



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRIGO DE INVIERNO (*Triticum aestivum L.*) Y
MICROORGANISMOS EFICACES (EM.) EN LA PRODUCCIÓN DE
FORRAJE EN ÉPOCAS DE INVIERNO EN EL CIP ILLPA-FCA-
UNA- PUNO - 2018

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. LINA SUCAPUCA LIPA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

A mis Padres. Don. Cirilo Sucapuca Machaca (†) y Doña Jerónima Lipa de Sucapuca (†) por enseñarme el valor del amor, la disciplina, luchar y persistir en mis objetivos. Por su gran espíritu de lucha, por su infinito esfuerzo por hacer de mí una profesional, siendo una persona humilde, luchaste tanto para que nada me faltara y por estar siempre conmigo, enfrentando los problemas de la vida gracias por tu sacrificio hacia mí ya que no fue en vano.

Gracias papá y mamá.

Lina S L



AGRADECIMIENTOS

- *A Dios Nuestro Señor, quién me dio la fe, Salud, fortaleza, sabiduría y sobre todo por darme la oportunidad de llegar a esta nueva etapa y lograr una meta más en mi vida.*
- *La “Universidad Nacional del Altiplano – Puno”. Por haberme recibido y permitido lograr mis más grandes metas que es la oportunidad de obtener mi formación profesional, lograr mis objetivos y hacer de mí una persona comprometida con mi profesión y con la sociedad.*
- *A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica por haberme compartido sus experiencias durante mi formación.*
- ***D. Sc. Luis Alfredo Palao Iturregui.** mi Director gracias por el tiempo, dedicación y paciencia en la elaboración de este proyecto.*
- *Con gran aprecio y profundo reconocimiento a los miembros del jurado calificador: **M.Sc. Luis Amilcar Bueno Macedo, D.Sc. Ali William Canaza Cayo y Ph.D. Gregorio Fructuoso Argote Quispe,** por su apoyo y sugerencias en la revisión de este trabajo de investigación.*
- *Al personal administrativo Sr. Nemesio Carrion Coila y al personal administrativo del CIP – ILLPA.*

Lina S L



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 16

ABSTRACT..... 17

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL 19

1.2. OBJETIVO ESPECIFICO 19

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO 20

2.1.1. Origen del cultivo de trigo de invierno 20

2.1.2. Taxonomía del trigo 20

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE TRIGO 21

2.2.1. Raíz 21

2.2.2. Tallo 21

2.2.3. Hojas 21

2.2.4. Inflorescencia 22

2.2.5. Flor 22

2.2.6. Fruto 22



2.2.7. Fenología del trigo	22
2.3. EXIGENCIAS AGROCLIMÁTICO, EDÁFICO E HÍDRICO EN EL CULTIVO DE TRIGO	23
2.3.1. Agroclimático	23
2.3.2. Edáficas.....	23
2.3.3. Hídrico	24
2.4. CALIDAD NUTRICIONAL DEL TRIGO DE INVIERNO EN FORRAJE. 24	
2.4.1. Proteína	25
2.4.2. Contenido de fibra detergente neutro (FDN).....	25
2.5. DESCRIPCIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM).....	25
2.5.1. Origen	25
2.5.2. Definición	26
2.6. COMPONENTES DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES EM -1. 26	
2.6.1. Bacterias Fototrópicas.....	26
2.6.2. Bacterias Ácidos Lácticas	27
2.6.3. Levaduras.....	27
2.6.4. Actinomyces	27
2.6.5. Hongos de Fermentación	27
2.7. MODO DE ACCIÓN DEL EM	28
2.8. APLICACIÓN Y USO DEL EM EN LA AGRICULTURA.....	28
2.9. EFECTOS DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES SOBRE LOS CULTIVOS.....	29
2.10. ESTIÉRCOL DE OVINO	30
2.11. COSTOS DE PRODUCCIÓN	31
2.11.1. Costo total	31



2.11.2. Ingreso	31
2.11.3. Costo unitario.....	32
2.11.4. Rentabilidad	32

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN	33
3.1.2. Ubicación geográfica	33
3.1.3. Antecedentes del campo experimental	33
3.2. MATERIALES.....	34
3.2.1. Material de campo	34
3.2.2. Material de laboratorio.....	34
3.3. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	35
3.3.1. Material biológico.....	35
3.4. OBSERVACIONES PREVIAS REALIZADAS	35
3.4.1. Análisis físico - químico del suelo.....	35
3.4.2. Análisis químico del agua de riego.....	36
3.4.3. Datos meteorológicos	36
3.4.4. Poder germinativo de la semilla de trigo	38
3.5. METODOLOGÍA	39
3.5.1. Diseño experimental	39
3.7. CARACTERÍSTICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL	40
3.8. PREPARACIÓN DEL EM-1.....	41
3.9. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	42
3.9.1. Preparación del terreno	42
3.9.2. Labores culturales	45



3.9.3. Cosecha de forraje	45
3.10. EVALUACIÓN DE VARIABLES DE REPUESTA	46
3.10.1. Número de plantas germinadas	46
3.10.2. Número de macollos	46
3.10.3. Altura de planta.....	46
3.10.4. Número de plantas por m ²	47
3.10.5. Rendimiento de materia verde	47
3.10.6. Rendimiento de materia seca	47

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS VEGETATIVAS DEL TRIGO DE INVIERNO.	48
4.1.1. Número de plantas germinadas.....	48
4.1.2. N° de Macollos por planta.....	50
4.1.3. Altura de planta (cm).	51
4.1.4. Número de plantas por hectárea.....	57
4.2. RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TRIGO DE INVIERNO	59
4.2.1. Rendimiento de materia verde	59
4.2.2. Rendimiento de materia seca	61
4.3. ANÁLISIS DE CALIDAD DE ALIMENTO.....	63
4.3.1. Contenido proteína.....	63
4.3.2. Contenido de grasas	64
4.3.3. Contenido de cenizas	66
4.3.4. Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN)	67
4.4. ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	69



V. CONCLUSIONES	70
VI. RECOMENDACIONES	71
VII. REFERENCIAS.....	72
ANEXOS.....	77

Área: Ciencias agrícolas

Tema: Manejo de pastizales y cultivos forrajeros

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 18 de marzo del 2021



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases fenológicas del trigo	23
Figura 2. Ubicación del lugar experimental (caserío).	34
Figura 3. Comportamiento de las temperaturas (2018), según SENAMHI.....	37
Figura 4. Comportamiento de la precipitación pluvial (2018), según SENAMHI.....	37
Figura 5. Croquis del campo experimental.....	41
Figura 6. (A) Insumos: EM, melaza (B) preparación de solución de EM y melaza en agua (C) activación de EM por fermentación en estufa a 37 °C.	42
Figura 7. (A) Tractor agrícola con implemento de discos y (B) Tractor con implemento de rastra.....	43
Figura 8. Delimitación de calles, bloques y parcelas experimentales	43
Figura 9. (A) Semillas en remojo en EMa y (B) semillas recubiertas con EMa y secado	44
Figura 10. Cosecha de trigo de invierno por unidad experimental y tratamientos	46
Figura 11. Representación gráfica de Número de plantas germinadas, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)	49
Figura 12. Representación gráfica de Numero de macollos por planta, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).	51
Figura 13. Representación gráfica del progreso de altura de planta, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)	56



Figura 14. Representación gráfica de número plantas por hectárea (has), como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).....	58
Figura 15. Representación gráfica de Rendimiento de materia verde, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).	60
Figura 16. Representación gráfica de Rendimiento de materia seca (kg/ha), como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)	62
Figura 17. Representación gráfica de Contenido proteico, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)	64
Figura 18. Representación gráfica de N° de macollos por planta, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)	65
Figura 19. Representación gráfica de contenido de cenizas, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)	67
Figura 20. Representación gráfica de FDN, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).....	68
Figura 21. Instalación del riego por gotero.....	85
Figura 22. Germinación de plantas de trigo a los 15 días.....	85
Figura 23. Trigo de invierno con 15 cm de altura y 30 cm	85
Figura 24. Análisis del suelo	86
Figura 25. Análisis del agua	86
Figura 26. Aplicación del EMa.....	87



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de NPK., de Diferentes Tipos de Estiércol (base a peso seco)..	30
Tabla 2. Temperaturas y precipitación pluvial (2018).....	36
Tabla 3. Análisis de varianza para un diseño completo al Azar	39
Tabla 4. Programa de aplicaciones de EMa.....	44
Tabla 5. Programa días de riego del experimento.....	45
Tabla 6. ANVA, Número de plantas germinadas (%).	48
Tabla 7. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) Número de plantas germinadas (%) como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).....	48
Tabla 8. Análisis de varianza para número de macollos por planta.....	50
Tabla 9. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para número de macollo por planta, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).....	50
Tabla 10. Análisis de varianza para Altura de planta a los 10 días.	51
Tabla 11. Análisis de varianza para Altura de planta a los 39 días.	52
Tabla 12. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para altura de planta a los 39 días, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).....	52
Tabla 13. Análisis de varianza para Altura de planta a los 80 días.	53
Tabla 14. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para altura de planta a los 80 días, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).....	53
Tabla 15. Análisis de varianza para Altura de planta a los 110 días.	54



Tabla 16. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para altura de planta a los 110 días, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).....	54
Tabla 17. Análisis de varianza para Altura de planta a los 145 días.	55
Tabla 18. Análisis de varianza para Altura de planta a los 163 días.	55
Tabla 19. Análisis de varianza para número de plantas por hectárea	57
Tabla 20. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para número de plantas por hectárea (has), como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80.	58
Tabla 21. Análisis de varianza para producción de materia verde de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM.....	59
Tabla 22. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para rendimiento de materia verde (kg/ha), como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).	60
Tabla 23. Análisis de varianza para producción de materia seca de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM.....	61
Tabla 24. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para rendimiento de materia seca, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).....	62
Tabla 25. Análisis de varianza para contenido de proteína (%) de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM.....	63
Tabla 26. Contenido de proteína, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).	63
Tabla 27. Análisis de varianza para contenido de grasa (%) de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM.	64



Tabla 28. Contenido de grasa, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)	65
Tabla 29. Análisis de varianza para contenido de ceniza (%) de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM.....	66
Tabla 30. Contenido de cenizas, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).....	66
Tabla 31. Análisis de varianza para contenido de ceniza (%) de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM.....	67
Tabla 32. Fibra detergente neutro, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).....	68
Tabla 33. Análisis económico de costo de producción de trigo de invierno Var. Salcedo 80 para una hectárea.	69
Tabla 34. N° de plantas de Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM por hectárea.	77
Tabla 35. Producción de materia verde de Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM por hectárea.....	77
Tabla 36. Producción de materia seca de Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM por hectárea	77
Tabla 37. N° de plantas de trigo de invierno por 2m ² y 1 has.	78
Tabla 38. N° de macollos de trigo de invierno por planta	78
Tabla 39. Para Análisis de varianza para contenido proteína se han transformado en valores angulares arco seno ($Y = \arccos(\text{porcentaje})$).....	79
Tabla 40. Para Análisis de varianza para contenido grasa se han transformado en valores angulares arco seno ($Y = \arccos(\text{porcentaje})$)	79



Tabla 41. Para Análisis de varianza para contenido ceniza se han transformado en valores angulares arco seno ($Y = \text{arcosenoporcentaje}$)	80
Tabla 42. Para Análisis de varianza para contenido FDN se han transformado en valores angulares arco seno ($Y = \text{arcosenoporcentaje}$)	80
Tabla 43. Costos de producción de forraje verde de trigo de invierno Var. Salcedo 80 sin EM. (Testigo).....	81
Tabla 44. Costos de producción de forraje verde de trigo de invierno Var. Salcedo 80 con EM. (T1 al 5%).....	82
Tabla 45. Costos de producción de forraje verde de trigo de invierno Var. Salcedo 80 con EM. (T2 al 10%).....	83
Tabla 46. Costos de producción de forraje verde de trigo de invierno Var. Salcedo 80 sin EM. (T3 15%).....	84



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

*	: Es significativo
**	: Altamente significativo
Fc.	: F calculada
CV	: Coeficiente de variabilidad
G.L.	: Grados de libertad
F.V.	: Fuente de variabilidad
Cm	: Centímetros
CM	: Cuadrado medio
g.	: Gramos
Nº	: Número
ns	: No Significativo
°C	: Grados centígrados
SC	: Suma de cuadrado
Sig.	: Significancia
Trat.	: Tratamientos
EM	: Microorganismos eficaces
EMa	: Microorganismos eficaces activados
CIP	: Centro de Investigación y Producción



RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Centro de Investigación y Producción CIP-Illpa, Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Ubicado en el distrito de Paucarcolla, Provincia de Puno a 3850 msnm, longitud 70°04'50" Oeste y 15°42'30 de latitud sur. Con el propósito de evaluar la producción de forraje de trigo de invierno, en respuesta a la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficaces (EM) como estrategia para disponer de forraje en la época de invierno los objetivos específicos fueron: a) Evaluar el efecto de dosis de microorganismos eficaces (EM) sobre las características morfológicas vegetativas del trigo de invierno, b) Evaluar el efecto de los microorganismos eficaces (EM) sobre el rendimiento productivo del forraje del trigo de invierno c) Efectuar un análisis de costos de producción de forraje de trigo de invierno y la determinación de contenido de proteína. El experimento se instaló empleando diseño estadístico Bloque Completo al Azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Los resultados de muestran que el número de plantas germinadas fue mejor en el T2 con 90.35%, para N° de macollo por planta fue de T2 con 9.22 macollos/planta, en cuanto a altura de planta evaluado al momento de realizar el corte a los 163 días el resultado fue de: T2 con 72.44 cm y para número de plantas por hectárea con aplicación de diferentes niveles de dosis de EM fue para T2 con 341033 plantas/ha; para forraje en materia seca mejor fue el T2 con una producción de 9245 kg/ha. Con la aplicación de EM, para contenido de proteína en los tratamientos fue de; T1 con 3.27%; mayor contenido de ceniza fue en T1 con 2.03%; mayor concentración de grasa fue en T1 con 1.60%; mayor contenido de FDN fue en T1 con 6.67%. Los costos de producción sin la aplicación de EM T0 (testigo) es de S/. 4837.99 a comparación con el tratamiento T3 donde se aplicó en mayor porcentaje el EM el costo fue de S/. 4927.9 en cuanto a relación beneficio/costo para T0 fue de S/. 0.43 y para T2 fue de S/. 0.95 y con un costo unitario de 0.24 soles/kilogramos de forraje verde. Bajo el manejo de la presente investigación, la aplicación de microorganismos eficaces aumenta la rentabilidad en cuanto a nutrientes y producción de forraje pero en varios cortes al año mayor será la rentabilidad.

Palabras claves: Microorganismos eficaces (EM); trigo de invierno;
Triticum aestivum L.



ABSTRACT

This study was carried out at the Centro de Investigación y Producción CIP-ILLPA, Faculty of Agrarian Sciences, of the Universidad Nacional of the Altiplano of Puno. Located in the Distrito of Paucarcolla, Provincia of Puno at 3850 meters above sea level, longitude 70 ° 04'50 "West and 15 ° 42'30 south latitude. In order to evaluate the production of winter wheat forage in response to the application of different doses of effective microorganisms (EM) as a strategy to provide forage in the winter season, the specific objectives were: a) To evaluate the effect of doses of effective microorganisms (EM) on the vegetative morphological characteristics of winter wheat, b) To evaluate the effect of effective microorganisms (EM) on the productive yield of winter wheat forage, c) To perform a cost analysis of winter wheat forage production and the determination of protein content. The experiment was installed using a randomized Complete Block statistical design, with 4 treatments and 3 repetitions. The results show that the number of germinated plants was better in T2 with 90.35%, for No. of tillers per plant it was T2 with 9.22 tillers / plant, in terms of plant height evaluated at the time of cutting at the 163 days the result was: T2 with 72.44 cm, T1 with 69.22 cm, T3 with 67.11 cm and T0 (Control) with 63.89 cm, for the number of plants per hectare with application of different levels of EM doses it was for T2 with 341033 plants / ha; for forage in dry matter, T2 was better with a production of 9245 kg / ha and in the control it was 6199 kg / ha. With the application of EM, for protein content in the treatments was; T1 with 3.27%; higher ash content was in T1 with 2.03%; the highest concentration of fat was in T1 with 1.60%; the highest content of NDF was in T1 with 6.67%. The production costs without the application of EM T0 (witness) is S /. 4837.99 compared to treatment T3 where the ME was applied in a higher percentage, the cost was S /. 4927.9 In terms of benefit / cost ratio for T0 was S /. 0.43 And for T2 it was S /. 0.95 And with a unit cost of 0.24 soles / kilograms of green forage. Under the management of the present investigation, the application of effective microorganisms increases the profitability in terms of nutrients and forage production, but in several cuts a year the profitability will be higher.

Keywords: Effective microorganisms (EM); winter wheat; *Triticum aestivum L.*



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En la Sierra de nuestro País cuenta con tres épocas bien definidas: inicio de lluvias (septiembre – diciembre), época lluviosa (enero – abril), y la época seca (mayo – agosto), que es la más crítica, por presentarse escasez de pastos para la alimentación de los animales. Una de las alternativas es la siembra de un cultivo forrajero tolerante a sequia como el trigo de invierno (*Triticum aestivum* L.), por lo que es muy importante realizar estudios sobre caracterización en épocas de estiaje o época seca de este cultivar. (INIA, 2002).

Se ha visto que en la región Puno año tras año hay falta de forraje verde, principalmente en el último trimestre. Esto se debe fundamentalmente a que los agricultores comienzan sus campañas de siembra con el inicio del periodo lluvias, entre noviembre a enero. Estas siembras realizadas alcanzan a ser cosechadas entre abril a mayo, forraje que es suministrado a sus ganados en fresco o almacenado en forma de heno (pacas). Progresivamente después de las cosechas y el fin del periodo lluvioso va disminuyendo la disponibilidad de forraje, que incluye el forraje en seco.

Por lo descrito, se hace necesario buscar alternativas de producción de forraje, que permita tener disponible forraje verde durante todo el año. En tal sentido, la producción de forraje en invierno se convierte en una necesidad para los ganaderos de la región Puno. Afortunadamente existen variedades adecuadas para producir en esta época, como es la variedad salcedo 80. Sin embargo, hace falta el desarrollo de tecnologías que permitan incrementar la producción y productividad, con una buena rentabilidad en beneficio del agricultor puneño.

Son varios los trabajos sobre uso de Microorganismo Eficaces con respuesta positiva en los cultivos; no obstante, dado las características propias de la región Puno. Microorganismos en el cultivo de trigo bajo las condiciones del altiplano, es necesario hacer el presente trabajo de investigación sobre el uso de EM, por lo que se planteó los siguientes objetivos:



1.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la producción de forraje del trigo de invierno, en respuesta a la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficaces (EM) para disponer de forraje en la época de invierno del CIP ILLPA.

1.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- Evaluar el efecto de dosis de microorganismos eficaces (EM) sobre las características morfológicas vegetativas del trigo de invierno.
- Evaluar el efecto de los microorganismos eficaces (EM) sobre el rendimiento productivo del forraje del trigo de invierno.
- Efectuar un análisis de costos de producción de forraje de trigo de invierno y la determinación de contenido de proteína.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Origen del cultivo de trigo de invierno

COULOMBRE (1984), el trigo de invierno se siembra en grandes extensiones en el medio Oeste de los Estados Unidos, para forraje verde en alimentación del ganado y los granos, para la semilla y alimentación humana y/o animal. El mismo autor, señala que este cultivo fue introducido al Perú en el año 1977 por la Universidad Nacional Agraria la Molina y posteriormente por el convenio Perú – Canadá en Puno, para realizar trabajos de evaluación de germoplasma en diversas localidades del Altiplano.

GARZA (2004), señala que el trigo se ha cultivado desde hace más de 9,000 años. Y que surgió en el valle del Rio Nilo

2.1.2. Taxonomía del trigo

SOLANO (2000), afirma que, según el Botánico Adolph Engler, el trigo de invierno taxonómicamente se ubica de la siguiente manera:

Reino	:	Vegetal
Sub. Reino	:	Phanerogamae
División	:	Angiospermae
Clase	:	Monocotyledoneae
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Sub. Familia	:	Pooideae
Tribu	:	Triticeae
Género	:	Triticum
Especie	:	<i>Triticum aestivum L.</i>



2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE TRIGO

INIA (2003), menciona que la característica principal de la planta radica en su utilización dual; es decir, para producir forraje y grano. Su tolerancia a la sequía y a las heladas es mayor en el periodo juvenil; ya que en esta fase la planta requiere un periodo frío.

2.2.1. Raíz

RODRÍGUEZ (1998), indica que la mayoría de las raíces se encuentran a una profundidad de 0 – 25 cm., pudiendo penetrar hasta 150 cm, su desarrollo depende de muchas variables como la variedad, estado de desarrollo, la textura del suelo, la profundidad de la capa freática y otros. Asimismo, sus raíces adventicias penetran en el suelo hasta un metro de profundidad en condiciones favorables, tal como menciona CHOQUE (2005).

Según INFOAGRO (2004), el crecimiento de las raíces comienza en el periodo de ahijado, estando todas ellas poco ramificadas, alcanzando el completo desarrollo de las raíces al final del "encañado".

2.2.2. Tallo

Según CHOQUE (2005), los tallos son erectos, cilíndrico, huecos y con entrenudos más cortos que el trigo primaveral y de acuerdo a la variedad; desarrolla entre 50 y 100 cm de altura y con buena capacidad de macollamiento.

VIDAL (1983), señala que el tallo es cilíndrico, fistuloso, rígido y con nudos que brindan resistencia al tumbado. Los nudos inferiores producen fácilmente raíces adventicias y macollan de tal manera que una sola semilla puede dar numerosos tallos.

2.2.3. Hojas

ATLAS (2004), refiriéndose a las hojas, indica que son larga y angostas, tienen una vaina en la base que forma un cartucho abrazando el tallo.



CHOQUE (2005), describe a la hoja como una lámina lanceolada de color verde oscuro, con un ancho de 0,70 cm y una longitud de 14 a 25 cm, con aurículas pubescentes y lígula membranosa de color blanco, que cada planta puede estar constituida de 4 a 6 hojas.

2.2.4. Inflorescencia

Según la descripción de RUIZ (1981), es una espiga compuesta por un raquis o tallo central de entrenudos cortos, sobre el cual van dispersar entre 20 a 30 espiguillas en forma alternada y laxa o compacta, llevando cada uno nueve flores que están rodeadas de glumas, glumillas y glomérulos.

2.2.5. Flor

CHOQUE (2005), señala que la flor del trigo es hermafrodita. Por otra parte VIDAL (1983), menciona que consta de agrupaciones de flores o espiguillas que va a ambos lados del eje. Cuando separamos una espiguilla notamos que va envuelto por dos láminas llamadas glumas. Las glumas encierran tres flores cada flor va protegida por dos glumelas, la mayor tiene una nervaduras mediana prolongada muchas veces en arista. Dentro de las glumelas encontramos tres estambres que cuelgan hacia afuera sus antenas en forma de X, y un ovario esférico, con dos estigmas plumosos.

2.2.6. Fruto

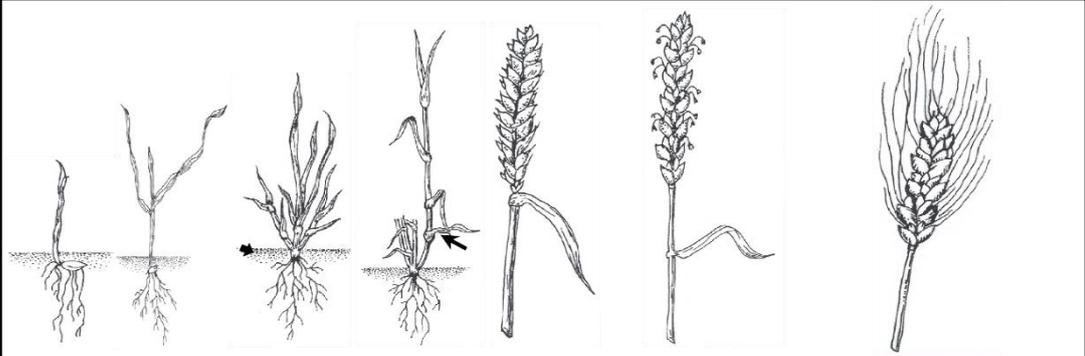
Según CHOQUE (2005), menciona que botánicamente el fruto del trigo se le conoce como Cariopside, que es un fruto seco y desnudo. Por otra parte, el grano es de color blanco de forma ovoide y de bordes redondeados, el tamaño del embrión grande de forma oval que oscila de 5 a 6 cm de largo y de 3 mm de ancho. El peso de 1000 gramos de semilla es de 41,9 g, según SOLIS y SALAZAR (1996).

2.2.7. Fenología del trigo

HALLEY (1990), menciona que las fases de crecimiento de los cereales son: germinación, crecimiento de la plántula, formación de tallos secundarios o vástagos, elongación de tallo, estado de bota o embuche, emergencia de las espigas floración,

desarrollo del grano lechosos, desarrollo del endospermo y maduración. En la Figura 1, se muestra la fenología del trigo según el SENAMHI (2011).

Figura 1. Fases fenológicas del trigo



↑ EMERGENCIA	↑ TERCERA HOJA	↑ MACOLLAJEA	↑ ENCAÑADO	↑ ESPIGA	↑ FLORACIÓN	↑ MADU- RACIÓN LECHOSA	↑ MADU- RACIÓN PASTOSA	↑ MADU- RACIÓN CORNEA
Aparición de las plantitas con 1 ó 2 hojas sobre la superficie del suelo.	Momento en que se observa la tercera hoja en la planta.	Aparece el primer macollo en la planta ubicado en la axila de una de sus hojas más bajas de la planta. Se debe registrar el inicio de la fase cuando el macollo tenga 1 cm de longitud.	Momento en que aparece el primer nudo en el tallo principal de la planta. Por lo general el primer nudo se localiza a una distancia de 2 a 3 cm sobre el suelo.	La mitad de las espigas comienzan a salir de la vaina foliar de la hoja superior.	Momento en que se abren las primeras flores.	Los granos, al ser presionados, presentan un líquido lechoso.	Los granos, al ser presionados, presentan una consistencia pastosa.	Los granos están duros, no pueden ser cortados con las uñas de los dedos. Todas las partes de la planta están secas.

Fuente: Senamhi (2011)

2.3. EXIGENCIAS AGROCLIMÁTICO, EDÁFICO E HÍDRICO EN EL CULTIVO DE TRIGO

2.3.1. Agroclimático

FALCONI (2001) y OSCA (2007), indica que el proceso de germinación del trigo se inicia a una temperatura mínima de 5 °C, continuando hasta un máximo de 35 °C; sin embargo, la temperatura ideal oscila entre 15 y 25 °C; en la etapa de crecimiento requiere un rango térmico de 5 a 40 °C, siendo la óptima de 18 a 25 °C.

2.3.2. Edáficas

CHOQUE (2005), indica que en altiplano de Puno el trigo de invierno es posible cultivar en todos los suelos, a excepción de los suelos salinos, turbosas y arenosos. Pero a causa del sistema radicular prefieren suelos profundos, de textura franco hasta franco – arcilloso, con buena capacidad de retención de agua y buen contenido de materia seca.



INIA (2002), reporta que, para el cultivo de trigo de invierno, los suelos más apropiados son profundos, permeables y con un pH entre 6 – 7.5.

2.3.3. Hídrico

CHOQUE (2005), menciona que el trigo de invierno para producir mayor cantidad de materia verde requiere la aplicación de riego para su establecimiento y riego durante los meses transitorios con ausencias de lluvias, por lo que se recomienda las alternativas de la aplicación de riegos siguientes:

- Riego de establecimiento. Un riego después de la emergencia.
- Riego de mantenimiento de invierno a primavera. Aplicación de un riego en el periodo de macollamiento con una lámina de agua de 5 – 7 cm, luego cada 30 días hasta el inicio de las lluvias.

INIA (2002), indica que, para probar la producción del trigo de invierno bajo condiciones de riego, se ha utilizado la tecnología de riego (riego por goteo), aplicando un total de 11 riegos complementarios en forma experimental. Los resultados obtenidos fue el pastoreo en el mes de noviembre, durante la época de escasez de forraje para los animales, con una producción de 11.91 t ha⁻¹ de forraje verde y 3.32 t ha⁻¹ de materia seca al estado fenológico de macollamiento.

2.4. CALIDAD NUTRICIONAL DEL TRIGO DE INVIERNO EN FORRAJE

ARGOTE (1985), realizando ensayos de digestibilidad in vitro del trigo de invierno variedad salcedo 80 y falaris determino que contenía 21.7 y 21.76% de proteína y con fibra cruda promedio de 79.54 y 72.39% para el trigo de invierno y falaris.

ARGOTE Y MIRANDA (2001), señalan que el trigo de invierno es una gramínea anual, con alto contenido de proteína cruda (10 a 21%) por sus características requiere de bajas temperaturas en su primeros estadios vegetativos, resientes a la sequía y posee una gran capacidad de macollamientos.



MAMANI (1989), manifiesta que las plantas jóvenes son mucho más ricas en proteínas por unidad de materia seca que en las fases posteriores de desarrollo. Las plantas jóvenes que son tiernas y blandas, poseen menor celulosa y lignina por unidad de materia seca que lo hacen más digestibles que las plantas maduras, la exposición del forraje a la intemperie puede reducir las proteínas contenidos en la materia seca, llevándola a cifras de un 3%o inferiores.

2.4.1. Proteína

CAÑAS (1998), indica que, la medición directa del contenido de proteína en un alimento, por medios químicos es irrealizable. Por esto la determinación de proteína total de un alimento se basa en la medición de contenidos de nitrógeno de la muestra, aspecto que se basa, de que este elemento en una proteína es poco variable y alrededor del 16%. Aunque en general se utiliza 6.25 es posible usar otros factores cuando la relación entre la proteína y el nitrógeno es conocida por ejemplo en la leche es 1.0% de nitrógeno y de la proteína es de 15.8% por lo que se debe emplear el factor de 6.33.

2.4.2. Contenido de fibra detergente neutro (FDN)

WATTLAUX (2002), indica que es, un procedimiento más reciente es la determinación de fibra detergente neutra en el laboratorio, el que ofrece un cálculo más preciso del total de fibra en un alimento la FDN incluye celulosa, hemicelulosa y lignina.

2.5. DESCRIPCIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM)

2.5.1. Origen

TERUO HIGA (2007), en Okinagua, Japón, estudiando las funciones individuales de diferentes microorganismos, encontró que el éxito de su efecto potencializador estaba en su mezcla. Desde entonces, esta tecnología ha sido investigada, desarrollada y aplicada a una multitud de usos agropecuarios y ambientales, siendo utilizada en más de 80 países del mundo. El Doctor Higa donó al mundo la tecnología EM-1 y creó a EMRO (EM Research Organization), organización sin ánimo de lucro para difundir la tecnología, distribuida en cada país por órgano.



2.5.2. Definición

TERUO HIGA (2007), EM-1, es una abreviación de Effective Microorganism (Microorganismos Eficaces), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros. Cuando el EM-1 es inoculado en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinergista por su acción en comunidad.

PEDRAZA (2010), refieren que los microorganismos eficientes son un cultivo mixto de microorganismos benéficos (fundamentalmente bacterias fotosintéticas, productoras de ácido láctico, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores) que pueden aplicarse como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos. Esto a su vez aumenta la calidad y la salud de los suelos, lo que incrementa el crecimiento, la calidad y el rendimiento de los cultivos MOYA (2012).

2.6. COMPONENTES DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES EM -1

APROLAB (2007), señala que el EM es un cóctel líquido que contiene más de 80 microorganismos benéficos de origen natural. A continuación, se hace la descripción de los grupos más representativos:

2.6.1. Bacterias Fototrópicas

FRANZ-PETER-MAU (2002), son microorganismos independientes y que se conservan por si solos. Crean sustancias provechosas de las secreciones de las raíces, de material orgánico o de gases dañinos (sulfato de hidrógeno), aprovechando la luz del sol y del calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias que crean contienen aminoácidos, ácido nucleico y sustancias bioactivas. Ellos sintetizan la glucosa que beneficia el crecimiento de las plantas, pero que también fortalece la eficacia de los Actinomyces. Las bacterias de fotosíntesis sostienen la actividad de otros microorganismos, pero al mismo tiempo utilizan las sustancias producidas por otros microorganismos.



2.6.2. Bacterias Ácidos Lácticas

HIGA & JAMES (1996); Fundases (2010), estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso.

2.6.3. Levaduras

KYAN (1999); PETER (2002); BIOSCA (2001), estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales, útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para Microorganismos Eficaces como bacterias ácido lácticas y actinomicetos. Asimismo, EARTH (2008), manifiesta que la levadura ayuda a fermentar la materia orgánica y contiene vitaminas y aminoácidos.

2.6.4. Actinomyces

PETER (2002), indica la estructura de los actinomicetos, intermedia entre la de las bacterias y hongos, produce sustancias antimicrobianas a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas y por la materia orgánica. Esas sustancias antimicrobianas suprimen hongos dañinos y bacterias patógenas. Los actinomicetos pueden coexistir con la bacteria fotosintética. Así, ambas especies mejoran la calidad de los suelos a través del incremento de la actividad microbiana.

2.6.5. Hongos de Fermentación

BIOCITY (2017), como el *Aspergillus* y el *penicillium* actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, ésteres y sustancias antimicrobianas. Esto es lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales y gusanos.



2.7. MODO DE ACCIÓN DEL EM

BIOCITY (2017), indica que los diferentes tipos de microorganismos en el EM-1, 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 Eficaces para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. Cuando los Microorganismos Eficaces incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos.

IDIAF (2009), manifiesta que, a través de los antioxidantes los EM promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus. Los efectos antioxidantes de estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo así la proporción de NPK y CN. Este proceso aumenta el humus contenido en el suelo, siendo capaz de mantener una elevada calidad de la producción.

2.8. APLICACIÓN Y USO DEL EM EN LA AGRICULTURA

CERVANTES (2017), una nueva dimensión para una agricultura y un medio ambiente sustentable; muchos microbiólogos creen que el número total de microorganismos del suelo puede aumentarse aplicando en estas enmiendas orgánicas a nivel foliar y con aplicaciones directas al suelo. El EM-1, como inoculante microbiano, reestablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.



2.9. EFECTOS DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES SOBRE LOS CULTIVOS

Según CERVANTES (2019) y SILVA (2009), entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden citar:

a. En los semilleros:

- Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
- Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizo bacterias promotoras del crecimiento vegetal.
- Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

b. En las plantas:

- Genera un mecanismo de supresión de insectos enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistemática de los cultivos a enfermedades.
- Consume los exudados de las raíces, hojas, flores, frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- Favorece el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos. Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas e incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

c. En los suelos:

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, biológicas y supresión de enfermedades. Entre sus efectos se pueden mencionar:

Efectos en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios 33 porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.

Efectos en las condiciones químicas del suelo: mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos separando las moléculas que los mantiene fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radicular.

Efectos en la microbiología del suelo: suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

2.10. ESTIÉRCOL DE OVINO

SANCHEZ (2003), indica que, la dosis de abono orgánico en huertos es de 20 a 40 t/ha, pero se debe limitar el abono de aves y ovejas a 10 t/ha, puesto que es más probable que cause quemaduras en las plantas. Esto resulta siendo entre 2 a 4 kg/m² en abonos de otros animales y de 1 kg/m² en abonos de aves y ovinos. También menciona que la época ideal de aplicación del abono es de dos semanas antes de la siembra, esto para evitar la pérdida de nitrógeno por lixiviación y prevenir la quemadura de las semillas y plántulas emergidas. El estiércol se debe arar, gradar o asar dentro del suelo muy pronto después de la aplicación. Una demora de un solo día puede causar una pérdida de 25 por ciento de N en la forma de gas amoníaco.

CARI (2000), indica que, los análisis realizados en el Laboratorio de Suelos de la UNA- Puno presenta la composición que reporta en el cuadro siguiente:

Tabla 1. Composición de NPK., de Diferentes Tipos de Estiércol (base a peso seco).

TIPO DE ESTIERCOL	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)
Ovino descompuesto	0.9	2.8	0.3
Ovino fresco	2.3	2.9	1.3
Ovino descompuesto en corral	1.1	0.4	0.7
Vacunos amontonados por varios años	1.2	0.4	0.3
Vacunos fresco	1.7	2.1	0.3
Vacuno descompuesto	1.4	0.5	0.5
Alpaca descompuesto	1.3	0.5	0.5
Alpaca fresco	1.7	0.5	0.5
Chancho fresco	2.4	0.9	0.9
Caballo fresco	2.8	0.9	0.9
Caballo descompuesto	2.3	0.8	0.8
Cuy fresco	4.3	3	3
Gallina fresco	2.8	0.8	0.8

Fuente: Laboratorio de Aguas y Suelos de la UNA-Puno

2.11. COSTOS DE PRODUCCIÓN

MUJICA y PONCE (2005), sostienen que, son todos los gastos que se efectúan dentro de la campaña agrícola para la producción, incluyendo la preparación para la comercialización y/o venta, en forma resumida son aquellos desembolsos y la valorización que incluyen la depreciación, relacionados a la adquisición de bienes transformación de materia prima e insumos o la prestación de servicios y se clasifican en:

Costos directos: llamados también costos variables son los que intervienen directamente en la producción dentro de la campaña agrícola, que varían según la cantidad que va a producir a mas producción más costos variable dentro de estos tenemos: Gastos por mano de obra, maquinaria agrícola, insumos, etc.

Costos indirectos: llamados también costos fijos, son gastos que se efectúan y permanecen inalterables en la campaña agrícola, ante cualquier volumen de producción y que no intervienen directamente en la producción de semillas dentro de estas consideramos: Gastos administrativos, depreciaciones y gastos financieros.

2.11.1. Costo total

Es la suma de los costos directos o variables más los costos indirectos o fijos CANALES (2004).

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

2.11.2. Ingreso

MUJICA y PONCE (2005), se refieren a las entradas en efectivo, se definen por el volumen de la producción y por los precios de venta de bienes de servicios.

- **Ingreso total:** es el valor total que se obtiene de la multiplicación del rendimiento por el precio de venta.

$$\text{Ingreso Total (VBP)} = \text{Rendimiento total} \times \text{precio de venta}$$



- **Ingreso neto:** es la diferencia entre el ingreso total de la producción y el costo total CANALES (2004).

$$\text{Ingreso neto} = \text{Ingreso total (VBP)} - \text{Costo total}$$

2.11.3. Costo unitario

El costo por unitario producida, se obtiene dividiendo el Costo Total entre el Rendimiento (producción obtenida por hectárea CATAORA (2005).

$$\text{Costo Unitario} = \frac{\text{costo total}}{\text{rendimiento}}$$

2.11.4. Rentabilidad

BRAVO (2002), indica que, la rentabilidad nos permite conocer en qué medida los costos establecidos permiten a la empresa conseguir un beneficio, mantener la prosperidad de su producción, o en caso contrario inducir a organizarse de modo diferente, para asegurar su supervivencia, o a su expansión. La rentabilidad de cualquier producción con fines de lucro se mide por medio de un índice, llamado índice de Rentabilidad de Capital y si existen ganancias sirven para remunerar a todos los capitales puestos a su disposición sean propios o ajenos.

$$\text{Rentabilidad Sobre Los Ingresos} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{NetaCosto Total}} \times 100$$

Utilidad neta = Ingresos por ventas - Costos totales – Impuestos



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación del experimento

El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Producción CIP-ILLPA, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. En el periodo de las primeras semanas de julio del 2018.

3.1.2. Ubicación geográfica

El Centro de Investigación y Producción CIP – ILLPA, se encuentra ubicado en el Distrito de Paucarcolla, Provincia de Puno a 19 Km. De la carretera asfaltada Puno – Juliaca (Desvió Sillustani) a una altitud de 3850 m.s.n.m., longitud Oeste 70° 04' 50" y una altitud sur 15° 42' 30".

3.1.3. Antecedentes del campo experimental

El terreno sobre el cual se desarrolló el trabajo de investigación, está ubicado en el Centro de Investigación y Producción CIP-ILLPA perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno (figura 2); el terreno tuvo 6 años de descanso siendo la última siembra el cultivo de avena. En el mes de julio del 2018, se realizó el presente trabajo de investigación del trigo de invierno.

Figura 2. Ubicación del lugar experimental (caserío).



Fuente: mapa satelital.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Material de campo

- Pico y rastrillo
- Malla metálica de campo
- Cinta métrica y cordel
- Hoz
- Cámara fotográfica
- Balanza, letreros
- Registro de evaluación

3.2.2. Material de laboratorio

a. Materiales para la activación de EM

- 03 recipientes de 2 litros
- 02 vaso milimetrado
- 01 vaso milimetrado
- 01 Varilla o baqueta
- 01 balde
- 01 cocina eléctrica
- 01 unidad de cinta
- 02 mochilas fumigadora de 20 L



b. Insumos para la activación de los EM- 1

- 3 litros de agua destilada o agua de pozo
- 5 litros de melaza
- 2 litros de EM

3.3. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.3.1. Material biológico

Semilla

Como material experimental se empleó semillas botánicas de la especie trigo de invierno “*Triticum aestivum L.*”, de la variedad Salcedo - 80, procedente de Estación Experimental Agraria Illpa – Puno.

Estiércol de ovino (EO)

El estiércol que se aplicó en el desarrollo de mi trabajo de investigación fue el estiércol de ovino fermentado, se obtuvo del CIP Illpa- FCA-UNA – Puno.

Microorganismos eficaces

Fue adquirido de AGEARTH-Perú: Asociación de Graduados de la Universidad EARTH EN EL Perú. Representantes exclusivos en el Perú del producto “EM-1”.

3.4. OBSERVACIONES PREVIAS REALIZADAS

3.4.1. Análisis físico - químico del suelo

La muestra del suelo fue colectada antes de la siembra en forma zig-zag a una profundidad de 20 cm, en bolsas de polietileno, haciendo un total de 20 sub-muestras y sacando una muestra representativa la cantidad de 1 kg aproximadamente, para el respectivo análisis de fertilidad de suelo, dichas muestras se procesaron en el laboratorio de suelos y agua de la Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica – UNA Puno.

3.4.2. Análisis químico del agua de riego

La toma de muestra de agua se realizó después de instalar el sistema de riego por goteo, en una botella 1 L, para su respectivo análisis de caracterización. El análisis de muestra se realizó conjuntamente a las muestras de suelo, en el mismo laboratorio ya citado.

3.4.3. Datos meteorológicos

Los datos fueron gestionados de la estación meteorológica del INIA, Estación Experimental Agraria Illpa, correspondiente a la campaña agrícola Julio – Noviembre 2018.

Tabla 2. Temperaturas y precipitación pluvial (2018).

meses	Temperatura °C			Precipitación pluvial (mm)
	maxima	minima	media	
JUL	16.9	-4.4	6.25	3.3
AG	17.6	-4.4	6.6	0
SET	18.9	-4.2	7.4	1.7
OCT	18.8	2.1	10.45	8.1
NOV	20.5	2.2	11.35	3.1
PROM	18.5	-1.7	8.4	3.2

Fuente: SENAEMI (2018).

En la **figura 3:** en lo referente a las temperaturas, se observa que la temperatura máxima tuvo un rango de 16.9 a 20.5 °C en los meses de julio y noviembre; la temperatura mínima obtuvo un rango de -4.4 a 2.2 °C; mientras que la temperatura media obtuvo un rango de 6.3 a 11.4°C.

Figura 3. Comportamiento de las temperaturas (2018), según SENAMHI.

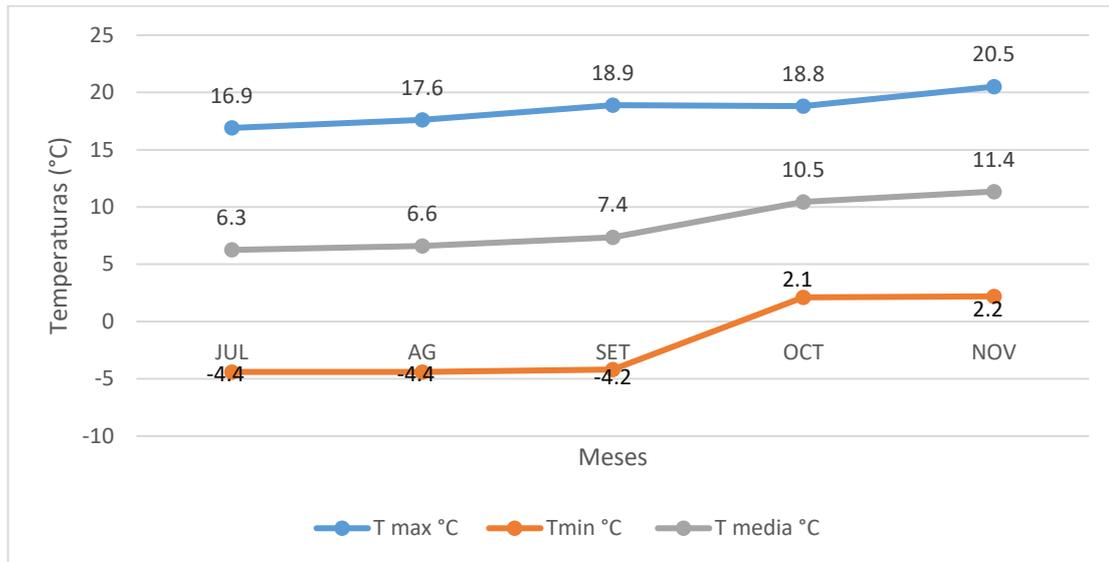
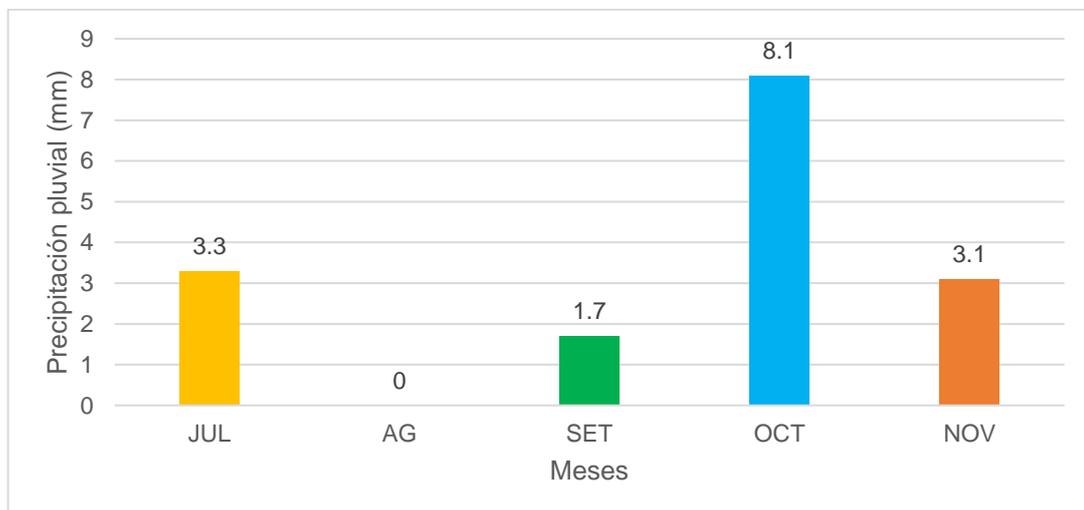


Figura 4. Comportamiento de las temperaturas (2018), según SENAMHI.

En cuanto a la distribución de la precipitación pluvial (Julio - noviembre 2018), se observa que la mayor precipitación pluvial se dio en el mes de octubre con 8.1 mm, y la menor precipitación pluvial se dio en el mes de agosto con 0.0 mm.

Figura 4. Comportamiento de la precipitación pluvial (2018), según SENAMHI.





3.4.4. Poder germinativo de la semilla de trigo

Calculo del *porcentaje de pureza*, mediante la siguiente formula:

$$\% P = \frac{\text{semilla pura}}{\text{semilla comercial}} \times 100$$

$$\% P = \frac{95.8g}{100 g} \times 100 = 95.8\%$$

Calculo del *poder germinativo*, mediante la siguiente formula:

$$\% P G = \frac{\text{semilla germinada}}{\text{semilla sembrada}} \times 100$$

$$\% P G = \frac{90}{100} \times 100 = 90\%$$

Finalmente se determinó *el valor cultural*, mediante la siguiente formula:

$$\% P G = \frac{\% P \times \% P G}{100}$$

$$\% P G = \frac{95.8\% \times 90\%}{100} = 86.22\%$$

3.5. METODOLOGÍA

3.5.1. Diseño experimental

El experimento fue conducido en Bloques Completos al Azar con 4 tratamientos 3 repeticiones, con un total de 12 unidades experimentales. El bloqueo de las parcelas se hizo porque el terreno tiene una pendiente. El modelo es el siguiente.

Tabla 3. Análisis de varianza para un diseño completo al Azar

Fuente de variabilidad (F.V.)	Grados de libertad (G.L.)
Tratamiento	$t-1=4-1=3$
Bloque	$r-1=3-1=2$
Error	$(t-1)(r-1) (4-1)(3-1)=6$
Total	$rt-1=(3)(4) - 1 =11$

Siendo el modelo estadístico lineal, el siguiente:

$$Y_{ij}=\mu+\beta_j+ti+e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Respuesta ubicada en el j-énimo bloque que recibe el tratamiento i-esimo

μ = Media general de la variable de respuesta

B_j = Efecto del j-esimo bloque

ti = Es el efecto de la i-esima dosis de EM (i-esimo tratamiento).

e_{ij} = Error experimental

i =1, 2,3 = r (bloques o repeticiones)

j =1,2...4 =t (tratamientos)

Transformación de datos

Los valores expresados en porcentaje, como es el caso de N° de plantas germinadas (%), contenido de proteína, contenido de grasa, contenido de ceniza y FDN se han transformado en valores angulares arco seno ($Y = \arcseno\sqrt{\text{porcentaje}}$), para realizar el análisis de variancia.



3.6. VARIABLES

Variable independiente:

Dosis de EM-1

Variable dependiente:

- Número de plantas germinadas
- Numero de Macollos por planta
- Altura de plata (cm)
- Número de plantas (m²)
- Rendimiento de materia verde (kg/ha)
- Rendimiento de materia seca (kg/ha)
- Costo de producción (S./ ha)

3.7. CARACTERÍSTICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Área del campo experimental	: 196m ²
Largo	: 14m
Ancho	: 14m
Área de la parcela	: 12m ²
Largo	: 4m
Ancho	: 3m
Calle vertical	: 1m
Calle horizonte	: 0,6m

En la **Figura 5**: se presenta el croquis del campo experimental, con todas las características descritas, donde se aprecia los bloques, calles, parcelas experimentales o unidades experimentales, así como la distribución aleatoria de los tratamientos.

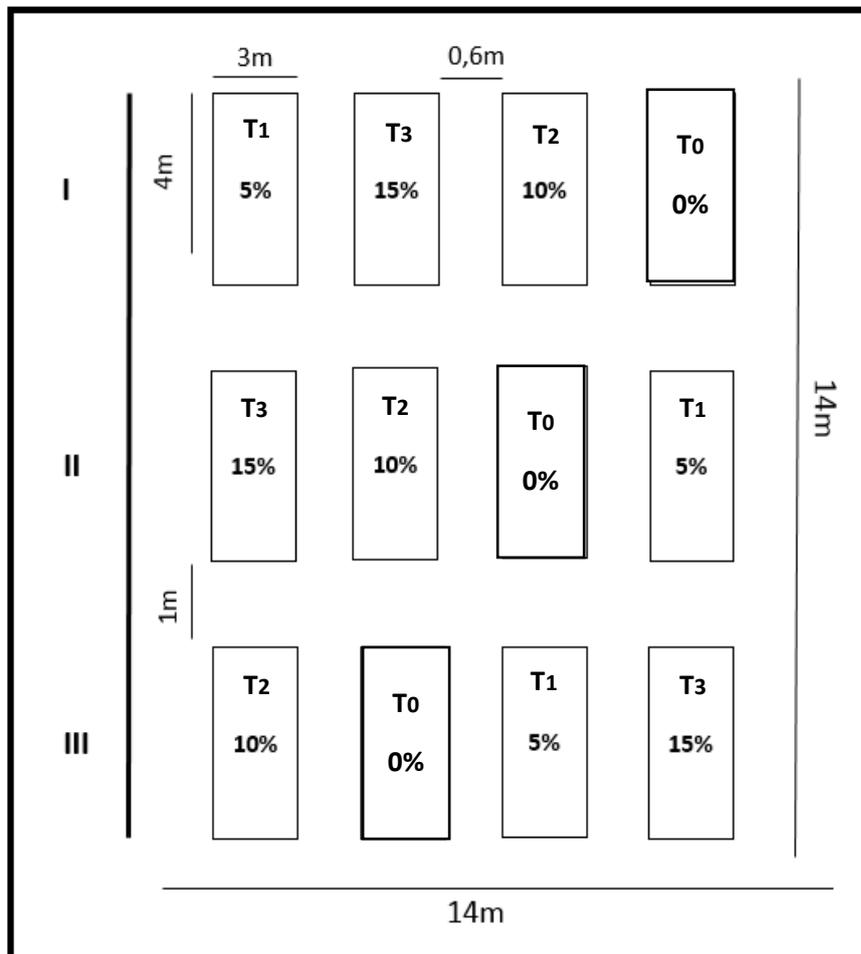


Figura 5. Croquis del campo experimental.
Fuente: Elaboración Propia.

3.8. PREPARACIÓN DEL EM-1

Activación de microorganismos eficaces (EMa)

La activación de los microorganismos eficaces, fue realizada en el Laboratorio de Biología en la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Los insumos utilizados fueron EM-1, melaza y agua tibia. La activación se hizo, conforme a la dosis de los tratamientos propuestos, tal como se cita a continuación:

- Tratamiento 1 (dosis 5 %): mezcla de 50 ml de EM-1 más 50 ml de melaza en 900 ml de agua.
- Tratamiento 2 (dosis 10 %): mezcla de 100 ml de EM-1 más 100 ml de melaza en 800 ml de agua.
- Tratamiento 3 (dosis 15 %): mezcla de 150 ml de EM-1 más 150 ml de melaza en 700 ml de agua.

Las soluciones previamente preparadas y depositados en recipientes, fueron sometidos a fermentación, que consistió en llevarlo a estufa por 7 días a 37 °C. Se permitió la salida de gases de los envases cada día. Las soluciones de los EMa están aptas para ser usados cuando adquieren un olor dulce ácido o también cuando cambia de color negro a marrón.

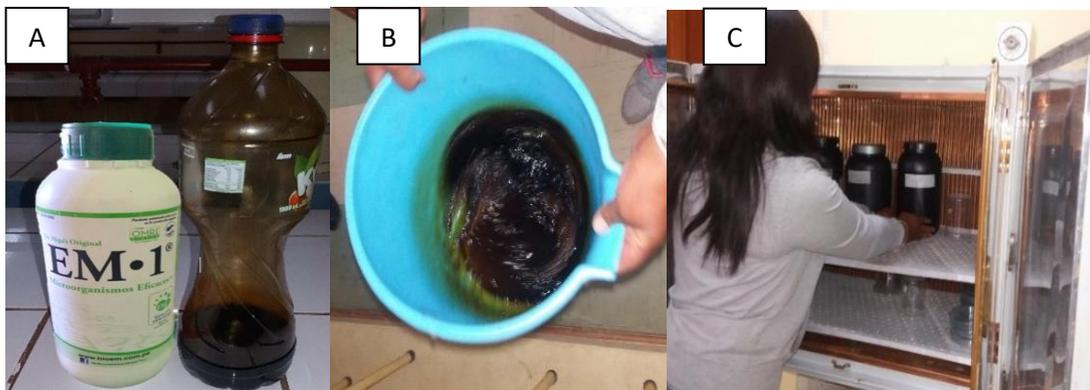


Figura 6. (A) Insumos: EM, melaza (B) preparación de solución de EM y melaza en agua (C) activación de EM por fermentación en estufa a 37 °C.

3.9. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.9.1. Preparación del terreno

Roturación: consistió en la roturación del suelo, utilizando maquinaria agrícola, implementada con arado de disco, para roturar a 25 a 30 cm de profundidad. Posteriormente se utilizó el implemento rastra, con el que se realizó dos repeticiones en forma cruzada, para eliminar los terrones y el nivelado del terreno, tal como se aprecia en la figura 4. La roturación se realizó en el mes de junio - 2018.

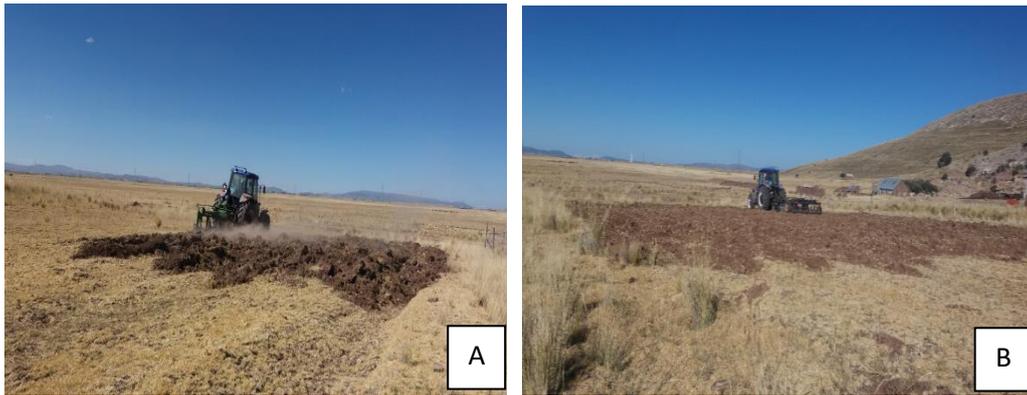


Figura 7. (A) Tractor agrícola con implemento de discos y (B) Tractor con implemento de rastra.

Limpieza: labor que consistió en sacar todas las malezas y piedras que se encuentran en el terreno, con el apoyo de dos personas utilizando rastrillos, hasta dejarlo bien suelto la tierra.

Marcación de parcelas experimentales: La marcación se hizo conforme al croquis previamente establecido, bajo el Diseño de Bloques Completos al Azar. Se delimito calles entre bloques y el área de las parcelas experimentales, con el uso de yeso, cordeles, flexómetro y estacas.



Figura 8. Delimitación de calles, bloques y parcelas experimentales

Siembra e instalación del experimento: Previo a la siembra, las semillas se remojaron en recipiente con los microorganismos eficaces ya activada, luego se procedió al secado, tal como se aprecia en la Figura 6. La siembra se realizó el 02 julio del 2018, con el método de chorro continuo en forma manual con una distancia de 30 cm entre surcos.

ARGOTE y LIMACHE (2003), el sistema de siembra puede ser manual al voleo o mecanizada (en línea), la cantidad de semilla que se utiliza es de 100 a 120 kg/ha.



Figura 9. (A) Semillas en remojo en EMA y (B) semillas recubiertas con EMA y secado

Programa de aplicaciones de EMA

Los EMA se aplicaron mediante asperjadora mecánica con capacidad de 20 L. Se realizó la pulverización con una frecuencia de una vez al mes, tal como se detalla en la Tabla 2, en el periodo comprendido entre julio a noviembre de 2018.

Tabla 4. Programa de aplicaciones de EMA.

MESES	DÍAS	DOSIS: EM a 200ML
julio	03	20 L de agua
agosto	04	20 L de agua
septiembre	02	20 L de agua
octubre	06	20 L de agua

FUENTE: elaboración propia, 2019

Programa de riego

Bajo sistema de riego presurizado por goteo, realizándose el primer posterior a la siembra, posteriormente se regó 0,5 h, con una frecuencia de dos veces por semana, hasta el inicio de las primeras precipitaciones de la temporada.

CHOQUE (2005), menciona que el trigo invernal para producir mayor cantidad requiere la aplicación de riego al macollamiento con una lámina de agua 5 a 7 cm, cada 30 días hasta el inicio de las lluvias.

Tabla 5. Programa días de riego del experimento

LOCALIDAD	Riego por goteo	1° riego	2° riego	3° riego	4° riego	5° riego
	meses	julio	Agosto	septiembre	octubre	noviembre
CIP ILLPA - UNA PUNO		1 – 4	2 – 6	1 – 4	2 – 6	3 – 6
		8 – 11	11 – 14	8 – 11	9 – 13	---
		16 – 19	18 – 21	15 – 18	16 – 20	---
		23 – 26	25 – 28	22 – 25	23 – 27	---
		30 --	---	29 --	30 --	---

FUENTE: elaboración propia. 2018

3.9.2. Labores culturales

Escarda y deshierbe

Se realizó en forma manual, según diagnóstico previo de evaluación de malezas, con la finalidad de evitar la competencia por nutrientes, agua y luz que pudieran conllevar a daños económicos en la producción de forraje. En la actividad de desmalezado se identificó las siguientes: “diente de león”, *Taraxacum officinalis* Wedd.; “auja auja”, *Erodium cicutarium* L.; “bolsa de pastor”, *Capsella bursapastoris*; “mostacilla”, *Rapistrum rugosum* y “ortiga”, *Urtica urens*, y “kikuyo”; *Pennisetum clandestinum*.

3.9.3. Cosecha de forraje

Se efectuó manualmente en el mes de noviembre, a una altura de 10 cm del suelo, realizado el corte se pesó (Figura 7) y posteriormente se tomó una muestra de 150 a 200 g, para determinar el porcentaje de materia seca en el laboratorio de pastos y forrajes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA - PUNO.



Figura 10. Cosecha de trigo de invierno por unidad experimental y tratamientos

3.10. EVALUACIÓN DE VARIABLES DE REPUESTA

3.10.1. Número de plantas germinadas

Se evaluó contabilizando en número de plantas germinadas a los 55 días después de la siembra (dds) y registrando los datos como número de plantas por unidad experimental.

3.10.2. Número de macollos

Se evaluó en estado fenológico de macollamiento cuando el trigo de invierno emitió cinco a siete hojas; comienzan a producir macollos y se eligió 4 plantas al azar de cada tratamiento y se contabilizó los macollos.

3.10.3. Altura de planta

Se evaluó 10 plantas al azar por cada tratamiento experimental, haciendo las mediciones cuando emitió 3 a 5 hojas en el tallo desde la base de la planta, utilizando un flexómetro y regla de centímetro.



3.10.4. Número de plantas por m²

Posterior a la cosecha, se contabilizó el número de plantas por metro cuadrado, por cada tratamiento, por las cuales solo se registró los promedios.

3.10.5. Rendimiento de materia verde

Realizado el corte de cosecha se procedió al pesado por unidad experimental y registro de datos en kg.

3.10.6. Rendimiento de materia seca

Se tomó una muestra de 150 a 200 gr. Por unidad experimental, para determinar el porcentaje de materia seca en el laboratorio de pastos y forrajes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNA - PUNO.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS VEGETATIVAS DEL TRIGO DE INVIERNO.

4.1.1. Número de plantas germinadas

En la Tabla 6, muestra el análisis de varianza para número de plantas germinadas de trigo de invierno var. Salcedo 80, los datos esperados en porcentaje fueron transformados a datos numéricos al arco seno, para la fuente de variabilidad $p \leq 0.05$, se encontró diferencias significativamente altas entre tratamientos con un coeficiente de variabilidad de 14.45 %.

Tabla 6. ANVA, Número de plantas germinadas (%).

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Bloques	2	1199.07	599.53	1.38	0.3218	ns
Tratamientos	3	19018.83	6339.61	14.57	0.0037	**
Error	6	2610.56	435.09			
Total	11	22828.45				

C.V. = 14.45%

En la **Tabla 7**, se muestra los resultados de número de plantas germinados, según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), los mejores tratamientos fueron el T2 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %) y T3 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %), que fueron superiores a los tratamientos T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %) y al Testigo sin aplicación de EM. Del mismo modo, en la Figura 8 se muestran estos resultados de forma gráfica, con evidente superioridad de los tratamientos T2 y T3.

Tabla 7. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) Número de plantas germinadas (%) como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)

Cod.	Descripción	Tratamientos	Media	Sig.	
				Tukey	
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %		90.35	a	
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %		88.16	a	b
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %		77.89		b
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 0 %		63.25		b

* Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ($P \leq 0,05$)

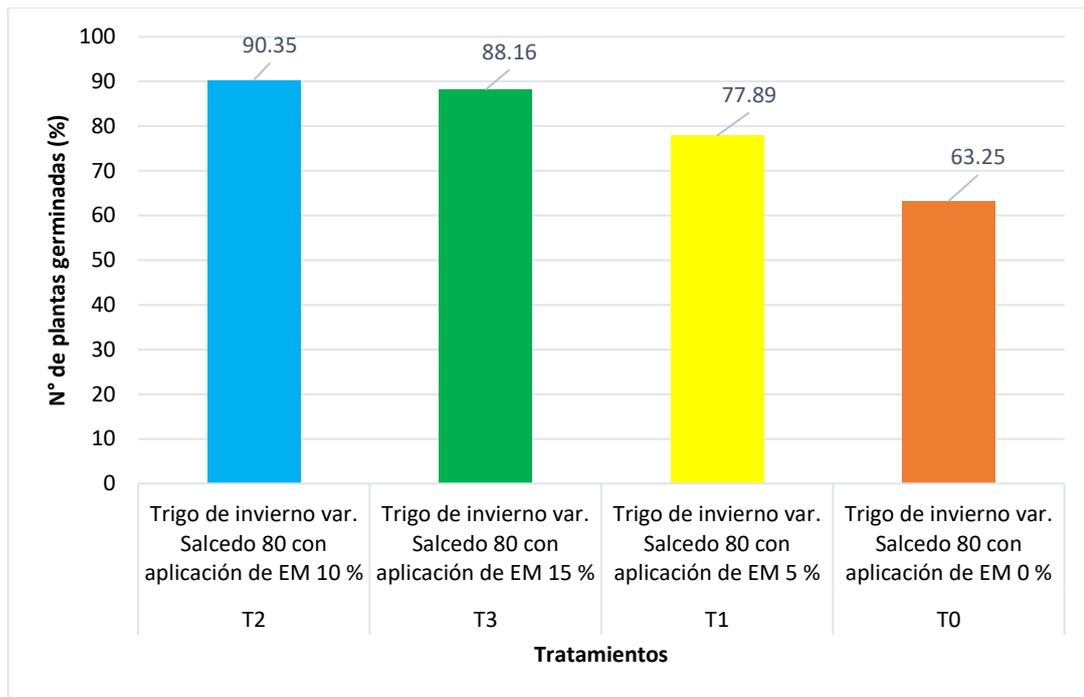


Figura 11. Representación gráfica de Número de plantas germinadas, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)

En el figura11 : muestran los resultados hallados posiblemente se deban a que al aplicar EM activado, estas producen sustancias semejantes al ácido giberélico y su efecto hormonal provoca que las semillas aumentaron su velocidad y porcentaje de germinación, según Cervantes (2009) y Silva (2009). En tal sentido, se observó que la aplicación de EM en el presente estudio, incrementó el número de semillas germinadas en los tratamientos, que está directamente relacionado al aumento de dosis de los microorganismos eficaces, siendo el testigo con menor número de plantas emergidas, lo que evidencia el efecto del EM en la germinación. El aumento de número de plantas germinadas en los tratamientos, probablemente se deba a la activación de procesos metabólicos en la semilla, producto de la secreción bacteriana de sustancias estimuladoras como giberelinas, encargadas de activar la síntesis de enzimas hidrolíticas en el endospermo (Torres *et al.*, 2013).

4.1.2. N° de Macollos por planta

En la tabla 8, se muestra el análisis de varianza para número de macollos por planta con aplicación de diferentes niveles de dosis de EM con probabilidad $p \leq 0.05$, donde no se encontró diferencias estadísticas significativas para bloques; y altamente significativa para nivel de tratamiento con la aplicación de EM, con coeficiente de variabilidad de 9.81 %.

Tabla 8. Análisis de varianza para número de macollos por planta

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Bloques	2	1.35	0.68	1.50	0.2973	ns
Tratamientos	3	32.29	10.76	23.78	0.0010	**
Error	6	2.72	0.45			
Total	11	36.36				

C.V. = 9.81%

En la **Tabla 9**, se muestra los resultados de número de macollos por planta, y la comparación según Tukey ($p \leq 0.05$), se detectó que los mejores tratamientos con mayor número de macollos por planta fueron el T2 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %) y T3 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %), que fueron superiores al T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %) y al Testigo sin aplicación de EM. Del mismo modo se puede apreciar en la Figura 9, estos resultados con evidente superioridad gráfica de los tratamientos T2 y T3.

Tabla 9. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para número de macollo por planta, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)

Tratamientos		Media	Sig. Tukey
Cod.	Descripción		
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %	9.22	a
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %	7.55	a
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %	5.44	b
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 0 %	5.22	b

* Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ($P \leq 0.05$)

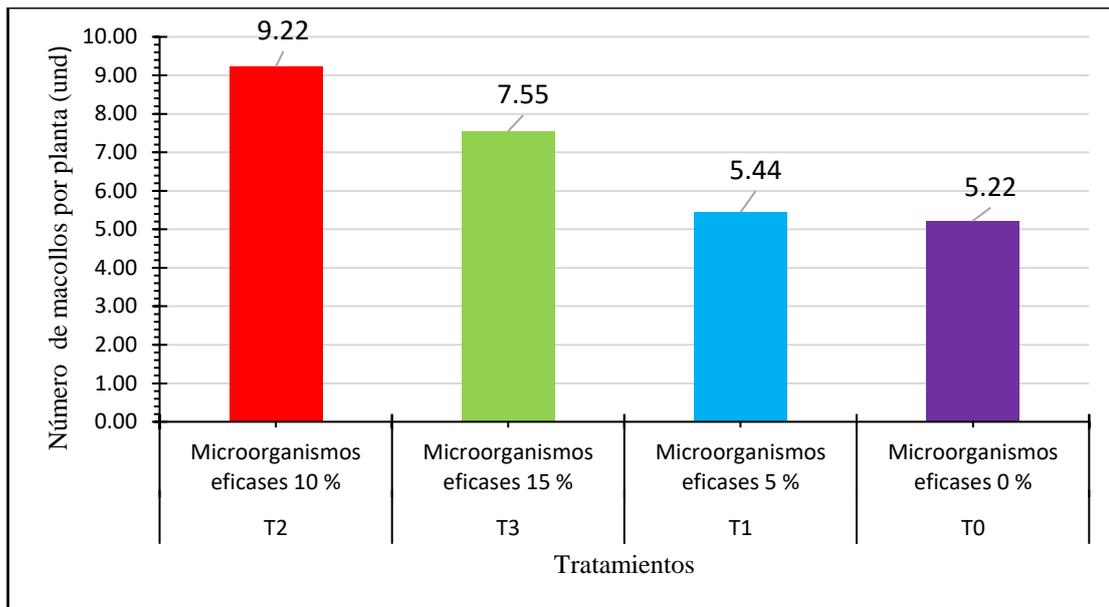


Figura 12. Representación gráfica de Numero de macollos por planta, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).

Con la aplicación de EM aumentan la capacidad fotosintética de los cultivos MOYA, (2012; TERUO & JAMES, (1996), en consecuencia, estimulan desarrollo de las plantas CHANWAY *et al.*, (1989). Con base en la referencia citada, es probable que los microorganismos, aplicados al cultivo de trigo hayan promovido la capacidad fotosintetisadora inicial, con efecto en el macollamiento.

4.1.3. Altura de planta (cm).

En la tabla 10, muestra el análisis de varianza para la altura de planta a los 10 días de establecimiento donde no se encontró diferencias estadísticas significativas a nivel de tratamientos. Esto muestra que la aplicación de EM no hace efecto al principio. Con un coeficiente de variabilidad de 13.73%.

Tabla 10. Análisis de varianza para Altura de planta a los 10 días.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Bloques	2	3.12	1.56	2.46	0.1663	ns
Tratamientos	3	2.03	0.68	1.07	0.4304	ns
Error	6	3.81	0.63			
Total	11	8.96				

C.V. = 13.73%

En la **tabla 11**, se muestra el análisis de varianza para altura de planta a los 39 días, en este análisis nos muestra que para el efecto bloques no hay significancia, donde indican que las características del suelo son homogéneas, esto responde también a la aplicación eficiente del riego durante la época del establecimiento de la planta, el análisis de varianza para nivel de tratamiento existes diferencia estadística significativa lo cual indica los niveles de EM aplicados al cultivo hacen efecto positivo para el desarrollo adecuado de la planta. Con un coeficiente de variabilidad de 6.22%.

Tabla 11. Análisis de varianza para Altura de planta a los 39 días.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Bloques	2	5.17	2.59	2.94	0.1287	ns
Tratamientos	3	18.93	6.31	7.18	0.0207	*
Error	6	5.28	0.88			
Total	11	29.38				

C.V. = 6.22%

En la **tabla 12**, muestra la comparación de promedios de Tukey ($p \leq 0.05$), para la altura de planta a los 39 días donde la planta llega a desarrollar mejor fue T2 con la aplicación de EM al 10% superando a los tratamientos T1, T3 y al testigo donde presentaron promedios de 17, 15.22, 14.56 y 13.55 respectivamente, donde menor altura se encontró en el testigo sin la aplicación de EM.

Tabla 12. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para altura de planta a los 39 días, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)

39 días		
Trat.	Media	Sig.
Cod.	Cm	Tukey
T2	17.00	a
T1	15.22	a b
T3	14.56	a b
T0	13.55	b

* Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ($P \leq 0,05$)

En la **tabla 13**, muestra análisis de varianza para altura de planta a los 80 días, el análisis nos muestra para efecto bloques existes diferencia significativa; esto muestra que la humedad del suelo como el factor clima afectaron directamente; el análisis de varianza para niveles de tratamiento indica que existen diferencias estadísticas altamente

significativas casi a los 3 meses del establecimiento del cultivo de trigo var. Salcedo 80. Con coeficiente de variabilidad 4.32%.

Tabla 13. Análisis de varianza para Altura de planta a los 80 días.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Bloques	2	8.72	4.36	6.08	0.0361	*
Tratamientos	3	45.20	15.07	21.00	0.0014	**
Error	6	4.30	0.72			
Total	11	58.22				

C.V. = 4.32%

En la **tabla 14**, nos muestra la comparación de promedios de Tukey ($p \leq 0.05$) para la altura de plantas con alto vigor fue en el tratamiento T2 con la aplicación de EM al 10%, donde la mayor altura de planta se presenta en T2 con promedios de 22.55 cm que es superior a los tratamientos T1, T3; con promedios de 19.55cm y 19.22 cm de altura de planta respectivamente, siendo estos tratamientos estadísticamente similares, pero superiores al testigo.

Tabla 14. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para altura de planta a los 80 días, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).

80 días		
Trat.	Media	Sig.
Cod.	cm	Tukey
T2	22.55	a
T1	19.55	b
T3	19.22	b c
T0	17.11	c

* Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ($P \leq 0,05$)

En la **tabla 15**, muestra análisis de varianza para altura de planta a los 110 días, el análisis nos muestra que para efecto bloques no existes diferencia significativa; esto muestra que la aplicación de riego influyo directamente tanto en la humedad del suelo como en el desarrollo de la planta; el análisis de varianza para niveles de tratamiento indica que existen diferencias estadísticas significativas. Con coeficiente de variabilidad 6.35%.

Tabla 15. Análisis de varianza para Altura de planta a los 110 días.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Bloques	2	12.07	6.03	2.30	0.1810	ns
Tratamientos	3	47.18	15.73	6.00	0.0308	*
Error	6	15.72	2.62			
Total	11	74.97				

C.V. = 6.35%

En la **tabla 16**, nos muestra la comparación de promedios de Tukey ($p \leq 0.05$) para la altura de plantas a los 110 días, donde se encontró con alto vigor fue en el tratamiento T2 seguido por los tratamientos T3 Y T1 con promedios de 25 y 24.78 cm siendo estos tratamientos estadísticamente similares pero diferente al testigo con menor altura con promedio de 23.45 cm.

Tabla 16. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para altura de planta a los 110 días, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).

110 días		
Trat.	Media	Sig.
Cod.	Cm	Tukey
T2	28.78	a
T3	25.00	a b
T1	24.78	a b
T0	23.45	b

* Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ($P \leq 0,05$)

En la **tabla 17**, muestra el análisis de varianza para la altura de planta a los 145 días donde se muestra para bloques diferencia estadística significativa; para niveles de tratamiento no hay diferencia estadística por lo tanto los tratamientos en cuanto al crecimiento fue con promedios de T2 con 61.55 cm, T1 con 56.50 cm, T0 con 55.50 cm y T3 con 54 cm respectivamente son similares con un coeficiente de variabilidad de 6.51%.

Tabla 17. Análisis de varianza para Altura de planta a los 145 días.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Bloques	2	185.71	92.85	6.76	0.0290	*
Tratamientos	3	96.55	32.18	2.34	0.1723	ns
Error	6	82.36	13.73			
Total	11	364.62				

C.V. = 6.51%

En la **tabla 18**, muestra el análisis de varianza para altura de planta a los 163 días el análisis muestra que para efecto bloque no existe diferencia significativas; es decir el ambiente, las características del suelo y la aplicación del riego fueron homogéneos durante el desarrollo del cultivo; para el factor tratamiento tampoco se encontró diferencias estadísticas significativas donde los promedios de altura fue: T2 con 72.44cm, T1 con 69.22cm, T3 con 67.11cm y T0 con 63.89cm respectivamente siendo los tratamiento similares con un coeficiente de variabilidad de 6.75%; indicando que el experimento ha sido conducido en forma confiable.

Tabla 18. Análisis de varianza para Altura de planta a los 163 días.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Bloques	2	68.20	34.10	1.61	0.2753	ns
Tratamientos	3	116.50	38.83	1.84	0.2413	ns
Error	6	126.96	21.16			
Total	11	311.67				

C.V. = 6.75%

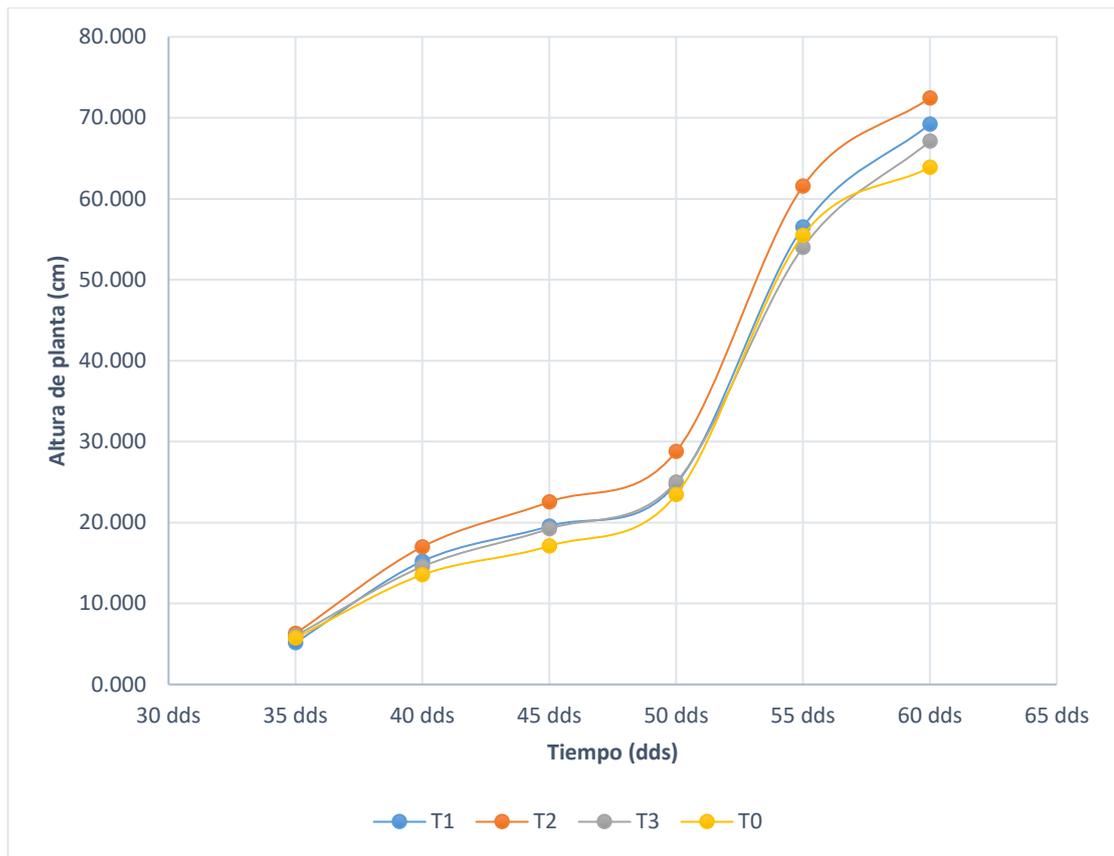


Figura 13. Representación gráfica del progreso de altura de planta, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)

La altura de planta está relacionada en parte al estado nutricional del cultivo, en ese sentido los EM aumentan la eficacia de la materia orgánica como fertilizante (Moya, 2012; Teruo & James, 1996); degradan e incluso mineralizan los compuestos orgánicos en asociación con las plantas (Zhuang *et al.*, 2007); acelerando la velocidad de mineralización de la materia orgánica o de la descomposición de los residuos (Gómez, 2004). A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus (Higa, 2004); que indudablemente favorecieron el crecimiento del trigo de invierno tratados con microorganismos eficaces. Además, mejoran la capacidad fotosintética de los cultivos (Moya, 2012; Teruo & James, 1996). En consecuencia, estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como incrementan los rendimientos (Chanway *et al.*, 1989).

Los resultados aquí encontrados son parecidos al reportado por Zeballos-González (2017), quien reportó en su investigación denominada “Efecto de microorganismos eficaces en el rendimiento de cultivares de maíz forrajeros (*Zea mays* L.). Dicho estudio evaluó 2 factores, como factor A, los cultivares de maíz Opaco malpaso, Marginal 28T y Dekalb 7088, y en el factor B 3 dosis de microorganismos eficaces (0%; 5%; 10%). Donde encontró que la altura de planta es superior con 5 % EM de concentración superior al restante de tratamientos con 2,67 m seguido del tratamiento 10 % EM con 2,62 m y el testigo con 2,28 m de altura de planta. Asimismo, Vela-Rodríguez (2018), en su investigación, aplicación de gallinaza y vacaza enriquecidas con microorganismos eficientes en lechuga (*Lactuca sativa* L.), Variedad Great Lakes 659; detectó en altura de planta diferencias altamente significativas entre los tratamientos “gallinaza + EM” con 24.3 cm y “Vacaza + EM” con 21.8cm, superiores al testigo con 12.8 cm de altura.

4.1.4. Número de plantas por hectárea

La **tabla 19**, Muestra el análisis de varianza para número de plantas de trigo por hectárea con diferentes niveles de aplicación de EM en (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM al 0%, 5%, 10% y 15 %), en donde para factor bloques no se encontró diferencias estadísticas significativas, lo que nos indica que el desarrollo de la planta de trigo de invierno var. Salcedo 80, donde el suelo fue homogéneos; esto responde como también a la aplicación del riego fue igual para todo los bloques; el análisis de varianza para tratamientos, existe una diferencia estadística altamente significativo entre los tratamientos aplicados con EM, siendo los tratamientos T2 (EM 10%) y T1 (EM 5%), con mayor número de plantas por hectárea influyendo directamente la aplicación de EM en el cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80, el coeficiente de variabilidad fue de 3.08%.

Tabla 19. Análisis de varianza para número de plantas por hectárea

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Sig.
Bloques	2	180.80556	90.40278	0.31	0.7431	ns
Tratamientos	3	11745.01308	3915.00436	13.51	0.0045	**
Error experimental	6	1738.23961	289.70660			
Total	11	13664.05825				

CV: 3.08%

En la **Tabla 20**, se muestra los resultados de número de plantas por hectárea (has), según Tukey ($p \leq 0,05$), el mejor tratamiento con mayor número de plantas por hectárea fue el T2 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %), y T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %) son similares al tratamiento T3 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %). Pero es superior al Testigo, mientras el tratamientos T3 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %) y el T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %) son similares. Asimismo, en la Figura 11 se muestran estos resultados con evidente superioridad gráfica del tratamiento T2.

Tabla 20. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para número de plantas por hectárea (has), como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80.

Cod.	Tratamientos Descripción	N° de plantas por (Has)	Sig. Tukey
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %	341033	a
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %	335067	a
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %	289933	a b
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 0 %	257717	b

* Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ($P \leq 0,05$)

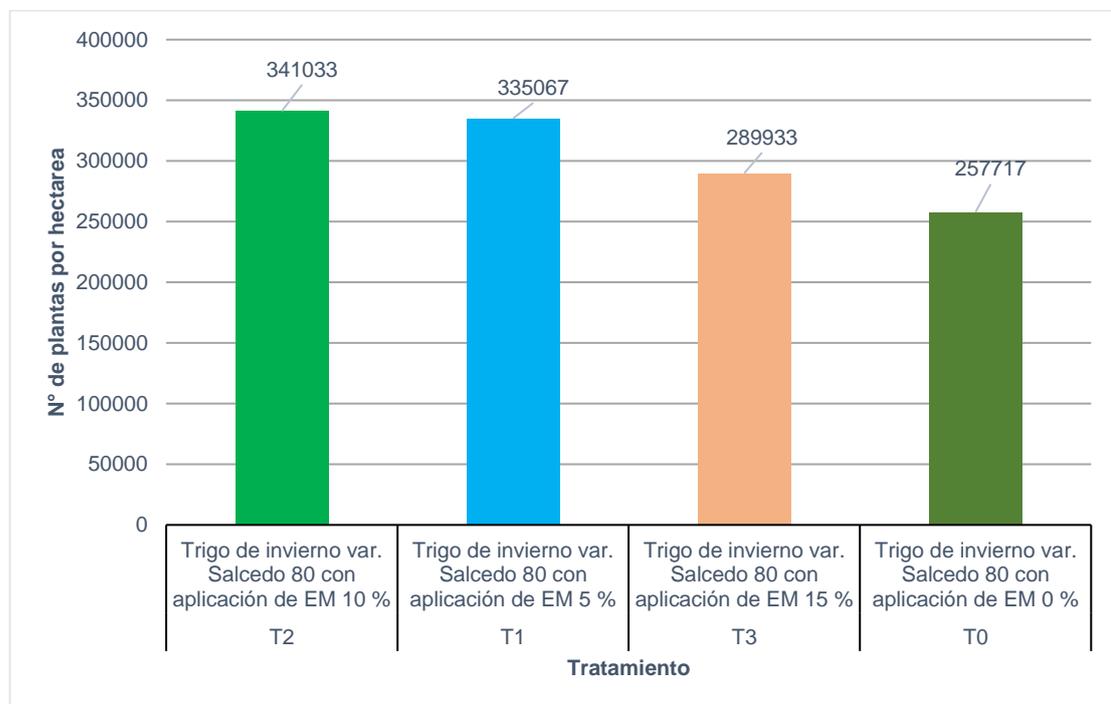


Figura 14. Representación gráfica de número plantas por hectárea (has), como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).

En la figura 14 nos muestran la cantidad de plantas por hectárea obtenidas con la aplicación de diferentes dosis de EM en cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 lo cual mejor resultado dio con T2 y T1 para la producción de forraje.

4.2. RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TRIGO DE INVIERNO

4.2.1. Rendimiento de materia verde

En la tabla 21, muestra el análisis de varianza para producción de forraje verde de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM. Según el análisis para el factor bloques existe diferencias estadísticas significativas, es decir que existe una variabilidad de peso de biomasa forrajera entre bloques probablemente este se atribuye a la aplicación de riego y el tipo de suelo, así mismo para el factor tratamientos también se encontró diferencias significativas, esto se atribuye a la aplicación de diferentes niveles de dosis de EM entre tratamientos con coeficiente de variabilidad de 5.80 %.

Tabla 21. Análisis de varianza para producción de materia verde de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Sig.
Bloques	2	1032.220970	516.110485	6.81	0.0286	*
Tratamientos	3	1144.412848	381.470949	5.03	0.0446	*
Error experimental	6	454.647310	75.774552			
Total	11	2631.281127				

CV: 5.80%

En la **Tabla 21**, se muestra los resultados de rendimiento de materia verde, según Tukey ($p \leq 0,05$), existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos; donde el T3 es superior a los tratamientos T2 y T1 estos a tratamientos a la vez son similares con una producción de biomasa verde de 23255 kg/ha y 20533 kg/ha y son superiores al Testigo, Asimismo, en la Figura 12 se muestran estos resultados que ratifican las diferencias de producción de forraje verde entre tratamientos.

Tabla 22. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para rendimiento de materia verde (kg/ha), como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).

Cod.	Tratamientos		Materia verde	Sig.
	Descripción	Tigo de invierno	Kg./ha	Tukey
T3	var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %		27303	a
T2	var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %		23255	ab
T1	var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %		20533	ab
T0	var. Salcedo 80 con aplicación de EM 0 %		19810	b

* Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ($P \leq 0,05$)

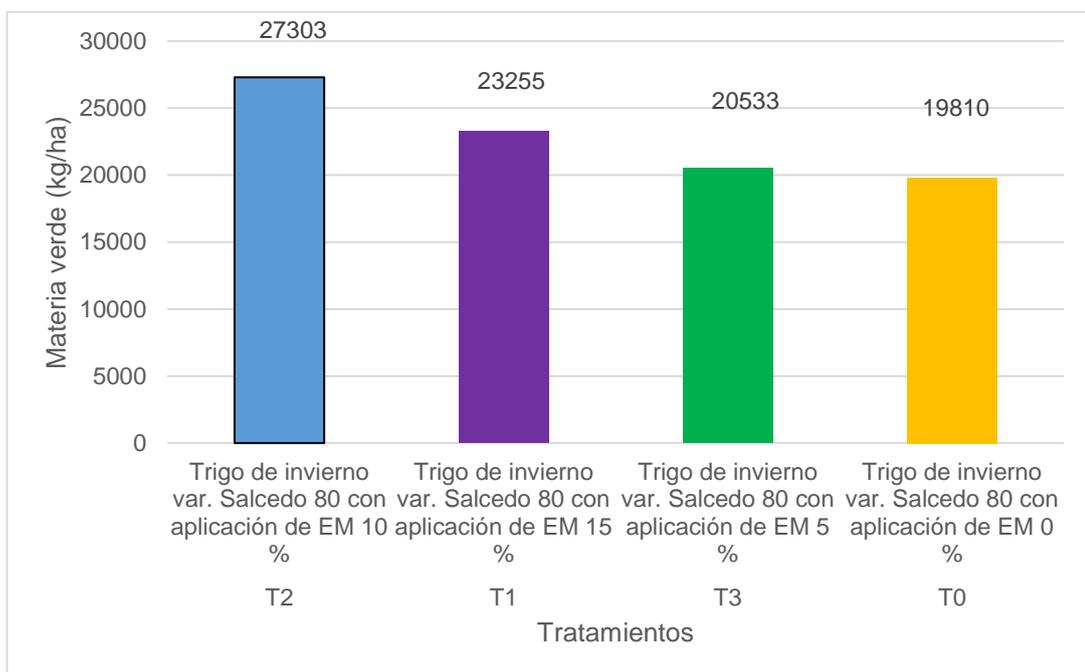


Figura 15. Representación gráfica de Rendimiento de materia verde, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).

En la **figura 15** nos muestra la producción de biomasa verde con la aplicación de diferentes niveles de dosis de EM; los resultados descritos tienen semejanza al reportado por Zeballos-González (2017), quien reportó en su investigación denominada “Efecto de microorganismos eficaces en el rendimiento de cultivares de maíz forrajeros (*Zea mays* L.). Dicho estudio evaluó 2 factores, como factor A, los cultivares de maíz Opaco malpaso, Marginal 28T y Dekalb 7088, y en el factor B 3 dosis de microorganismos eficaces (0%; 5%; 10%). Donde encontró que el rendimiento de forraje verde, el mejor el tratamiento al cual se aplicó 10 % de concentración con de EM con $67,59 \text{ t ha}^{-1}$, seguido por el tratamiento de 5 % con $60,92 \text{ t ha}^{-1}$, ambos superiores al testigo del cual se cosechó $45,82 \text{ t ha}^{-1}$ de forraje verde. En otro estudio, Vela-Rodríguez (2018), en su investigación,

aplicación de gallinaza y vacaza enriquecidas con microorganismos eficientes en lechuga (*Lactuca sativa* L.), Variedad Great Lakes 659; detectó en el rendimiento el tratamiento “gallinaza + EM” con 34.7 t/ha, fue superior a “Vacaza + EM” con 27.1 t/ha, así como al testigo (sin aplicación) con 2.54 de rendimiento en t ha⁻¹

4.2.2. Rendimiento de materia seca

En la tabla 23, muestra el análisis de varianza para producción de forraje en materia seca de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM. Según el análisis para el factor bloques no existe diferencias estadísticas significativas, es decir que no existe una variabilidad de peso de biomasa forrajera entre bloques probablemente este se atribuye a la aplicación de riego y el tipo de suelo, así mismo para el factor tratamientos existe diferencias estadísticas altamente significativas, esto se atribuye a la aplicación de diferentes niveles de dosis de EM entre tratamientos; con coeficiente de variabilidad de 3.69 % y con una desviación estándar de 4.11%.

Tabla 23. Análisis de varianza para producción de materia seca de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Sig.
Bloques	2	86.4789068	43.2394534	4.35	0.0681	ns
Tratamientos	3	613.8195750	204.6065250	20.57	0.0015	**
Error experimental	6	59.6844409	9.9474068			
Total	11	759.9829226				

CV: 3.69%

En la **Tabla 23**, se muestra los resultados de rendimiento de materia seca, según Tukey ($p \leq 0,05$), donde el tratamiento T2 con la dosis de 10% de EM dio mayor producción de forraje mientras los tratamientos T1 Y T3 los niveles de producción de forraje son similares pero superior al testigo sin la aplicación de EM.

Tabla 24. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para rendimiento de materia seca, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).

Tratamientos		Materia verde	Sig.
Cod.	Descripción	Kg./ha	Tukey
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %	9245	a
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %	7684	ab
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 0 %	6289	ab
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %	6199	c

* Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ($P \leq 0,05$)

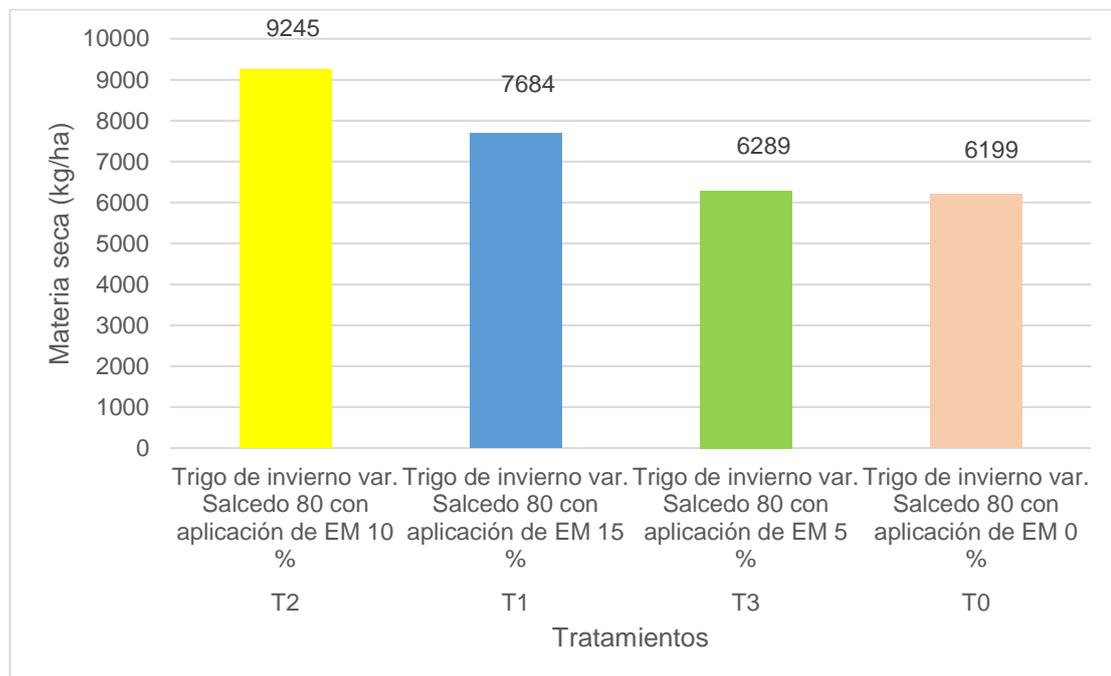


Figura 16. Representación gráfica de Rendimiento de materia seca (kg/ha), como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)

En la figura 16 muestra los niveles de producción de en trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de diferentes niveles de dosis de EM; donde mayor producción se llegó con T2 con la aplicación de 10% de EM con 9245 kg/ha de forraje seco, seguido por los tratamientos T1, T3 y testigo con 7648 kg/ha, 6289 kg/ha y 6199 kg/ha respectivamente.

4.3. ANÁLISIS DE CALIDAD DE ALIMENTO

4.3.1. Contenido proteína

En la tabla 25, muestra el análisis de varianza para contenido de proteína de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM. Según el análisis para el factor bloques no existe diferencias estadísticas significativas, es decir que no existe una variabilidad de contenido de proteína entre bloques, así mismo para el factor tratamientos existe diferencias estadísticas altamente significativas, esto se atribuye a la aplicación de diferentes niveles de dosis de EM entre tratamientos; con coeficiente de variabilidad de 3.52 % y con una desviación estándar de 0.093%.

Tabla 25. Análisis de varianza para contenido de proteína (%) de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Sig.
Bloques	2	0.00680287	0.00340143	0.32	0.7392	ns
Tratamientos	3	0.74449780	0.24816593	23.19	0.0011	**
Error experimental	6	0.06419477	0.01069913			
Total	11	0.81549544				

CV: 3.52%

En la tabla 26, se muestra los resultados de contenido proteína, según Tukey ($p \leq 0,05$), siendo el T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %), mejor significativamente y similares a T3 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %) y T2 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %) y estos a su vez superiores al T0 (testigo) sin aplicación de EM.

Tabla 26. Contenido de proteína, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno).

Tratamientos		Media (%)	Sig. Tukey
Cod.	Descripción		
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %	3.26	a
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %	2.99	ab
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %	2.90	b
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 0 %	2.56	c

* Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ($P \leq 0,05$)

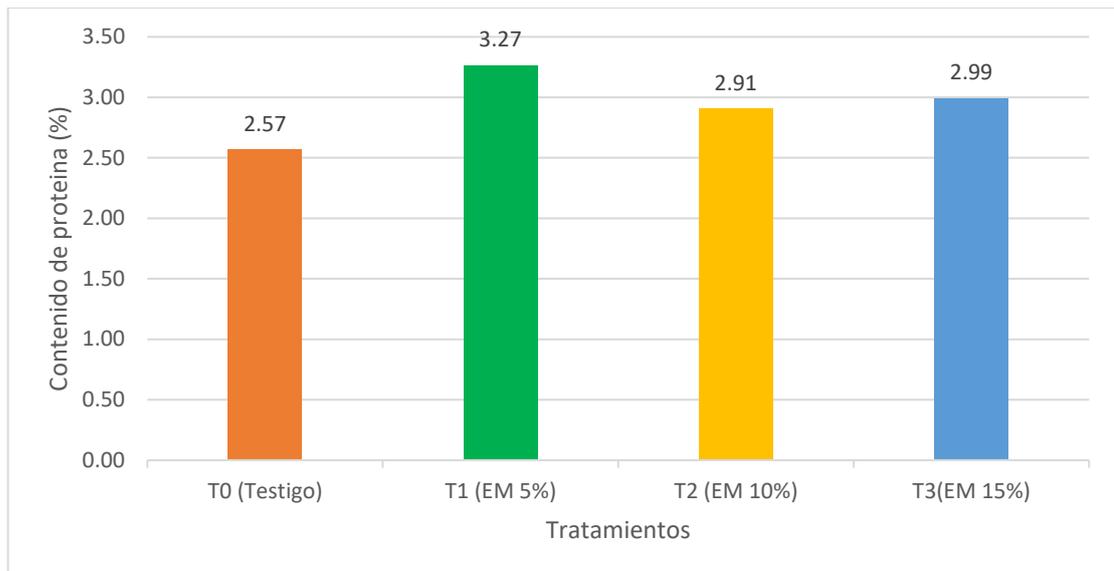


Figura 17. Representación gráfica de Contenido proteico, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Ilpa – Puno)

En la figura 17 muestra los niveles de contenido de proteína de trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de diferentes niveles de dosis de EM; donde mayor contenido de proteína presenta se llegó con T1 con la aplicación de 5% de EM con 3.27%, seguido por los tratamientos T3 con 2.99%, T2 con 2.91% y T0 (testigo) con 2.57% respectivamente.

4.3.2. Contenido de grasas

En la tabla 27, muestra el análisis de varianza para contenido de grasa de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM. Según el análisis para el factor bloques no existe diferencias estadísticas significativas, es decir que no existe una variabilidad de contenido de grasa entre bloques, así mismo para el factor tratamientos existe diferencias estadísticas altamente significativas, esto se atribuye a la aplicación de diferentes niveles de dosis de EM entre tratamientos; con coeficiente de variabilidad de 4.59% y con una desviación estándar de 0.049%.

Tabla 27. Análisis de varianza para contenido de grasa (%) de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Sig.
Bloques	2	0.00116347	0.00058174	0.15	0.8666	ns
Tratamientos	3	0.25857248	0.08619083	21.73	0.0013	**
Error experimental	6	0.02379354	0.00396559			
Total	11	0.28352949				

CV: 4.59%

En la tabla 28, se observa los resultados de contenido de grasa, según Tukey ($p \leq 0,05$), el mejor tratamiento fue el T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM al 5 %) con mayor contenido de grasa y superior a los tratamientos T3 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %), T2 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %) y al T0 (Testigo) sin aplicación de EM. Asimismo, en la Figura 17 se muestran estos resultados de forma gráfica.

Tabla 28. Contenido de grasa, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)

Cod.	Tratamientos Descripción	Media	Sig.
			Tukey
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %	1.60	a
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %	1.34	b
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %	1.32	b
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 0 %	1.20	b

* Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ($P \leq 0,05$)

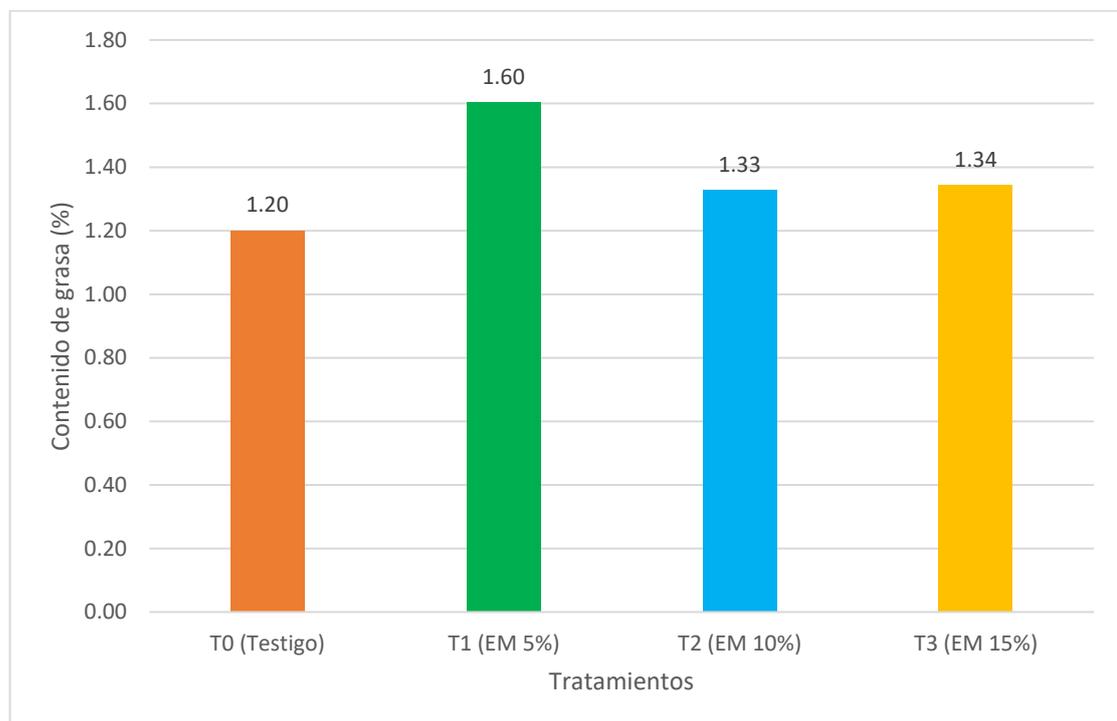


Figura 18. Representación gráfica de Numero de macollos por planta, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)

En la figura 18 nos muestra la gráfica, que el mayor contenido de grasa se concentra con la aplicación de EM al 5% en T1 con 1.60%, seguido por el T3, EM al 15% con 1.34%, seguido por T2, EM al 10% con 1.33% y T0 (testigo) con 1.20%.

4.3.3. Contenido de cenizas

En la tabla 29, muestra el análisis de varianza para contenido de cenizas de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM. Según el análisis para el factor bloques no existe diferencias estadísticas significativas, es decir que no existe una variabilidad de contenido de grasa entre bloques, así mismo para el factor tratamientos existe diferencias estadísticas altamente significativas, esto se atribuye a la aplicación de diferentes niveles de dosis de EM entre tratamientos; con coeficiente de variabilidad de 6.36% y con una desviación estándar de 0.10%.

Tabla 29. Análisis de varianza para contenido de ceniza (%) de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Sig.
Bloques	2	0.00699540	0.00349770	0.23	0.7987	ns
Tratamientos	3	0.07517133	0.02505711	1.67	0.2707	ns
Error experimental	6	0.08989242	0.01498207			
Total	11	0.17205916				

CV: 6.36%

Al visualizar la Tabla 30, se puede apreciar los resultados de contenido de cenizas, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$), evidenciándose igualdad entre todos los tratamientos y el Testigo sin aplicación de EM. Asimismo, en la Figura 18 se muestran estos resultados con igualdad estadística entre todos los tratamientos.

Tabla 30. Contenido de cenizas, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)

Tratamientos		Media	Sig. Tukey
Cod.	Descripción		
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %	2.02	a
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %	1.93	a
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %	1.92	a
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 0 %	1.80	a

* Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ($P \leq 0,05$)

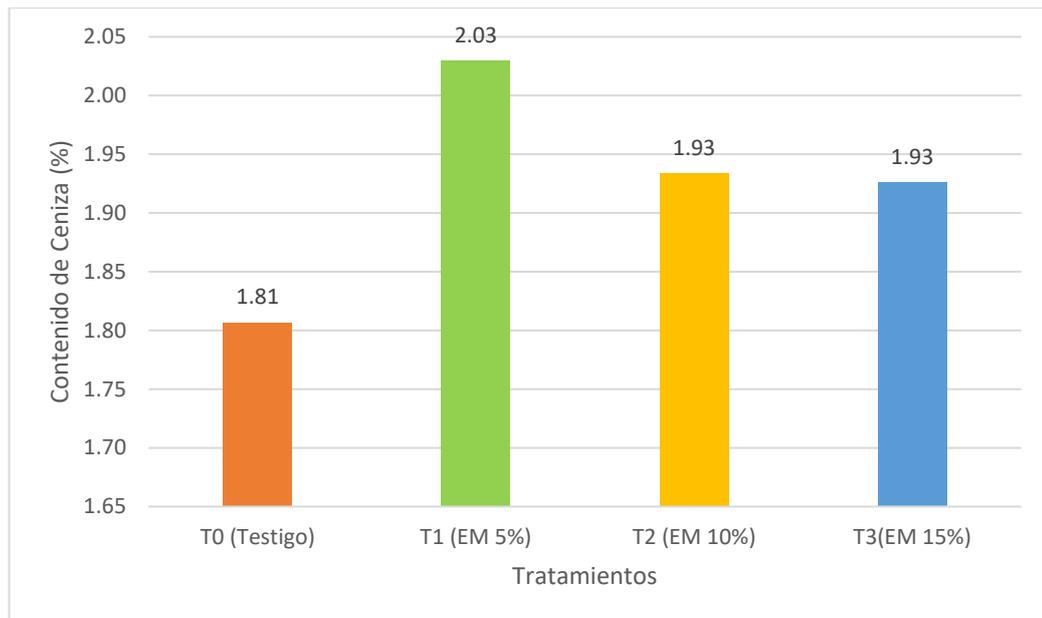


Figura 19. Representación gráfica de contenido de cenizas, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)

4.3.4. Contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN)

En la tabla 31, muestra el análisis de varianza para contenido de FDN de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM. Según el análisis para el factor bloques no existe diferencias estadísticas significativas, es decir que no existe una variabilidad de contenido de ceniza entre bloques, así mismo para el factor tratamientos existe diferencias estadísticas significativas, esto se atribuye a la aplicación de diferentes niveles de dosis de EM entre tratamientos; con coeficiente de variabilidad de 2.24% y con una desviación estándar de 0.10%.

Tabla 31. Análisis de varianza para contenido de ceniza (%) de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes dosis de EM.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Sig.
Bloques	2	0.00335327	0.00167663	0.08	0.9227	ns
Tratamientos	3	0.42684891	0.14228297	6.92	0.0225	*
Error experimental	6	0.12342752	0.02057125			
Total	11	0.55362970				

CV: 2.24%

En la tabla 32, se muestra los resultados de contenido de fibra detergente, según Tukey ($p \leq 0,05$), el mejor tratamiento es el T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %), seguido del T3 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %), donde T3 es similar al T2 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %) pero superior al T0 (testigo). Asimismo, en la Figura 19 se muestran estos resultados con evidente superioridad grafica del tratamiento T1.

Tabla 32. Fibra detergente neutro, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)

Tratamientos		Media	Sig. Tukey
Cod.	Descripción		
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %	6.66	a
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 15 %	6.37	a b
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %	6.35	a b
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 0 %	6.13	b

* Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ($P \leq 0,05$)

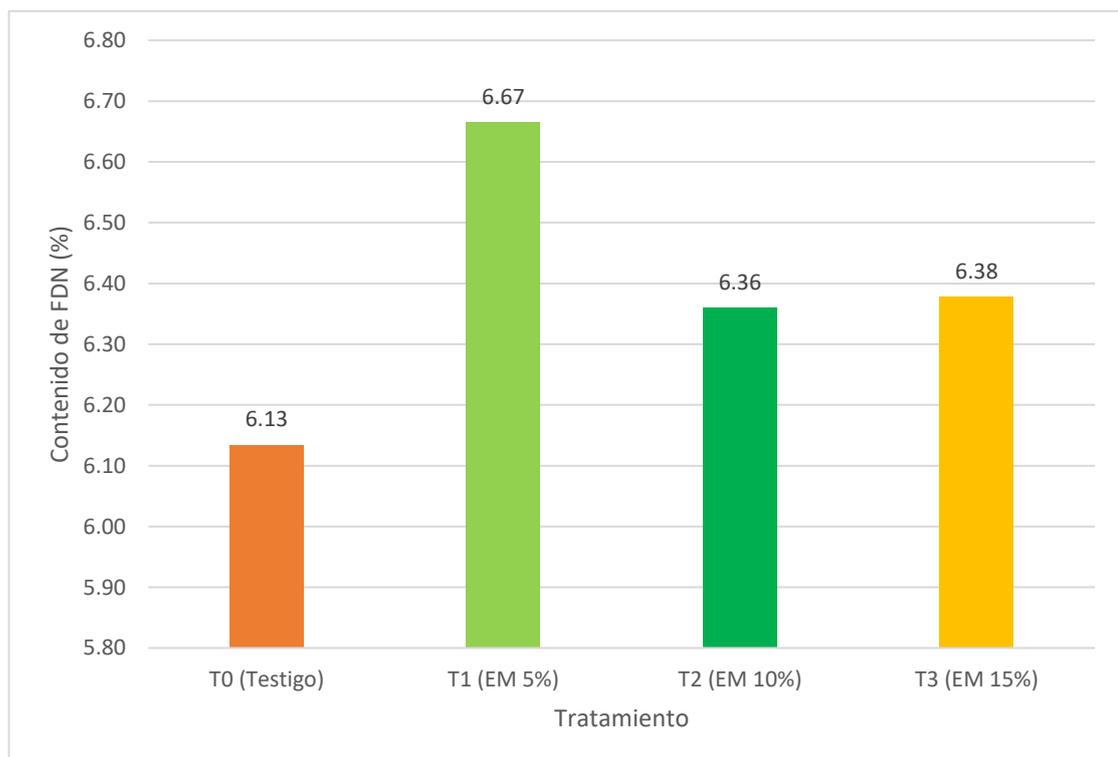


Figura 20. Representación gráfica de Fibra detergente neutro, como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80 (Illpa – Puno)

En la figura 20 nos muestra los resultados de contenido de FDN (%), como respuesta a la aplicación de diferentes dosis de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80, donde el T1 con 6.67% es muy superior a los tratamientos T3 con 6.38%, T2 con 6.36% y testigo con 6.13%.

4.4. ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

Costo de producción de forraje de trigo de invierno con aplicación de diferentes niveles de microorganismos eficaces (EM).

Los costos de producción en materia verde para cultivo de trigo de invierno var. Salcedo – 80; donde se determinó con diferentes niveles de aplicación de microorganismos eficaces; se determinó Sin embargo, se puede observar que hay una diferencia de 723 kg/ha entre el testigo y el tratamiento T2 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 10 %), que alcanzo una rentabilidad de 195% seguido muy de cerca por el tratamiento T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM 5 %) con una rentabilidad de 167.2 seguido por el T3 con 145.83% y comparado al Testigo que alcanzo 143.31 % de rentabilidad. Se determinó los promedio de ingreso neto fue de; 2095.5, 3271.29, 4658.12 y 2258.65; En cuanto a relación beneficio/costo fue de T0 0.43, T1 0.67, T2 0.95 y T3 con 0.46 soles por cada inversión de un sol. Los costos están en anexo tabla 35 – 38.

Tabla 33. Análisis económico de costo de producción de trigo de invierno Var. Salcedo 80 para una hectárea.

INDICADORES	Testigo		T1			T2		T3	
	PROD. MV. Kg/ha	PRECIO S/.	PROD. MV. Kg/ha						
1. Produc. Materia Verde(Kg)	19810			23255		27303		20533	
2.Costo Total (S/)	4837.99			4867.96		4897.93		4927.9	
3. Costo Unit. Produc. MV. (S/Kg)	0.24			0.21		0.18		0.24	
4. Valorización									
5. Produccion total de materia verde (kg)	19810	0.35	6933.5	23255	8139.25	27303	9556.05	20533	7186.55
5.Ingreso Total (V.B.P)			6933.5		8139.25		9556.05		7186.55
6.Ingreso Neto			2095.51		3271.29		4658.12		2258.65
7.Ingreso Neto * Kilo			0.11		0.14		0.17		0.11
8. Retabilidad (%)			143.31		167.2		195.1		145.83
9. Relación Benef. Costo			0.43		0.67		0.95		0.46



V. CONCLUSIONES

1. El número de plantas germinadas fue en T2 con 90.35%, en cuanto a macollos por planta fue de 9.22 y número de plantas por hectárea es de 341033 plantas con la dosis de EM al 10% de concentración en cuanto a la altura de planta se evaluó a los 10, 39, 80, 110 y 163 días siendo en este último el corte para la evaluación de biomasa.
2. La aplicación de microorganismos eficaces en la producción de trigo de invierno de la variedad Salcedo 80, muestra efectos significativos en el rendimiento de materia verde con 27303 kg/ha y materia seca con 9245 kg/ha, siendo muy superiores al testigo. Esto muestra que la mejor dosis de EM para trigo de invierno es al 10%; y para contenido de proteína, grasa, los microorganismos eficaces tienen mayor efecto cuando se aplican a 5 % de concentración en trigo de invierno variedad Salcedo 80, siendo superior a cuando se aplica a 10 o 15 %. Sin embargo, el contenido de grasas y fibra detergente no tiene efecto significativo al no mostrar una cantidad superior al testigo.
3. Bajo el manejo de la presente investigación, la aplicación de microorganismos eficaces el costo total para testigo fue de S/. 4837.99 por hectárea y con la aplicación alta en concentración de 15% de EM fue de S/. 4927.9 para los costos de producción de rentabilidad fue de 143.31% para testigo y 145.83% para el tratamiento T3 con 15% de concentración de EM en trigo de invierno var. Salcedo 80, donde el costo unitario fue de 0.24 S./kilogramo; para la relación beneficio/costo para testigo fue de 0.43 y para tratamiento T2 con concentración al 10% de EM fue S/. 0.95.



VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer más trabajos de investigación por que no se cuenta con mucha información con aplicación de EM en trigo de invierno; es una buena alternativa para ser más eficientes porque en la actualidad está afectando directamente el cambio climático en el desarrollo de los cultivo.
2. Se recomienda aplicar una dosis de 10% de EM para incrementar la biomasa forrajera y obtener mejores porcentajes Tanto en la prueba de germinación como para producción de forraje.
4. Se recomienda efectuar más estudios sobre trigo de invierno para obtener por lo menos 3 a 4 cortes durante la época de invierno para así reducir los costos de producción



VII. REFERENCIAS

- APROLAB (2007). Respondiendo a las necesidades tecnológicas productivas. Proyecto de inversión del Ministerio de Educación. Lima Perú 24 p.
- ARGOTE, G (1985). Digestibilidad in-vitro en ovinos corriedales con trigo de invierno (*Triticum aestivum*) variedad S-80 y *falaris tuberinacea*. Tesis Ing. Agronómica. UNA. Puno-Perú.
- ARGOTE, G. Y MIRANDA, F. (2001). Informe de Avance de los Experimentos en Ejecución Proyecto de Investigación en pastos y Forrajes del INIA – Illpa – Puno.
- ATLAS (2004). Atlas Escolar de Botánica. Primera Edición. Editorial Maferro. Lima – Perú.
- BIOCITY. (15 de agosto de 2018). *Microorganismos*. <http://biocity.iespana.es/micro/leva.htm>. Obtenido de <http://biocity.iespana.es/micro/leva.htm>
- BRAVO, M. (2002). *Los costos en síntesis*. Lima, Perú.: Editorial San Marcos.
- CARI, A. (2000). *Fertilidad de suelos, separata del curso de fertilidad de suelos*. UNA - PUNO. Puno.
- CANALES A, E. (2004). Curso. Costos de presupuestos Universidad San Ignacio de Loyola. Lima Peru
- CATACORA P, M. (2005) Curso. Costo de Producción y Presupuesto en la Instalación y Manejo de Pasto Cultivados Illpa – INIA – Puno – Perú
- CAÑAS, C. (1998). *Alimentación y Nutrición Animal*. Santiago, Chile. Facultad de Agronomía. Universidad Católica.: 2da ed.
- CERVANTES, M. (20 de octubre del 2018). *Abonos orgánicos*. http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm. Obtenido de http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm.



- CHANWAY, C., HYNES, R. & NELSON, L. (1989). Plant Growth promoting rhizobacteria: Effects on growth and nitrogenfixation of lentil (*Lens esculenta* Moench) and pea (*Pisum sativum* L.). *Soil Biol. Biochem.* 21: 511- 517.
- CHOQUE, L. J. (2005). Producción y Manejo de Especies Forrajeras. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. Puno – Peru. Pp. 156 – 157.
- COULOMBRE, J. (1984). *Manejo del Pastoreo y corte del trigo de invierno en Puno. INIPA – CIPA XV Convenio Perú Canadá – Puno*
- EARTH (2008). Tecnología EM. EMRO (Effective Microorganism Research Organization Inc.) Limon. 16 p.
- FALCONI, J. (2001). El trigo invernal en la región alto andina de Puno - Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú. Tesis de Ing. Agrónomo.
- FUNDASES. (2010). Compostaje con la Tecnología EM. Boletín Técnico. Año 3. Número 3. Bogotá, Colombia. Disponible en RL:<http://www.chujosl.com/html/infquien.html>
- FRANZ-PETER-MAU. (2002). microorganismos efectivos, trads,marie-luise schicht.1 ed. En FRANZ-PETER-MAU., *microorganismos efectivos, trads,marie-luise schicht.1 ed* (pág. 236p.). Barcelona: RBA libros.
- GARZA G. ANA. (2004). *The Wheat. Autonomous university of New Leon Ability of Public Health and nutrition.* <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml>
- GÓMEZ, J. (2004). Aceleradores de materia orgánica. Asiava (67). Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Colombia.
- HALLEY, R, J, (1990). Manual de Agricultura y Ganadería Editorial LIMUSA México.
- HIGA, T. & PARR JAMES, F. (1996). Microorganismos en el Suelo. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Maryland, EE.UU.



- IDIAF (2009). Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales 2009. Beneficios de los microorganismos eficientes en la agricultura. Consultado: 10 de setiembre de 2013. Disponible en. <http://www.idiaf.org.do/noticias/detallemain.php?recordID=971>
- INFOAGRO. (2004). El cultivo de Trigo. Disponible en la página Web: <http://www.infoagro.com/herbáceos/cereales/trigo.asp>
- INIA (2002). Revista de la estación experimental Illpa – Puno. Año 02 N° 07 Octubre – Diciembre.
- INIA (2003). Revista de la estación experimental Illpa – Puno. Año 02 N° 05 Abril – Junio.
- KYAN, T. (1999). Kysue Nature Farming and the Technology of Effective Microorganisms. Guidelines for Practical Use. INFRC, Atami, Japan and APNAN, Bangkok, Thailand 44 p.
- MOYA, J.C. (2012). Cómo hacer microorganismos eficientes. Ministerio de agricultura y ganadería dirección regional central occidental. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84/115>
- MUJICA, S. A., & PONCE, R. (2005). *Costos de Producción*. Puno, Perú.: Folleto de la Facultad de Ciencias Agrarias UNA.
- OSCA, J. (2007). Cultivos Herbáceos extensivos: Cereales. Universidad Politécnica de Valencia. Editorial UPV. España.
- PEDRAZA, RO; TEIXEIRA, KRS; FERNÁNDEZ-SCAVINO, A; GARCÍA DE SALAMONE, I; BACA, BE; AZCÓN, R; BALDANI-VERA, VLD; BONILLA, R. (2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. Revisión. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(2), 155-164.
- PETER F. (2002) EM microorganismos efectivos TRAD. Liqúise M. Primera Edición. 2006 Barcelona- España 237 p.



- PETER. F. (2002) *Microorganismos Efectivos*. RBA. INTEGRAL. Disponible en <http://www.emtech.org>
- RODRIGUEZ, M. (1998). *Cereales, Quenopodiaceas y Leguminosas*. UNA – FCA – Puno – Perú.
- RUIZ, R (1981). *Cultivo de trigo y cebada. Tema de orientación agropecuaria*. Bogotá – Colombia. pp. 63.
- SANCHEZ, C. (2003). *Abonos Organicos y lombricultura*. Lima - Peru: Ripalme. S. p.
- SENAMNI (servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) 2011. sf. Manual de observación fenológicas 63p
- SILVA, M. (2009). *Microbiología General*. (En línea). Consultado: 29 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://microbiologia-general.blogspot.com/2009/05/microorganismos-eficientes.html>
- SOLANO, L. M. (2000). *Manual de Botánica Sistemática*. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Cs. Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Impreso en Puno – Perú pp. 45
- SOLIS, E. Y SALAZAR, A. (1996). *Enida F94: nueva variedad de trigo harinero*. Campo Experimental Bajío, Guanajuato, Mexico. pp.23
- TERUO H. y JAMES F. (1996). “Manual de aplicación del EM para los países del Apan (Red de agricultura natural del Asia/Pacífico)”. Segunda edición - Tucson, Arizona. 18 Pág.
- TERUO. H. (2004). *Microorganismos eficaces. EM* (Salz. Goldmann, Munich)
- TERUO. H. (2007). *Una revolución para salvar la tierra*. Ministerio Japonés de Agricultura. Okinawa, Japón. 330 p.
- TORRES, R., PÉREZ, C. & SUAREZ, N. (2013). *Influencia de la Inoculación de Rizobacterias sobre la germinación de semillas de frejol común (Phaseolus vulgaris L.)* Centro Agrícola 30: 56-69.



- VELA-RODRÍGUEZ, B. (2018). Respuesta a la aplicación de gallinaza y vacaza enriquecidas con microorganismos eficientes sobre la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L. – Variedad Great Lakes 659) en el centro de producción de la UNU. (Tesis inédita ingeniero agrónomo). Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú.
- VIDAL, J. (1983). Curso de Botánica. Edit. Bruño. Lima – Perú.
- WATTLAUX, M. (2002). *Metabolismo de carbohidratos en vacas lecheras*. Instituto Badcock para la investigación de la industria lechera.
- ZEBALLOS-GONZALES, D. A. (2017). Efecto de microorganismos eficaces en rendimiento de cultivares de maíz forrajeros (*Zea mays* L.) en el C.P.M. los Palos, región Tacna, 2015. (Tesis inédita ingeniero agrónomo). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- ZHUANG, X., CHEN, J., SHIM, H. & BAJ, Z. (2007). New Advances in Plant Growth-promoting rhizobacteria for bioremediation. *Environment Internacional*, 33: 406-413.



ANEXOS

Tabla 34. N° de plantas de Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM por hectárea.

Bloque	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	268350	330750	342500	258350
II	263900	340000	332100	301450
III	240900	334450	348500	310000
Suma	773150	1005200	1023100	869800
Promedio	257717	335067	341033	289933

Tabla 35. Producción de materia verde de Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM por hectárea

Bloque	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	18085	22220	25840	24705
II	16280	21085	24545	15500
III	25065	26460	31525	21395
Suma	59430	69765	81910	61600
Promedio	19810	23255	27303	20533

Tabla 36. Producción de materia seca de Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de EM por hectárea

Bloque	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
I	5740	7214	8976	6931
II	5906	7401	9047	5194
III	6952	8437	9712	6743
Suma	18598	23051	27735	18868
Promedio	6199	7684	9245	6289

Tabla 37. N° de plantas de trigo de invierno por 2m² y 1 has.

Tratamiento	Repeticiones	2m ²	1 HAS
T-0	R1	53.67	268350
	R2	52.78	263900
	R3	48.18	240900
T-5%	R1	66.15	330750
	R2	68	340000
	R3	66.89	334450
T-10%	R1	68.5	342500
	R2	66.42	332100
	R3	69.7	348500
T-15%	R1	51.67	258350
	R2	60.29	301450
	R3	62	310000

Tabla 38. N° de macollos de trigo de invierno por planta

Tabla

TRATA.	REP.	N° DE MACOLLOS
T-0	R1	5.25
	R2	5.75
	R3	5.5
T-5%	R1	6.5
	R2	8.5
	R3	9
T-10%	R1	11.25
	R2	11.75
	R3	10
T-15%	R1	9.25
	R2	8.5
	R3	9



Tabla 39. Para Análisis de varianza para contenido proteína se han transformado en valores angulares arco seno ($Y = \text{arcoseno}\sqrt{\text{porcentaje}}$)

BLO	TRA	Y	YT
1	2	11.17	3.342
1	3	8.11	2.847
1	4	9.65	3.106
1	1	6.6	2.569
2	2	10.67	3.266
2	3	9.14	3.023
2	4	8.62	2.935
2	1	6.09	2.467
3	2	10.16	3.187
3	3	8.13	2.851
3	4	8.63	2.937
3	1	7.11	2.666

Tabla 40. Para Análisis de varianza para contenido grasa se han transformado en valores angulares arco seno ($Y = \text{arcoseno}\sqrt{\text{porcentaje}}$)

BLO	TRA	Y	YT
1	2	2.68	1.63707
1	3	1.59	1.26095
1	4	2	1.41421
1	1	1.45	1.20416
2	2	2.6	1.61245
2	3	1.9	1.3784
2	4	1.56	1.249
2	1	1.4	1.18322
3	2	2.45	1.56525
3	3	1.8	1.34164
3	4	1.87	1.36748
3	1	1.48	1.21655



Tabla 41. Para Análisis de varianza para contenido ceniza se han transformado en valores angulares arco seno ($Y = \text{arcoseno}\sqrt{\text{porcentaje}}$)

BLO	TRA	Y	YT
1	2	4.5	2.12132
1	3	3.2	1.78885
1	4	4.15	2.03715
1	1	3.5	1.87083
2	2	4.4	2.09762
2	3	3.95	1.98746
2	4	3.4	1.84391
2	1	3.1	1.76068
3	2	3.5	1.87083
3	3	4.1	2.02485
3	4	3.6	1.89737
3	1	3.2	1.78885

Tabla 42. Para Análisis de varianza para contenido FDN se han transformado en valores angulares arco seno ($Y = \text{arcoseno}\sqrt{\text{porcentaje}}$)

BLO	TRA	Y	YT
1	2	45	6.7082
1	3	38.3	6.1887
1	4	43	6.55744
1	1	37.6	6.13188
2	2	44.1	6.64078
2	3	42.5	6.5192
2	4	38.45	6.20081
2	1	37	6.08276
3	2	44.2	6.64831
3	3	40.6	6.37181
3	4	40.65	6.37574
3	1	38.3	6.1887

Tabla 43. Costos de producción de forraje de trigo de invierno Var. Salcedo 80 sin EM. (Testigo).

LABORES	UNIDAD DE MEDIDA	INDICES TECNICOS		PRECIO UNITARIO S/.	VALOR S/.		VALOR%	
		0.0196 ha	1 ha		0.0196 ha	1.0	0.0196 ha	1 ha
A) GASTOS DEL CULTIVO					163.97	1369.50	30.822	28.307
1. ANALISIS DE SUELO					150.34	157.00	28.26	3.25
Muestreo de suelo	Jornal	0.01	0.2	35	0.34	7.00	0.06	0.14
Analisis de fertilidad	Analisis	1.00	1	90	90.00	90.00	16.92	1.86
Analisis de Agua	Analisis	1	1	60	60.00	60.00	11.28	1.24
2.PREPARACION DEL TERRENO					7.64	390.00	1.44	8.06
Limpieza	Jornal	0.0392	2	35	1.37	70.00	0.26	1.45
Aradura	Hr/Maq.	0.0588	3	60	3.53	180.00	0.66	3.72
Rastrado	Hr/Maq.	0.0392	2	70	2.74	140.00	0.52	2.89
3. INSTALACION DE SISTEMA DE RIEGO					1.37	122.50	0.26	2.53
Estirado de cintas de riego	Jornal	0.0392	2.00	35.00	1.37	70.00	0.26	1.45
4. ACTIVACION DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM)					0.01	35.00	0.002	0.72
Activación	unidad	0.0098	0.50	35.00	0.00	17.50	0.001	0.36
Envasado y conservación	unidad	0.0098	0.50	35.00	0.00	17.50	0.001	0.36
5. SIEMBRA Y ABONAMIENTO					0.18	245.00	0.03	5.06
Abonamiento estiércol ovino	Jornal	0.0392	2	35	0.08	70.00	0.015	1.447
Siembra	Jornal	0.0196	1	35	0.02	35.00	0.004	0.723
Tapado	Hr/Maq.	0.0392	2	70	0.08	140.00	0.015	2.894
6. LABORES CULTURALES					0.31	210.00	0.06	4.34
Aplicación de EM	Jornal	0.0588	2	35	0.12	70.00	0.02	1.45
Aplicación de riego por goteo	Jornal	0.0196	1	35	0.02	35.00	0.00	0.72
1er Deshierbo	Jornal	0.0588	3	35	0.18	105.00	0.03	2.17
7. COSECHA					4.12	210.00	0.77	4.34
Muestreo de Rendimiento	Jornal	0.0196	1	35	0.69	35.00	0.13	0.72
Siega	Hr/Maq.	0.0392	2	70	2.74	140.00	0.52	2.89
Secado	Jornal	0.0196	1	35	0.69	35.00	0.13	0.72
B) GASTOS ESPECIFICOS					300.53	2737.19	56.49	56.58
1. INSUMOS					11.07	565.00	2.08	11.68
Semilla trigo de invierno cv. Salcedo 80	kg	2.1560	110.00	3.50	7.55	385.00	1.42	7.96
Estiércol de ovino	tn	0.0294	1.50	120.00	3.53	180.00	0.66	3.72
EM Compost	lt			65.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Melaza	lt			2.50	0.00	0.00	0.00	0.00
2. OTROS MATERIALES E INSUMOS					259.94	1925.68	48.86	39.80
<i>Accesorios de sistema de riego</i>								
Cinta de goteo wifif 16mm rollo*3000m	rollo	0.1568	8.00	400.00	20.91	800.00	3.93	16.54
Llaves de paso 16 mm	unidad	4.4100	225.00	2.00	2.94	112.50	0.55	2.33
conectores de goteo	unidad	4.4100	225.00	1.20	1.76	67.50	0.33	1.40
codo de 32mm	unidad	3.0000	153.1	12.00	12.00	459.18	2.26	9.49
tapones de mm	unidad	2.0000	25.00	7.00	4.67	43.75	0.88	0.90
Valvula	unidad	2.0000	6.00	34.00	22.67	51.00	4.26	1.05
cinta métrica	unidad	1.0000	1.00	35.00	35.00	8.75	6.58	0.18
Palas	unidad	2.0000	2.00	25.00	16.67	12.50	3.13	0.26
Balde (20 L)	unidad	1.0000	1.00	12.00	4.00	3.00	0.75	0.06
Hoz	unidad	2	2	8.00	5.33	4.00	1.00	0.08
mallá ganadera de 9 hilos	m	100	400	3.60	120.00	360.00	22.55	7.44
Balanza	unidad	1	1.00	14.00	14.00	3.50	2.63	0.07
3. LEYES SOCIALES					29.52	246.51	5.55	5.1
Diferible	%	18	18		29.52	246.51	5.55	5.1
C) GASTOS GENERALES					67.55	731.30	12.70	15.12
Uso de Tierra	S/Ha	0.0196	1	120	2.35	120.00	0.44	2.48
Mantenimient. De sistema de riego	%	0.0196	1	50	0.98	50.00	0.18	1.03
Gastos Administrativos (A)	%	8	8		13.12	109.56	2.47	2.26
Costos Financiero (A+B)	%	11	11		51.10	451.74	9.60	9.34

RESUMEN DE GASTOS PARA PRODUCCION DE FORRAJE DE TRIGO DE INVIERNO:

	0.0196 has S/.	1 has S/.	0.0196 has (%)	1 has (%)
A) GASTOS DEL CULTIVO	163.97	1369.50	30.82	28.31
B) GASTOS ESPECIFICOS	300.53	2737.19	56.49	56.58
C) GASTOS GENERALES	67.55	731.30	12.70	15.12
TOTAL	532.05	4837.99	100.00	100.00

Tabla 44. Costos de producción de forraje de trigo de invierno Var. Salcedo 80 con EM. (T1 al 5%).

LABORES	UNIDAD DE MEDIDA	INDICES TECNICOS		PRECIO UNITARIO S/.	VALOR S/.		VALOR%		
		0.0196 ha	1 ha		0.0196 ha	1.0	0.0196 ha	1 ha	
A) GASTOS DEL CULTIVO					163.97	1369.50	30.788	28.133	
1. ANALISIS DE SUELO					150.34	157.00	28.23	3.23	
Muestreo de suelo	Jornal	0.01	0.2	35	0.34	7.00	0.06	0.14	
Analisis de fertilidad	Analisis	1.00	1	90	90.00	90.00	16.90	1.85	
Analisis de Agua	Analisis	1	1	60	60.00	60.00	11.26	1.23	
2.PREPARACION DEL TERRENO					7.64	390.00	1.44	8.01	
Limpieza	Jornal	0.0392	2	35	1.37	70.00	0.26	1.44	
Aradura	Hr/Maq.	0.0588	3	60	3.53	180.00	0.66	3.70	
Rastrado	Hr/Maq.	0.0392	2	70	2.74	140.00	0.52	2.88	
3. INSTALACION DE SISTEMA DE RIEGO					1.37	122.50	0.26	2.52	
Estrado de cintas de riego	Jornal	0.0392	2.00	35.00	1.37	70.00	0.26	1.44	
4. ACTIVACION DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM)					0.01	35.00	0.002	0.72	
Activación	unidad	0.0098	0.50	35.00	0.00	17.50	0.001	0.36	
Envasado y conservación	unidad	0.0098	0.50	35.00	0.00	17.50	0.001	0.36	
5. SIEMBRA Y ABONAMIENTO					0.18	245.00	0.03	5.03	
Abonamiento estiércol ovino	Jornal	0.0392	2	35	0.08	70.00	0.015	1.438	
Siembra	Jornal	0.0196	1	35	0.02	35.00	0.004	0.719	
Tapado	Hr/Maq.	0.0392	2	70	0.08	140.00	0.015	2.876	
6. LABORES CULTURALES					0.31	210.00	0.06	4.31	
Aplicación de EM	Jornal	0.0588	2	35	0.12	70.00	0.02	1.44	
Aplicación de riego por goteo	Jornal	0.0196	1	35	0.02	35.00	0.00	0.72	
1er Deshierbo	Jornal	0.0588	3	35	0.18	105.00	0.03	2.16	
7. COSECHA					4.12	210.00	0.77	4.31	
Muestreo de Rendimiento	Jornal	0.0196	1	35	0.69	35.00	0.13	0.72	
Siega	Hr/Maq.	0.0392	2	70	2.74	140.00	0.52	2.88	
Secado	Jornal	0.0196	1	35	0.69	35.00	0.13	0.72	
B) GASTOS ESPECIFICOS					301.06	2764.19	56.52	56.78	
1. INSUMOS					11.60	592.00	2.18	12.16	
Semilla trigo de invierno cv. Salcedo 80	kg	2.1560	110.00	3.50	7.55	385.00	1.42	7.91	
Estiércol de ovino	tn	0.0294	1.50	120.00	3.53	180.00	0.66	3.70	
EM Compost	lt			65.00	0.51	26.00	0.096	0.53	
Melaza	lt			2.50	0.02	1.00	0.004	0.02	
2. OTROS MATERIALES E INSUMOS					259.94	1925.68	48.80	39.56	
<i>Accesorios de sistema de riego</i>									
Cinta de goteo wifif 16mm rollo*3000m	rollo	0.1568	8.00	400.00	20.91	800.00	3.93	16.43	
Llaves de paso 16 mm	unidad	4.4100	225.00	2.00	2.94	112.50	0.55	2.31	
conectores de goteo	unidad	4.4100	225.00	1.20	1.76	67.50	0.33	1.39	
codo de 32mm	unidad	3.0000	153.1	12.00	12.00	459.18	2.25	9.43	
tapones de mm	unidad	2.0000	25.00	7.00	4.67	43.75	0.88	0.90	
Valvula	unidad	2.0000	6.00	34.00	22.67	51.00	4.26	1.05	
cinta métrica	unidad	1.0000	1.00	35.00	35.00	8.75	6.57	0.18	
Palas	unidad	2.0000	2.00	25.00	16.67	12.50	3.13	0.26	
Balde (20 L)	unidad	1.0000	1.00	12.00	4.00	3.00	0.75	0.06	
Hoz	unidad	2	2	8.00	5.33	4.00	1.00	0.08	
malla ganadera de 9 hilos	m	100	400	3.60	120.00	360.00	22.53	7.40	
Balanza	unidad	1	1.00	14.00	14.00	3.50	2.63	0.07	
3. LEYES SOCIALES					29.52	246.51	5.54	5.06	
Diferible	%	18	18		29.52	246.51	5.54	5.06	
C) GASTOS GENERALES					67.60	734.27	12.69	15.08	
Uso de Tierra	S/Ha	0.0196	1	120	2.35	120.00	0.44	2.47	
Mantenimient. De sistema de riego	%	0.0196	1	50	0.98	50.00	0.18	1.03	
Gastos Administrativos (A)	%	8	8		13.12	109.56	2.46	2.25	
Costos Financiero (A+B)	%	11	11		51.15	454.71	9.60	9.34	

RESUMEN DE GASTOS PARA PRODUCCION DE FORRAJE DE TRIGO DE INVIERNO:

	0.0196 has S/.	1 has S/.	0.0196 has (%)	1 has (%)
A) GASTOS DEL CULTIVO	163.97	1369.50	30.79	28.13
B) GASTOS ESPECIFICOS	301.06	2764.19	56.52	56.78
C) GASTOS GENERALES	67.60	734.27	12.69	15.08
TOTAL	532.64	4867.96	100.00	100.00

Tabla 45. Costos de producción de forraje de trigo de invierno Var. Salcedo 80 con EM. (T2 al 10%).

LABORES	UNIDAD DE MEDIDA	INDICES TECNICOS		PRECIO UNITARIO S/.	VALOR S/.		VALOR%	
		0.0196 ha	1 ha		0.0196 ha	1.0	0.0196 ha	1 ha
A) GASTOS DEL CULTIVO					163.97	1369.50	30.754	27.961
1. ANALISIS DE SUELO					150.34	157.00	28.19	3.21
Muestreo de suelo	Jornal	0.01	0.2	35	0.34	7.00	0.06	0.14
Analisis de fertilidad	Analisis	1.00	1	90	90.00	90.00	16.88	1.84
Analisis de Agua	Analisis	1	1	60	60.00	60.00	11.25	1.23
2. PREPARACION DEL TERRENO					7.64	390.00	1.43	7.96
Limpieza	Jornal	0.0392	2	35	1.37	70.00	0.26	1.43
Aradura	Hr/Maq.	0.0588	3	60	3.53	180.00	0.66	3.68
Rastrado	Hr/Maq.	0.0392	2	70	2.74	140.00	0.51	2.86
3. INSTALACION DE SISTEMA DE RIEGO					1.37	122.50	0.26	2.50
Estrado de cintas de riego	Jornal	0.0392	2.00	35.00	1.37	70.00	0.26	1.43
4. ACTIVACION DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM)					0.01	35.00	0.002	0.71
Activación	unidad	0.0098	0.50	35.00	0.00	17.50	0.001	0.36
Envasado y conservación	unidad	0.0098	0.50	35.00	0.00	17.50	0.001	0.36
5. SIEMBRA Y ABONAMIENTO					0.18	245.00	0.03	5.00
Abonamiento estiercol ovino	Jornal	0.0392	2	35	0.08	70.00	0.015	1.429
Siembra	Jornal	0.0196	1	35	0.02	35.00	0.004	0.715
Tapado	Hr/Maq.	0.0392	2	70	0.08	140.00	0.015	2.858
6. LABORES CULTURALES					0.31	210.00	0.06	4.29
Aplicación de EM	Jornal	0.0588	2	35	0.12	70.00	0.02	1.43
Aplicación de riego por goteo	Jornal	0.0196	1	35	0.02	35.00	0.00	0.71
1er Deshierbo	Jornal	0.0588	3	35	0.18	105.00	0.03	2.14
7. COSECHA					4.12	210.00	0.77	4.29
Muestreo de Rendimiento	Jornal	0.0196	1	35	0.69	35.00	0.13	0.71
Siega	Hr/Maq.	0.0392	2	70	2.74	140.00	0.51	2.86
Secado	Jornal	0.0196	1	35	0.69	35.00	0.13	0.71
B) GASTOS ESPECIFICOS					301.59	2791.19	56.56	56.99
1. INSUMOS					12.13	619.00	2.28	12.64
Semilla trigo de invierno cv. Salcedo 80	kg	2.1560	110.00	3.50	7.55	385.00	1.42	7.86
Estiercol de ovino	tn	0.0294	1.50	120.00	3.53	180.00	0.66	3.68
EM Compost	lt			65.00	1.0192	52.00	0.19	1.06
Melaza	lt			2.50	0.0392	2.00	0.01	0.04
2. OTROS MATERIALES E INSUMOS					259.94	1925.68	48.75	39.32
<i>Accesorios de sistema de riego</i>								
Cinta de goteo wifif 16mm rollo*3000m	rollo	0.1568	8.00	400.00	20.91	800.00	3.92	16.33
Llaves de paso 16 mm	unidad	4.4100	225.00	2.00	2.94	112.50	0.55	2.30
conectores de goteo	unidad	4.4100	225.00	1.20	1.76	67.50	0.33	1.38
codo de 32mm	unidad	3.0000	153.1	12.00	12.00	459.18	2.25	9.38
tapones de mm	unidad	2.0000	25.00	7.00	4.67	43.75	0.88	0.89
Valvula	unidad	2.0000	6.00	34.00	22.67	51.00	4.25	1.04
cinta métrica	unidad	1.0000	1.00	35.00	35.00	8.75	6.56	0.18
Palas	unidad	2.0000	2.00	25.00	16.67	12.50	3.13	0.26
Balde (20 L)	unidad	1.0000	1.00	12.00	4.00	3.00	0.75	0.06
Hoz	unidad	2	2	8.00	5.33	4.00	1.00	0.08
malla ganadera de 9 hilos	m	100	400	3.60	120.00	360.00	22.50	7.35
balanza	unidad	1	1.00	14.00	14.00	3.50	2.63	0.07
3. LEYES SOCIALES					29.52	246.51	5.54	5.03
Diferible	%	18	18		29.52	246.51	5.54	5.03
C) GASTOS GENERALES					67.66	737.24	12.69	15.05
Uso de Tierra	S/Ha	0.0196	1	120	2.35	120.00	0.44	2.45
Mantenimient. De sistema de riego	%	0.0196	1	50	0.98	50.00	0.18	1.02
Gastos Administrativos (A)	%	8	8		13.12	109.56	2.46	2.24
Costos Financiero (A+B)	%	11	11		51.21	457.68	9.60	9.34

RESUMEN DE GASTOS PARA PRODUCCION DE FORRAJE DE TRIGO DE INVIERNO:

	0.0196 has S/.	1 has S/.	0.0196 has (%)	1 has (%)
A) GASTOS DEL CULTIVO	163.97	1369.50	30.75	27.96
B) GASTOS ESPECIFICOS	301.59	2791.19	56.56	56.99
C) GASTOS GENERALES	67.66	737.24	12.69	15.05
TOTAL	533.23	4897.93	100.00	100.00

Tabla 46. Costos de producción de forraje de trigo de invierno Var. Salcedo 80 sin EM. (T3 15%).

LABORES	INDICES TECNICOS		PRECIO UNITARIO S/.	VALOR S/.		VALOR%	
	0.0196 ha	1 ha		0.0196 ha	1.0	0.0196 ha	1 ha
A) GASTOS DEL CULTIVO				163.97	1369.50	30.720	27.791
1. ANALISIS DE SUELO				150.34	157.00	28.16	3.19
Muestreo de suelo	0.01	0.2	35	0.34	7.00	0.06	0.14
Análisis de fertilidad	1.00	1	90	90.00	90.00	16.86	1.83
Análisis de Agua	1	1	60	60.00	60.00	11.24	1.22
2. PREPARACION DEL TERRENO				7.64	390.00	1.43	7.91
Limpieza	0.0392	2	35	1.37	70.00	0.26	1.42
Aradura	0.0588	3	60	3.53	180.00	0.66	3.65
Rastrado	0.0392	2	70	2.74	140.00	0.51	2.84
3. INSTALACION DE SISTEMA DE RIEGO				1.37	122.50	0.26	2.49
Estirado de cintas de riego	0.0392	2.00	35.00	1.37	70.00	0.26	1.42
4. ACTIVACION DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM)				0.01	35.00	0.002	0.71
Activación	0.0098	0.50	35.00	0.00	17.50	0.001	0.36
Envasado y conservación	0.0098	0.50	35.00	0.00	17.50	0.001	0.36
5. SIEMBRA Y ABONAMIENTO				0.18	245.00	0.03	4.97
Abonamiento estiércol ovino	0.0392	2	35	0.08	70.00	0.015	1.420
Siembra	0.0196	1	35	0.02	35.00	0.004	0.710
Tapado	0.0392	2	70	0.08	140.00	0.015	2.841
6. LABORES CULTURALES				0.31	210.00	0.06	4.26
Aplicación de EM	0.0588	2	35	0.12	70.00	0.02	1.42
Aplicación de riego por goteo	0.0196	1	35	0.02	35.00	0.00	0.71
1er Deshierbo	0.0588	3	35	0.18	105.00	0.03	2.13
7. COSECHA				4.12	210.00	0.77	4.26
Muestreo de Rendimiento	0.0196	1	35	0.69	35.00	0.13	0.71
Siega	0.0392	2	70	2.74	140.00	0.51	2.84
Secado	0.0196	1	35	0.69	35.00	0.13	0.71
B) GASTOS ESPECIFICOS				302.12	2818.19	56.60	57.19
1. INSUMOS				12.66	646.00	2.37	13.11
Semilla trigo de invierno cv. Salcedo 80	2.1560	110.00	3.50	7.55	385.00	1.41	7.81
Estiércol de ovino	0.0294	1.50	120.00	3.53	180.00	0.66	3.65
EM Compost			65.00	1.53	78.00	0.29	1.58
Melaza			2.50	0.06	3.00	0.01	0.06
2. OTROS MATERIALES E INSUMOS				259.94	1925.68	48.70	39.08
<i>Accesorios de sistema de riego</i>							
Cinta de goteo wifif 16mm rollo*3000m	0.1568	8.00	400.00	20.91	800.00	3.92	16.23
Llaves de paso 16 mm	4.4100	225.00	2.00	2.94	112.50	0.55	2.28
conectores de goteo	4.4100	225.00	1.20	1.76	67.50	0.33	1.37
codo de 32mm	3.0000	153.1	12.00	12.00	459.18	2.25	9.32
tapones de mm	2.0000	25.00	7.00	4.67	43.75	0.87	0.89
Valvula	2.0000	6.00	34.00	22.67	51.00	4.25	1.03
cinta métrica	1.0000	1.00	35.00	35.00	8.75	6.56	0.18
Palas	2.0000	2.00	25.00	16.67	12.50	3.12	0.25
Balde (20 L)	1.0000	1.00	12.00	4.00	3.00	0.75	0.06
Hoz	2	2	8.00	5.33	4.00	1.00	0.08
mallá ganadera de 9 hilos	100	400	3.60	120.00	360.00	22.48	7.31
balanza	1	1.00	14.00	14.00	3.50	2.62	0.07
3. LEYES SOCIALES				29.52	246.51	5.53	5.
Diferible	18	18		29.52	246.51	5.53	5.
C) GASTOS GENERALES				67.72	740.21	12.69	15.02
Uso de Tierra	0.0196	1	120	2.35	120.00	0.44	2.44
Mantenimient. De sistema de riego	0.0196	1	50	0.98	50.00	0.18	1.01
Gastos Administrativos (A)	8	8		13.12	109.56	2.46	2.22
Costos Financiero (A+B)	11	11		51.27	460.65	9.60	9.35

RESUMEN DE GASTOS PARA PRODUCCION DE FORRAJE DE TRIGO DE INVIERNO:

	0.0196 has S/.	1 has S/.	0.0196 has (%)	1 has (%)
A) GASTOS DEL CULTIVO	163.97	1369.50	30.72	27.79
B) GASTOS ESPECIFICOS	302.12	2818.19	56.60	57.19
C) GASTOS GENERALES	67.72	740.21	12.69	15.02
TOTAL	533.82	4927.90	100.00	100.00



Figura 21. Instalación del riego por gotero



Figura 22. Germinación de plantas de trigo a los 15 días



Figura 23. Trigo de invierno con 15 cm de altura y 30 cm



Figura 24. Análisis del suelo



Figura 25. Análisis del agua



Figura 26. Aplicación del EMa.



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 : CIP ILLPA UNA - PUNO
INTERESADO : LINA SUCAPUCA LIPA
MOTIVO : Análisis Fertilidad de suelos
MUESTREO : 10/06/2018
ANÁLISIS : 11/06/2018

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ²⁻ %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01		52.00	30.20	17.80	Franco arcillo arenoso	0.00	3.85	0.11

# 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	6.30	0.26	1.30	9.02	299	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 cambiante
A= Arena
Ca²⁺= Calcio cambiante
Na⁺= Sodio cambiante
CO₃²⁻ = 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 cambiante
mS/cm = milisemens por centímetro
C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
Al³⁺ = Aluminio cambiante
NC = no corresponde.



Ing. M.Sc. Daniel Canaza Mamant
JEFE DEL LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS Y PLANTAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS FISICOQUÍMICO MUESTRA DE AGUA

PROCEDENCIA : CIP ILLPA UNA - PUNO
 INTERESADO : LINA SUCAPUCA LIPA.
 MOTIVO : Análisis Físico-químico
 MUESTREO : 10/06/2018 (por el Interesado)
 ANALISIS : 11/06/2018

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Aspecto : Límpido transparente
 Color : Incoloro
 Olor : Inodoro
 Sabor : Insípido

CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICA:

pH : 7.60 C.E.: 0.36 ms/cm.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

Dureza total (como CaCO ₃)	:	121.60	mg/l
Alcalinidad (como CaCO ₃)	:	74.30	mg/l
Cloruros (como Cl ⁻)	:	11.35	mg/l
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	:	24.00	mg/l
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	:	0.01	mg/l
Calcio (como Ca ⁺⁺)	:	28.88	mg/l
Magnesio (como Mg ⁺⁺)	:	11.92	mg/l
Sólidos Disueltos totales	:	0.18	g/l
Sodio (como Na ⁺)	:	5.00	mg/l
Potasio (como K ⁺)	:	2.50	mg/l

INTERPRETACION (Según Normas de ECAs)

Las características físico-químicas del agua son normales.
 Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.



[Firma]
 Ing. M. Sc. Diana Canace Mamani
 RES. W. LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS