Fuente: Conde (2016)

2.5.4.2.2 El movimiento simplástico

Según Conde (2016) esto describe la descarga del ion en el sistema vascular. Esta se realiza a través de dos sistemas.

a) El traslado del floema

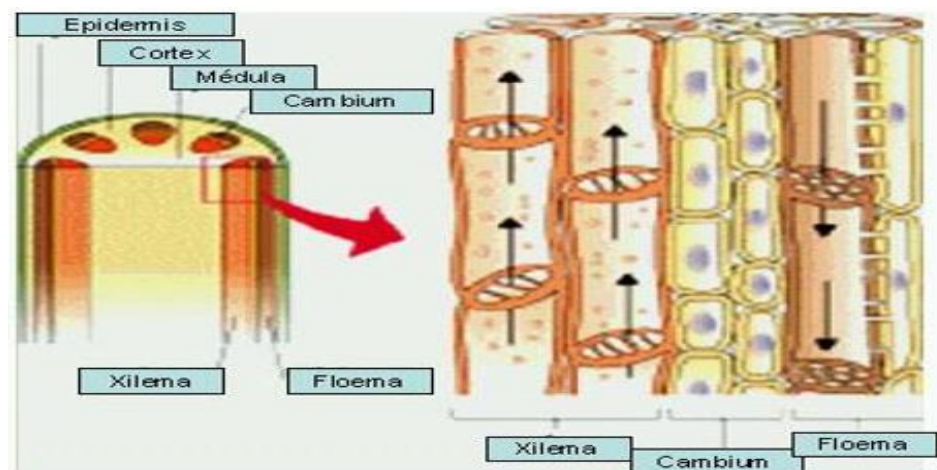
Es dependiente de la energía y más adecuado para los cationes divalentes (C^{2+}); los aniones están muy limitados dado que la pared de la célula está cargada negativamente. El transporte del floema es importante para su distribución desde las hojas maduras hacia las regiones de crecimiento en las raíces y tallos. El movimiento del floema sigue en forma regular la relación "fuente – consumo", de lugares donde los carbohidratos son creados (fuente) hacia los lugares donde son consumidos (sumidero).

b) El traslado Xilémico

Es de flujo regulado y depende de la diferencia de potencial de agua entre el suelo, la hoja y la atmósfera.

Figura 5

Descripción del movimiento sintoplasmático



Fuente: Conde (2016)



2.5.5. Limitaciones de la alimentación foliar

Conde (2016) nos indica que a pesar de que la nutrición foliar se describe como un método de aplicación que podría sortear una serie de problemas que se encuentran en las aplicaciones edáficas, no es perfecta y tiene sus limitaciones:

- Cantidades limitadas de macronutrientes, que pueden ser suministrados en un rociado foliar.
- Limitada superficie efectiva disponible de la hoja (plantas de semilla o dañadas).
- Posible daño de la hoja (necrosis y quemado). Obliga a costos y tiempos extras debido a aplicaciones repetidas.
- Rápido secado de las soluciones de rociado lo cual no permite la penetración de los solutos.
- Se escurre en superficies hidrofóbicas.
- Se lava con la lluvia.
- Tasas de absorción bajas, particularmente en hojas con cutículas gruesas y cerosas.
- Tasas limitadas de traslado de ciertos nutrientes minerales.

2.5.6. Efectividad de la fertilización foliar

Según Conde (2016) la efectividad de la fertilización foliar está sujeta a diversos factores. Estos factores pueden dividirse en cuatro grupos principales:

- Características de la hoja
- Condiciones ambientales
- Estado de la planta.
- Solución de rociado

2.5.6.1. Solución de rociado

Existen diversos factores que juegan un rol importante en la solución de rociado:

pH de la solución: El pH afecta principalmente el nivel de solubilidad de diversos elementos tales como el fósforo, el cual mejora su solubilidad a medida que el pH de la solución disminuye. El pH puede afectar la forma iónica de los elementos y esto puede afectar también la tasa de penetración.

El pH tiene también sus efectos sobre el tejido. Las cutículas de las plantas son polielectrolitos con puntos isoeléctricos con valores de alrededor de 3,0. Con valores de pH menores que el punto isoeléctrico, las membranas cuticulares llevan una carga positiva neta y son selectivas a los aniones, y, por el contrario, con valores de pH por sobre el punto isoeléctrico las membranas tienen una carga negativa neta y son selectivas a los cationes.

Etapa iónica/tipo de molécula: los materiales con alto peso molecular penetran en forma más lenta que aquellos con bajo peso molecular.

Tensión del agua de la solución: la disminución en la tensión superficial interfacial de una gota de agua incrementa los sitios de exposición para la absorción en dirección a la hoja. Una tensión del agua inferior también mejora la penetración a través de la estoma. El uso de surfactantes puede ayudar a reducir la tensión del agua dado que transportan una cola lipídica no polar (lipófilica), que se alinea a sí misma



con la cutícula y la cabeza hidrofílica (hidrófila) con a gota de agua provocando que se amplíe su ángulo de contacto y alcance una mayor superficie de adherencia con la hoja.

Tamaño de la gota de rociado: los diferentes tamaños de gota pueden afectar la interacción con la superficie objetivo y la posible pérdida de la solución desde la planta seleccionada. Gotas más grandes pueden resistir la pérdida, pero disminuyen la penetración a través del follaje de la planta (Conde, 2016).

2.5.6.2. Condiciones ambientales

El ambiente puede tener influencia en la absorción de la hoja, en el desarrollo de la cutícula o en las reacciones fisiológicas relacionadas con el mecanismo de absorción activo, entre los principales tenemos:

La Humedad: tiene una influencia directa sobre la tasa de deshidratación de la gota de rociado. Cuando la humedad es alta, la solución estará activa por un período más largo permitiendo que los solutos penetren antes de que ésta se seque completamente. Hasta cierto punto, la deshidratación puede acelerar la tasa de penetración en la medida en que ella aumenta la concentración de los solutos, de esta forma el gradiente aumenta hasta que se seque cuando la penetración está demorada y los solutos cristalizan. La humedad tiene influencia sobre el desarrollo y el estado fisiológico. En condiciones de baja humedad el estoma se cierra y las plantas pueden desarrollar una cutícula más gruesa; en condiciones de humedad alta, los estomas se abren y las plantas pueden desarrollar una cutícula más delgada.



Temperatura: cuando la deshidratación de la solución no es un factor limitante, la suba de temperatura aumenta la absorción. La temperatura puede tener relaciones negativas con la humedad – cuando la temperatura disminuye, la humedad puede aumentar (Cook y Boynton). Otra idea en pie expresa que una temperatura aumentada disminuye la viscosidad de la cutícula y por ello, aumenta la tasa de penetración.

Luz: con altos niveles de luz la cutícula y las capas de cera son gruesas comparadas con niveles bajos de luz. El efecto de la luz se puede relacionar con la apertura de las estomas y la temperatura, como resultado de la radiación. (Conde, 2016).

2.5.6.3. Estado de la Planta

El estado fisiológico de las plantas puede conllevar en forma asociada un efecto determinado en las plantas con una menor actividad metabólica, una menor actividad "sumidero", resultando un menor traslado.

Una aplicación foliar exitosa depende de diversos factores. Algunos de ellos están en manos de los propios agricultores y pueden ser utilizados en forma efectiva, mientras que otros no. En general, se recomienda efectuar el rociado bien temprano durante la mañana o si no bien tarde o cercano al ocaso, ya que la radiación solar y la temperatura son bajas (18-19°C; ideal 21°C), la velocidad del viento es baja (menos de 8 kph), y la humedad es alta (mayor que 70% de humedad relativa). El mejor horario es al final del día, dado que permite una absorción más efectiva, antes de que la solución se vuelva seca e inactiva. Aun siguiendo



las reglas descritas en este artículo, pueden continuar existiendo algunos problemas, que pueden ser manejados de la siguiente forma:

Pérdida: Si hay pérdida de rociado en sitios más allá de las plantas seleccionados, se debe aumentar el tamaño de la gota.

Cobertura pobre: En ese caso se deben utilizar volúmenes de rociado más grandes con presiones de rociado más altas.

Pobre adherencia o penetración cuticular: El agregado de un surfactante de baja tensión superficial puede ayudar a solucionar el problema.

Retención pobre: El tamaño de la gota de rociado debe ser reducida y la viscosidad de la solución aumentada mediante agregado de adhesivos poliméricos.

Secado rápido: A medida que la solución se va secando se va inhibiendo la penetración. El agregado de aceite y emulsión puede preservar la humedad necesaria y solucionar el problema.

Concentración no-efectiva: La importancia es alta en la medida en que la penetración se realiza en forma pasiva, dependiendo del gradiente. La aplicación debe seguir a la concentración más alta posible sin que se quemen o chamusquen las hojas. Pre: test para determinar la fitotoxicidad y el umbral de daño. Si se usa una concentración más baja, la compensación vendrá asociada con una mayor cantidad de aplicaciones (Conde, 2016).



2.5.6.4. Características de la hoja

Efectos de las características de las plantas, principalmente con relación a la estructura de la hoja:

Edad de la hoja: a medida que la hoja envejece tiende a engrosar y a tener una mayor cantidad de cera y un tejido de cutícula más amplio. Esta barrera aumentada reduce la tasa de penetración.

Superficie de la hoja: algunas plantas tienen una alta densidad de pelos (tricomas), que pueden provocar que las gotas de rociado no hagan contacto con la superficie real de la hoja – las gotas de agua "descansan" sobre estos pelos. La textura de la superficie de la hoja puede diferir entre las diversas especies de plantas. Las superficies más suaves pueden provocar que el rociado se deslice con una menor tasa de adherencia, mientras que las superficies más rugosas retendrán a las gotas de rociado y tendrán una mayor tasa de adherencia.

Disposición de las hojas: el ángulo de la hoja en dirección al suelo tiene influencia en la retención de la solución de rociado en la superficie de la hoja.

Forma de la hoja: las diferentes formas de la hoja pueden determinar la superficie efectiva en contacto con las gotas de rociado.

Plantas de diferentes especies: Las plantas pueden dividirse en aquellas que crecen en habitats húmedos (hidromórficos) y en habitats secos (xeromórficas) y difieren en el grosor de la cutícula, la posición de

las estomas (adaxial = lado superior / abaxial = lado inferior), y su forma (Conde, 2016).

2.6. PARÁMETROS BIOMÉTRICOS DEL CULTIVO DE AVENA

2.6.1. Características agronómicas

Las características agronómicas y fenotípicas comunes de las plantas, incluidos métodos de obtención, resultados de ensayos, si se dispone de ellos, relativos a esas características, país de producción y material parental utilizado. Realizando modificaciones de rasgos importantes en el cultivo, tales como la resistencia a factores bióticos (insectos, hongos, bacterias, virus, nematodos), tolerancia a factores abióticos (salinidad, sequía, altas y bajas temperaturas, inmersión), y mejoramiento de características agronómicas (calidad nutricional, prendimiento de plántulas, diámetro apical, diámetro ecuatorial, número de hojas, longitud de hoja, rendimiento, uso de nutrientes y tolerancia a herbicidas).

2.6.2. Análisis económico

2.6.2.1. Costos

Los costos son el desembolso originado en el consumo de recursos (materia prima, mano de obra, etc.) para realizar actividades relacionadas directamente con la producción de un bien o servicio, con la obtener un beneficio de corto o largo plazo (Rojas, 2009).

2.6.2.2. Clasificación de los costos de producción

Existen dos tipos de costos de producción; costos variables (CV) y costos fijos (CF), por su carácter específico; se agrupa alguno de los costos



fijos en rubros distintos, tales como los costos de financieros, capitales, depreciaciones y personal (Arbulú, 2000).

2.6.2.2.1. Costos variables

Los costos variables son tal como su nombre lo indica, aumentan con cada unidad adicional de producto; estos son generados por los factores de producción que se pueden modificar en el corto plazo, variando con los cambios en la producción a mayor producto mayor costo; es decir son función del producto o cantidad (Cotacallapa, 2000).

2.6.2.2.2. Costos fijos

Los costos fijos son aquellos que no se pueden modificar durante cierto periodo y son totalmente independientes de la cantidad de producción, estos costos son generados por la existencia de los factores de producción que no se pueden modificar en el corto plazo (Cotacallapa, 2000).

2.6.2.2.3. Costos totales

Son todos los gastos en lo que incurre el agricultor, durante el proceso productivo de las diferentes actividades de producción de un bien o servicio (Arbulú, 2000). Son como el pago realizado por una empresa por los servicios de los factores de la producción. Es decir, el costo total se define en suma de los CV y CF (Cotacallapa, 2000).

$$\text{Costo Total} = \text{Costo fijo} + \text{Costo variable.}$$



2.6.2.3. Rentabilidad

Es el rendimiento económico de una inversión y que normalmente se expresa en términos conceptuales. Este índice es conocido como coeficiente beneficio/costo, y es aquella operación que resulta de dividir la sumatoria de los beneficios actualizados entre la sumatoria del costo total (Sánchez, 2003).

La relación beneficio/costo debe ser como mínimo 1, cualquier valor menor es motivo para rechazar la inversión, ya que los beneficios serían menores que los costos (Andrade, 2002).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación tuvo una duración de 05 meses, entre el mes de diciembre del 2021 al mes de abril del 2022, dicha área experimental presenta las siguientes características:

3.1.1. Ubicación política

Sector : Chillo

Comunidad : Huataquita

Distrito: Cabanillas

Provincia : San Roman

Región : Puno

País : Perú

3.1.2. Ubicación geográfica (en coordenadas UTM)

Este : 354952.2 m (X)

Norte : 8265324.1 m (Y)

Altitud : 3902.998 m.s.n.m. (Z)

3.1.3. Historial de campo experimental

Campaña agrícola 2019 – 2020: Cultivo de papa

Campaña agrícola 2020 – 2021: Cultivo de habas

Campaña agrícola 2021 – 2022: Presente experimento.

3.2. TÉCNICA METODOLÓGICA

3.2.1. Temperatura y precipitación de la campaña agrícola 2021 - 2022

La Tabla 5, que comprende el periodo experimental desde la siembra hasta la realización por ciega en grano lechoso, de la campaña 2021 – 2022, estos datos fueron obtenidos por la Estación: Cabanillas que se encuentra en el Departamento: Puno; Provincia: San Román; Distrito: Cabanillas; Latitud: 15°38'20.79"; Longitud: 70°20'47.79"; Altitud: 3885 msnm; Tipo: CO – Meteorológica y Código: 115033

Tabla 5

Datos de temperatura. máxima, mínima, media y precipitación campaña 2021 – 2022.

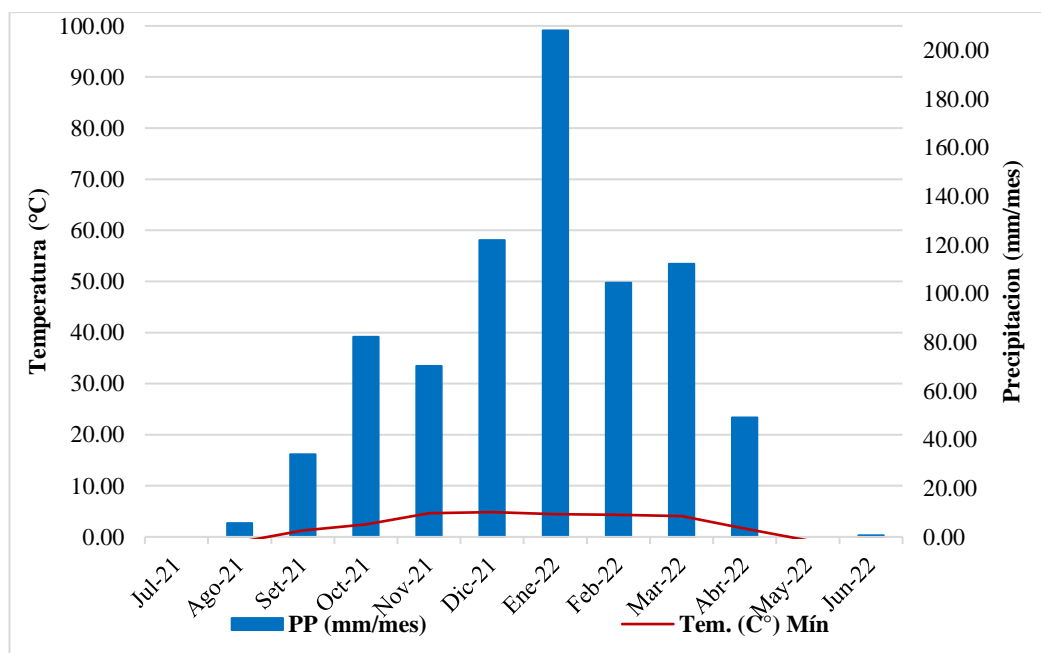
N°	Mes	Temperatura (C°)			Precipitación pluvial (mm/mes)
		Máxima	Mínima	Media	
1	Jul-21	17.56	-2.19	7.68	0.00
2	Ago-21	18.15	-0.99	8.58	5.70
3	Set-21	17.82	1.23	9.53	34.00
4	Oct-21	19.79	2.46	11.12	82.20
5	Nov-21	19.13	4.62	11.88	70.30
6	Dic-21	16.88	4.85	10.87	121.90
7	Ene-22	16.64	4.46	10.55	208.10
8	Feb-22	16.56	4.31	10.43	104.50
9	Mar-22	16.48	4.06	10.27	112.20
10	Abr-22	18.18	1.61	9.90	49.10
11	May-22	17.86	-0.69	8.58	0.00
12	Jun-22	17.04	-2.36	7.34	0.60
Suma		212.07	21.37	116.72	788.60
Promedio		17.67	1.78	9.73	65.72

Fuente: Senamhi – Puno Estación: Cabanillas;

La temperatura máxima, mínima, media y precipitación de la campaña agrícola 2021 – 2022, en el mes de octubre (19.32 °C), siendo la más alta temperatura, en el mes de mayo (-0.69), se registró la temperatura más baja (Figura 6) durante el desarrollo del cultivo no se presentaron heladas considerándose un comportamiento regular de este parámetro meteorológico. Además, se observa que la mayor intensidad de precipitación pluvial se dio en el mes de enero del presente año 2022 con 208.1 mm, y la menor precipitación pluvial se dio en el mes de mayo del presente año con 0.00 mm. Al inicio de la instalación del campo experimental, las precipitaciones pluviales fueron intensas; sin repercutir, a partir del mes de diciembre las lluvias fueron incrementándose poco a poco hasta el mes de febrero, favoreciendo el desarrollo vegetativo de la planta; posteriormente las lluvias descendieron a partir del mes de marzo – abril.

Figura 6

Evolución de las Temperatura y Precipitación durante el desarrollo del experimento.



Fuente: Senamhi – Puno Estación: Cabanillas;

3.2.2. Climograma del área experimental

El registro de la temperatura y precipitación del área experimental se aprecia en la Tabla 6, que comprende del periodo de estudio en cuatro años en los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022 estos datos fueron obtenidos por la Estación: Cabanillas que se encuentra en el Departamento: Puno; Provincia: San Román; Distrito: Cabanillas; Latitud: 15°38'20.79"; Longitud: 70°20'47.79"; Altitud: 3885 msnm; Tipo: CO – Meteorológica y Código: 115033.

Mostrando la siguiente información, respecto a la temperatura, la mayor temperatura máxima se registró en el mes de octubre y noviembre del año 2018 con 20.36°C, la temperatura, la mayor temperatura máxima promedio se registró en el mes de noviembre con 19.77°C, la menor temperatura mínima se dio en el mes de junio del año 2019 con -3.59°C mientras que la menor temperatura promedio se registró en el mes de noviembre y diciembre con 10.6°C. para la precipitación el mes lluvioso fue junio con -1.87°C y los meses con menor precipitación mayo, junio, julio y agosto la temperatura disminuye menor a cero grados.

Tabla 6

Datos de temperatura y precipitación de los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022.

N°	MES / AÑO	TEMPERATURA (°C)			PRECIPITACIÓN (mm/mes)
		MAX	MIN	MED	
1	Jul-18	16.03	-1.05	7.49	8.50
2	Ago-18	16.78	-0.62	8.08	0.80
3	Set-18	19.12	-0.21	9.46	0.00
4	Oct-18	20.36	4.57	12.47	39.10
5	Nov-18	20.36	4.57	12.47	63.60
6	Dic-18	18.79	3.14	10.97	118.40
7	Ene-19	17.14	4.19	10.66	85.50



8	Feb-19	16.67	4.31	10.49	135.20
9	Mar-19	17.27	3.57	10.42	62.40
10	Abr-19	17.27	1.75	9.51	57.50
11	May-19	17.48	0.10	8.79	14.10
12	Jun-19	17.25	-3.59	6.83	0.60
13	Jul-19	17.42	-1.06	8.18	5.50
14	Ago-19	18.11	-1.39	8.36	0.00
15	Set-19	19.08	2.74	10.91	15.10
16	Oct-19	18.78	1.95	10.37	40.00
17	Nov-19	18.39	4.17	11.28	70.70
18	Dic-19	19.08	4.99	12.03	100.70
19	Ene-20	17.93	4.88	11.40	114.10
20	Feb-20	16.86	5.09	10.97	172.40
21	Mar-20	16.81	4.53	10.67	30.60
22	Abr-20	18.83	1.87	10.35	0.30
23	May-20	16.88	-0.21	8.34	12.40
24	Jun-20	17.99	-0.75	8.62	0.00
25	Jul-20	17.66	-2.12	7.77	0.00
26	Ago-20	19.60	-0.33	9.64	0.00
27	Set-20	17.80	1.55	9.68	30.60
28	Oct-20	18.20	1.87	10.03	68.70
29	Nov-20	21.18	2.73	11.96	6.20
30	Dic-20	18.46	3.40	10.93	203.30
31	Ene-21	17.31	2.84	10.08	220.50
32	Feb-21	17.14	2.28	9.71	79.70
33	Mar-21	15.94	2.27	9.10	155.10
34	Abr-21	16.78	2.84	9.81	53.60
35	May-21	16.75	0.94	8.85	17.50
36	Jun-21	16.89	-0.77	8.06	1.10
37	Jul-21	17.56	-2.19	7.68	0.00
38	Ago-21	18.15	-0.99	8.58	5.70
39	Set-21	17.82	1.23	9.53	34.00
40	Oct-21	19.79	2.46	11.12	82.20
41	Nov-21	19.13	4.62	11.88	70.30
42	Dic-21	16.88	4.85	10.87	121.90
43	Ene-22	16.64	4.46	10.55	208.10

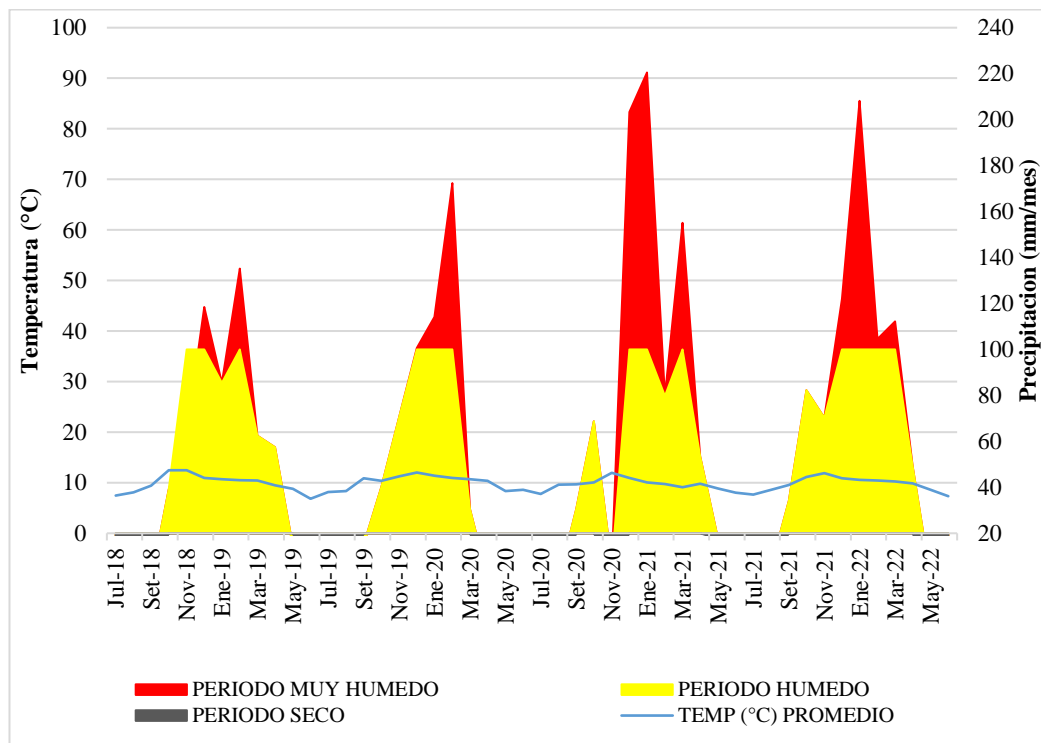
44	Feb-22	16.56	4.31	10.43	104.50
45	Mar-22	16.48	4.06	10.27	112.20
46	Abr-22	18.18	1.61	9.90	49.10
47	May-22	17.86	-0.69	8.58	0.00
48	Jun-22	17.04	-2.36	7.34	0.60

Fuente: Senamhi – PUNO Estación: Cabanillas;

En la figura 7 y 8 se muestra los periodos secos (0 a 20 mm), húmedo (21 a 100 mm) y muy húmedo (101 a 240 mm), respectivamente estos resultados nos demuestran que en los últimos 4 años la precipitación varía, sin embargo mediante un promedio y variación de precipitación se muestra en los meses en los meses mayo, junio, julio agosto (periodo seco); los meses setiembre, octubre, noviembre, marzo y abril periodo (periodo húmedo), en los meses de diciembre, enero y febrero (periodo muy húmedo).

Figura 7

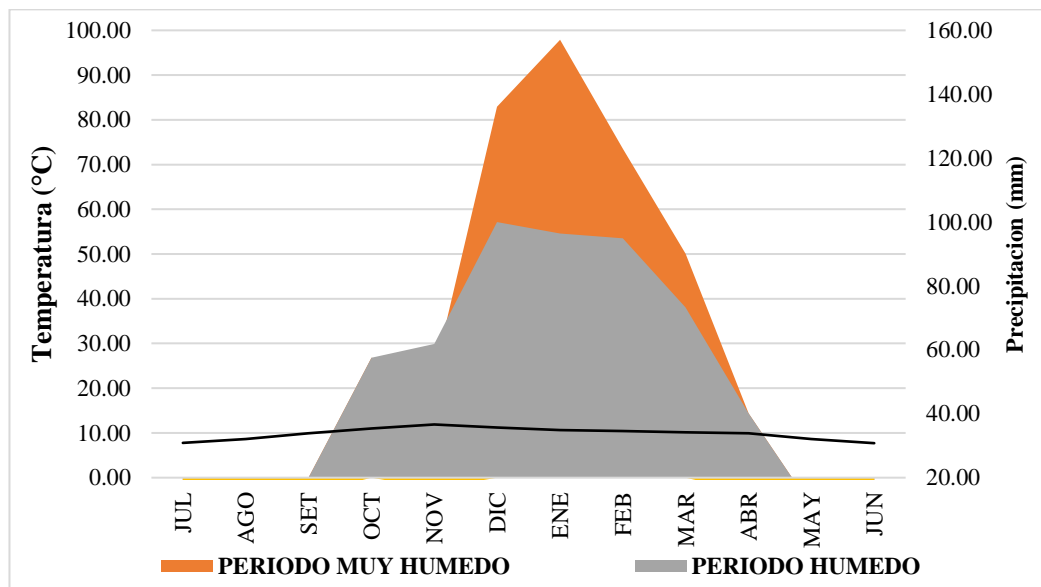
Climograma de la campaña 2018, 2019, 2020 y 2021.



Fuente: Senamhi – PUNO Estación: Cabanillas;

Figura 8

Climograma promedio de los últimos cuatro años 2018-2019-2020-2021.



Fuente: Senamhi – PUNO Estación: Cabanillas;

3.2.3. Análisis físico químico del suelo

El análisis físico y químico del suelo del área experimental, se llevó a cabo en el laboratorio de Aguas y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno. La interpreta el análisis de suelo de la muestra, presentó una textura franca, con un pH moderadamente ácido; con un contenido de materia orgánica calificado como medio; el contenido de nitrógeno total es bajo; el contenido de fósforo disponible es medio y el contenido de potasio disponible es alto, con una C.E. normal, indicando que no existe ningún peligro en cuanto a presencia de sales (Tabla 7).

Tabla 7*Análisis físico químico del suelo experimental*

Componentes	Cantidad	Métodos
Análisis mecánico		
Arena	78 %	Hidrómetro
Arcilla	08 %	Hidrómetro
Limo	14 %	Hidrómetro
Clase textural		Triangulo textural
Análisis químico		
N total	1.20 %	Micr-Kjeldahl
P disponible	8.50 ppm	Oslen modificado
K disponible	150 ppm	Fotometría de llama
Ph	7.42	Potenciómetro
C.E.	7.80 mS/cm	Conductímetro
C.E. (e)	40.00 mS/cm	Conductímetro
M.O.	3.01 %	Walkey y black
CO ₃ ⁻ %	1.45	

Fuente: Laboratorio de Aguas y Suelos UNA - PUNO, 2022.

3.2.4. Composición química de lixiviado de lombricomposta

Para el análisis químico se trasladó una muestra al laboratorio de Aguas y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, en la Tabla 8, se muestra la composición química del lixiviado de lombricomposta en esta investigación; el cual muestra 0.06 % de nitrógeno total, 0.10 % de fósforo total, 0.12 % de potasio total, 7.60 de pH y 4.37 C.E. mS/cm

Tabla 8

Análisis Químico del Lixiviado de lombricompost

Componentes	Cantidad
Nitrógeno total (% de N)	0.06
Fosforo total (% de P ₂ O ₅)	0.10
Potasio total (% de K)	0.12
Materia Organica (M.O.)	8.03
C.E. mS/cm (relac. 2.5:25ml)	4.37
pH	7.60

Fuente: Laboratorio de Aguas y Suelos UNA - PUNO, 2021

3.2.5. Composición de microorganismos eficientes EM

Los microorganismos eficientes comprenden una gran diversidad microbiana representada por bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos con actividad fermentativa. Además, los microorganismos eficientes tienen numerosas aplicaciones agrícolas debido a que funcionalmente favorecen la germinación de semillas, incrementan la floración, aumentan el crecimiento y desarrollo de los frutos, incrementan la biomasa, garantizan una reproducción exitosa en las plantas, mejoran la estructura física de los suelos, incrementan la fertilidad química de los mismos y suprimen a varios agentes fitopatógenos causantes de enfermedades (Morocho & Mora, 2019).

3.3. MATERIAL EXPERIMENTAL

Los materiales utilizados durante el proceso experimental fueron los siguientes:



3.3.1. Semilla

La semilla de avena forrajera variedad “Tayco” de la campaña agrícola 2020-2021, procedente de la Estación Experimental Agraria - Salcedo, perteneciente al Instituto Nacional de Innovación Agraria – Puno.

3.3.2. Microorganismos eficientes (EM)

El EM sin activar, fue obtenido de los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad De Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Del Altiplano Puno (para uso experimental). La cantidad requerida para el presente experimento fue de 2 lts. Para su activación, se utilizó 36 litros de agua, 02 kg de melaza, 02 litro de EM inactivo y 02 envase hermético de 20 litros. Se calentó 34 litros de agua en un recipiente grande durante 20 minutos a una temperatura de 60° C, esperando 30 minutos para que jale su temperatura. Luego se calentó 2 litros agua a unos 35°C en una olla grande, vertiendo la melaza en el recipiente y mezclando con el agua caliente para que se diluya fácilmente. Posteriormente se vertió envase hermético, agua caliente, la mezcla de melaza y agua y por último el EM-1. Serrándolo herméticamente durante 12 días, abriéndolo cada 4 días para que expulsen los gases producidos por la fermentación y así activando el EM y listo para ser usado. Conservándolo en un almacén usando antes de los 60 días.

3.3.3. Humus de lombriz

Fueron obtenidos de los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad De Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Del Altiplano Puno (para uso experimental), las cuales se obtuvieron 20 kg de lombricomposta fresca.



3.4. MATERIALES Y EQUIPOS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Los materiales y equipos que se utilizó por el experimento fueron los siguientes:

En la preparación del terreno

- Tractor (arado y rastra de disco)

En el marcado del campo experimental

- Flexómetro
- Cordel
- Yeso y Estacas.

En la Siembra

- La semilla de avena forrajera variedad “Tayco”

En la toma de muestras

- Bolsas de plástico
- Etiquetas
- Segadera

Para la toma de evaluaciones

- Balanza analítica.
- Flexómetro
- Cuaderno de campo.

Materiales de gabinete

- Computadora (laptop)
- Software para análisis estadístico (SAS).



Materiales para la elaboración de abonos orgánicos foliares

a) Activación de microorganismo eficientes (EM)

- 36 litros de agua
- 02 kg de melaza
- 02 litro de EM inactivo
- 02 envase hermético de 20 litros

b) Lixiviado de humus de lombriz

- 20 kg de humus de lombriz (lombricomposta) fresco.
- 02 saquillo
- 02 balde de 20 litros.
- 60 litros de agua.
- 02 cuerdas

3.5. FACTORES EN ESTUDIO

En el trabajo de investigación de estudio se usaron fertilizantes orgánicos foliares; cuyos tratamientos se describen, en las siguientes tablas:

Tabla 9

Factores y dosis de aplicación

Factores: abonos foliares	Dosis de aplicación foliar
Microorganismos eficientes (EM)	EMo = 0.00 %
	EM1 = 5.00 %
	EM2 = 7.50 %
Lixiviado de humus de lombriz (LHL)	LHL0 = 0.00 lt/ha
	LHL1 = 10.00 lt/ha
	LHL2 = 20.00 lt/ha

Tabla 10

Clave de Tratamientos

Trat.	Aplicación foliar	Clave	Observaciones
T1	(EM) 0.00% + (LHL) 0.00 lt/ha	EMoLHL0	Testigo
T2	(EM) 0.00% + (LHL) 10.00 lt/ha	EMoLHL1	La aplicación ha sido separada
T3	(EM) 0.00% + (LHL) 20.00 lt/ha	EMoLHL2	La aplicación ha sido separada
T4	(EM) 5.00% + (LHL) 0.00 lt/ha	EM1LHL0	La aplicación ha sido mezclada
T5	(EM) 5.00% + (LHL) 10.00 lt/ha	EM1LHL1	La aplicación ha sido mezclada
T6	(EM) 5.00% + (LHL) 20.00 lt/ha	EM1LHL2	La aplicación ha sido mezclada
T7	(EM) 7.50% + (LHL) 0.00 lt/ha	EM2LHL0	La aplicación ha sido separada
T8	(EM) 7.50% + (LHL) 10.00 lt/ha	EM2LHL1	La aplicación ha sido mezclada
T9	(EM) 7.50% + (LHL) 20.00 lt/ha	EM2LHL2	La aplicación ha sido mezclada

3.6. DIMENSIONES DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Tamaño del campo experimental total

- Largo : 98.00 m.
- Ancho : 62.00 m.
- Área total : 6,076.00 m²

Tamaño de bloques

- Largo : 98.00 m.
- Ancho : 20.00 m.
- Área de cada unidad : 1,960.00 m²
- Distanciamiento entre bloques: 1.00 m.
- Número de bloques : 3



Tamaño de parcela (tratamientos)

- Largo : 10.00 m.
- Ancho : 20.00 m.
- Área de cada lecho : 200.00 m²
- Distanciamiento entre parcela : 1.00 m.
- Número de lechos : 27

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos cuantitativos de cada variable de respuesta, que se uso fue el Diseño Bloque Completamente al Azar (DBCA), con un arreglo factorial de 3x3, con 9 tratamientos y 3 repeticiones para cada tratamiento haciendo un total de 27 unidades experimentales. Para determinar la significancia entre tratamientos se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey al 0.05 de probabilidad, realizando un análisis de efecto simple en las interacciones que fueron significativas para poder determinar el efecto de un nivel del factor en el nivel del otro factor (Bustinza, 2018).

Tabla 11

Análisis de varianza (ANVA)

Fuente de variación	Grado de libertad
Bloque	2
Microorganismos eficientes (EM)	2
Lixiviado de humus de lombriz (LHL)	2
Interacción EM x LHL	4
Error experimental	16
Total	26



Modelo aditivo lineal: $Y_{ijk} = u + EM_i + LHL_j + B_k + (EMLHL)_{ij} + E_{ijk}$

Dónde:

- Y_{ij} = Variable de la respuesta.
- u = Media poblacional.
- EM_i = Efecto del i -ésimo factor EM (incorporación de EM)
- LHL_j = Efecto del j -ésimo factor LHL (incorporación de LHL)
- B_k = Efecto del k -ésimo bloque.
- $(EMLHL)_{ij}$ = Efectos del factor EM con el factor LHL.
- E_{ijk} = Error experimental

3.8. VARIABLES EN ESTUDIO

Las variables en estudio del trabajo de investigación fueron:

3.8.1. Variables de respuesta

3.8.1.1. Variables de respuesta en las características agronómicas en la aplicación de lixiviados de lombricomposta y microorganismos eficientes en el cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.)

Altura de planta	(cm)
Diámetro de tallo	(cm/tallo)
Longitud de hoja	(cm/hoja)
Número de hojas	(Nº/planta)
Número de macollos por planta	(Nº/planta)



3.8.1.2. Variables de respuesta en la determinación del mejor rendimiento en la aplicación de lixiviados de lombricomposta y microorganismos eficientes en el cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.)

Parámetro de materia verde (kg/m²)

Rendimiento de materia verde (kg/ha)

3.8.1.3. Variables de respuesta en la evaluación de costo de producción e índices de rentabilidad en el cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.) con la aplicación de lixiviados de lombricomposta y microorganismos.

Costos de producción (S/.)

Costos fijos (S/.)

Costos variables (S/.)

Rentabilidad (%)

Relación beneficio/costo (S/.)

3.8.2. Observaciones

Análisis físico – químico del suelo.

Análisis químico de lixiviado de humus de lombriz.

Análisis químico de microorganismos eficaces activados.

Plagas y enfermedades.



Precipitación.

Temperatura.

3.9. CONDUCCIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

3.9.1. Elección del terreno

Se selecciono un terreno cuya campaña 2019 – 2020 se cultivó papa (*Solanum tuberosum* L.) en la campaña 2020 – 2021 se cultivó habas (*Vicia haba* L.) y el año 2021 - 2022 avena (*Avena sativa* L.).

3.9.2. Muestreo de suelo

Se ubicaron cinco puntos aleatorios del área experimental para el muestreo a una profundidad promedio de 15 cm., los cuales fueron depositados en una bolsa para su homogenización y a partir de ello se tomó una muestra de un kilo de suelo, con sus respectivos datos de campo, luego fue enviado al laboratorio de Aguas y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, para su respectivo análisis físico y químico.

3.9.3. Preparación del terreno

Se realizo el 05 de octubre del año 2021 con un tractor agrícola con arado de disco a la una profundidad de 30 cm.

Se realizó el 10 de diciembre de año 2021, con un tractor agrícola, con rastra de discos a una profundidad de 30 cm.; posteriormente se efectuó una pasada de rastra traccionada, permitiendo el desterronado y finalmente se realizó el nivelado del terreno con la ayuda de rastrillos.



3.9.4. Marcado y distribución

Esta labor se efectuó el 13 de diciembre del 2021, antes del abonamiento del suelo, se trazaron según las dimensiones del experimento utilizando materiales como: flexómetro, cordel, yeso y estacas, distribuyéndose aleatoriamente los nueve tratamientos en los tres bloques, con un total de 27 unidades experimentales.

3.9.5. Fertilización

La fertilización se efectuó el 13 de diciembre del 2021 con la aplicación de roca fosfórica una vez que el terreno fue preparado, distanciado y marcado con yeso, con una cantidad de 2.8 kg por unidad experimental de 200 m², en las 27 unidades experimentales; donde se aplicó forma manual al voleo en cada parcela en estudio, siendo incorporado en toda el área experimental. Para suelos de mediana fertilidad, se recomienda una dosis de fertilización de 80-46-00 o 60-40-00 de N-P₂O₅-K₂O/ha (Choque, 2005).

3.9.6. Densidad de semilla de avena forrajera

La siembra se efectuó el 13 de diciembre del 2021. La densidad fue 120 kg/ha., lo que representa 2.40 kilogramos por 200 m² que representa cada unidad experimental, utilizando semilla de avena forrajera de la variedad Tayco. El sistema de siembra fue al voleo, luego la semilla fue cubierta con una capa de suelo con ayuda del tractor agrícola con rastra de disco, favoreciendo la germinación de semilla.



3.9.7. Labores culturales

3.9.7.1. Aplicación de los abonos foliares

La aplicación foliar a base de microorganismos eficientes y lixiviado de humus de lombriz.

Bustinza (2018) recomienda la frecuencia de aplicación foliar cuatro veces. Estas frecuencias de aplicación, fueron en las siguientes fases fenológicas del cultivo:

Primera aplicación foliar. Se realizó en la aparición de la tercera hoja verdadera, cuando la planta presentó de 8-10 cm de altura, a los 50 días después de la siembra.

Segunda aplicación foliar. Se realizó en la fase fenológica de macollamiento, es decir, después de los 16 días de la primera aplicación.

Tercera aplicación foliar. Se realizó en la fase fenológica de encañado, es decir, después de los 20 días de la segunda aplicación.

Cuarta aplicación foliar. Se realizó en la fase fenológica de floración, después de 28 días de la tercera aplicación. (esta última aplicación se dio a los 06 días, antes del corte de avena al encontrarse en grano lechoso, a modo de refuerzo).

3.9.7.2. Deshierbo

Se realizó manualmente a los 28 y 40 días de la siembra con el fin de evitar la competencia de cultivo por nutrientes, luz y agua, evitando



disminuir el rendimiento, durante la fase fenológica de macollamiento y antes del corte del cultivo. Las principales malezas identificadas fueron:

- Amor seco (*Bidens pilosa*)
- Bolsa de pastor (*Capsella bursapastoris*)
- Cebadilla (*Bromus unioloides*)
- Diente de león (*Taraxacum officinalis*)
- Malva kora (*Tarasa cerrateii*)
- Nabo silvestre (*Brassica campestris*)
- Trébol carretilla (*Medicago hispida*)

3.9.7.3. Control fitosanitario

Durante las primeras fases fenológicas del cultivo no se presentaron ningún tipo de enfermedades o plagas.

3.9.8. Corte de forraje verde

El corte se realizó al ras del suelo, en la fase de grano lechoso, de las 27 unidades experimentales, tomando muestras con ayuda de un cuadrante de 1 m² en las parcelas.

3.9.9. Ensilado

El corte se realizó con hoces en la fase fisiológica de grano lechoso, el 10 de abril del 2022, es decir, a los 120 días después de la siembra el cual fue 13 de diciembre del 2021. Después de la cosecha se procedió con el transporte, picado con una picadora de 15 hp marca HONDA y embolsado de la avena verde, con el motivo de conservar el forraje para la época seca. La elaboración de ensilaje de forraje avena en grano lechoso se realizó con el silo tipo subterráneo con una

plástica doble cara azul y negro con 4 metros de ancho con 8 metros de largo. Se realizó una excavación bajo una proporción de 2x2x1 con un total de 4 metros cúbicos, luego puso la plástica en los bordes del agujero para que el suelo no tenga contacto con el forraje, luego se realizó la incorporación de forraje picado en el silo mientras que una persona, acomoda el forraje y lo compacta a la vez. Al llegar al borde del silo se tapó el silo con el plástico restante en forma de caja, para finalizar se realizó el tapado con tierra el silo.

3.9.10. Desembolsado del ensilado

El desembolsado se realizó 5 meses después del ensilado (10 de setiembre del año 2022), efectuando la evaluación organoléptica del ensilado se efectuó a través de los sentidos de la vista, olfato y tacto marcando con “X” evaluando y apreciando la siguiente tabla:

Tabla 12

Evaluación organoléptica del ensilado

Características	Calidad	Registro
Color	: Verde oscuro	()
	: Verde claro	(X)
	: Amarillo	()
	: Café oscuro	()
Sabor	: Agradable	(X)
	: Poco agradable	()
	: Desagradable	()
	: Amargo	()
Olor	: Aromático	()
	: Poco aromático	(X)
	: Acido penetrante	()
	: Podrido	()
Textura	: Blanda	(X)
	: Floja	()
	: Firme	()
	: Muy firme o seca	()



Mediante las características organolépticas del ensilado obtenido se realizó un censo para el precio por kilogramo de ensilado de avena, a los ganaderos productores de carne y leche de ganado vacuno en la provincia de San Román y Lampa de la región de Puno, con un precio 0.12 céntimos por kilogramo de ensilado de avena.

3.11. EVALUACIONES REALIZADAS

3.11.1. Evaluación de características agronómicas en la aplicación de lixiviados de lombricomposta y microorganismos eficientes en el cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.)

3.11.1.1. Altura de planta (cm)

La evaluación de altura de planta de avena se realizó en la fase fenológica de grano lechoso, midiendo con un flexómetro desde el nivel del suelo hasta la parte superior de la panícula se procedió a medir 10 plantas al azar por unidad experimental (Bustinza, 2018).

3.11.1.2. Diámetro de tallo (cm/tallo)

La evaluación de diámetro de tallo de la planta de avena se realizó en la fase fenológica de grano lechoso con el instrumento denominado “pie de rey”. Dicha medición se realizó en la mitad de la altura de la planta, considerando 10 plantas al azar por cada unidad experimental.

3.11.1.3. Longitud de hoja (cm/hoja)

La evaluación de longitud de hoja de la planta de avena se realizó en la fase fonológica de grano lechoso, dicha medición se realizó midiendo



con un flexómetro desde la lígula hasta la parte apical de hoja, considerando 10 plantas al azar por cada unidad experimental.

3.11.1.4. Número de hojas (N°/planta)

La evaluación de hojas por planta de avena se realizó en la fase fonológica de grano lechoso, dicho conteo se realizó considerando 10 plantas al azar por cada unidad experimental con sus respectivas repeticiones.

3.11.1.5. Número de macollos por planta (N°/planta)

La evaluación de numero de macollos por planta de avena se realizó en la fase fenológica final de macollamiento, es decir a los 60 a 70 días después de la siembra, dicho conteo se realizó considerando 10 plantas al azar por cada unidad experimental.

3.11.2. Rendimiento con la aplicación de lixiviados de lombricomposta y microorganismos eficientes en el cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.).

Para determinar el rendimiento de forraje verde se procedió a muestrear bajo la siguiente metodología: obteniéndose cortes de un m² (1.0 m x 1.0 m) en la fase fenológica de grano lechoso, bajo tres repeticiones con cada unidad experimental, con la ayuda de una balanza se pesaron, obteniendo así el rendimiento de materia verde expresado en kg/ha, las muestras pesadas se pusieron en bolsas plásticas con sus respectivas etiquetas, obteniendo 3 muestras dentro de cada unidad experimental.



El rendimiento de forraje verde se obtuvo mediante la evaluación de materia verde. Una vez obtenida el porcentaje de materia seca se procedió hacer el rendimiento por hectárea kg/ha (Demagnet, 2005).

3.11.3. Evaluación del costo de producción e índices de rentabilidad en el cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.) con la aplicación de lixiviados de lombricomposta y microorganismos a través del análisis Beneficio-Costo.

Las siguientes evaluaciones se describirán a continuación:

3.11.3.1. Costos variables

Los costos variables de producción de forraje verde de avena son los siguientes: Preparación del terreno, Insumos agrícolas, Siembra, Labores culturales, Cosecha y Ensilado.

3.11.3.2. Costos fijos

En los costos fijos de producción de forraje verde de avena fueron los siguientes: Análisis de suelo, Análisis de microorganismo eficientes activados, Análisis de lixiviado de humus de lombriz y Gastos Administrativos.

3.11.3.3. Costo total de producción de forraje verde (S/.)

Para determinar el rendimiento de forraje verde se procedió a muestrear bajo lo siguiente. Se estimó con la siguiente ecuación:

$$\text{Costo Total} = \text{Costos Variables} + \text{Costos Fijos.}$$



3.11.3.4. Rendimiento de producción de forraje verde (kg/ha).

Al contar con los resultados de rendimiento de materia verde por kg/m² se obtuvo el rendimiento de kg/ha.

3.11.3.5. Precio de venta por kilogramo forraje verde “ensilado” (S/.)

Se estimó mediante una encuesta a los ganaderos locales.

3.11.3.6. Ingreso Bruto (S/.)

Se estimó a través de la siguiente ecuación matemática:

$$\text{Ingreso Bruto (IB)} = \text{Rendimiento (kg/ha)} * \text{Precio de venta (S/.)}$$

3.11.3.7. Ingreso Neto (S/.)

Se estimó a través de la siguiente ecuación matemática:

$$\text{Ingreso Neto (IN)} = \text{Costo Total de producción (CT)} - \text{Ingreso Bruto o ingreso total (IB)}$$

3.11.3.8. Rentabilidad (%)

Se estimó a través de la siguiente ecuación matemática:

$$\text{Rentabilidad económica (RE)} = (\text{Ingreso Neto (IN)} / \text{Costo Total de producción (CT)}) * 100$$

3.10.3.9. Relación beneficio/costo (S/.)

Se estimó a través de la siguiente ecuación matemática:

$$\text{Beneficio/costo (B/C)} = \text{Ingreso Bruto (IB)} / \text{Costo Total de producción (CT)}$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS EN LA APLICACIÓN DE LIXIVIADOS DE LOMBRICOMPOSTA Y MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL CULTIVO DE AVENA FORRAJERA

4.1.1. Altura de planta

La (Tabla 13) muestra con una diferencia estadística significativa, en bloques, esto nos muestra que las características del área experimental no fueron uniformes a nivel topográfico. En la aplicación de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo cual nos da a entender que los niveles de aplicación influyeron en la altura de planta. Sin embargo, no existe una diferencia significancia, mostrando que estos factores actúan de forma independiente sobre la altura de planta. El coeficiente de variabilidad es de 3.05 %, indicando que el experimento fue conducido de forma precisa (DANE, 2008).

Tabla 13

Análisis de variancia para la altura del cultivo de avena variedad tayco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft		Sig.	Pr > F
					0.05	0.01		
Bloque	2	233.66	116.83	4.64	3.63	6.23	*	0.0257
EM	2	367.50	183.75	7.30	3.63	6.23	**	0.0056
LHL	2	833.76	416.88	16.57	3.63	6.23	**	0.0001
Interacción EM * LHL	4	149.90	37.48	1.49	3.01	4.77	n.s.	0.2520
Error Experimental	16	402.56	25.16					
TOTAL	26	1987.4						

R-Cuadrado = 0.797; C.V. = 3.05 %; Media = 164.54



Al no encontrar la interacción entre la aplicación de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), en la Tabla 14. Muestra el análisis de varianza de efectos simples en la altura de planta del cultivo de avena. Los microorganismos eficientes (EM) dentro 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0), en la aplicación de 0.00 % microorganismos eficientes (EM0), no existe diferencia significativa, demostrando que es independiente los resultados en su aplicación. Los microorganismos eficientes (EM) dentro 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1), en la aplicación de 5.00 % microorganismos eficientes (EM1), existe una diferencia altamente significativa en las de dosis de 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1). Los microorganismos eficientes (EM) dentro 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2), en la aplicación de 7.50 % microorganismos eficientes EM2, existe una diferencia altamente significativa en las de dosis de 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2). Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 0.00 % de microorganismos eficientes (EM0), en la aplicación de 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0), no existe diferencia significativa, demostrando que es independiente los resultados en su aplicación. Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 5.00 % de microorganismos eficientes (EM1), en la aplicación de 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1), no existe diferencia significativa, demostrando que es independiente los resultados en su aplicación. Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 7.50 % de microorganismos eficientes (EM2), en la aplicación de 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2), existe una diferencia altamente significativa en la aplicación de 7.50 % microorganismos eficientes (EM2).

Tabla 14

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la altura de planta en el cultivo de avena variedad tayco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft		Sig.	Pr > F
					0.05	0.01		
Em dentro de LHL0	2	45.61	22.804	0.91	3.63	6.23	n.s.	0.4238
Em dentro de LHL1	2	438.00	219.00	8.70	3.63	6.23	**	0.0028
Em dentro de LHL2	2	500.06	250.03	9.94	3.63	6.23	**	0.0016
LHL dentro de EM0	2	4.667	2.333	0.09	3.63	6.23	n.s.	0.9119
LHL dentro de EM1	2	134.89	67.44	2.68	3.63	6.23	n.s.	0.0991
LHL dentro de EM2	2	377.84	188.92	7.51	3.63	6.23	**	0.0050

En la Tabla 15. Se observa la interacción de la altura de planta del del cultivo de avena variedad tayco, se puede atribuir que mayor aplicación de lixiviado de humus de lombriz (LHL) y microorganismos eficientes (EM), favorece el desarrollo de la fase reproductiva manifestándose en la mayor altura de planta de avena.

Tabla 15

Interacción de promedios de dos factores, microorganismos eficientes (EM) con lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la altura de planta del cultivo de avena.

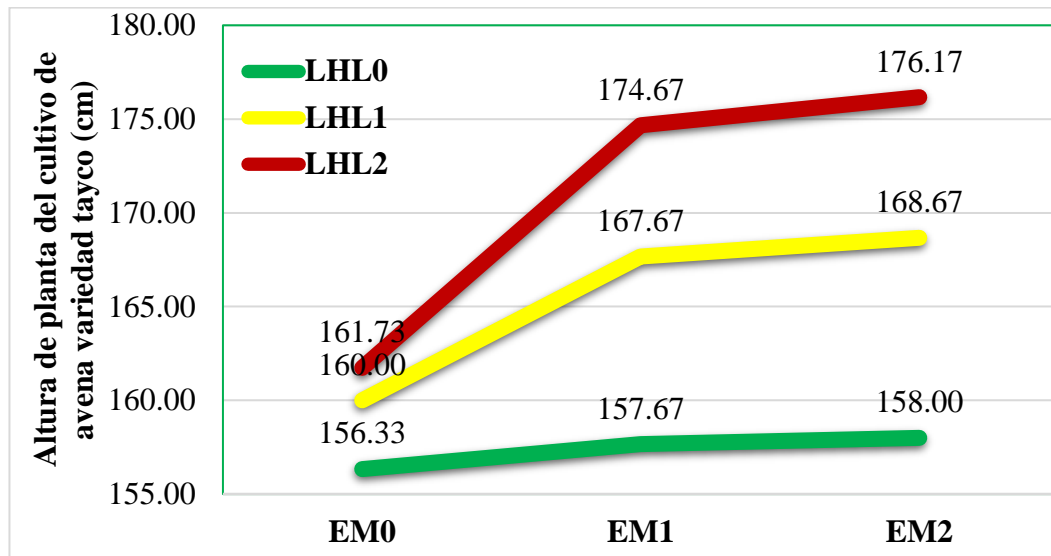
	00.00 % (EM0)	5.00 % (EM1)	7.50 % (EM2)
00.00 lt/ha (LHL0)	156.33	157.67	158.00
10.00 lt/ha (LHL1)	160.00	167.67	168.67
20.00 lt/ha (LHL2)	161.73	174.64	176.17

La Figura 9, muestra la interacción de la altura del cultivo de avena, se observa que a medida que se aplica a mayor dosis de lixiviado de humus de

lombriz (LHL), combinado con microorganismos eficientes (EM), la altura de planta se incrementa.

Figura 9

Efecto simple, microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la altura de planta de avena variedad tayco.



Los resultados con considerable altura de planta del cultivo de avena variedad tayco se le atribuye a la aplicación foliar, de lixiviado de humus de lombriz (LHL) permitiendo aumentar la altura de planta e incrementar la capacidad de fotosíntesis, de igual manera la aplicación con microorganismos eficientes (EM) contribuye en mejorar la salud de la planta, pues el % de melaza que cuenta, sirve como adherente natural permitiendo que el lixiviado de humus de lombriz (LHL), induce a una mayor retención de nutrientes en las hojas y tallos, estimulando la división celular favoreciendo al desarrollo de la planta, frente al tratamiento que no cuenta con lixiviado de humus y lombriz (LHL) y microorganismos eficientes (EM) que presenta una menor altura de planta de avena.



Antonio (2016) menciona que mientras más alta es la posición de los entrenudos en la planta, mayor es la longitud que ellos alcanzan, en este sentido, el entrenudo superior, que corresponde al pedúnculo; el cual presenta una gran elongación; dicho entrenudo puede llegar a representar entre 40 y 55 % de la altura total de la planta. Las plantas donde se aplicó lixiviado de lombricomposta, en términos numéricos, fueron 5 cm más altas que las del tratamiento con fertilizante químico.

Bustinza (2018) señala que la mayor altura de planta fue de 1.77 m al aplicar 2L/ha de algas marinas; siendo similar a 1.76 m con 2L/ha de Biol, la aplicación se dio, (resultados inferiores al presente trabajo). La altura de planta se atribuye a la aplicación de abonamiento foliar permitiendo aumentar la cantidad de hojas e incrementar la capacidad de fotosíntesis, mejorando la producción.

4.1.2. Diámetro de tallo

Los resultados del análisis de varianza para el diámetro de tallo de planta del cultivo de avena variedad tayco por microorganismo eficientes y lixiviado de humus de lombriz (Tabla 16). Mostrando que no existe diferencia estadística significativa, en bloques, esto nos demuestra que el diámetro de tallo no son parámetros contundentes para la topografía del área experimental. La aplicación de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que ambos factores influyeron en el diámetro de tallo de la planta del cultivo de avena. En la interacción en la aplicación foliar de microorganismos eficientes (EM) por lixiviado de humus de lombriz (LHL) en el cultivo de avena, muestran que no existe diferencia significancia, es decir, estos factores actúan de forma

independiente sobre el diámetro de tallo de planta del cultivo de avena variedad tayco. El coeficiente de variabilidad es de 3.31 %, indica que el experimento ha sido conducido de forma precisa (DANE, 2008).

Tabla 16

Análisis de variancia para el diámetro del cultivo de avena variedad tayco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft		Sig	Pr > F
					0.05	0.01		
Bloque	2	0.21	0.10	3.35	3.63	6.23	n.s.	0.0609
EM	2	0.38	0.19	6.09	3.63	6.23	**	0.0108
LHL	2	0.86	0.43	13.95	3.63	6.23	**	0.0003
Interacción EM * LHL	4	0.16	0.04	1.33	3.01	4.77	n.s.	0.3003
Error Experimental	16	0.49	0.03					
TOTAL	26	2.10						

R-Cuadrado = 0.77; C.V. = 3.31 %; Media = 5.30

Al no encontrar una interacción entre los niveles de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), en la Tabla 17. Muestra los resultados de diámetro de tallo del cultivo de avena variedad tayco, se realizó el análisis de variancia de efectos simples en el cultivo. Para observación en cual aplicación si existe una interacción. Los microorganismos eficientes (EM) dentro 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0), en la aplicación de 0.00 % microorganismos eficientes (EM0), no existe diferencia significativa, demostrando que es independiente a los resultados en su aplicación. Los microorganismos eficientes (EM) dentro 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1), en la aplicación de 5.00 % microorganismos eficientes (EM1), existe diferencia altamente significativa en las de dosis de 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1). Los microorganismos eficientes (EM) dentro 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2), en la aplicación de 7.50 %

microorganismos eficientes EM2, existe diferencia altamente significativa en las dosis de 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2). Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 0.00 % de microorganismos eficientes (EM0), en la aplicación de 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0), no existe diferencia significativa, demostrando que es independiente a los resultados en su aplicación. Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 5.00 % de microorganismos eficientes (EM1), en la aplicación de 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1), no existe diferencia significativa, demostrando que es independiente a los resultados en su aplicación. Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 7.50 % de microorganismos eficientes (EM2), en la aplicación de 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2), existe diferencia altamente significativa en la aplicación de 7.50 % microorganismos eficientes (EM2).

Tabla 17

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el diámetro de tallo de planta en el cultivo de avena variedad tayco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft		Sig.	Pr > F
					0.05	0.01		
Em dentro de LHL0	2	0.05	0.02	0.76	3.63	6.23	n.s.	0.4853
Em dentro de LHL1	2	0.43	0.21	6.95	3.63	6.23	**	0.0067
Em dentro de LHL2	2	0.55	0.27	8.90	3.63	6.23	**	0.0025
LHL dentro de EM0	2	0.01	0.00	0.11	3.63	6.23	n.s.	0.8982
LHL dentro de EM1	2	0.13	0.06	2.05	3.63	6.23	n.s.	0.1607
LHL dentro de EM2	2	0.41	0.20	6.59	3.63	6.23	**	0.0082

En la Tabla 18. Se observa la interacción del diámetro de tallo del cultivo de avena variedad tayco, se puede atribuir que a mayor aplicación de lixiviado de

humus de lombriz (LHL) y microorganismos eficientes (EM), ayuda el desarrollo del diámetro de tallo del cultivo de avena variedad tayco.

Tabla 18

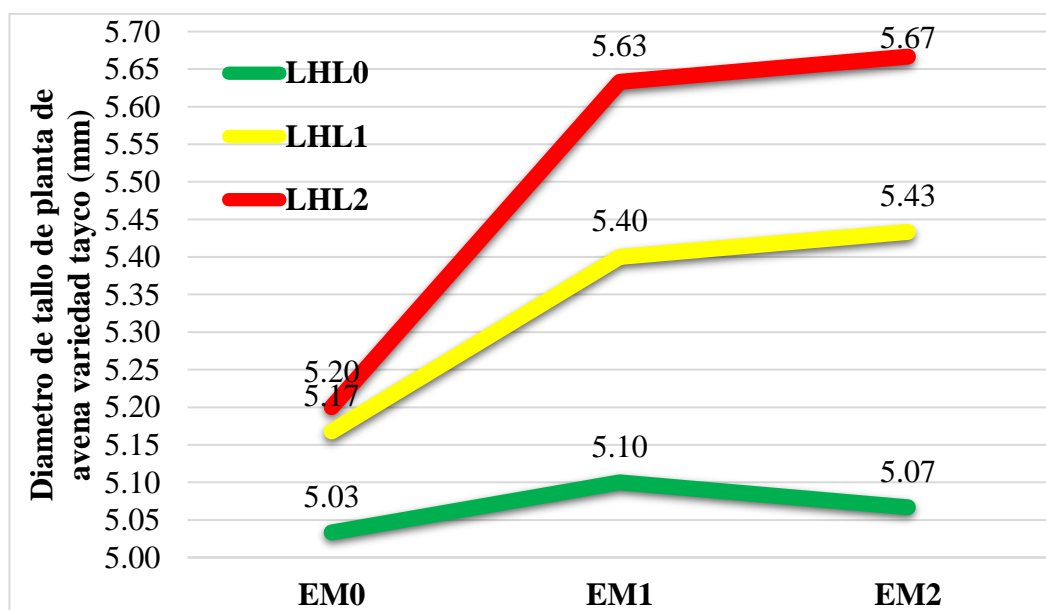
Interacción de promedios de dos factores, microorganismos eficientes (EM) con lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el diámetro de tallo del cultivo de avena.

	00.00 % (EM0)	5.00 % (EM1)	7.50 % (EM2)
00.00 lt/ha (LHL0)	5.03	5.10	5.07
10.00 lt/ha (LHL1)	5.17	5.40	5.43
20.00 lt/ha (LHL2)	5.20	5.63	5.67

En la Figura 10, se observa que a mayor dosis de lixiviado de humus de lombriz (LHL), el diámetro de tallo se incrementa, por la aplicación de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL).

Figura 10

Efecto simple, microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la altura diámetro del tallo del cultivo de avena variedad tayco.





Los resultados con mayor diámetro del tallo del cultivo de avena variedad tayco se le atribuye a la aplicación foliar, de lixiviado de humus de lombriz (LHL) permitiendo aumentar el diámetro del tallo de la planta e incrementar la capacidad de fotosíntesis, de igual manera la aplicación con microorganismos eficientes (EM) contribuye a mejorar la salud del tallo de la planta, pues el % de melaza que cuenta, sirve como adherente natural permitiendo que el lixiviado de humus de lombriz (LHL), con mayor retención de nutrientes en las hojas y tallos, estimulando la división celular favoreciendo al desarrollo de la planta, frente al tratamiento que no cuenta con lixiviado de humus y lombriz (LHL) y microorganismos eficientes (EM) que presentó menor diámetro del tallo de la planta del cultivo de avena variedad tayco. Antonio (2016) menciona que el diámetro, a través de los diferentes entrenudos, alcanza valores que fluctúan entre tres y cuatro mm. Al completarse el crecimiento del entrenudo aéreo más basal, el entrenudo que le sigue hacia arriba, complementa la mitad del crecimiento; el tercero, en tanto, está crece.

4.1.3. Longitud de hoja

Los resultados del análisis de varianza para la longitud de hoja del cultivo de avena variedad tayco por aplicación de microorganismo eficientes y lixiviado de humus de lombriz (Tabla 19), indicando que no existe diferencia estadística significativa, en bloques, esto nos demuestra que la longitud de hoja no es un parámetro contundente para la topografía del área experimental. La aplicación de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que ambos factores influyeron en la longitud de hoja del cultivo de avena. En la interacción de microorganismos eficientes (EM) por lixiviado de humus de

lombriz (LHL), muestra que no existe diferencia significativa, estos factores actúan de forma independiente sobre la longitud de hoja del cultivo de avena variedad tayco. El coeficiente de variabilidad es de 5.93 %, indica que el experimento ha sido conducido de forma precisa (DANE, 2008).

Tabla 19

Análisis de variancia para longitud de hoja del cultivo de avena variedad tayco

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft		Sig.	Pr > F
					0.05	0.01		
Bloque	2	33.19	16.59	1.83	3.63	6.23	n.s.	0.1919
EM	2	30.30	15.15	15.15	3.63	6.23	**	0.2188
LHL	2	318.74	159.37	159.4	3.63	6.23	**	<.0001
Interacción EM * LHL	4	8.15	2.04	2.04	3.01	4.77	n.s.	0.9204
Error Experimental	16	144.82	9.05					
TOTAL	26	535.16						

R-Cuadrado = 0.73; C.V. = 5.93 %; Media = 50.74

Al no encontrar una interacción entre los niveles de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), en la Tabla 20. Muestra los resultados de longitud de hoja del cultivo de avena variedad tayco, se realizó análisis de variancia de efectos simples cultivo. Para observar en cual aplicación si existe una interacción.

Los microorganismos eficientes (EM) dentro 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0), en la aplicación de 0.00 % microorganismos eficientes (EM0), no existe diferencia significativa, demostrando que es independiente los resultados en su aplicación. Los microorganismos eficientes (EM) dentro 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1), en la aplicación de 5.00 % microorganismos eficientes (EM1), existe diferencia altamente significativa en las de dosis de 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1).

Los microorganismos eficientes (EM) dentro 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2), en la aplicación de 7.50 % microorganismos eficientes (EM2), es decir hay diferencia altamente significativa en las de dosis de 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2). Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 0.00 % de microorganismos eficientes (EM0), en la aplicación de 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0), no existe diferencia significativa, demostrando que es independiente los resultados en su aplicación. Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 5.00 % de microorganismos eficientes (EM1), en la aplicación de 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1), no existe diferencia significativa, demostrando que es independiente los resultados en su aplicación. Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 7.50 % de microorganismos eficientes (EM2), en la aplicación de 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2), no existe diferencia significativa, demostrando que es independiente los resultados en su aplicación.

Tabla 20

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la longitud de hoja en el cultivo de avena variedad tayco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft		Sig.	Pr > F
					0.05	0.01		
Em dentro de LHL0	2	64.67	32.33	3.57	3.63	6.23	n.s.	0.0522
Em dentro de LHL1	2	126.00	63.00	6.96	3.63	6.23	**	0.0067
Em dentro de LHL2	2	136.22	68.11	7.53	3.63	6.23	**	0.0050
LHL dentro de EM0	2	1.56	0.78	0.09	3.63	6.23	n.s.	0.9181
LHL dentro de EM1	2	10.89	5.44	0.60	3.63	6.23	n.s.	0.5599
LHL dentro de EM2	2	26.00	13.00	1.44	3.63	6.23	n.s.	0.2669

En la Tabla 21. Se observa la interacción de la longitud de hoja del cultivo de avena variedad tayco, se puede atribuir que a mayor aplicación de lixiviado de humus de lombriz (LHL) y microorganismos eficientes (EM), favorece el desarrollo de la longitud de hoja del cultivo de avena variedad tayco.

Tabla 21

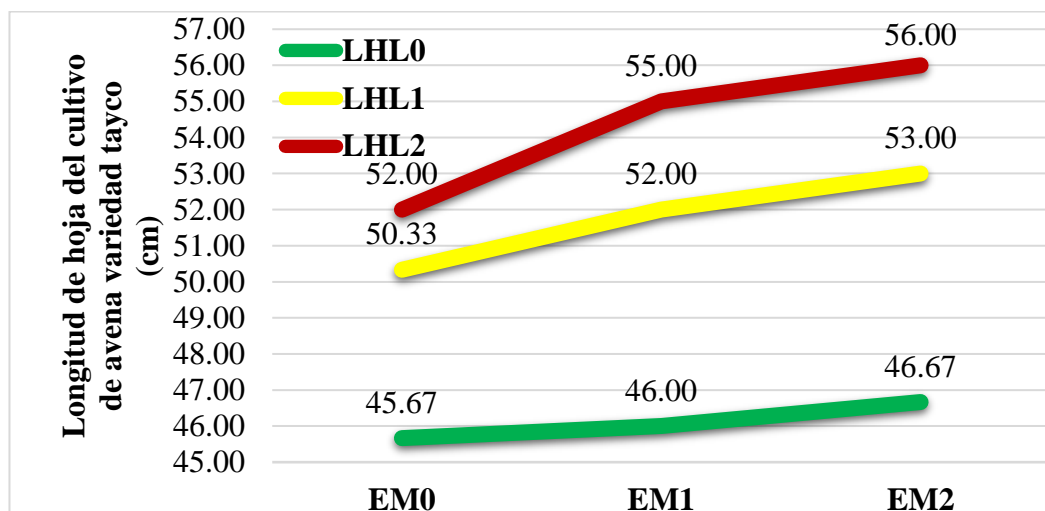
Interacción de promedios de dos factores, microorganismos eficientes (EM) con lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la longitud de hoja del cultivo de avena.

	00.00 % (EM0)	5.00 % (EM1)	7.50 % (EM2)
00.00 lt/ha (LHL0)	45.67	46.00	46.67
10.00 lt/ha (LHL1)	50.33	52.00	53.00
20.00 lt/ha l (LHL2)	52.00	55.00	56.00

En la Figura 11, se observa que a mayor dosis de lixiviado de humus de lombriz (LHL), la longitud de hoja se incrementa, por la aplicación de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL).

Figura 11

Efecto simple, microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la longitud de hoja del cultivo de avena variedad tayco.





Los resultados con máxima longitud de hoja del cultivo de avena variedad tayco se le atribuye al lixiviado de humus de lombriz (LHL) y microorganismos eficientes (EM), aumentando la longitud de hoja e incrementar la capacidad de fotosíntesis, de igual manera contribuyendo en mejorar la salud de la planta, pues el % de melaza que cuenta, sirve como adherente natural permitiendo una mayor retención de nutrientes en las hojas y tallos, estimulando la división celular favoreciendo al desarrollo de la planta. Antonia (2016) menciona que la fertilización química muestra que la longitud de hojas con 36.2 cm y en el lixiviado fue de 37.2 cm. no existe una diferencia estadística significativa, sin embargo, la aplicación de lixiviados mostró en términos generales, un ligero incremento en el valor en estas variables.

4.1.4. Número de hojas por planta

Para el número de hojas/planta se dio una numeración (conteo), para realizar el análisis de varianza esta variable, se efectuó la transformación a datos angulares, mediante la siguiente fórmula: ($Y = \arcseno\sqrt{\text{conteo}}$). Los resultados del análisis de varianza para el número de hojas/planta del cultivo de avena variedad tayco por efecto de la aplicación de microorganismo eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL) se muestra en la Tabla 22. Existe diferencia altamente significativa, en bloques, esto nos demuestra que el número de hojas/planta son diferentes por la topografía del área experimental. La aplicación de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que ambos factores influyeron en el número de hojas/planta del cultivo de avena. Además, existe una diferencia altamente significancia en la interacción de microorganismos eficientes (EM) por lixiviado de humus de lombriz (LHL). El

coeficiente de variabilidad es de 2.63 %, indica que el experimento ha sido conducido de forma precisa. (DANE, 2008).

Tabla 22

Análisis de variancia para número de hojas/planta del cultivo de avena

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft		Sig.	Pr > F
					0.05	0.01		
Bloque	2	17.947	8.97	8.15	3.63	6.23	**	0.0036
EM	2	127.01	63.51	54.65	3.63	6.23	**	<.0001
LHL	2	357.21	178.60	162.13	3.63	6.23	**	<.0001
Interacción EM * LHL	4	38.85	9.71	8.82	3.01	4.77	**	0.0006
Error Experimental	16	17.63	1.10					
TOTAL	26	558.64						

R-Cuadrado = 0.968; C.V. = 2.63 %; Media = 39.91

Al encontrar una interacción entre los niveles de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), en la Tabla 23. Muestra los resultados de número de hojas del cultivo de avena variedad tayco, se realizó análisis de variancia de efectos simples de cultivo. Observando la aplicación si existe una interacción.

Los microorganismos eficientes (EM) dentro 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0), en la aplicación de 0.00 % microorganismos eficientes (EM0), existe una diferencia significativa en las de dosis de 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0). Los microorganismos eficientes (EM) dentro 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1), en la aplicación de 5.00 % microorganismos eficientes (EM1), existe una diferencia altamente significativa en las de dosis de 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1). Los microorganismos eficientes (EM) dentro 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2), en la aplicación de 7.50 % microorganismos eficientes

(EM2), existe una diferencia altamente significativa en las de dosis de 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2). Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 0.00 % de microorganismos eficientes (EM0), en la aplicación de 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0), no existe una diferencia significativa, demostrando que es independiente los resultados en su aplicacion. Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 5.00 % de microorganismos eficientes (EM1), en la aplicación de 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1), existe diferencia significativa, en la aplicacion de 5.00 % microorganismos eficientes (EM1). Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 7.50 % de microorganismos eficientes (EM2), en la aplicación de 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2), existe diferencia significativa, en su aplicación de 7.50 % de microorganismos eficientes (EM2).

Tabla 23

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el número de hojas por planta en el cultivo de avena variedad tayco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft		Sig.	Pr > F
					0.05	0.01		
Em dentro de LHL0	2	61.93	30.96	28.11	3.63	6.23	**	<0.0001
Em dentro de LHL1	2	221.78	110.89	100.7	3.63	6.23	**	<0.0001
Em dentro de LHL2	2	112.35	56.17	50.99	3.63	6.23	**	<0.0001
LHL dentro de EM0	2	5.136	2.57	2.33	3.63	6.23	n.s.	0.1293
LHL dentro de EM1	2	88.78	44.39	40.29	3.63	6.23	**	<0.0001
LHL dentro de EM2	2	71.95	35.97	32.66	3.63	6.23	**	<0.0001

En la Tabla 24. Se observa la interacción del número de hojas por planta del cultivo de avena variedad tayco, se atribuye a una mayor aplicación de lixiviado de humus de lombriz (LHL) y microorganismos eficientes (EM), favorecen el desarrollo de la fase reproductiva manifestándose en mayor número de hojas por planta del cultivo de avena variedad tayco.

Tabla 24

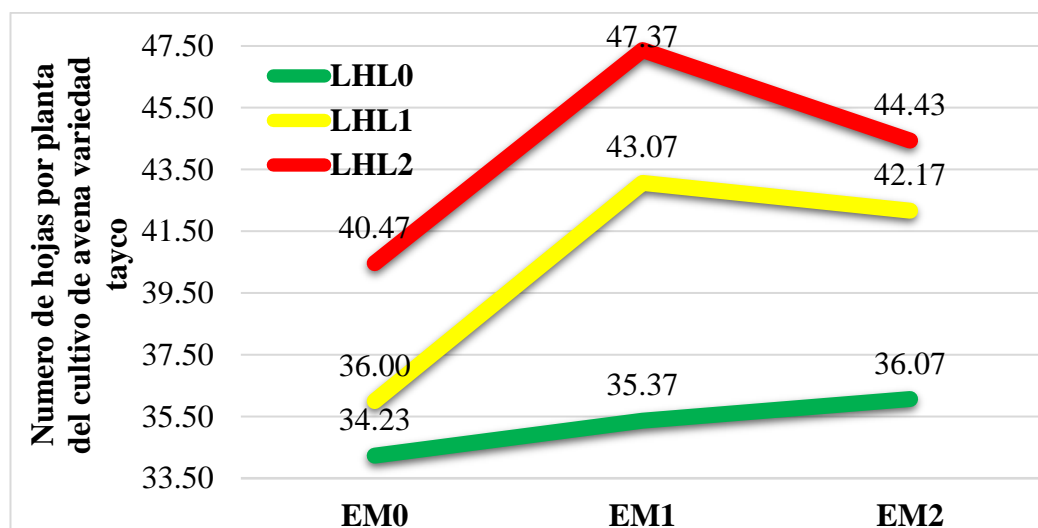
Interacción de promedios de dos factores, microorganismos eficientes (EM) con lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el número de hojas/planta del cultivo

	00.010 % (EM0)	5.00 % (EM1)	7.50 % (EM2)
00.00 lt/ha (LHL0)	34.23	35.37	36.07
10.00 lt/ha (LHL1)	36.00	43.07	42.17
20.00 lt/ha (LHL2)	40.47	47.37	44.43

En la Figura 12, se observa que a mayor dosis de lixiviado de humus de lombriz (LHL), el número de hojas se incrementa, por la aplicación de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL).

Figura 12

Efecto simple, microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el número de hojas por planta del cultivo de avena variedad tayco





Los resultados con mayor número de hojas por planta de avena variedad tayco se le atribuye a la fertilización foliar con el uso de lixiviado de humus de lombriz (LHL) permitiendo aumentar el número de hojas por planta e incrementar la capacidad de fotosíntesis, además con la aplicación de microorganismos eficientes (EM) mejora la salud de la planta, induciendo a una mayor retención de nutrientes en las hojas y tallos, estimulando la división celular favoreciendo al desarrollo de la planta. Demostrando que el uso de productos orgánicos disminuye la aplicación de agroquímicos, además de disminuir los efectos perjudiciales al ambiente que causan los fertilizantes.

4.1.5. Número de macollos por planta

Para el número de macollos por planta se dio una numeración (conteo), para realizar el análisis de varianza esta variable, se realizó la transformación a datos angulares, mediante la siguiente fórmula: ($Y = \arcseno\sqrt{\text{conteo}}$). Los resultados del análisis de varianza para el número de macollos/planta del cultivo de avena variedad tayco por efecto de la aplicación de microorganismo eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL) se muestra en la Tabla 25, existe diferencia estadística altamente significativa, en bloques, demostrando que el número de macollos por planta son parámetros contundentes para la topografía del área experimental. La aplicación de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), se encontró una diferencia altamente significativa, lo cual indica que ambos factores influyeron en el número de macollos por planta del cultivo de avena. Además de existir una diferencia altamente significativa en la interacción de microorganismos eficientes (EM) por lixiviado de humus de lombriz (LHL) en el cultivo de avena variedad tayco. El



coeficiente de variabilidad es de 2.72 %, indica que el experimento ha sido conducido de forma precisa. (DANE, 2008).

Tabla 25

Análisis de variancia para número de macollos por planta del cultivo de avena.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft		Sig.	Pr > F
					0.05	0.01		
Bloque	2	0.614	0.307	7.85	3.63	6.23	**	0.0042
EM	2	2.303	1.152	29.43	3.63	6.23	**	<.0001
LHL	2	6.516	3.258	83.29	3.63	6.23	**	<.0001
Interacción EM * LHL	4	0.937	0.234	5.99	3.01	4.77	**	0.0038
Error Experimental	16	0.626	0.039					
TOTAL	26	10.996						

R-Cuadrado = 0.943; C.V. = 2.72 %; Media = 7.27

Al encontrar una interacción entre los niveles de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), en la Tabla 26. Muestra los resultados de número de macollos por planta del cultivo de avena variedad tayco, se realizó análisis de variancia de efectos simples cultivo. Para observación en cual aplicación si existe una interacción.

Los microorganismos eficientes (EM) dentro 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0), en la aplicación de 0.00 % microorganismos eficientes (EM0), existe una diferencia significativa en las de dosis de 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0). Los microorganismos eficientes (EM) dentro 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1), en la aplicación de 5.00 % microorganismos eficientes (EM1), existe una diferencia altamente significativa en las de dosis de 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1). Los microorganismos eficientes (EM) dentro 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2), en la aplicación de 7.50 % microorganismos eficientes

(EM2), existe una diferencia altamente significativa en las de dosis de 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2). Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 0.00 % de microorganismos eficientes (EM0), en la aplicación de 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0), no existe una diferencia significativa, demostrando que es independiente los resultados en su aplicacion. Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 5.00 % de microorganismos eficientes (EM1), en la aplicación de 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1), existe diferencia significativa, en la aplicacion de 5.00 % microorganismos eficientes (EM1). Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 7.50 % de microorganismos eficientes (EM2), en la aplicación de 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2), existe diferencia significativa, en su aplicación de 7.50 % de microorganismos eficientes (EM2).

Tabla 26

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el numero de macollos /planta en el cultivo de avena variedad tayco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft		Sig	Pr > F
					0.05	0.01		
Em dentro de LHL0	2	1.182	0.591	15.11	3.63	6.23	**	0.0002
Em dentro de LHL1	2	4.629	2.314	59.16	3.63	6.23	**	<.0001
Em dentro de LHL2	2	1.642	0.821	20.99	3.63	6.23	**	<.0001
LHL dentro de EM0	2	0.109	0.054	1.39	3.63	6.23	n.s.	0.2772
LHL dentro de EM1	2	1.816	0.908	23.20	3.63	6.23	**	<.0001
LHL dentro de EM2	2	1.312	0.658	16.81	3.63	6.23	**	0.0001

Se observa la interacción del número de hojas/planta del cultivo de avena variedad tayco, muestra que a medida que se aplica a mayor dosis de lixiviado de

humus de lombriz (LHL), el número de hojas/planta se incrementa, por una mayor dosis de microorganismos eficientes (EM). La fertilización foliar a base de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), favorece el desarrollo del número de macollos por planta del cultivo de avena variedad tayco (Tabla 27).

Tabla 27

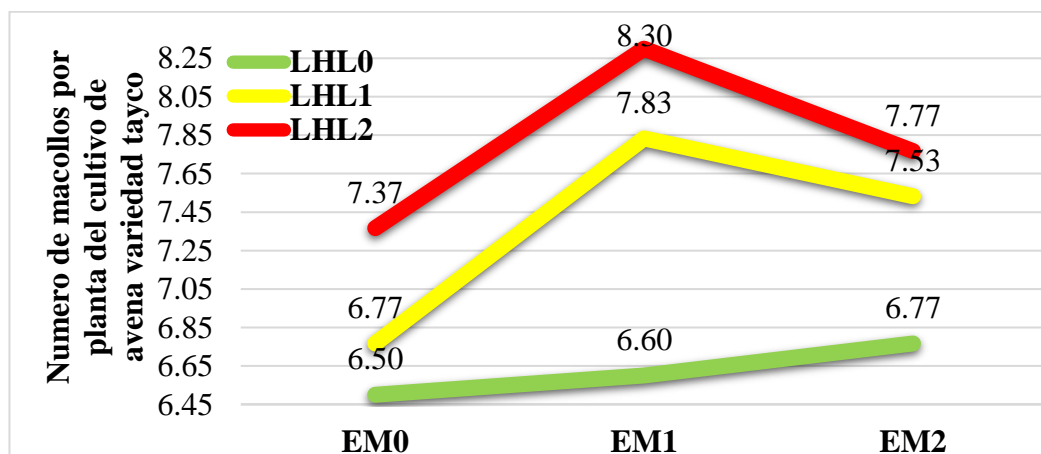
Interacción de promedios de dos factores, microorganismos eficientes (EM) con lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el número de macollos por planta del cultivo avena variedad tayco

	00.00 % (EM0)	5.00 % (EM1)	7.50 % (EM2)
00.00 lt/ha (LHL0)	6.50	6.60	6.77
10.00 lt/ha (LHL1)	6.77	7.83	7.53
20.00 lt/ha (LHL2)	7.37	8.30	7.77

En la Figura 13, se observa que a mayor dosis de lixiviado de humus de lombriz (LHL), el número de hojas se incrementa, por la aplicación de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL).

Figura 13

Efecto simple, microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la altura de planta de avena variedad tayco.





A partir del estado de la segunda hoja, inicia el crecimiento de macollos desde yemas ubicadas en los sub nudos del eje principal. correspondientes a brotes laterales y su desarrollo sigue el mismo modelo del tallo principal; así, un macollo va emitiendo hojas y produciendo raíces adventicias durante su desarrollo vegetativo (Antonia, 2016). La aplicación foliar de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), promueve la formación de macollos, siendo superiores a los demás tratamientos. Bustinza (2018) indica que la avena variedad Tayco, presentó 8.77 macollos por planta, con la aplicación de 2 L/ha de algas marinas, más la dosis 1 L/ha de biol. Cartagena (2015), encontró 10.32 macollos por planta en semilla de avena abonados con Fosfato diamónico en la zona de Puno.

4.2. DETERMINACIÓN DEL MEJOR RENDIMIENTO EN LA APLICACIÓN DE LIXIVIADOS DE LOMBRICOMPOSTA Y MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL CULTIVO DE AVENA FORRAJERA

4.2.1. Materia verde

Los resultados del análisis de varianza para determinar el rendimiento de materia verde en el cultivo de avena variedad tayco por efecto de la aplicación de microorganismo eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL) se muestra en la Tabla 28. No existe diferencia estadística significativa, en bloques, esto nos demuestra que el rendimiento no es un parámetro contundente para la topografía del área experimental. La aplicación de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), encontró una diferencia estadística altamente significativa, el cual indica que ambos factores influyeron en el número de hojas/planta del cultivo de avena. Además, existe una diferencia altamente

significativa en la interacción de microorganismos eficientes (EM) por lixiviado de humus de lombriz (LHL) en el cultivo de avena. El coeficiente de variabilidad es de 1.14 %, indica que el experimento ha sido conducido de forma precisa (DANE, 2008).

Tabla 28

Análisis de variancia para longitud de hoja del cultivo de avena variedad tayco

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft		Sig	Pr > F
					0.05	0.01		
Bloque	2	0.0235	0.0117	3.26	3.63	6.23	n.s.	0.0649
EM	2	3.0148	1.5074	418.39	3.63	6.23	**	<.0001
LHL	2	6.5712	3.2856	911.97	3.63	6.23	**	<.0001
Interacción EM * LHL	4	0.3247	0.0812	22.53	3.01	4.77	**	<.0001
Error Experimental	16	0.0576	0.0036					
TOTAL	26	9.9918						

R-Cuadrado = 0.994; C.V. = 1.14 %; Media = 5.28556

La Tabla 29. Muestra los resultados de rendimiento de materia verde del cultivo de avena variedad tayco, se realizó análisis de variancia de efectos simples cultivo. Para observación en cual aplicación si existe una interacción. Los microorganismos eficientes (EM) dentro 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0), en la aplicación de 0.00 % microorganismos eficientes (EM0), existe una diferencia significativa en las de dosis de 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0). Los microorganismos eficientes (EM) dentro 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1), en la aplicación de 5.00 % microorganismos eficientes (EM1), existe una diferencia altamente significativa en las de dosis de 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1). Los microorganismos eficientes (EM) dentro 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2), en la aplicación de 7.50 % microorganismos eficientes (EM2),

existe una diferencia altamente significativa en las de dosis de 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2). Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 0.00 % de microorganismos eficientes (EM0), en la aplicación de 00.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL0), existe una diferencia significativa, en la aplicación de 0.00 % microorganismos eficientes (EM0), demostrando que es independiente los resultados en su aplicación. Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 5.00 % de microorganismos eficientes (EM1), en la aplicación de 10.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL1), existe diferencia significativa, en la aplicación de 5.00 % microorganismos eficientes (EM1). Los lixiviado de humus de lombriz (LHL) dentro 7.50 % de microorganismos eficientes (EM2), en la aplicación de 20.00 lt/ha de lixiviado de humus de lombriz (LHL2), existe diferencia significativa, en su aplicación de 7.50 % de microorganismos eficientes (EM2).

Tabla 29

Análisis de varianza de efectos simples para la interacción microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el rendimiento de materia verde del cultivo de avena variedad tayco

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft		Sig.	Pr > F
					0.05	0.01		
Em dentro de LHL0	2	1.064	0.532	147.7	3.63	6.23	**	<.0001
Em dentro de LHL1	2	2.628	1.314	364.7	3.63	6.23	**	<.0001
Em dentro de LHL2	2	3.204	1.602	444.7	3.63	6.23	**	<.0001
LHL dentro de EM0	2	0.349	0.174	49.42	3.63	6.23	**	<.0001
LHL dentro de EM1	2	1.083	0.542	150.3	3.63	6.23	**	<.0001
LHL dentro de EM2	2	1.907	0.954	264.7	3.63	6.23	**	<.0001

En la Tabla 30. Se observa la interacción del rendimiento de materia verde del cultivo de avena variedad tayco, muestra que a medida que se aplica a mayor dosis de lixiviado de humus de lombriz (LHL), el rendimiento de materia verde se incrementa, por una mayor dosis de microorganismos eficientes (EM).

Tabla 30

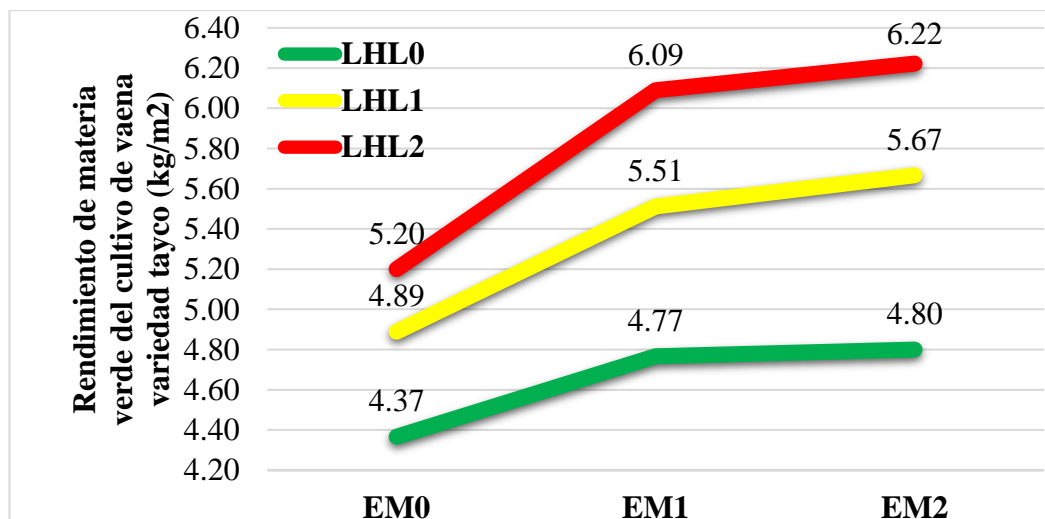
Interacción de promedios de dos factores, microorganismos eficientes (EM) con lixiviado de humus de lombriz (LHL), para el rendimiento de materia verde del cultivo avena

	00.00 % (EM0)	5.00 % (EM1)	7.50 % (EM2)
00.00 lt/ha (LHL0)	4.37	4.77	4.80
10.00 lt/ha (LHL1)	4.89	5.51	5.67
20.00 lt/ha (LHL2)	5.20	6.09	6.22

En la Figura 14, se observa que a mayor dosis de lixiviado de humus de lombriz (LHL), el rendimiento de materia verde se incrementa, por la aplicación de microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL).

Figura 14

Efecto simple, microorganismos eficientes (EM) y lixiviado de humus de lombriz (LHL), para la altura de planta de avena variedad tayco





Los resultados con superior rendimiento de forraje verde al momento del corte del cultivo de avena variedad tayco se le atribuye al aplicado foliar, de lixiviado de humus de lombriz (LHL) permitiendo aumentar la altura de planta e incrementar la capacidad de fotosíntesis, y microorganismos eficientes (EM), favoreciendo la absorción de micronutrientes, aumentado las cosechas, y la calidad de forraje. Sin embargo, es inferior a lo que reporta, Antonio, (2016). Que menciona que la producción de materia en base húmeda (MV): Se obtuvo rendimiento promedio de 73.79 y 91.03 Mg ha⁻¹, para la aplicación de fertilizante químico y lixiviado, respectivamente.

4.3. EVALUACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN E ÍNDICES DE RENTABILIDAD EN EL CULTIVO DE AVENA FORRAJERA (*Avena sativa* L.) CON LA APLICACIÓN DE LIXIVIADOS DE LOMBRICOMPOSTA Y MICROORGANISMOS EFICIENTES A TRAVÉS DEL ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO.

Los tratamientos en estudio evaluaron los costos variables (preparación del terreno, insumos agrícolas, siembra, labores culturales, cosecha y ensilado) y fijos (análisis de suelo, análisis de lixiviado de humus de lombriz y gastos administrativos), describiéndose en los anexos; Tablas 38 al 46.

La Tabla 31, muestra un resumen del rendimiento de forraje verde (kg/ha), Costo total de forraje verde (S/.), Ingreso Bruto (S/.), Ingreso Neto (S/.), Rentabilidad (%) y la Relación Beneficio/Costo (S/.), estimado por cada tratamiento en estudio, en la producción de forraje del cultivo de avena, el cual se consideró S/. 0.12 (doce céntimos) como precio por kilo de ensilado de avena forrajera; de acuerdo a los precios en la época

seca de mediante una encuesta a ganaderos productores de carne y leche de ganado vacuno en la provincia de San Román y Lampa de la región de Puno.

Tabla 31

Costos de producción y beneficio económico por hectárea

Orden de merito	Clave	Rendimiento de forraje verde (kg/ha)	Costo				Relación Beneficio / Costo (S/.)
			total de forraje verde (S/.)	Ingreso Bruto (S/.)	Ingreso Neto (S/.)	Rentabilidad (%)	
1	EM2LHL2	62222.22	3496.00	7466.67	3970.67	113.57	2.14
2	EM1LHL2	60888.89	3496.00	7306.67	3810.67	109.76	2.09
3	EM2LHL1	56666.67	3496.00	6800.00	3304.00	94.51	1.95
4	EM1LHL1	55111.11	3496.00	6613.33	3117.33	89.17	1.89
5	EMoLHL2	52000.00	3432.00	6240.00	2808.00	81.82	1.82
6	EMoLHL1	48888.89	3432.00	5866.67	2434.67	70.94	1.71
7	EM2LHL0	48000.00	3390.50	5760.00	2369.50	69.89	1.699
8	EM1LHL0	47666.67	3390.50	5720.00	2329.50	68.71	1.69
9	EMoLHL0	43666.67	3156.50	5240.00	2083.50	66.01	1.66

Los costos de producción en el rendimiento de forraje verde fueron estimados en base al área total del terreno hectárea (ha), los costos de producción de los tratamientos oscilan de S/. 3,496.00 el más alto con la aplicación foliar de 7.50% microorganismos eficientes con 20.00 lt/ha lixiviado de humus de lombriz (EM2LHL2) y con menor costo fue hasta S/. 3,156.50 del tratamiento con 0.00% Microorganismos eficientes con 0.00 lt/ha Lixiviado de humus de lombriz (EM0LHL0). Con respecto al ingreso bruto, los tratamientos con 7.50% microorganismos eficientes con 20.00 lt/ha lixiviado de humus de lombriz (EM2LHL2) y 5.00 % Microorganismos eficientes con 20.00 lt/ha Lixiviado de humus de lombriz (EM1LHL2), fueron los que más ingreso tuvieron con S/. 7,466.67 y S/. 7,306.67 respectivamente y con menor ingreso bruto fue hasta S/. 5240.00 del tratamiento con 0.00% Microorganismos eficientes con 0.00 lt/ha Lixiviado de humus de



lombriz (EM0LHL0). Con respecto a la rentabilidad, el tratamiento como 7.50% microorganismos eficientes con 20.00 lt/ha lixiviado de humus de lombriz (EM2LHL2) y 5.00% microorganismos eficientes con 20.00 lt/ha lixiviado de humus de lombriz (EM1LHL2), fueron los más rentables con los tratamientos que más rentabilidad tuvieron con 108.22 % y 103.76 % respectivamente. Además, en relación de beneficio/costo de los tratamientos como 7.50% Microorganismos eficientes con 20.00 lt/ha lixiviado de humus de lombriz (EM2LHL2) y 5.00% Microorganismos eficientes con 20.00 lt/ha Lixiviado de humus de lombriz (EM1LHL2), fueron los que más beneficio tuvieron con S/. 2.14 y S/. 2.09 respectivamente y con menor rentabilidad fue hasta S/. 1.66 del tratamiento con 0.00% Microorganismos eficientes con 0.00 lt/ha Lixiviado de humus de lombriz (EM0LHL0). Estos resultados muestran que el trabajo de investigación del rendimiento de avena forrajera (*Avena sativa* L.) mediante la aplicación foliar de lixiviado de lombricomposta y microorganismos eficientes, es superior a lo reportado. Bustinza (2018) menciona que el rendimiento de producción de semilla de avena forrajera los beneficios – costos de los tratamientos 2 L/ha de biol + 2 L/ha de algas marinas, 1 L/ha de biol + 2 L/ha de algas marinas, 2 L/ha de biol + 1 L/ha de algas marinas y 0 L/ha de biol + 2 L/ha de algas marinas son los tratamientos que más beneficio - costo con 2.02, 1.98, 1.82 y 1.73 soles respectivamente, superando al testigo 0 L/ha de biol + 0 L/ha de algas marinas con un beneficio - costo de 0.87 soles. El uso de productos orgánicos reduce la aplicación de agroquímicos con la consecuente disminución de los costos de producción en los sistemas agrícolas, además de aminorar los efectos perjudiciales al ambiente que producen los fertilizantes. El uso de lixiviados de lombricomposta y la incorporación de composta al suelo, mantiene la fertilidad del suelo en niveles óptimos que no mermen la producción y calidad del mismo (Antonio, 2016).



V. CONCLUSIONES

- Según las características agronómicas se concluye, que la aplicación de los Lixiviado de humus de lombriz (LHL) y Microorganismos Eficientes (EM), presentan efectos positivos sobre las características agronómicas del cultivo de avena, siendo el más sobresaliente la aplicación de abono foliar “(LHL) en una cantidad 20.00 lt/ha y (EM) una cantidad 7.50 %”, dando como respuesta una mejora significativa en las siguientes características 176.17 cm de altura de planta, 5.67 mm de diámetro de tallo, 56 cm de longitud de hoja, 44.43 hojas por planta y 7.77 macollos por planta, el más bajo fue el testigo con 156.33 cm de altura de planta, 5.03 mm de diámetro de tallo, 45.67 cm de longitud de hoja, 34.23 hojas por planta y 6.50 macollos por planta.
- Los datos obtenidos de rendimiento se concluyen, que la aplicación foliar de “Lixiviado de humus de lombriz (LHL) y Microorganismos Eficientes (EM)”, siendo el más destacado la aplicación de abono foliar “LHL con la aplicación de 20lt/ha y EM con la aplicación de 7.5%, dando como resultado un rendimiento de 62.22tn/ha de forraje verde. Siendo el mas bajo el testigo con 47.66 tn/ha de forraje verde.
- En los parámetros de producción e índices de rentabilidad en el cultivo de avena se concluye, que la aplicación foliar de “Lixiviado de humus de lombriz (LHL) y Microorganismos Eficientes (EM)”, a través del análisis Beneficio-Costo, la mayor rentabilidad fue con la aplicación de “Lixiviado de humus de lombriz con cantidad de 20lt/ha y EM con la aplicación de 7.5%” con 113.57 % equivalente a un beneficio costo de 2.14, el más bajos fue con la aplicación de “Lixiviado de humus de lombriz una cantidad de 0.00lt/ha y la aplicación de 5.00% de EM” con 64.34% equivalente a un beneficio costo de 1.64.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el lixiviado uso de humus de lombriz, para mejora las características agronómicas del cultivo de avena (*Avena sativa* L.) con fines de producción de forrajera.
- Se recomienda la planificación de fertilización foliar para complementar nutricionalmente con base a lixiviado de lombricomposta y microorganismos eficientes, durante su desarrollo vegetativo, logrando incrementar su producción.
- Se recomiendo el uso de la fertilización foliar “Lixiviado de humus de lombriz” para el cultivo de avena, puesto que promueve su crecimiento, desarrollo y rendimiento, permitiendo minimizar el costo de producción.
- Se recomienda investigar el aporte nutricional del cultivo de avena y en otros cultivos aplicando la fertilización foliar “Lixiviado de humus de lombriz (LHL) y Microorganismos Eficientes (EM)” para para determinar en qué cultivo es más eficaz.
- Se recomienda el uso de fertilizantes foliares a los productores agrícolas por el bajo costo económico, reemplazando la fertilización convencional.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, J. & Cabrera, A. (2010). *Evaluación de la calidad nutricional del ensilaje de (Sambucus peruviana, Smallanthus pyramidalis y Acacia decurrens) en minifundios del Municipio de Cumbal – Nariño*. Pasto, Tesis (Pregrado en Zootecnista). Universidad de Nariño. Colombia.
- Andrade, E. (2002). *Preparación y evaluación de proyectos*. Tercera edición. Editorial Ciudad satélite, Santa Rosa, Callao, Lima, Perú.
- Arbulú, P. (2000). *Manual de Economía Agrícola*; Primera Edición. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Agronomía, Lambayeque.
- Argote, G. & Ruiz, J.A. (2011). *Manejo y conservación de avena forrajera. Guía técnica. Curso-taller. Jornada de capacitación UNAL-Agro banco*. Ayaviri, Yunguyo, Mañazo, Puno - Perú.
- Bustinza J. (2018). *Efecto de la aplicación de abonos foliares orgánicos a base de algas marinas y biol sobre el rendimiento de semilla de avena (Avena sativa L.) En el C.I.P. Camacani – UNA Puno. Puno – Perú*: Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional del Altiplano.
- Cansing, T. (2009). *Humus de lombriz Californiana*. Disponible en: <http://haciendalospincipes.blogspot.com/2009/09/ventajas-y-beneficios-del-humusliquido.html>
- Castellanos, Q. (2018). *Comparación del efecto de la fertilización con lombrihumus y lixiviado sobre el desarrollo y crecimiento vegetal del cultivo de avena forrajera (Avena sativa L.) variedad Cayuse en el municipio de Pamplonita*. Programa de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona.
- Cherney, J. H., & Cherney, D. J. R. (2005). *Respuesta agronómica en temporada de frío en manejo de pastos para cosecha de baja intensidad y bajo potasio de fertilidad*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.
- Choque, J. M. (2005). *Producción y manejo de especies forrajeras*. 1ra Edición. Editorial Universitaria UNA Puno, Perú.



- Conde F. (2016). *Aplicación de tres dosis de solución de humus de lombriz en dos variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd), en la estación experimental de Patacamaya - La Paz*. Tesis de grado, Carrera De Ingeniería Agronómica, Facultad De Agronomía, Universidad Mayor De San Andrés. La Paz – Bolivia.
- Cotacallapa, H. (2000). *Gestión empresarial básica con aplicación en microempresa*. Editorial Universitaria. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- DANE (2008). *Dirección de Censos y Demografía*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística Dirección de Censos y Demografía. Estimación e interpretación del coeficiente de variación de la encuesta cocensal.
- Florez, A. 2005. *Manual de pastos y forrajes alto andinos*. ITDG AL, OIKOS. ECHO. Lima, Perú.
- Fontanetto, H.; (2008). *Fertilización nitrogenada en avena*. Informaciones agronómicas IPNI No. 38.
- González, G.; Hernández del Valle, F.; Izquierdo, G. & Orlando, A. (2012). *Influencia de la siembra directa y las aplicaciones foliares de extracto líquido de Vermicompost en el crecimiento y rendimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.) La Habana Cuba*. La Habana – Cuba.
- Higa, T. (2002). *Una Revolución para Salvar la Tierra. Traducción Ma. Del Mar Riera*. EM Research Organizaton. Okinawa. Japón. Versión en español.
- INIA, (2002). *Producción de semillas de avena en el altiplano*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. INIA. Estación Experimental Illpa. Unidad de validación y transferencia de tecnología. Boletín técnico. Puno, Perú.
- INIA, (2006). *Avena Forrajera INIA 903 – Tayko Andenes*. Instituto de nacional de innovación agraria, Estación Experimental Agraria Andenes – Cusco. Pp 2. Disponible https://www.inia.gob.pe/wpcontent/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/avena/INIA_903.pdf.



- INIA, (2006). *Expediente técnico de avena forrajera variedad INIA-902 africana (Avena sativa L.). Programa Nacional de Investigación en Pastos y Forrajes*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Estación Experimental Illpa. Puno, Perú.
- Liesel, C. C. (2015). *Efecto de la aplicación de tres dosis de humus y microorganismos eficaces en el cultivo del brócoli (Brassica oleracea var. Itálica) en Marcará, Carhuaz, Ingeniera Agrónoma, Huaraz, Perú*. Disponible en: <http://www.repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1062/T%20809%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Martínez Z. (2016). *Efecto del humus por vía foliar en el rendimiento del cultivo del repollo (Brassica oleracea var. Copenhagen market) en ambiente atemperado*. Tesis de grado. Universidad Mayor De San Andrés Facultad De Agronomía Carrera De Ingeniería Agronómica. La Paz – Bolivia.
- Morocho, M & Mora, M (2019). *Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas*. Laboratorio de Fitopatología, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Riobamba, Ecuador.
- Peñaranda G. & Londoño L., (2007). *Lo que usted debe saber acerca de la Lombricultura*. Universidad de pamplona. ISBN: -978-958-44-1760-2.
- Piza, C. R. (2017). *Determinación de la calidad de humus de lombriz roja californiana (Eisenia foetida) a partir de dos procesos en el tratamiento de alimento ofertado*, Ingeniería Agronómica, Facultad De Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. tesis La Paz – Bolivia.
- Ramírez, S.; Domínguez, D.; Salmerón, J. J.; Villalobos, G. & Ortega, J. A., (2015). *Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte*. Rev Arch. Zootec.
- Rojas, G., 2009. *Análisis de la rentabilidad costos de producción de los cultivos andinos*. Tesis UNA Puno, Perú.
- Ronen E. 2016, *Fertilización Foliar. Otra exitosa forma de nutrir a las plantas*. Haifa Chemicals, (en Línea). Consultado el 25 de enero del 2021. Disponible: eyalr@haifachem.com



- Rosser, C. L.; Górká, P.; Beattie, A. D.; Block, H. C.; McKinnon, J. J.; Lardner, H. A. and Penner, G. B. (2013). *Effect of maturity at harvest on yield, chemical composition, and in situ degradability for annual cereals used for swath grazing*. J. Anim. Sci.
- Sagarpa, E. (2014). *Paquete tecnológico para la producción de avena forrajera en Chihuahua*. Centro de Investigación Regional Norte-centro. Sitio Experimental La Campana-Madera. Aldama, Chi. México.
- Sanchez, M. (2018). *Evaluación del proceso de elaboración de vermicompost con dos especies de lombriz, Eisenia foetida y Lumbricus sp., en la provincia de Arequipa*. Escuela profesional de agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Arequipa – Perú.
- Somarriba, R. & Guzmán, F. (2004). *Guía de lombricultura. Guía Técnica No. 4*. Universidad Nacional Agraria. Managua. Nicaragua. Pag. 7 - 9.
- Tapia, M. (2007). *La Ganadería en el Altiplano de Puno. Una visión, técnica, económica social y ambiental*. El problema agrario en debate SEPIA XII, Tarapoto, San Martín, Perú.
- Toalombo, R. M. (2012). *Evaluación De Microorganismos Eficientes Autoctonos Aplicados En El Cultivo De Cebolla Blanca (Allium fistulosum)*. Requisito Para Optar El Título De Ingeniera Agrónoma, Facultad De Ingeniería Agronómica Universidad Técnica De Ambato, Cevallos – Ecuador. Pag. 10 – 60. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2217/1/Tesis-22agr.pdf>.

ANEXOS

Tabla 32

Promedio de altura de planta (cm)

Bloque	EM0			EM1			EM2		
	LHL0	LHL1	LHL2	LHL0	LHL1	LHL2	LHL0	LHL1	LHL2
I	150.00	160.00	157.00	160.00	165.00	180.00	157.00	162.50	181.00
II	155.00	152.00	160.00	154.00	162.00	170.00	155.00	168.50	177.00
III	164.00	168.00	168.20	159.00	176.00	174.00	162.00	175.00	170.50
Total	469.00	480.00	485.20	473.00	503.00	524.00	474.00	506.00	528.50
Promedio	156.33	160.00	161.73	157.67	167.67	174.67	158.00	168.67	176.17

Tabla 33

Promedio de Diámetro de tallo: (cm/tallo)

Bloque	EM0			EM1			EM2		
	LHL0	LHL1	LHL2	LHL0	LHL1	LHL2	LHL0	LHL1	LHL2
I	4.80	5.20	5.00	5.20	5.30	5.80	5.00	5.20	5.80
II	5.00	4.90	5.20	5.00	5.20	5.50	5.00	5.50	5.70
III	5.30	5.40	5.40	5.10	5.70	5.60	5.20	5.60	5.50
Total	15.10	15.50	15.60	15.30	16.20	16.90	15.20	16.30	17.00
Promedio	5.03	5.17	5.20	5.10	5.40	5.63	5.07	5.43	5.67

Tabla 34

Promedio de Longitud de hoja: (cm/hoja)

Bloque	EM0			EM1			EM2		
	LHL0	LHL1	LHL2	LHL0	LHL1	LHL2	LHL0	LHL1	LHL2
I	50.00	55.00	50.00	49.00	52.00	56.00	45.00	57.00	56.00
II	42.00	46.00	51.00	46.00	50.00	54.00	47.00	50.00	60.00
III	45.00	50.00	55.00	43.00	54.00	55.00	48.00	52.00	52.00
Total	137.00	151.00	156.00	138.00	156.00	165.00	140.00	159.00	168.00
Promedio	45.67	50.33	52.00	46.00	52.00	55.00	46.67	53.00	56.00

Tabla 35

Promedio de Numero de hojas: (N°/planta)

Bloque	EM0			EM1			EM2		
	LHL0	LHL1	LHL2	LHL0	LHL1	LHL2	LHL0	LHL1	LHL2
I	34.50	35.80	39.40	35.10	41.70	47.90	35.20	41.50	45.70
II	35.10	36.60	42.00	36.10	44.70	49.70	36.50	43.00	45.40
III	33.10	35.60	40.00	34.90	42.80	44.50	36.50	42.00	42.20
Total	102.70	108.00	121.40	106.10	129.20	142.10	108.20	126.50	133.30
Promedio	34.23	36.00	40.47	35.37	43.07	47.37	36.07	42.17	44.43

Tabla 36

Promedio de Numero de macollos por planta: (N°/planta)

Bloque	EM0			EM1			EM2		
	LHL0	LHL1	LHL2	LHL0	LHL1	LHL2	LHL0	LHL1	LHL2
I	6.40	6.70	7.30	6.60	7.70	8.40	6.60	7.50	8.00
II	6.70	6.90	7.80	6.60	8.10	8.70	6.80	7.70	7.90
III	6.40	6.70	7.00	6.60	7.70	7.80	6.90	7.40	7.40
Total	19.50	20.30	22.10	19.80	23.50	24.90	20.30	22.60	23.30
Promedio	6.50	6.77	7.37	6.60	7.83	8.30	6.77	7.53	7.77

Tabla 37

Promedio de rendimiento de forraje verde (kg/m2)

Bloque	EM0			EM1			EM2		
	LHL0	LHL1	LHL2	LHL0	LHL1	LHL2	LHL0	LHL1	LHL2
I	4.30	4.87	5.17	4.67	5.50	6.13	4.67	5.57	6.20
II	4.40	4.90	5.23	4.73	5.50	6.03	4.83	5.67	6.27
III	4.40	4.90	5.20	4.90	5.53	6.10	4.90	5.77	6.20
Total	13.10	14.67	15.60	14.30	16.53	18.27	14.40	17.00	18.67
Promedio	4.37	4.89	5.20	4.77	5.51	6.09	4.80	5.67	6.22

Tabla 38

Costo de producción y análisis económico del tratamiento 1: EMoLHLo

Características	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total (S/.)
1. COSTOS VARIABLES				2930.00
1.1. Preparación del terreno				440.00
Barbecho	Hr/tr	4.00	70.00	280.00
Rastrado	Hr/tr	2.00	65.00	130.00
Tapado	Hr/tr	0.50	60.00	30.00
1.2. Insumos agrícolas				900.00
Semilla de avena var. Tayco	Kg	120.00	4.00	480.00
Roca fosfórica	Kg	140.00	3.00	420.00
Microorganismos Eficiente EM-1 (inactivo)	Litros	0.00	40.00	0.00
Melaza	Kg	0.00	4.00	0.00
Humus de lombriz de fresco	Kg	0.00	1.00	0.00
Mochila fumigadora de 20 litro	Unidad	0.00	90.00	0.00
Embace hermético de 20 litros	Unidad	0.00	20.00	0.00
Balde de 20 litros	Unidad	0.00	10.00	0.00
Sacos para filtrado (lixiviado de humus de lombriz)	Unidad	0.00	0.50	0.00
1.3. Siembra				240.00
Abonamiento	Jornal	3.00	40.00	120.00
Siembra manual	Jornal	3.00	40.00	120.00
1.4. Labores culturales				320.00
Primer deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Segundo deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Primera aplicación de abonos foliares	Jornal	0.00	20.00	0.00
Segunda aplicación de abonos foliares	Jornal	0.00	20.00	0.00
Tercera aplicación de abonos foliares	Jornal	0.00	20.00	0.00
Cuarta aplicación de abonos foliares	Jornal	0.00	20.00	0.00
1.5. Cosecha				320.00
Siega manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
Trasporte de manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
1.6. Ensilado				710.00
Picado	hr/maquina	9.00	40.00	360.00
Sal agranel	Kg	50.00	1.00	50.00
Embolsado	Global	1.00	220.00	220.00
Enterrado	Jornal	2.00	40.00	80.00
2. COSTOS FIJOS				226.50
Análisis de suelo	Muestras	1.00	80.00	80.00
Análisis de lixiviado de humus de lombriz	Muestras	0.00	90.00	0.00
Gastos Administrativos	%	5.00	2930.00	146.50
3. COSTO TOTAL				3156.50
ANALISIS ECONOMICO				
Promedio de rendimiento de forraje verde (kg/m ²)	Kg			4.37
Rendimiento de forraje verde (kg/hectárea)	Kg			43666.67
Costo total de forraje verde	S/.			3156.50
Precio por kilogramo forraje verde (ensilado)	S/.			0.12
Ingreso Bruto	S/.			5240.00
Ingreso Neto	S/.			2083.50
Rentabilidad	%			66.01
Relación Beneficio/Costo				1.66

Tabla 39

Costo de producción y análisis económico del tratamiento 2: EMoLHL1

Características	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total (S/.)
1. COSTOS VARIABLES				3115.50
1.1. Preparación del terreno				440.00
Barbecho	Hr/tr	4.00	70.00	280.00
Rastrado	Hr/tr	2.00	65.00	130.00
Tapado	Hr/tr	0.50	60.00	30.00
1.2. Insumos agrícolas				1005.50
Semilla de avena var. Tayco	Kg	120.00	4.00	480.00
Roca fosfórica	Kg	140.00	3.00	420.00
Microorganismos Eficiente EM-1 (inactivo)	Litros	0.00	40.00	0.00
Melaza	Kg	0.00	4.00	0.00
Humus de lombriz de fresco	Kg	5.00	1.00	5.00
Mochila fumigadora de 20 litro	Unidad	1.00	90.00	90.00
Embace hermético de 20 litros	Unidad	0.00	20.00	0.00
Balde de 20 litros	Unidad	1.00	10.00	10.00
Sacos para filtrado (lixiviado de humus de lombriz)	Unidad	1.00	0.50	0.50
1.3. Siembra				240.00
Abonamiento	Jornal	3.00	40.00	120.00
Siembra manual	Jornal	3.00	40.00	120.00
1.4. Labores culturales				400.00
Primer deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Segundo deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Primera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Segunda aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Tercera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Cuarta aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
1.5. Cosecha				320.00
Siega manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
Trasporte de manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
1.6. Ensilado				710.00
Picado	hr/maquina	9.00	40.00	360.00
Sal agranel	Kg	50.00	1.00	50.00
Embolsado	Global	1.00	220.00	220.00
Enterrado	Jornal	2.00	40.00	80.00
2. COSTOS FIJOS				316.50
Análisis de suelo	Muestras	1.00	80.00	80.00
Análisis de lixiviado de humus de lombriz	Muestras	1.00	90.00	90.00
Gastos Administrativos	%	5.00	2930.00	146.50
3. COSTO TOTAL				3432.00
ANALISIS ECONOMICO				
Promedio de rendimiento de forraje verde (kg/m ²)	Kg			4.89
Rendimiento de forraje verde (kg/hectárea)	Kg			48888.89
Costo total de forraje verde	S/.			3432.00
Precio por kilogramo forraje verde (ensilado)	S/.			0.12
Ingreso Bruto	S/.			5866.67
Ingreso Neto	S/.			2434.67
Rentabilidad	%			70.94
Relación Beneficio/Costo				1.71

Tabla 40

Costo de producción y análisis económico del tratamiento 3: EMoLHL2

Características	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total (S/.)
1. COSTOS VARIABLES				3115.50
1.1. Preparacion del terreno				440.00
Barbecho	Hr/tr	4.00	70.00	280.00
Rastrado	Hr/tr	2.00	65.00	130.00
Tapado	Hr/tr	0.50	60.00	30.00
1.2. Insumos agrícolas				1005.50
Semilla de avena var. Tayco	Kg	120.00	4.00	480.00
Roca fosfórica	Kg	140.00	3.00	420.00
Microorganismos Eficiente EM-1 (inactivo)	Litros	0.00	40.00	0.00
Melaza	Kg	0.00	4.00	0.00
Humus de lombriz de fresco	Kg	5.00	1.00	5.00
Mochila fumigadora de 20 litro	Unidad	1.00	90.00	90.00
Embace hermético de 20 litros	Unidad	0.00	20.00	0.00
Balde de 20 litros	Unidad	1.00	10.00	10.00
Sacos para filtrado (lixiviado de humus de lombriz)	Unidad	1.00	0.50	0.50
1.3. Siembra				240.00
Abonamiento	Jornal	3.00	40.00	120.00
Siembra manual	Jornal	3.00	40.00	120.00
1.4. Labores culturales				400.00
Primer deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Segundo deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Primera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Segunda aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Tercera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Cuarta aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
1.5. Cosecha				320.00
Siega manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
Trasporte de manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
1.6. Ensilado				710.00
Picado	hr/maquina	9.00	40.00	360.00
Sal agranel	Kg	50.00	1.00	50.00
Embolsado	Global	1.00	220.00	220.00
Enterrado	Jornal	2.00	40.00	80.00
2. COSTOS FIJOS				316.50
Análisis de suelo	Muestras	1.00	80.00	80.00
Análisis de lixiviado de humus de lombriz	Muestras	1.00	90.00	90.00
Gastos Administrativos	%	5.00	2930.00	146.50
3. COSTO TOTAL				3432.00
ANALISIS ECONOMICO				
Promedio de rendimiento de forraje verde (kg/m ²)	Kg			5.20
Rendimiento de forraje verde (kg/hectárea)	Kg			52000.00
Costo total de forraje verde	S/.			3432.00
Precio por kilogramo forraje verde (ensilado)	S/.			0.12
Ingreso Bruto	S/.			6240.00
Ingreso Neto	S/.			2808.00
Rentabilidad	%			81.82
Relación Beneficio/Costo				1.82

Tabla 41

Costo de producción y análisis económico del tratamiento 4: EMILHLo

Características	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total (S/.)
1. COSTOS VARIABLES				3164.00
1.1. Preparación del terreno				440.00
Barbecho	Hr/tr	4.00	70.00	280.00
Rastrado	Hr/tr	2.00	65.00	130.00
Tapado	Hr/tr	0.50	60.00	30.00
1.2. Insumos agrícolas				1054.00
Semilla de avena var. Tayco	Kg	120.00	4.00	480.00
Roca fosfórica	Kg	140.00	3.00	420.00
Microorganismos Eficiente EM-1 (inactivo)	Litros	1.00	40.00	40.00
Melaza	Kg	1.00	4.00	4.00
Humus de lombriz de fresco	Kg	0.00	1.00	0.00
Mochila fumigadora de 20 litro	Unidad	1.00	90.00	90.00
Embace hermético de 20 litros	Unidad	1.00	20.00	20.00
Balde de 20 litros	Unidad	0.00	10.00	0.00
Sacos para filtrado (lixiviado de humus de lombriz)	Unidad	0.00	0.50	0.00
1.3. Siembra				240.00
Abonamiento	Jornal	3.00	40.00	120.00
Siembra manual	Jornal	3.00	40.00	120.00
1.4. Labores culturales				400.00
Primer deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Segundo deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Primera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Segunda aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Tercera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Cuarta aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
1.5. Cosecha				320.00
Siega manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
Trasporte de manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
1.6. Ensilado				710.00
Picado	hr/maquina	9.00	40.00	360.00
Sal agranel	Kg	50.00	1.00	50.00
Embolsado	Global	1.00	220.00	220.00
Enterrado	Jornal	2.00	40.00	80.00
2. COSTOS FIJOS				226.50
Análisis de suelo	Muestras	1.00	80.00	80.00
Análisis de lixiviado de humus de lombriz	Muestras	0.00	90.00	0.00
Gastos Administrativos	%	5.00	2930.00	146.50
3. COSTO TOTAL				3390.50
ANALISIS ECONOMICO				
Promedio de rendimiento de forraje verde (kg/m ²)	Kg			4.77
Rendimiento de forraje verde (kg/hectárea)	Kg			47666.67
Costo total de forraje verde	S/.			3390.50
Precio por kilogramo forraje verde (ensilado)	S/.			0.12
Ingreso Bruto	S/.			5720.00
Ingreso Neto	S/.			2329.50
Rentabilidad	%			68.71
Relación Beneficio/Costo				1.69

Tabla 42

Costo de producción y análisis económico del tratamiento 5: EMILHL1

Características	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total (S/.)
1. COSTOS VARIABLES				3179.50
1.1. Preparación del terreno				440.00
Barbecho	Hr/tr	4.00	70.00	280.00
Rastrado	Hr/tr	2.00	65.00	130.00
Tapado	Hr/tr	0.50	60.00	30.00
1.2. Insumos agrícolas				1069.50
Semilla de avena var. Tayco	Kg	120.00	4.00	480.00
Roca fosfórica	Kg	140.00	3.00	420.00
Microorganismos Eficiente EM-1 (inactivo)	Litros	1.00	40.00	40.00
Melaza	Kg	1.00	4.00	4.00
Humus de lombriz de fresco	Kg	5.00	1.00	5.00
Mochila fumigadora de 20 litro	Unidad	1.00	90.00	90.00
Embace hermético de 20 litros	Unidad	1.00	20.00	20.00
Balde de 20 litros	Unidad	1.00	10.00	10.00
Sacos para filtrado (lixiviado de humus de lombriz)	Unidad	1.00	0.50	0.50
1.3. Siembra				240.00
Abonamiento	Jornal	3.00	40.00	120.00
Siembra manual	Jornal	3.00	40.00	120.00
1.4. Labores culturales				400.00
Primer deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Segundo deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Primera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Segunda aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Tercera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Cuarta aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
1.5. Cosecha				320.00
Siega manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
Trasporte de manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
1.6. Ensilado				710.00
Picado	hr/maquina	9.00	40.00	360.00
Sal agranel	Kg	50.00	1.00	50.00
Embolsado	Global	1.00	220.00	220.00
Enterrado	Jornal	2.00	40.00	80.00
2. COSTOS FIJOS				316.50
Análisis de suelo	Muestras	1.00	80.00	80.00
Análisis de lixiviado de humus de lombriz	Muestras	1.00	90.00	90.00
Gastos Administrativos	%	5.00	2930.00	146.50
3. COSTO TOTAL				3496.00
ANALISIS ECONOMICO				
Promedio de rendimiento de forraje verde (kg/m ²)	Kg			5.51
Rendimiento de forraje verde (kg/hectárea)	Kg			55111.11
Costo total de forraje verde	S/.			3496.00
Precio por kilogramo forraje verde (ensilado)	S/.			0.12
Ingreso Bruto	S/.			6613.33
Ingreso Neto	S/.			3117.33
Rentabilidad	%			89.17
Relación Beneficio/Costo				1.89

Tabla 43

Costo de producción y análisis económico del tratamiento 6: EMILHL2

Características	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total (S/.)
1. COSTOS VARIABLES				3179.50
1.1. Preparación del terreno				440.00
Barbecho	Hr/tr	4.00	70.00	280.00
Rastrado	Hr/tr	2.00	65.00	130.00
Tapado	Hr/tr	0.50	60.00	30.00
1.2. Insumos agrícolas				1069.50
Semilla de avena var. Tayco	Kg	120.00	4.00	480.00
Roca fosfórica	Kg	140.00	3.00	420.00
Microorganismos Eficiente EM-1 (inactivo)	Litros	1.00	40.00	40.00
Melaza	Kg	1.00	4.00	4.00
Humus de lombriz de fresco	Kg	5.00	1.00	5.00
Mochila fumigadora de 20 litro	Unidad	1.00	90.00	90.00
Embace hermético de 20 litros	Unidad	1.00	20.00	20.00
Balde de 20 litros	Unidad	1.00	10.00	10.00
Sacos para filtrado (lixiviado de humus de lombriz)	Unidad	1.00	0.50	0.50
1.3. Siembra				240.00
Abonamiento	Jornal	3.00	40.00	120.00
Siembra manual	Jornal	3.00	40.00	120.00
1.4. Labores culturales				400.00
Primer deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Segundo deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Primera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Segunda aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Tercera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Cuarta aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
1.5. Cosecha				320.00
Siega manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
Trasporte de manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
1.6. Ensilado				710.00
Picado	hr/maquina	9.00	40.00	360.00
Sal agranel	Kg	50.00	1.00	50.00
Embolsado	Global	1.00	220.00	220.00
Enterrado	Jornal	2.00	40.00	80.00
2. COSTOS FIJOS				316.5.50
Análisis de suelo	Muestras	1.00	80.00	80.00
Análisis de lixiviado de humus de lombriz	Muestras	1.00	90.00	90.00
Gastos Administrativos	%	5.00	2930.00	146.50
3. COSTO TOTAL				3496.00
ANALISIS ECONOMICO				
Promedio de rendimiento de forraje verde (kg/m ²)	Kg			6.09
Rendimiento de forraje verde (kg/hectárea)	Kg			60888.89
Costo total de forraje verde	S/.			3496.00
Precio por kilogramo forraje verde (ensilado)	S/.			0.12
Ingreso Bruto	S/.			7306.67
Ingreso Neto	S/.			3810.67
Rentabilidad	%			109.76
Relación Beneficio/Costo				2.09

Tabla 44

Costo de producción y análisis económico del tratamiento 7: EM2LHLo

Características	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total (S/.)
1. COSTOS VARIABLES				3164.00
1.1. Preparación del terreno				440.00
Barbecho	Hr/tr	4.00	70.00	280.00
Rastrado	Hr/tr	2.00	65.00	130.00
Tapado	Hr/tr	0.50	60.00	30.00
1.2. Insumos agrícolas				1054.00
Semilla de avena var. Tayco	Kg	120.00	4.00	480.00
Roca fosfórica	Kg	140.00	3.00	420.00
Microorganismos Eficiente EM-1 (inactivo)	Litros	1.00	40.00	40.00
Melaza	Kg	1.00	4.00	4.00
Humus de lombriz de fresco	Kg	0.00	1.00	0.00
Mochila fumigadora de 20 litro	Unidad	1.00	90.00	90.00
Embace hermético de 20 litros	Unidad	1.00	20.00	20.00
Balde de 20 litros	Unidad	0.00	10.00	0.00
Sacos para filtrado (lixiviado de humus de lombriz)	Unidad	0.00	0.50	0.00
1.3. Siembra				240.00
Abonamiento	Jornal	3.00	40.00	120.00
Siembra manual	Jornal	3.00	40.00	120.00
1.4. Labores culturales				400.00
Primer deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Segundo deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Primera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Segunda aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Tercera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Cuarta aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
1.5. Cosecha				320.00
Siega manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
Trasporte de manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
1.6. Ensilado				710.00
Picado	hr/maquina	9.00	40.00	360.00
Sal agranel	Kg	50.00	1.00	50.00
Embolsado	Global	1.00	220.00	220.00
Enterrado	Jornal	2.00	40.00	80.00
2. COSTOS FIJOS				226.50
Análisis de suelo	Muestras	1.00	80.00	80.00
Análisis de lixiviado de humus de lombriz	Muestras	0.00	90.00	0.00
Gastos Administrativos	%	5.00	2930.00	146.50
3. COSTO TOTAL				3390.50
ANALISIS ECONOMICO				
Promedio de rendimiento de forraje verde (kg/m ²)	Kg			4.80
Rendimiento de forraje verde (kg/hectárea)	Kg			48000.00
Costo total de forraje verde	S/.			3390.50
Precio por kilogramo forraje verde (ensilado)	S/.			0.12
Ingreso Bruto	S/.			5760.00
Ingreso Neto	S/.			2369.50
Rentabilidad	%			69.89
Relación Beneficio/Costo				1.699

Tabla 45

Costo de producción y análisis económico del tratamiento 8: EM2LHL1

Características	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total (S/.)
1. COSTOS VARIABLES				3179.50
1.1. Preparación del terreno				440.00
Barbecho	Hr/tr	4.00	70.00	280.00
Rastrado	Hr/tr	2.00	65.00	130.00
Tapado	Hr/tr	0.50	60.00	30.00
1.2. Insumos agrícolas				1069.50
Semilla de avena var. Tayco	Kg	120.00	4.00	480.00
Roca fosfórica	Kg	140.00	3.00	420.00
Microorganismos Eficiente EM-1 (inactivo)	Litros	1.00	40.00	40.00
Melaza	Kg	1.00	4.00	4.00
Humus de lombriz de fresco	Kg	5.00	1.00	5.00
Mochila fumigadora de 20 litro	Unidad	1.00	90.00	90.00
Embace hermético de 20 litros	Unidad	1.00	20.00	20.00
Balde de 20 litros	Unidad	1.00	10.00	10.00
Sacos para filtrado (lixiviado de humus de lombriz)	Unidad	1.00	0.50	0.50
1.3. Siembra				240.00
Abonamiento	Jornal	3.00	40.00	120.00
Siembra manual	Jornal	3.00	40.00	120.00
1.4. Labores culturales				400.00
Primer deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Segundo deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Primera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Segunda aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Tercera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Cuarta aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
1.5. Cosecha				320.00
Siega manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
Trasporte de manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
1.6. Ensilado				710.00
Picado	hr/maquina	9.00	40.00	360.00
Sal agranel	Kg	50.00	1.00	50.00
Embolsado	Global	1.00	220.00	220.00
Enterrado	Jornal	2.00	40.00	80.00
2. COSTOS FIJOS				316.50
Análisis de suelo	Muestras	1.00	80.00	80.00
Análisis de lixiviado de humus de lombriz	Muestras	1.00	90.00	90.00
Gastos Administrativos	%	5.00	2930.00	146.50
3. COSTO TOTAL				3496.00
ANALISIS ECONOMICO				
Promedio de rendimiento de forraje verde (kg/m ²)	Kg			5.67
Rendimiento de forraje verde (kg/hectárea)	Kg			56666.67
Costo total de forraje verde	S/.			3496.00
Precio por kilogramo forraje verde (ensilado)	S/.			0.12
Ingreso Bruto	S/.			6800.00
Ingreso Neto	S/.			3304.00
Rentabilidad	%			94.51
Relación Beneficio/Costo				1.95

Tabla 46

Costo de producción y análisis económico del tratamiento 9: EM2LHL2

Características	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total (S/.)
1. COSTOS VARIABLES				3179.50
1.1. Preparación del terreno				440.00
Barbecho	Hr/tr	4.00	70.00	280.00
Rastrado	Hr/tr	2.00	65.00	130.00
Tapado	Hr/tr	0.50	60.00	30.00
1.2. Insumos agrícolas				1069.50
Semilla de avena var. Tayco	Kg	120.00	4.00	480.00
Roca fosfórica	Kg	140.00	3.00	420.00
Microorganismos Eficiente EM-1 (inactivo)	Litros	1.00	40.00	40.00
Melaza	Kg	1.00	4.00	4.00
Humus de lombriz de fresco	Kg	5.00	1.00	5.00
Mochila fumigadora de 20 litro	Unidad	1.00	90.00	90.00
Embace hermético de 20 litros	Unidad	1.00	20.00	20.00
Balde de 20 litros	Unidad	1.00	10.00	10.00
Sacos para filtrado (lixiviado de humus de lombriz)	Unidad	1.00	0.50	0.50
1.3. Siembra				240.00
Abonamiento	Jornal	3.00	40.00	120.00
Siembra manual	Jornal	3.00	40.00	120.00
1.4. Labores culturales				400.00
Primer deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Segundo deshierbo	Jornal	4.00	40.00	160.00
Primera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Segunda aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Tercera aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
Cuarta aplicación de abonos foliares	Jornal	1.00	20.00	20.00
1.5. Cosecha				320.00
Siega manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
Trasporte de manual	Jornal	4.00	40.00	160.00
1.6. Ensilado				710.00
Picado	hr/maquina	9.00	40.00	360.00
Sal agranel	Kg	50.00	1.00	50.00
Embolsado	Global	1.00	220.00	220.00
Enterrado	Jornal	2.00	40.00	80.00
2. COSTOS FIJOS				316.50
Análisis de suelo	Muestras	1.00	80.00	80.00
Análisis de lixiviado de humus de lombriz	Muestras	1.00	90.00	90.00
Gastos Administrativos	%	5.00	2930.00	146.50
3. COSTO TOTAL				3496.00
ANALISIS ECONOMICO				
Promedio de rendimiento de forraje verde (kg/m ²)	Kg			6.22
Rendimiento de forraje verde (kg/hectárea)	Kg			62222.22
Costo total de forraje verde	S/.			3496.00
Precio por kilogramo forraje verde (ensilado)	S/.			0.12
Ingreso Bruto	S/.			7466.67
Ingreso Neto	S/.			3970.67
Rentabilidad	%			113.57
Relación Beneficio/Costo				2.14

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 15

Ubicación del área experimental



Figura 16

División de parcelas del área experimental



Figura 17

Siembra y abonamiento del área experimental



Figura 18

Tapado de la siembra mecánicamente



Figura 19

Obtención y pesado de humus de lombriz fresco



Figura 20

Remojado de humus de lombriz fresco en 20 litros de aguas



Figura 21

Materiales para la activación de Microorganismos Eficientes



Figura 22

Se hirvió 2 litros de agua, Incorporación de melaza y melaza en los 2 litros de agua hervida



Figura 23

*Se EM 1 kg incorporo 16 litros de agua
tiempo después se incorporó
microorganismos eficientes*



Figura 24

Sellado hermético del EM



Figura 25

*Primera aplicación foliar de los
tratamientos en el área experimental*



Figura 26

*Evaluación de macollos por planta
(Numero de macollos/planta)*



Figura 27

Evaluación de altura de planta (cm)



Figura 28

*Evaluación de Diámetro de tallo
(cm/tallo)*



Figura 29

*Evaluación de de longitud de hoja
(cm/hoja)*



Figura 30

*Separación de hoja y tallos para su
evaluación*



Figura 31

Evaluación de Numero de hojas (Numero de hojas/planta)



Figura 32

Evaluación de la fase fenológica del cultivo



Figura 33

Elaboración de grano lechoso del cultivo de avena

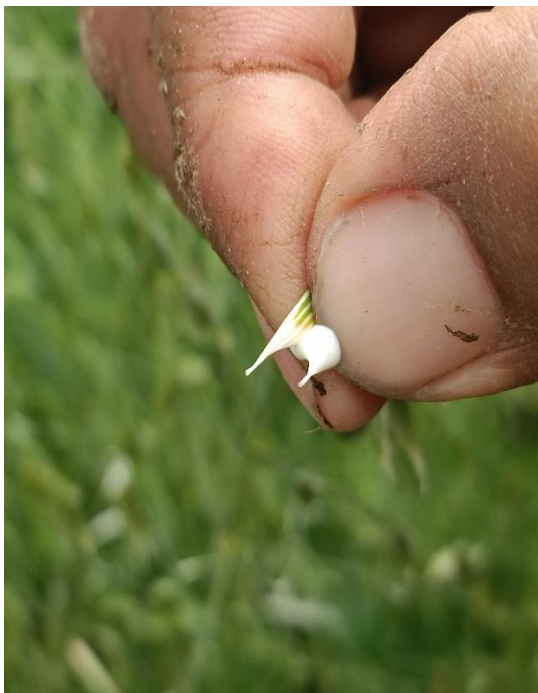


Figura 34

Incorporación aleatoria de un área de m2 para su respectivo corte



Figura 35

*Corte de avena al ras del suelo dentro
del área de un m²*



Figura 36

*Pesado de la materia verde dentro del
área de un m²*



Figura 37

*Elaboración de ensilado tipo trinchera
de 4m³*



Figura 38

*Incorporación de sal en el ensilado en
cada 15 cm de altura*



Figura 39

Picado de avena con materia verde de 5 a 8 cm de altura



Figura 40

Destapado de ensilado a los 4 meses de almacenado mediante patas



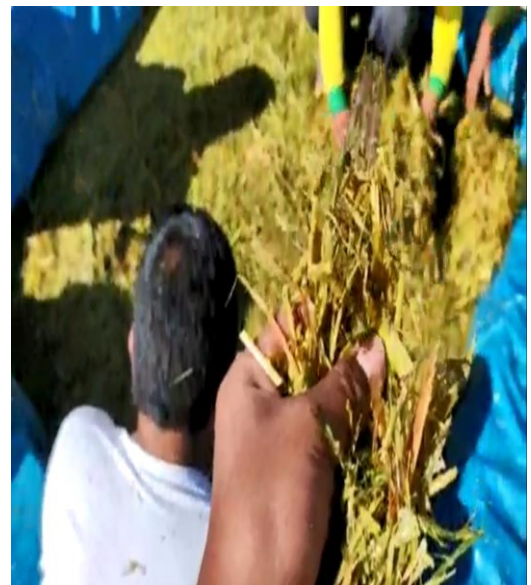
Figura 41

Evaluación de características del ensilado como color (verde amarillo a dorado), olor (agradable no muy fuerte)



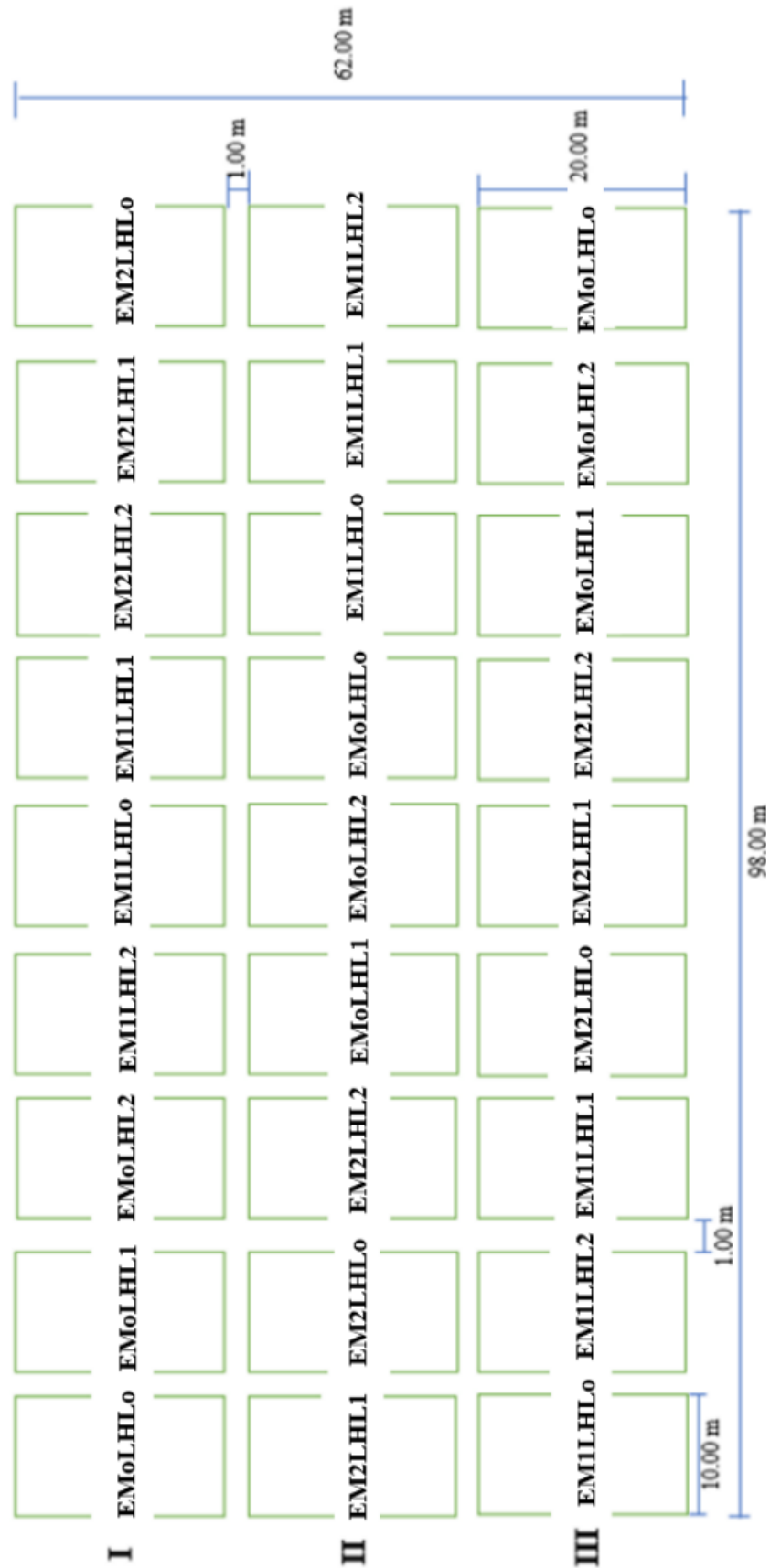
Figura 42

Evaluación de características del ensilado como sabor (agradable) y tacto (suave y uniforme al tacto).



ANEXO 1

Croquis de las parcelas experimentales



ANEXO 2

Información meteorológica SENAMHI estación Cabanillas – Puno

Días	Oct-21			Nov-21			Dic-21			Ene-22			Feb-22			Mar-22			Abr-22			May-22		
	Max	Min	PP	Max	Min	PP	Max	Min	PP	Max	Min	PP	Max	Min	PP	Max	Min	PP	Max	Min	PP	Max	Min	PP
1	18.2	2.8	1.2	18.6	-1.2	0	21	5.6	0	18.5	4	1	15.5	4.8	22.4	16.5	5	1.5	16	4	13.8	18.7	0.2	0
2	17.8	3.2	0	19.4	0.6	0	18.7	4.8	3	20	3.2	0.5	17	2.8	4.5	17.5	5	3	15.5	3.6	6.2	19.5	3	0
3	19	1	0	20	1.2	0	18	5	4.9	19.5	5	0	17.2	5.4	4.5	17	4	4.2	14.5	4	4.2	20	1.6	0
4	18.4	0.2	8.1	19.8	1	0	17	5	0.5	19.5	4.4	0.4	17	5	0	15.5	5.2	1.1	17.2	2	3.9	18.7	2.6	0
5	16.2	2.4	5.8	18.8	0.8	0	15	6	12.6	17	4.8	0.7	18.5	2.4	0	15	5.2	0	17	3.4	0.4	18	1	0
6	16.8	4.2	9.7	19.6	0.4	0	14.7	5	9.3	15	5	3	18	5.2	0.3	17.5	5	3.2	16	4.2	1.3	18.7	-2.6	0
7	15.6	4	3.9	20.2	0.8	0	16.5	5	3.8	17.5	5	1.7	16.5	5.2	8.5	17	4.2	0.5	17	4.4	0	19	-1.8	0
8	16	5.2	0.7	21.4	1.6	0	17	5.6	3.6	16.7	5.6	2.7	15.5	4.6	1.4	17.5	4.2	1.4	17	5	0	19.5	-1.4	0
9	16.6	1.8	0	21.8	0.8	0.7	14.5	5	2.2	16.5	4.6	0	18.2	2.8	4.8	16.7	4	0	17	4.4	19.3	17.7	-0.6	0
10	17.8	1.8	4.9	22.2	2.8	0	15.5	5.6	11.3	16	5.6	15.8	17.7	2.2	0	18	4.6	0	17	1.4	0	17	1	0
11	18.4	2.2	0.5	20	3.2	0.1	19	4.2	0	15	2.4	1.5	19	4.8	0	18	3.6	0.6	19	3	0	17	-2	0
12	19.6	2.6	0.2	16.2	2.6	0.1	17.5	3.6	0	13	4	7.8	15	5	1	18	4.6	3.8	19	1.8	0	17	-2	0
13	20.4	2.8	0.1	18.2	1.8	2.3	18.7	4.2	0	15	4	10	15.5	5	7.5	16.5	3.4	23.1	19.2	0	0	17	1.6	0
14	18.8	3.2	0	20.2	0.8	1.6	18	5.8	0	14.5	3	19.2	16.5	4	6.8	14.8	4.4	14.1	20	-2	0	17.5	0	0
15	19.6	0.2	0	19.6	1.8	2.5	17.5	4	10.9	16.5	2.8	3	16	4.6	3.2	10	3.2	6.6	20	1	0	17.5	0	0
16	19.8	1.4	0	21.2	2.2	0	17	5	25.5	16.5	3.6	5.5	14	4.8	4	14.5	3	2.6	20.5	0.2	0	17	0.2	0
17	20.2	1	0	20	1.4	0	15.5	3.6	9.8	18.5	4.6	1.2	15.7	4.6	1.1	16.2	1.4	0	21	-1.6	0	21	0.4	0
18	19.6	2	0	19.8	-4.8	0	16	4.8	0.3	16.5	4.4	0.1	15.5	4	0	16	3.6	11.8	19	-4	0	19.5	1	0
19	20.4	2.2	0	20.4	-3.2	0	17	5.2	1.9	17	4.8	6.5	18	4	0	16	3	14.8	19	2	0	17.5	1	0
20	21.2	-1.2	0	20	-1.6	7.8	16	3.6	2.8	16.5	4	13.8	16	4.8	2.6	15.2	4	0.2	18.5	-0.2	0	16.7	-4.8	0
21	21.4	-2.2	0	20.4	3.2	0.1	16.5	4.8	1.9	15.5	2	2.4	17.5	3	12.6	17.5	4.2	3.9	18.5	3	0	17.5	0.2	0
22	21.2	-0.8	0	20.4	3.4	0	11.2	4.6	0.8	17	6	18.2	16.2	3.4	0	17.5	4	2.8	21	2.6	0	17.5	-3	0
23	21	-1.4	0	19.8	2.8	0.6	18.5	4	0.3	15.2	5.6	7.7	15.7	5.6	5	19.2	4.6	1.9	18	2.4	0	17.5	-3.2	0
24	22.6	-3.6	0	16.6	5.4	6.3	15.7	5.8	8	15.5	5	11.8	16.5	5.4	1.3	18	4	0	19.5	3	0	16.5	-3	0
25	21.4	-4.4	0	17.2	3.8	0	17	3.2	0.3	16.7	5	28.9	16	4.4	8.2	16.5	3.6	2.7	18	0.8	0	17	-3.2	0
26	20.6	-2.8	0	15.2	4.2	13.6	17	6	6.7	16.5	5	6.5	15	4.8	4.8	17	5	1.4	19	-1	0	17.5	-1.8	0
27	21.4	-1.8	0	16.4	4.2	5.6	18	5.2	1.1	17.5	5	7.6	17.7	2	0	14.7	4.6	1.6	18.7	3	0	16.7	-2.2	0
28	20.6	0.8	0	16.4	1.2	12.5	15.7	5	0	14.5	5	9.8	16.7	6	0	15	4.4	5.4	18	-2	0	17	-0.8	0
29	19.8	-0.4	1.5	16.8	3.4	2.4	17.5	6.6	0.4	17.2	5.2	0.2	17	6	0	17	3.6	0	16.7	1	0	18.2	-1	0
30	19.6	-0.6	4.6	18.2	3	0.8	18.5	5.8	0	18	5.2	16.6	17.5	0	0	17.5	3.4	0	18.5	-1	0	16.7	0.2	0
31	18.8	-0.2	0.3	17.7	2.8	0	17	4.4	4	17	4.4	4	17.5	0	0	17.5	4	0	17	0	0	17	-2	0

Fuente: Estación: Cabanillas; Departamento: Puno; Provincia: San Roman; Distrito: Cabanillas; Latitud: 15°38'20.79"; Longitud: 70°20'47.79"; Altitud: 3885 msnm; Tipo: CO – Meteorológica y Código: 115033



ANEXO 3

Certificado de análisis de suelos



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO –
PUNO**
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : Chillo, Huataquita, Cabanillas, Juliaca, Puno
SOLICITANTE : Rusbel Salazar Alejo

MOTIVO : Análisis Fertilidad de suelo
MUESTREO : 01/12/2021 (por el interesado)
ANÁLISIS : 18/12/2021.
LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁺ %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	Muestra 01	78	08	14	Arena franca	1.45	3.01	1.20

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S.B. %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	7.42	7.80	40.00	8.50	150	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

FArA = Franco arcillo arenoso
Ar = Arcilloso
FArA = Franco arcillo arenoso
CIC = Capacidad Intercambio Cationico
N = Nitrógeno total
K⁺ = Potasio cambiabile
A = Arena
Ca²⁺ = Calcio cambiabile
Na⁺ = Sodio cambiabile
CO₃⁺ = Carbonatos
me = miliequivalente.

FAr = Franco arcilloso
M.O. = Materia orgánica
P = Fósforo disponible
K = Potasio disponible
C.E. = Conductividad eléctrica
SB = Saturación de bases
Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
mS/cm = milisiemens por centímetro
C.E. (e) = Conductividad eléctrica del extracto
Al³⁺ = Aluminio cambiabile
NC = no corresponde




D. Sc. Evaristo Mamani Mamani
JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS.



ANEXO 4

Descripción de características físicas, biológicas y químicas de microorganismos eficientes (EM)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO –
PUNO**
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADOS DE ANÁLISIS

ASUNTO : Análisis físico químico de abono foliar (lixiviado de humus de lombriz)
PROCEDENCIA : Chillo, Huataqita, Cabanillas, Juliaca, Puno
USUARIO : Rusbel Salazar Alejo
MOTIVO : Análisis Físico Químico
FECHA RECEPCIÓN: 25/12/2021
LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

ELEMENTOS ANÁLISIS	LIXIVIADO DE HUMUS DE LOMBRIZ
pH	7.6
C.E. mS/cm (relac. 2.5:25ml)	4.37
Nitrógeno total (% de N)	0.06
Fosforo total (% de P ₂ O ₅)	0.10
Potasio total (% de K)	0.12
Materia organica (M.O.)	8.03



[Signature]
D. Sc. Evaristo Mamani Mamani
JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS.



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo RUSBEL SACAZAR ALESO,
identificado con DNI 70524363 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA AERONOMICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" LIXIVIADO DE COMBUSTIBLES Y MICROORGANISMOS
EFICIENTES EN EL RENDIMIENTO DE AÜENA
FORRAJERA (Aüena sativa L.) EN EL ALTIPLANO PUNO - 2022 "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 15 de JULIO del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo RUSBEL SALAZAR ALEJO,
identificado con DNI 70524363 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGRONOMICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" CÍVICADO DE LOMBRICOMPOSTA Y MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL RENDIMIENTO DE AVENA FORRASERA (Avena sativa L.) EN EL ALTIPLANO PUNO - 2022 "

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 15 de JUNIO del 2024


FIRMA (obligatoria)

