

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N°25265)



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
TESIS

**“EFECTO DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)
ASOCIADO AL TRÉBOL (*Medicago hispida*), EN
CONDICIONES DE SECANO”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
AGRICULTURA ORGÁNICA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:

~ QUILLCA DELGADO, ABRAHAN
~ RUBELO CARDENAS, ARTURO

ACOBAMBA – HUANCAMELICA

2012



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
(Creada por ley N. 25265)
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



114

ACTA DE SUSTENTACIÓN O APROBACIÓN DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACIÓN

En la Ciudad Universitaria de "Común Era" de la Facultad de Ciencias Agrarias, a los 04 días del mes de mayo del año 2012, a horas 2:00 p.m; se reunieron los miembros de jurado calificador, que está conformado de la siguiente manera:

PRESIDENTE : Mg. Sc. Ing. Ruggerths Niel DE LA CRUZ MARCOS

SECRETARIO : Ing. Jorge Alberto ARROYO AMAYA

VOCAL : Ing. Jesús Antonio JAIME PIÑAS

ACCESITARIO : Ing. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO

Designados con resolución N° 016-2011-FCA-CGT-UNH; miembros de jurado calificador de la Tesis Titulado:

"EFECTO DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) ASOCIADO AL TRÉBOL (*Medicago hispida*) EN CONDICIONES DE SECANO"

Cuyos autores los graduados:

BACHILLERES : QUILLCA DELGADO, ABRAHAN

: RUBELO CÁRDENAS, ARTURO

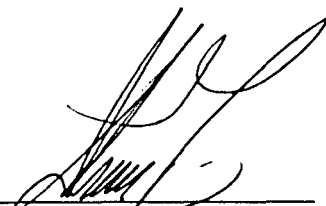
fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación antes titado.

Finalizado la evaluación; se invito al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO ☒ POR MAYORIA.....

DESAPROBADO ☐

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCAL

ASESOR : Mg Sc. Ing. Gregorio José ARONE GASPAR.

COASESOR : Mg Sc. Ing. Agustín PERALES ANGOMA

DEDICATORIA

En forma especial a mis
padres Juan Quilica
González y Francisca
Delgado Gámez, hermanos
y familiares como
testimonio del eterno
agradecimiento quienes
me dieron el apoyo
incondicionalmente, en la
realización de mi profesión.

A.Q.D.
A.Q.D.

A mis padres, a mi hijo y
demás familiares quienes
me brindaron apoyo
incondicional para
realizarme y emprender
en mi formación
profesional.

A.R.C.
A.R.C.

AGRADECIMIENTO

- ❖ A la Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, por nuestra formación profesional.
- ❖ A nuestro asesor Mg Sc. Gregorio José Arone Gaspar y coasesor Mg. Sc. Agustín Perales Angoma por el asesoramiento en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.
- ❖ A los miembros de jurado calificador por las observaciones atinadas en la elaboración del informe final.
- ❖ A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias que día a día luchan por impartir nuevos conocimientos a sus educandos y por el apoyo oportuno en las necesidades que se tuvo en el Laboratorio de la Escuela Académico Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de Huancavelica.
- ❖ A nuestros compañeros de estudio, quienes aportaron en este trabajo.
- ❖ Al señor Demetrio Rubelo Sánchez y la señora Victoria Cárdenas de Rubelo quienes contribuyeron incondicionalmente brindando facilidades y apoyo en las labores del trabajos de campo.
- ❖ A nuestros familiares por su apoyo y consejos dados para la realización del presente trabajo.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
CAPITULO I: PROBLEMA	19
1.1. Planteamiento del problema	19
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Objetivos	20
1.3.1. General	20
1.3.2. Específicos	20
1.4. Justificación	20
1.4.1. Científico	20
1.4.2. Social	20
1.4.3. Económico	20
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes	21
2.1.1. Trébol asociado al maíz	21
2.1.2. Aplicación de microorganismos efectivos(EM), EM-bokashi y trébol en el rendimiento de cultivo de maíz	23
2.2. Bases teóricas	23
2.2.1. El cultivo de maíz amiláceo en los Andes	23
2.2.2. Características anatómicas y morfológicas del maíz	25
2.2.3. Ciclo vegetativo del maíz	26
2.2.4. Fisiología del maíz	27
2.2.5. Labores culturales	30
2.2.6. Abonamiento de cultivo de maíz	32
2.2.7. Principales plagas y enfermedades del maíz	35
2.2.8. Biofertilizantes en el Perú y en el mundo	36
2.2.9. Microorganismos efectivos	38
2.2.10. Agricultura orgánica	42
2.2.11. Los criterios sobre cobertura	42
2.2.12. Trébol (<i>Medicago hispida</i> G.)	45
2.2.13. Trébol asociado al cultivo de maíz	47
2.2.14. Producción nacional y regional del cultivo de maíz.	48
2.3. Hipótesis	48
2.4. Variables de estudio	49
2.5. Variables independientes y dependientes	49
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	50

3.1. Ámbito de estudio	50
3.1.1. Ubicación política	50
3.1.2. Ubicación geográfica	50
3.1.3. Factores climáticos	50
3.2. Tipo de investigación	50
3.3. Nivel de investigación	51
3.4. Método de investigación	51
3.4.1. Material experimental	51
3.4.2. Material vegetal	51
3.4.3. Momento de aplicación	51
3.5. Diseño de investigación	54
3.5.1. Tratamientos	54
3.5.2. Croquis de distribución de los tratamientos	55
3.5.3. Parámetros evaluados	55
3.6. Población, muestra y muestreo	56
3.6.1. Población	56
3.6.2. Muestra	56
3.6.3. Muestreo	57
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	58
3.7.1. Para el porcentaje de emergencia	58
3.7.2. Para humedad del suelo	58
3.7.3. Para biomasa del trébol	60
3.7.4. Para materia seca del maíz	61
3.7.5. Para altura de planta	62
3.7.6. Para rendimiento final de grano seco	62
3.8. Procedimiento de recolección de datos	63
3.8.1. Para porcentaje de emergencia	63
3.8.2. Para humedad del suelo	63
3.8.3. Para biomasa del trébol	64
3.8.4. Para materia seca del maíz	64
3.8.5. Para altura de planta	64
3.8.6. Para rendimiento final de grano seco	64
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	65
3.9.1. Para porcentaje de emergencia	65
3.9.2. Para humedad del suelo	65
3.9.3. Para biomasa del trébol	65
3.9.4. Para materia seca del maíz	65

3.9.5. Para altura de planta	65
3.9.6. Para rendimiento final de grano seco	65
CAPITULO IV: RESULTADOS	66
4.1. Porcentaje de emergencia	66
4.2. Humedad del suelo	67
4.3. Biomasa del trébol	70
4.4. Materia seca del maíz	72
4.5. Altura de planta	75
4.6. Rendimiento final	77
4.7. Estimación del rendimiento final de grano seco por hectárea en promedio	79
4.8. Ritmo de crecimiento y emergencia del maíz(carhuay) en cm/día	80
4.9. Factores que influyen en el crecimiento del maíz	80
4.10. Discusión	80
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	85
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	86
ARTICULO CIENTÍFICO	89
ANEXOS	103

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 1. Porciento de acumulación de N, P, K, Ca, Mg y MS al aporque, floración, madurez y cosecha	30
Cuadro N° 2. Resumen comparativo de rendimiento en grano de humedad en kg/ha realizado con enmiendas y combinaciones con fertilizantes químicos	32
Cuadro N° 3. Rendimiento de maíz en kg/ha con aplicación de diferentes dosis y densidades de siembra.	33
Cuadro N° 4. Rendimiento en kg/ha a diferentes densidades y dosis de nitrógeno, permaneciendo constantes en P, y K en suelos de baja fertilidad	33
Cuadro N° 5. Rendimiento en kg/ha y su respuesta a la aplicación de fertilizantes en maíces de la sierra	34
Cuadro N° 6. Fertilidad natural alta y alto contenido en materia orgánica	34
Cuadro N° 7. Principales plagas del maíz	35
Cuadro N° 8. Principales enfermedades del maíz	36
Cuadro N° 9. Rendimiento promedio del maíz según región o subregión, 2010(kg/ha)	48
Cuadro N° 10. Variables independientes y dependientes	49
Cuadro N° 11. Momento de aplicación	51
Cuadro N° 12. Tratamientos	54
Cuadro N° 13. Parámetros evaluados	55
Cuadro N° 14. Análisis de varianza de porcentaje de emergencia a los 20 días del cultivo de maíz en (%)	66
Cuadro N° 15. Análisis de varianza de humedad del suelo a los 30 días del cultivo de maíz con datos transformados a $\sqrt{x}$	67
Cuadro N° 16. Análisis de varianza de humedad del suelo a los 90 días del cultivo de maíz en (%) con datos transformados a $\sqrt{x}$	68
Cuadro N° 17. Análisis de varianza de humedad del suelo a los 150 días del cultivo de maíz en (%) con datos transformados a $\sqrt{x}$	68
Cuadro N° 18. Análisis de varianza de biomasa de trébol a los 60 días en (g)	70
Cuadro N° 19. Análisis de varianza de biomasa de trébol a los 120 días en (g)	71
Cuadro N° 20. Análisis de varianza de materia seca a los 30 días del cultivo de maíz en (g)	72
Cuadro N° 21. Análisis de varianza de materia seca a los 90 días del cultivo de maíz (g)	72
Cuadro N° 22. Análisis de varianza de materia seca a los 150 días del cultivo de maíz (g)	73
Cuadro N° 23. Análisis de varianza de altura de planta a los 30 días del cultivo de maíz en (cm)	75
Cuadro N° 24. Análisis de varianza de altura de planta a los 90 días del cultivo de maíz en (cm)	75
Cuadro N° 25. Análisis de varianza de altura de planta a los 150 días del cultivo de maíz en (cm)	76
Cuadro N° 26. Análisis de varianza del rendimiento final de grano seco del cultivo de maíz (kg)	77
Cuadro N° 27. Estimación del rendimiento final de grano seco por hectárea en promedio	79
Cuadro N° 28. Ritmo de crecimiento y emergencia del maíz(carhuay) en cm/día	80

ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
Figura 1. Semilla de maíz carhuay y siembra de maíz	52
Figura 2. Abonamiento con microorganismos efectivos	53
Figura 3. Siembra de trébol carretilla	53
Figura 4. Maíz lista para el corte y maíz amontonado en arcos	54
Figura 5. Recolección de muestras	57
Figura 6. Muestras de plantas de maíz.	57
Figura 7. Proceso de conteo para calcular el % de emergencia	58
Figura 8. Procesos para calcular la humedad del suelo	59
Figura 9. Trébol secado en estufa y pesado para la obtención de biomasa de trébol	60
Figura 10. Pesado de biomasa foliar del maíz, picado de biomasa foliar del maíz, y oreado de la biomasa foliar al sol	61
Figura 11. Secado de la biomasa foliar del cultivo de maíz en la estufa a 80 °C.	61
Figura 12. Medida de altura de plantas de maíz.	62
Figura 13. Secado y desgranado	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico N° 1. Muestra las prácticas de cobertura	44
Gráfico N° 2. Croquis de distribución de los tratamientos	55
Gráfico N° 3. Porcentaje de emergencia a los 20 días del cultivo de maíz	67
Gráfico N° 4. Comparación de medias Duncan al 95 % de probabilidad de humedad del suelo a los 150 días del cultivo de maíz	69
Gráfico N° 5. Humedad del suelo del cultivo de maíz	70
Gráfico N° 6. Biomasa de trébol del cultivo de maíz	71
Gráfico N° 7. Comparación de medias Duncan al 95 % de probabilidad de materia seca a los 150 días del cultivo de maíz	74
Gráfico N° 8. Materia seca del cultivo de maíz	74
Gráfico N° 9. Altura de planta del cultivo de maíz	77
Gráfico N° 10. Comparación de medias Duncan al 95 % de probabilidad de rendimiento final de grano seco del maíz	78
Gráfico N° 11. Rendimiento final de grano seco del cultivo de maíz	79

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág
Anexo 1. Datos originales de emergencia del cultivo de maíz en (%)	103
Anexo 2. Datos originales de humedad del suelo a los 30 días en (%)	103
Anexo 3. Datos transformados a $\sqrt{x}$ de humedad del suelo a los 30 días en (%)	103
Anexo 4. Datos originales de humedad del suelo a los 90 días en (%)	104
Anexo 5. Datos transformados a $\sqrt{x}$ de humedad del suelo a los 90 días en (%)	104
Anexo 6. Datos originales de humedad del suelo a los 150 días en (%)	104
Anexo 7. Datos transformados a $\sqrt{x}$ de humedad del suelo a los 150 días en (%)	104
Anexo 8. Análisis de varianza de humedad del suelo a los 150 días del cultivo de maíz en (%), con datos transformados $\sqrt{x}$	105
Anexo 9. Comparación de medias Duncan al 95 % de probabilidad de humedad de suelo a los 150 días	105
Anexo 10. Datos originales de biomasa del trébol a los 60 días en (g)	105
Anexo 11. Datos originales de biomasa del trébol a los 120 días en (g)	105
Anexo 12. Datos originales de materia seca del cultivo de maíz a los 30 días en (g)	106
Anexo 13. Datos originales de materia seca del cultivo de maíz a los 90 días en (g)	106
Anexo 14. Datos originales de materia seca del cultivo de maíz a los 150 días en (g)	106
Anexo 15. Análisis de varianza de materia seca a los 150 días del cultivo de maíz en (g)	107
Anexo 16. Comparación de medias Duncan al 95 % de probabilidad de materia seca a los 150 días del cultivo de maíz	107
Anexo 17. Datos originales de altura de la planta a los 30 días del cultivo de maíz en (cm)	107
Anexo 18. Datos originales de altura de planta a los 90 días del cultivo de maíz en (cm)	107
Anexo 19. Datos originales de altura de planta a los 150 días del cultivo de maíz en (cm)	108
Anexo 20. Datos originales de rendimiento final del grano seco del cultivo de maíz en (kg.)	108
Anexo 21. Análisis de varianza del rendimiento final del cultivo de maíz en (kg)	108
Anexo 22. Comparación de medias Duncan al 95 % de probabilidad del rendimiento final del cultivo de maíz en (kg)	108
Anexo 23. Trazado del terreno	109
Anexo 24. Apertura de surcos	109
Anexo 25. Semilla de maíz amiláceo (carhuay)	109
Anexo 26. Siembra de maíz	110
Anexo 27. Preparación de microorganismos efectivos	110
Anexo 28. Aplicación de EM al suelo	110
Anexo 29. Tapado de surcos	111
Anexo 30. Aplicación de EM vía foliar	111
Anexo 31. Primer aporque	111
Anexo 32. Muestras del maíz a los 30 días después de siembra	112

Anexo 33. Determinación de altura de planta del cultivo de maíz	112
Anexo 34. Determinación de biomasa de maíz a los 30 días después de emergencia	112
Anexo 35. Evaluación de humedad del suelo	113
Anexo 36. Evaluación de temperatura del suelo	113
Anexo 37. Siembra de trébol	113
Anexo 38. Aplicación de EM foliar	114
Anexo 39. Segundo aporque del cultivo de maíz	114
Anexo 40. Trébol asociado al cultivo de maíz	114
Anexo 41. Evaluación de biomasa del trébol	115
Anexo 42. Determinación del rendimiento final de grano del cultivo de maíz en (kg)	116
Anexo 43. Pesado de grano seco del maíz	116
Anexo 44. Costo de producción orgánica de maíz por hectárea	117

RESUMEN

El trabajo de investigación fue ejecutado durante la campaña agrícola 2008-2009, se evaluó el efecto de microorganismos efectivos (EM) en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) asociado al trébol (*Medicago hispida*) en condiciones de secano. Dicha evaluación se realizó en diferentes estados fenológicos del cultivo de maíz.

El diseño experimental empleado fue de bloques completamente al azar; con 04 tratamientos y 04 repeticiones, evaluándose los tratamientos T1 (maíz + trébol + EM al suelo), T2 (maíz + trébol + EM foliar), T3 (maíz + trébol+ EM suelo y foliar), y T4 (maíz + testigo).

El presente trabajo fue desarrollado bajo condiciones ambientales del centro poblado de Chilcapata – Parco del distrito de Cosme – Churcampa; comprendido entre las coordenadas geográficas de latitud sur 12° 40' 30", longitud oeste 74° 30' 40" y una altitud de 2830 m.s.n.m. durante los meses de noviembre del 2008 a setiembre del 2009.

La siembra se realizó el 23 de noviembre del 2008, se evaluaron los parámetros a partir del desarrollo fenológico: porcentaje de emergencia, humedad del suelo, biomasa del trébol, materia seca del maíz, altura de planta y rendimiento.

Se concluye que el efecto de la aplicación de microorganismos efectivos(EM) y trébol, evaluado en los diferentes parámetros como: porcentaje de emergencia, humedad del suelo a los 30 y 90 días, biomasa del trébol a los 60 y 120 días, materia seca del maíz a los 30 y 90 días y altura de planta no existe diferencia significativa en los tratamientos estudiados pero si numéricamente, pero en algunos parámetros estudiados como: la humedad del suelo a los 150 días, materia seca del maíz a los 150 días y rendimiento final de grano seco se observó según la prueba de Duncan al 95 % de confiabilidad el efecto de la aplicación de microorganismos efectivos(EM) y trébol, confirma que en el resultado de análisis de varianza hay diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Durante las etapas de evaluación, se observó en la comparación de medias Duncan en la materia seca del maíz a los 150 días, humedad del suelo a los 150 días y rendimiento final de grano seco, los tratamientos evaluados del grupo A, T3 (maíz+ trébol+ EM suelo y foliar), T2 (maíz + trébol + EM foliar) y T1 (maíz + trébol + EM al suelo), son superiores numéricamente a T4 (maíz + testigo).del grupo B.

Así mismo el tratamiento T3 (maíz+ trébol+ EM suelo y foliar) es superior numéricamente, lo cual tiene un rendimiento final de grano seco de 3 748.33 kg/ha, comparado con el testigo que tiene 3 366.67 kg/ha en promedio.

Los datos evaluados fueron procesados en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Huancavelica.

INTRODUCCIÓN

La agricultura moderna se caracteriza por la obtención de altos rendimientos mediante el uso de fertilizantes químicos que, en muchos casos, se usan en forma indiscriminada, causando en el mediano plazo el deterioro del medio ambiente. Sin embargo, en la zona campesina de la sierra peruana, se hace práctica aun una agricultura con bajos insumos, ciertamente con rendimientos adecuados y sostenibles, gracias a la presencia dinámica de los componentes orgánicos y cultivos de cobertura que sostienen la fertilidad natural del suelo y mantienen rendimientos adecuados para el poblador rural andino.

De acuerdo a las investigaciones realizadas, el comportamiento de microorganismos efectivos (EM) suelo y foliar; ha contribuido a incrementar el rendimiento en las cosechas, reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos y la emisión de gases tóxicos como el N_2O , obteniéndose beneficios económicos y ambientales, de la misma forma la actividad del trébol como cultivo de cobertura en el cultivo de maíz, tendría un rol de mantenimiento de la fertilidad y humedad de aquellas chacras maiceras de la zona.

El monocultivo tradicional del maíz en las zonas maiceras del distrito de Cosme provincia de Churcampá (Chilcapata - Parco), sin el empleo de fertilizantes sintéticos, ofrece las condiciones adecuadas para tratar de entender algunos aspectos sobre la actividad de microorganismos efectivos (EM) existentes en el suelo y el trébol como cultivo de cobertura, en relación a la producción del cultivo de maíz.

Asimismo, en este agro ecosistema el no uso de los agroquímicos y sus propias prácticas agrícolas posibilitan el equilibrio productivo de las poblaciones biológicas, hecho que se manifiesta en una producción de cosecha sana y abundante. Bajo las condiciones mencionadas, se plantea la hipótesis que estos microorganismos están presentes en el suelo donde se cultiva el maíz, del mismo modo el trébol se encuentra disponible en el suelo como una maleza.

CAPITULO I

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En los últimos años los productores de maíz en el distrito de Cosme, en especial en el centro poblado de Chilcapata - Parco, vienen siendo afectados económicamente por el incremento del costo de producción, debido al incremento del precio de los fertilizantes sintéticos y pesticidas; afectando así, la economía de las familias campesinas; dado que, el medio principal del ingreso familiar en este centro poblado se genera a través de la venta del maíz amiláceo siendo uno de ellos la denominada "carhuay". Esta realidad nos motiva a generar nuevas propuestas de producción de cosechas empleando recursos de la zona y productos de bajo costo, de modo que, se pueda promover competitividad económica, asegurando la seguridad alimentaria; además de conservar los recursos naturales y el ecosistema donde viven.

Por otro lado, por su propia ubicación nuestros suelos son de baja fertilidad unido a ello las deficientes prácticas agrícolas, hacen que los rendimientos sean cada vez menor; pero si cambiamos nuestra manera de actuar y pensar podemos encontrar nuevas formas de producir cosechas saludables empleando fuentes orgánicas como microorganismos efectivos (EM), y el trébol asociado al maíz, y proponer nuevas prácticas agrícolas a demás de reducir los costos de producción.

1.2. Formulación del problema

El centro poblado de Chilcapata – Parco comprensión del distrito de Cosme-Churcampa, es una zona eminentemente productora de maíz en condiciones de secano, donde el abonamiento orgánico se practica mínimamente, menos realizan la asociación de cultivo maíz - trébol y aun no conocen sobre la utilización de los microorganismos efectivos, en estas condiciones:

¿En qué medida influye la aplicación de microorganismos efectivos (EM) y trébol asociado al maíz en el rendimiento del cultivo de maíz en condiciones de una agricultura secoano?

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Evaluar el efecto de microorganismos efectivos y trébol asociado al maíz en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en condiciones de secoano.

1.3.2. Específicos

- ✓ Evaluar la producción de biomasa del trébol carretilla.
- ✓ Evaluar los efectos del trébol sobre la humedad del suelo.
- ✓ Evaluar a producción de biomasa del cultivo de maíz.
- ✓ Determinar el rendimiento final de grano seco del cultivo de maíz.

1.4. Justificación

1.4.1. Científico

Con esta investigación se proyecto conocer el comportamiento de microorganismos efectivos y trébol en el rendimiento de las cosechas, de manera que se pueda promover su uso en la producción de rendimientos y la conservación del medio ambiente.

1.4.2. Social

Promover el uso de microorganismos efectivos y trébol, porque permite la explotación racional de los recursos naturales, conservación del ecosistema y cuidado del medio ambiente y producción de alimentos sanos.

1.4.3. Económico

Con la aplicación de microorganismos efectivos y trébol se pretende reducir el costo de producción e incrementar los rendimientos, por las bondades presentadas tanto del trébol como de los microorganismos efectivos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Trébol asociado al maíz

En las chacras maiceras de Acobamba se siembra diversidad de maíz amiláceos, empleando yunta y en condiciones de secano; donde pasado el periodo crítico de competencia de malezas, emerge naturalmente el trébol (*Medicago hispida* G.) asociado al maíz (*Zea mays* L.), cuyo crecimiento en algunas chacras es exuberante. Esta asociación natural maíz-trébol, en los últimos años viene siendo depredado, dado que muchas familias han optado el estilo de siembra en surco; según ellas, este modo de siembra facilita las diferentes labores agrícolas.

Con el propósito de comprender mejor sobre las bondades de esta asociación, durante dos campañas agrícolas (2006-2007 y 2007-2008), se instalaron parcelas de investigación a nivel experimental en el centro de producción e investigación "Común Era"-Acobamba, predio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Huancavelica. Los resultados muestran:

1. El trébol juega un rol substancial en la conservación de la humedad del suelo
2. Las siembras en surco reduce la asociación innata maíz-trébol y sus eventos propios.
3. La densa cobertura generada por el trébol es refugio de parásitos y predadores
4. El trébol intercepta las gotas de lluvia y previene la formación de costras y conserva la capa arable (suelos de ladera).

5. Se presenta un ambiente que modifica el microclima y la temperatura del suelo al reducir la refracción de los rayos del sol y el calor.
6. La cobertura del trébol suprime malezas que crecen después del segundo aporque
7. Antes y después de la cosecha del maíz el trébol provee forraje de calidad
8. El *Rhizobium* nativo asociado al trébol son infectivas, y permiten contribuir en la restitución de la fertilidad natural del suelo.
9. La presencia del trébol en las chacras maiceras, otorgan la particularidad de producir cosechas de maíz en monocultivo y sin acceder a los agroquímicos
10. Las raíces del trébol mejoran la estructura del suelo y la infiltración del agua
11. La biomasa del trébol, es fuente de carbono en la chacra.

Se halló a nivel experimental que los tratamientos con trébol (4433.3 kg/ha) presentan rendimientos superiores a los tratamientos sin trébol (3845.8 kg/ha). Bajo condiciones de una agricultura de secano, como la nuestra, el trébol juega un rol importante en la conservación de la humedad del suelo. Por otro lado, por ser chacras similares a las chacras maiceras de los Oylo ayllus (Ayacucho - Paucar del Sara Sara-Oyolo), a parte del trébol, la cosecha final estaría siendo favorecida por la sinergia con MVA (Calderón, 1 987), las rizobacterias *Azotobacter* spp y *Azospirillum* spp (Huauya, 2 001), las mismas que encontramos en las 12 chacras sembradas de maíz amiláceo, donde se viene acompañando a los agricultores.

Finalmente, después de validar y conocer sobre el comportamiento de trébol, en la presente campaña agrícola (2008-2009), se han instalado dos parcelas demostrativas en la chacra del señor Francisco Oré, ubicada en la comunidad de Allpas-Acobamba.

Se busca con el presente trabajo promover, recuperar y fortalecer la asociación maíz-trébol; para ello se han remojado semillas de trébol por 24 horas y se boleó al suelo antes del aporque, para incorporar aprovechando el segundo aporque del cultivo, y pasado los quince días observamos la emergencia de plantas de trébol asociado al maíz. Esta actividad lo realizamos con la

intención de recuperar la presencia del trébol en las chacras maiceras (Arone, 2007).

2.1.2. Aplicación de microorganismos efectivos, EM-bokashi y trébol en el rendimiento de cultivo de maíz

La Aplicación de insumos microorganismos efectivos, EM-bokashi y trébol en el rendimiento de cultivo de maíz evaluado en los diferentes tratamientos influyen numéricamente en el rendimiento del cultivo. Durante las etapas de evaluación, en cuanto a la altura de planta se observó que el tratamiento T4 (maíz + trébol + EM), es superior numéricamente llegando a 241,50 cm. comparado con el testigo (T5) que llegó a 238,75 cm. evaluado a los 150 días después de la emergencia.

Así mismo el peso seco foliar por planta del tratamiento T4 (maíz+trébol+EM), es superior numéricamente llegando a 422,99 g comparado con el testigo (T5) que llegó a 345,83 g evaluados a los 150 días después de la emergencia.

El tratamiento T3 (maíz + trébol+EM-bokashi) tiene un rendimiento de grano seco de 3 148 kg/ha, comparado con el testigo que tiene 3 009 Kg/ha en promedio. El trébol como cobertura no influye estadísticamente sobre la temperatura y humedad del suelo, aunque hay una tendencia numérica de conservar la humedad y temperatura (Rivera, 2011).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El cultivo de maíz amiláceo en los Andes

La especie mays, fue dividida por Sturtevant en 1899 y Kuleschow en 1933, de acuerdo a la textura y estructura del endospermo en siete grupos: tunicado, reventón, cristalino, amiláceo, dentado, dulce, ceroso y adicionalmente solo en Perú se ha identificado el denominado maíz morocho. El endospermo se refiere a la reserva energética del grano y ocupa hasta el 80 % del peso del grano. Contiene aproximadamente el 90 % de almidón y el 9 % de proteínas, y pequeñas cantidades de aceites, minerales y elementos traza. De los grupos mencionados anteriormente, dos son considerados de importancia económica para nuestro país. Amiláceo: (*Zea mays* L.) ssp amilácea-floury o softcorn caracterizado por presentar granos con endospermo blando. suave amiláceo

de color blanco, pericarpio de color blanco, coloreado o variado. El endospermo de este grupo está compuesto casi exclusivamente de un almidón muy blando, que se raya fácilmente con la uña aún cuando el grano no esté maduro y pronto para cosechar. Este maíz predomina en las zonas altas de la región andina y de México. En el Perú generalmente es cultivado en zonas con climas templados de la sierra y en invierno en la costa identificándose las siguientes razas que pertenecen a este grupo: Mochero, alazán, chancayano, pardo, coruca, huayleño, ancashino, huancavelicano, blanco cuzco, pagaladroga, san jerónimo, arequipeño, sabanero, piricinco y variedades sintéticas y compuestas. Las razas de estos maíces presentan una gran variedad de colores y de algunos de ellos se extraen colorantes como es el caso del maíz morado. Dentro de este grupo también está considerado el maíz blanco gigante del cuzco, legado del imperio incaico que causa admiración del mundo por el gran tamaño de su grano y su alto rendimiento. Estos tipos de maíces se usan para hacer una gran variedad de comidas sobre todo en el altiplano andino. Comúnmente se usan como mazorcas asadas y parcialmente reventadas y los granos maduros tostados; otros productos típicos son la "kancha" y la "chicha", bebida similar a la cerveza.

Cuando su consumo se realiza al estado fresco es decir no maduro y es previamente sancochado se denomina choclo. Otro grupo también de importancia para nuestro país es el que corresponde al grupo denominado maíz dulce: *Zea mays* Saccharata – sweet-corn caracterizado porque los granos son dulces y presentan un endospermo duro, cristalino, translúcido y completamente arrugado cuando está maduro. A este grupo pertenecen los llamados chullpi o maíces dulces, el grano seco es usado por el poblador de la sierra como tostado o cancha y verde o fresco, sancochando la mazorca como choclo. Ambos grupos de maíces han sido cultivados ancestralmente en nuestro país y se constituye como uno de los principales productos alimenticios de la población rural y junto con la papa garantizan la seguridad alimentaria del poblador de la sierra del país. El maíz se compara favorablemente en valor nutritivo con respecto al arroz y al trigo; es más rico en grasa, hierro y

contenido de fibra, pero su aspecto nutricional más pobre son las proteínas. (7 %) es por eso que se complementa con las leguminosas que tienen entre 22 a 28 % de proteína (**Manrique, 1 997**).

Así mismo **Campero, 1983** menciona que el Perú destaca por poseer diversidad de morfotipos de maíz amiláceo siendo uno de ellos carhuay, que presenta dos metros de altura o mas dependiendo del clima donde se siembra; asimismo es una variedad precoz, el color de su grano es amarillo. Se consume mayormente tostado o cancha. Su siembra esta diversificada y adaptada a la región sur entre Huancavelica, Ayacucho y Apurímac.

Clasificación taxonómica del maíz

Reino	: Plantae
División	: Fanerógamas
Clase	: Monocotiledoneae
Orden	: Glumifloras
Familia	: Graminaeae
Tribu	: Maydeae
Género	: Zea
Especie	: Mays

2.2.2. Características anatómicas y morfológicas del maíz

Según **palomino (1 994)**. La planta de maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual.

A. Germinación. La germinación del grano de maíz se inicia como resultado de complejos procesos químicos, fisiológicos y estructurales del embrión, estimulados por la acción del agua y la temperatura. El agua penetra mayormente atreves del pericarpio en menor cantidad por la fractura pedicular.

B. Raíces. Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias.

- C. Tallo.** El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y si una médula esponjosa si se realiza un corte transversal.
- D. Hojas.** Las hojas son largas y angostas, envainadoras, formadas por la vaina y limbo con nervaduras lineales y paralelas a la nervadura central. El crecimiento de la hoja se realiza en la punta, quedando siempre la parte más vieja en la base.
- E. Inflorescencias.** El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral.
- F. Mazorca.** La mazorca se caracteriza por ser una estructura sólida, como resultado mutagénico de una rama lateral que sufre el acortamiento de los entrenudos y fusión de las ramas de la panoja, las que forman la coronta, sobre la cual se asientan los granos en pares, formando hileras y que algunas veces se presentan ciertas anomalías como: casos de mazorcas fasceadas, bifurcadas, ramosas con hileras irregulares e hileras impares (Rimache, 2 008).

2.2.3. Ciclo vegetativo del maíz

- A. Nascencia.** Comprende el período que transcurre desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo, cuya duración aproximada es de 6 a 8 días.
- B. Crecimiento:** Una vez nacido el maíz, aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15 a 20 días siguientes a la

nascencia, la planta debe tener ya cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas.

C. Floración. A los 25 a 30 días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de éste. Transcurridas 4 a 6 semanas desde este momento se inicia la liberación del polen y el alargamiento de los estilos. Se considera como floración el momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de 5 a 8 días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o lluvias.

D. Fructificación. Con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación. Una vez realizada la fecundación, los estilos de la mazorca, vulgarmente llamados sedas, cambian de color, tomando un color castaño. Transcurrida la tercera semana después de la polinización, la mazorca toma el tamaño definitivo, se forman los granos y aparece en ellos el embrión. Los granos se llenan de una sustancia leñosa, rica en azúcares, los cuales se transforman al final de la quinta semana en almidón.

E. Maduración y secado. Hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener alrededor del 35 % de humedad. A medida que va perdiendo la humedad se va aproximando el grano a su madurez comercial, influyendo en ello más las condiciones ambientales de temperatura, humedad ambiente, etc., que las características varietales (**Córdoba et al, 1 998**).

2.2.4. Fisiología del maíz

La fisiología del maíz está determinada, en gran medida, por el factor genético. La forma de crecimiento y desarrollo de la planta depende de las condiciones ambientales, solo hasta cierto punto. Bajo condiciones apropiadas de temperatura, humedad y aireación. No requiere de luz para germinar y en general no presenta problemas de latencia o dormancia.

El cambio de la fase vegetativa a la fase reproductiva se produce más temprano, cuando el periodo de cultivo coincide con días cortos. Durante días largos el maíz florece tardíamente. La floración es afectada por la temperatura, temperaturas superiores a 30 °C tienden a provocar una inflorescencia masculina más temprana que la femenina. Bajo condiciones en temperaturas menores de 20 °C, la inflorescencia femenina aparece más temprano que la masculina.

La disposición floral favorece una polinización cruzada, bajo condiciones normales, la autofecundación es alrededor de 5 %. La desimación del polen se efectúa por medio del viento, la gravedad y las abejas. La duración del ciclo de vida de maíz depende de las condiciones genéticas, aunque también del ambiente. Periodos de sequía y temperaturas altas provocan una maduración temprana (Parsons, 1994).

A. Crecimiento y desarrollo de la planta

El crecimiento y desarrollo del embrión del maíz depende de la multiplicación celular en los puntos de crecimiento vegetal y radicular, el cual está influenciado por la temperatura y la humedad del suelo, los que favorecen la germinación de la semilla. La planta, inicialmente se nutre de las sustancias almacenadas en el endospermo. A los 15 días, la plántula empieza a independizarse, tomando los nutrientes del medio por su propio sistema radicular. En esta etapa, el carbono, a partir de la actividad fotosintética, se convierte en el principal elemento en la formación de biomasa en la planta y conforma la estructura básica de todos los compuestos orgánicos (Manrique, 1985).

B. Ritmo de acumulación de elementos minerales y formación de materia seca

En el periodo comprendido de germinación a aporque el ritmo de acumulación de elementos minerales en los diferentes tejidos de la planta no es muy alto, correspondiendo a las hojas la mayor proporción de biomasa formada con un 85% de la materia seca y correspondiendo el 15 % restante al tallo. Sin embargo, en este periodo, el suelo debe estar

provisto de suficiente nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc, boro, manganeso, los cuales son indispensables para el normal metabolismo de la planta. En este período, la planta ha acumulado el 15 % del nitrógeno total, 13 % de fósforo, 56 % de potasio, 20 % de calcio y 11 % de magnesio. El periodo comprendido entre el aporque y la floración se presenta el ritmo más acelerado de absorción y acumulación de los elementos minerales, llegándose a formar la mayor cantidad de biomasa en las hojas correspondiente al 50 % de materia seca, el 44 % al tallo y el 6 % a la panoja. En este período, el ritmo de absorción de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio del suelo es muy rápido y sus deficiencias van a incidir directamente en el rendimiento acumulándose el 45 % del nitrógeno total, 50 % de fósforo, 100 % de potasio, 53 % de calcio y 33 % de magnesio. El periodo comprendido entre la floración-fecundación y la madurez, corresponde a la época en la cual la absorción de elementos minerales del suelo ha disminuido sustancialmente y más bien se inicia la translocación de los fotosintatos acumulados en las hojas hacia los granos de la mazorca donde son acumulados en la forma de compuestos más complejos como almidones, aceites, proteínas, vitaminas, etc. Al final de este período la planta ha completado su desarrollo y su ciclo vital, habiendo acumulado el 18 % de materia seca en las hojas, 18 % en el tallo, 2 % en la panoja, 12 % en las pancas, 8 % en las tusas y el mayor contenido de materia seca se encuentra en los granos con el 41 %. De igual modo en estos mismos órganos se ha acumulado todos los elementos minerales absorbidos del suelo en la forma de compuestos orgánicos que conforman la totalidad de la planta. Estos resultados nos indican que, una cosecha de 9,6 t/ha extraen 256,1 kg de nitrógeno, 47,8 kg de fosfórico, 195,6 kg de potasio, 66,7 kg de calcio y 42,8 kg de magnesio, cantidades que deben ser repuestas al suelo en forma de abonos orgánicos o inorgánicos (Manrique, 1997).

Cuadro N° 1: Porciento de acumulación de N, P, K, Ca, Mg y MS al aporque, floración, madurez y cosecha

Elementos	Aporque 78 días %	Floración 106 días %	Maduración 148 días %	Cosecha 176 días %
N	15	45	99	100
P	13	50	88	100
K	56	100	-11	-11
Ca	20	53	100	-9
Mg	11	33	100	-9
MS	19	34	92	100

Fuente: Manrique A. 1997

2.2.5. Labores culturales

- A. Elección y preparación del terreno.** Los terrenos para el cultivo de maíz deben ser fértiles, de alto contenido de materia orgánica, pH alrededor de 7, planos y de buen drenaje, con el fin de evitar empozamiento de agua y permita una buena aireación y uso de maquinaria agrícola (**Márquez, 1 991**).
- B. Elección de la semilla.** El rendimiento de un cultivo básicamente depende de dos factores: genético y ambiental. Por lo tanto, la semilla debe ser de reconocida capacidad de rendimiento, y la más adecuada para la zona donde se va a efectuar la siembra. Está comprobado que un alto rendimiento solo se consigue con poblaciones uniformes, sin fallas, con densidades adecuadas y con un buen abonamiento (**Fontana, 1 981**).
- C. Tratamiento de la semilla.** Es conveniente tratar las semillas, antes de ser sembradas, con insecticidas que las protejan en el momento de la germinación, de los gusanos mayores y menores cortadores de las plántulas.
- D. Época de la siembra.** Como nuestro país está formado por tres regiones naturales ecológicas diferentes, la época de siembra en cada una de estas regiones y subregiones también es distinta. También depende de la temperatura, disponibilidad de agua y de la incidencia de plagas y

enfermedades.

- E. Sistemas y densidad de siembra.** El sistema de siembra del maíz más generalizado en nuestro medio es a golpe y en menos escala, en surco corrido cola de buey.
- F. Manejo de las malezas.** Las malas hierbas constituyen uno de los principales competidores, por captar parte de los nutrientes, luz y agua. Hacen que se obtengan plantas débiles cloróticas susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, ocasionando una considerable disminución en el rendimiento. Los deshierbos pueden hacerse a lampa o mediante el paso de cultivares en forma superficial tantas veces como el campo así lo exija. también se recomienda el uso de herbicidas pre emergente, aplicados al momento de la siembra o post emergentes cuando las malezas ya han germinado y aun están tiernas.
- G. Fertilización.** El incremento inmediato de rendimiento unitario se consigue mediante la aplicación de fertilizantes. La cantidad de fertilizantes a aplicarse depende principalmente de la densidad de la población, del tipo de suelo o su fertilidad. Los suelos de la costa como de la sierra generalmente son deficientes en materia orgánica, requiriendo la aplicación masiva de fertilizantes.
- H. Riegos.** El maíz es un cultivo rustico y crece en todas las latitudes a excepción de aquellas donde hay demasiado frio o áreas de precipitación anual muy baja. La máxima productividad de la planta se consigue cuando el cultivo dispone de agua y temperatura a la medida de necesidades. Considerando las cuatro etapas más saltantes del ciclo vegetativo de la planta se deben asegurar por lo menos los cuatro siguientes riegos.
- ✓ Riego de preparación del suelo.
 - ✓ Riego después de la germinación
 - ✓ Riego de floración
 - ✓ Riego de maduración
- I. Aporque.** Es una labor que tiene por objeto, dar mayor base de sustentación a las plantas la cual permite la formación de raíces adventicias

que la protegen de la tumbada por efecto de las fuertes lluvias, vientos y riegos pesados. El aporque también sirve para proporcionar mayor área radicular, aumentando la capacidad de absorción de elementos nutritivos.

El aporque debe efectuarse cuando las plantas de maíz han alcanzado una altura de más o menos de 50 cm procurando realizar el aporque no muy profundo porque a esta edad el sistema radicular de la planta está localizado superficialmente (Rimache, 2 008).

2.2.6. Abonamiento del cultivo de maíz

Cuadro N°2. Resumen comparativo de rendimiento en grano, de humedad en kg/ha realizado con enmiendas y combinaciones con fertilizantes químicos.

Combinaciones	Rendimiento TM/ha
Testigo (ON-OP-OK)	5.24
Estiércol de vacuno	7.83
Estiércol de gallina	8.76
Compost	8.04
Estiércol de vaca + fertilizantes	7.9
Compost + fertilizantes	8.84
Rastrojo de maíz	6.75
Rastrojo maíz + fertilizante	8.7
Rastrojo maíz + estiércol de vaca	8.05
Rastrojo maíz + estiércol de gallina	8.51
Estiércol gallina + fertilizante	7.71
Fertilizante (100-80-40)	8.59
Rastrojo maíz + compost	7.67
Promedio	7.89

Fuente: Manrique, 1997.

A. En la costa.

- ✓ **Suelos normales.** Los resultados obtenidos en un experimento en tres densidades por dosis de abonamiento (N-P-K), conducidos en la costa durante tres años, en suelos de fertilidad media, presentan los siguientes resultados (cuadro 3).

Cuadro N° 3. Rendimiento de maíz en kg/ha con aplicación de diferentes dosis y densidades de siembra.

Densidad	Fórmulas de abonamiento (kg/ha)						
	0-0-0	80-0-0	80-80-0	80-80-80	160-0-0	160-80-0	160-80-80
44 444	5876	7257	7452	6804	7694	7683	7302
55 555	6323	8185	8234	7653	8802	8932	8435
74 074	5228	7986	7931	7496	8807	8833	8233

Fuente: Manrique, 1 997.

En el presente cuadro se aprecia que para obtener un incremento de más de 2 000 kg/ha basta el empleo de 80 kg/ha de N. También se puede apreciar que la fórmula más conveniente para este tipo de suelos sería 160-80-0 con densidades de 55 555 ó 74 074 plantas por hectárea. Para suelos de fertilidad, también la mejor respuesta se obtiene con la aplicación de la fórmula 160-80-0 y 55 555 plantas/ha (cuadro 4).

Cuadro N° 4. Rendimiento en kg/ha a diferentes densidades y dosis de nitrógeno, permaneciendo constantes en P, y K en suelos de baja fertilidad.

Densidad	Fórmulas de abonamiento						
	0-0-0	80-80-0	80-80-80	120-80-0	120-80-80	160-80-0	160-80-80
44 444	1793	4052	3852	5432	5290	5732	5362
55 555	1442	4272	3677	5325	5385	6037	5930
74 074	1159	4145	3337	5025	5010	5800	5855

Fuente: Manrique, 1 997.

B. En la sierra.

Mediante el trabajo conducido en diferentes zonas de la sierra se ha llegado a determinar los siguientes resultados (cuadro 5).

Cuadro N° 5. Rendimiento en kg/ha y su respuesta a la aplicación fertilizantes en maíces de sierra.

N-P-K	Rendimiento en kg/ha
0-0-0	1621
40-0-0	2662
40-40-40	2925
40-40-80	2892
40-40-160	2912
80-40-0	3275
80-40-40	3492
80-40-80	3554
80-40-160	3113

Fuente: Manrique, 1 997.

C. En la selva

En suelos recién desmontados y barreales, no es necesario abonar, debido a que estos suelos presentan alta fertilidad natural, siendo recomendable la quema de las brozas y tocones.

Así mismo, en suelos sometidos a cultivos regulares e intensivos es recomendable el abonamiento en formulas ricas en fosfórico: N (140-180), P (100-140) y K (0-60).

En cualquier caso es necesaria la realización de análisis de suelos para aplicar las enmiendas que controlen la acidez.

Cuadro N° 6. Fertilidad natural alta y alto contenido en materia orgánica

Formula	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
A) Costa: 1	100	60	00
2	120	80	00
B) Sierra: 3	80	40	40

4	100	60	40
C) Selva: 5	100	100	80
6	120	120	80

Fuente: Manrique, 1997.

2.2.7. Principales plagas y enfermedades del maíz

A. Plagas

Cuadro N° 7. Principales plagas del maíz

Nombre común	Nombre científico	Lugar que ataque	Otro
Gusano Cogollero	Spodoptera frugiperda	Hojas a los 0 - 30 días y después la floración. Hoyos por las hojas tiernas	Seco sin lluvia favorezca. Es más un problema cuando las plantas están pequeñas. Control con insecticidas granulados por la planta. Foliar: tiene que tratar antes que entra la planta. Lluvia puede controlar
Gusano de la Mazorca	Helicoverpa zea	Ataca los granos en la mazorca Busca los huevos por la barba de las mazorcas	Busca huevos en la barba o pelo de la mazorca. Contrólalo después nacen los huevos y antes que entra la mazorca con piretroides como Decis y Karate.
Gorgojo del Maíz	Sitophilus zeamais	Ataca los granos en almacenaje	Trata los granos en el almacén con Gastoxin
Gusano cortador del maíz	Agrotis ipsilon	Las larvas atacan plantas a partir del estado de 2 a 3 hojas.	Control: Preventivo, aplicando un insecticida al suelo.

Fuente: De León, 2 003

B. Enfermedades

Cuadro N° 8. Principales enfermedades del maíz

Nombre común	Nombre científico	Tipo	Otro
Mildiu veloso	Peonosclerospora sorgui Sclerophthora macrospora	Hongo	Síntomas: Rayas amarillo por la hoja, plantas pequeños, mazorcas mal formadas. Control: Buena preparación de tierra, variedades resistentes, tratamiento de la semilla
Polvo de la mazorca	Fusarium sp.	Hongo	Síntoma: Ataca los granos en la mazorca. Deja granos blancos, livianos y a veces negros adentro. Humedad favorezca. Control: Variedades resistentes con mazorcas cerradas. No deja la cosecha en el campo mucho tiempo si está maduro.
Roya	Puccinia sp.	Hongo	Síntomas: Pústulas por las hojas. Temperatura alto y humedad favorezca. Control: Variedades resistentes. Es raro necesidad de fungicidas.
Problemas con el tallo	Pithium sp. Fusarium sp.	Hongo	Síntomas: Tallos manchada y podrido Control: Variedades resistente y buena preparación de tierra.
Carbón	Ustilago maydis	Hongo	Viento transmite, Seco y alto temperatura favorezca. No es significativo el daño Control: Utilizar híbridos resistentes Erradicar plantas enfermas
Enfermedades menores: Varios manchas de la hoja mosaicos	Cercospora sp. Septoria sp. Alternaria sp. Varios mosaicos	Hongo y virus	Síntomas: Varios manchas en la hoja o hojas amarillas y arrugadas. Daño casi siempre no es significativo. Control: No es necesario. Buena manejo del cultivo y semilla sana

Fuente: De León, 2 003

2.2.8. Biofertilizantes en el Perú y en el mundo

Para esta realidad la producción de biofertilizantes es una alternativa y

comienza con la identificación de las mejores cepas de los distintos microorganismos para un gran número de cultivos. Se conoce que los microorganismos del suelo son los mejores aliados para lograr un buen crecimiento y nutrición de las plantas formando una serie de asociaciones simbióticas y no simbióticas para un mejor aprovechamiento y mejora de fertilidad natural del suelo. Entre estas asociaciones se encuentran los microorganismos que ayudan a la degradación de la materia orgánica, la fijación de nitrógeno, producción y liberación de sustancias reguladoras del crecimiento vegetal, solubilización de elementos minerales y protección frente a fitopatógenos, entre otros. Existiendo en la actualidad creciente interés en el uso de estos microorganismos, para lo cual son indispensables los estudios básicos y aplicados que generen tecnologías que permitan su utilización masiva de biopreparados microbianos, enmarcados dentro del concepto de una agricultura sostenible (Valero, 2 003).

Experiencias de países como Argentina muestran el empleo de microorganismos como biofertilizantes. Al respecto, Izaguirre *et al.*, (2 007), manifiestan que en 1957 inicia sus actividades la primera fábrica de biofertilizantes. Según los autores, hasta ese entonces, los pocos biofertilizantes que se aplicaban eran de origen importado, principalmente de Estados Unidos. En 1970 la superficie sembrada de soya (*Glycine max* L.) inoculada se incrementó a 26.000 ha, pasando a más de 15 millones de ha en el año 2006 con más del 65 % del total de la siembra de soya (*Glycine max* L.) inoculada anualmente. En Colombia los principales cultivos en los que se usan los biofertilizantes son algodón, soya, flores, papa y arroz, siendo este último el cultivo que emplea la mayor cantidad de insumos biológicos.

De acuerdo a las estadísticas a junio del 2006, en Colombia existen 28 empresas registradas para producción e importación de inoculantes microbianos y agentes microbiológicos, asimismo, se han otorgado 48 registros de venta y existen 10 laboratorios certificados para la realización del control de calidad (Nieto, 2 006).

2.2.9. Microorganismos efectivos

A. Definición

Según Higa y Wididana (1991), precisan que los microorganismos efectivos, más conocidos como EM, son una combinación de microorganismos benéficos de origen natural, y cuando entran en contacto con la materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Igualmente mediante su acción cambian el micro y macroflora de los suelos, y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades, además promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus del suelo. El mismo autor menciona que el EM viene únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. No es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente. Este se utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza.

B. Componentes de microorganismos efectivos (EM).

Los microorganismos efectivos (EM) actúan tomando sustancias generadas por otros organismos, como las raíces de las plantas que secretan sustancias y son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas, de este modo incrementan su población, enriqueciendo la microflora y balanceando los ecosistemas microbiales, con presencia de:

- ✓ **Bacterias fototróficas.** Estas bacterias son autótrofas, sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas, donde los metabolitos son

absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficientes.

- ✓ **Bacterias ácido lácticas.** Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. Así mismo, el ácido láctico es un esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica, como la lignina y celulosa.
- ✓ **Levaduras.** Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Donde las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomicetos.
- ✓ **Actinomicetos.** Los actinomicetos funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biosidas).

Investigaciones han arrojado que la inoculación de cultivos de EM al ecosistema suelo / planta pueden mejorar la calidad, salud del suelo, y el crecimiento, producción y calidad de los cultivos. Así mismo, el EM no es un sustituto de otras prácticas de manejo, es una herramienta adicional para optimizar las mejores prácticas de manejo del suelo y cultivos, como: rotación de cultivos, uso de enmiendas orgánicas, labranza de conservación, reciclaje de residuos de cosechas y biocontrol de plagas. Si son usados apropiadamente, EM puede incrementar significativamente los efectos benéficos de estas prácticas (<http://www.agroterra.com/p/em-1-microorganismos-efectivos-de-teruo-higa-12869/12869>. 22/12/2009).

C. Recomendaciones y precauciones de uso del EM.

Según los reportes de **Águila y Enríquez (1 999)**, las recomendaciones y precauciones generales al utilizar los microorganismos eficientes (EM) son:

- ✓ **El EM se compone de seres vivos.** No deberá ser utilizado de la misma manera que los químicos y los agrotóxicos, pues esto tenderá a reducir su eficacia. Nunca debe ser diluido junto con agrotóxicos o fertilizantes. Debe tenerse sumo cuidado en su manejo, para asegurar su fijación al suelo.
- ✓ **Pre-tratamiento del agua.** En caso de tener que utilizar agua clorada, se debe colocar dentro de un recipiente o tanque de captación y dejarla en reposo por un período de 12 horas, de manera que el cloro se volatilice, y no interfiera con el accionar de los microorganismos.
- ✓ **Condiciones ideales de uso.** Los microorganismos son muy sensibles a las sequías, por eso durante el verano, cuando el sol es más fuerte, la aplicación deberá ser hecha al atardecer, o en días nublados. Las condiciones ideales para la aplicación se dan antes o después de las lluvias, cuando el suelo está húmedo.
- ✓ **Conservación del EM diluido (EM).** El uso del EM diluido es conveniente hacerlo en un período máximo de tres días.
- ✓ **Aplicaciones foliares:** en caso de tener que aplicar EM a nivel foliar, se deberá hacer la dilución con agua de buena calidad, hasta llegar a una dilución con un pH en torno a los 6,5. Si éste fuera mayor utilizar, por ejemplo, vinagre para disminuir el pH.
- ✓ **Duración del EM (original).** Aproximadamente 6 meses a partir de la fecha de envasado.
- ✓ **Conservación del EM.** Es conveniente almacenarlo en un lugar donde la temperatura sea constante, en la que haya poca variación de temperatura entre el día y la noche, y que sea fresco y oscuro y con poca luz. No es aconsejable almacenar el EM en invernaderos porque durante el día habrá grandes variaciones de temperatura. En el caso en que el EM presente mal olor, no deberá ser utilizado. Podría haber variaciones en la coloración (color té más oscuro o más claro) debido a la materia prima, no variando por la calidad del producto.

D. Efectos de microorganismos efectivos (EM)

a. En el suelo

Según **Bernabé (1996)**, los EM inoculados al suelo sirve como:

- ✓ **Corrector de salinidad:** Al tener funciones de intercambio de iones en el suelo y aguas duras, facilita el drenaje y lavado de sales tóxicas para los cultivos (sodio y cloro).
- ✓ **Desbloqueador de suelos:** Pues permite solubilizar ciertos minerales tales como la cal y los fosfatos.
- ✓ **Acelerador de la descomposición de los desechos orgánicos** (Compost, Bokashi, Vermicompost) por medio de un proceso de fermentación.
- ✓ **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.
- ✓ **Mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo,** reduce su compactación, incrementa los espacios 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.
- ✓ **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.

b. 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.**

c. Efectos del EM en las plantas

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

2.2.10. Agricultura orgánica

Según **Altieri (1 997)**. Es un sistema productivo que propone evitar e incluso excluir totalmente los fertilizantes y pesticidas sintéticos de la producción agrícola. Las opciones específicas que fundamentan la agricultura orgánica son la máxima utilización de la rotación de cultivos, los rastrojos vegetales, el abono animal, los abonos verdes, los desechos orgánicos, los aspectos de control biológico de plagas con miras al mantenimiento de la fertilidad del suelo y su estructura, como resultado de ello los sistemas de agricultura orgánica se pueden diferenciar considerablemente, puesto que cada uno adapta sus prácticas para satisfacer sus necesidades ambientales y económicas

Según **Olivera (1 998)**, el hombre al realizar la abonadura modifica las concentraciones de iones del suelo de forma natural, para aumentar la producción de sus cultivos. Los materiales utilizados varían desde el estiércol natural hasta los abonos de mezcla.

2.2.11. Los criterios sobre cobertura

A. Conceptos generales

Dentro de las opciones técnicas del mejoramiento de campo se encuentra la siembra en cobertura. Se trata de un sistema por el cual se pueden

incorporar leguminosas y/o gramíneas sin tocar el suelo, modificando el aspecto químico aplicando fertilizantes y el biológico vía semillas e inoculantes.

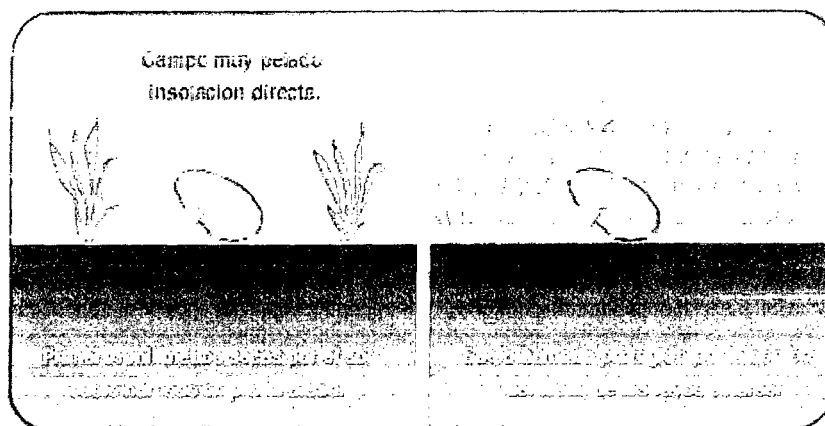
El mismo autor menciona las ventajas de cultivos de cobertura, que se muestra a continuación:

- ✓ Para recuperar praderas y campos naturales que tengan especies de valor.
- ✓ Para acelerar el mejoramiento del tapiz natural producido por la fertilización.
- ✓ Para incorporar especies más productivas y resistentes a enfermedades.
- ✓ Para incorporar más eficientes fijadores de nitrógeno.
- ✓ Para suelos tendidos donde los niveles de humedad limitan la utilización de maquinaria.
- ✓ Para zonas con relieve y topografía accidentadas.
- ✓ Para suelos con presencia de rocas basalto.

El mismo autor menciona las desventajas de la práctica de cobertura, que se muestra a continuación:

- ✓ En un sistema de rotación agrícola-ganadero en el cual el tapiz no sea valioso. Aquí convendría, directamente, hacer agricultura.
- ✓ Cuando hay escasa cobertura vegetal, en este caso las semillas no pueden ser protegidas de los factores ambientales temperatura, humedad, etc. Es preferible pensar en una intersembra.
- ✓ Cuando la cantidad de malezas perennes y anuales es elevada. la solución aquí sería utilizar herbicidas totales (Round up) y hacer siembra directa (este tema es desarrollado en el trabajo intersembra de este mismo autor).
- ✓ Cuando la pérdida de leguminosas es por compactación problema físico del suelo. En esta situación habría que ponderar la utilización de cinceles renovadores tubos finos y zapata pequeña, rastras de discos o interseembradoras (Amadeo, 1988).

Gráfico N° 1. Muestra las prácticas de cobertura.



Fuente: Amadeo C. 1988

Por otro lado **Cordone y Hansen (1 986)**, comentan que los cultivos de cobertura (CC) son una herramienta agronómica ideal porque cumplen el doble rol de aportar C, e incrementar el potencial de rendimiento del maíz, haciéndolo económicamente más competitivo respecto al cultivo de soja, estimulando su inclusión en la rotación.

Los cultivos de cobertura son sembrados entre dos cultivos de cosecha y no son incorporados al suelo (a diferencia de los abonos verdes), pastoreados (a diferencia de los verdeos) o cosechados. Los residuos de los CC quedan en superficie, liberando los nutrientes contenidos en la biomasa vegetal al descomponerse. Los CC han sido utilizados tradicionalmente para controlar la erosión pero pueden cumplir múltiples funciones en el sistema de producción. Por ejemplo, son utilizados para reducir la compactación, minimizar la lixiviación de nitratos residuales, incrementar el contenido de C y nitrógeno (N) del suelo, controlar malezas y aportar N mineral al cultivo siguiente.

En zonas templadas, las especies más utilizadas como CC son fundamentalmente de las familias de las gramíneas y leguminosas. Las gramíneas más utilizadas son centeno, trigo, cebada, avena, triticale y raigrás. El centeno es la gramínea más tolerante al frío y al estrés hídrico y produce un abundante volumen de residuo que se descompone más

lentamente que el de otras gramíneas de invierno. Las leguminosas mejor adaptadas como CC son las vicias (vicia villosa y vicia sativa) y los tréboles (blanco, de olor, de Alejandría y encarnado). La vicia villosa es la leguminosa más resistente al frío mientras que el trébol encarnado acumula N más rápidamente que la vicia villosa y tolera mejor los suelos moderadamente ácidos. Ambas especies acumulan la mayor parte de la biomasa y N entre dos a tres semanas previas a la floración. Resultados de ensayos realizados por el INTA Pergamino (Cordone y Hansen, 1985) reportan una producción de biomasa aérea de 4000 kg/ha para avena y 3000 kg ha⁻¹ para vicia, mientras que ensayos realizados en diferentes regiones agrícolas de los EE.UU. reportan que, en promedio, la vicia villosa alcanza una biomasa aérea de 3000 kg/ha de materia seca (con 120 kg N ha⁻¹), en tanto que el centeno acumula entre 3500 y 5000 kg/ha (25 a 75 kg N ha⁻¹). Los cultivos de cobertura (CC) pueden ser incluidos en diferentes rotaciones, siendo más recomendable utilizar una leguminosa antes del maíz y una gramínea antes de la soja. La inclusión de una leguminosa (vicia villosa, vicia sativa o trébol encarnado) aporta C, genera cobertura, reduce el requerimiento de fertilizante nitrogenado e incrementa el rendimiento potencial de los cultivos. Una gramínea invernal (centeno o avena) es útil para absorber nitratos residuales (especialmente luego de años secos), aportar C e incrementar la cobertura del suelo. Además, estos cultivos compiten con las malezas invernales y reducen la germinación de malezas (especialmente cola de zorro, yuyo colorado y capiquí) dándole "residualidad" a la aplicación de herbicida como glifosato utilizado para desecar el cultivo de cobertura.

2.2.12. Trébol (*Medicago hispida* G.)

A. Descripción.

Según aportes de Correa (1984), el trébol (*Medicago hispida* G.) es de tallos débiles, de 10 a 50 cm de altura, hojas trifoliadas, folíolos obovados, de truncados a retusos en el ápice, con margen aserrado; estípulas aciniadas. Flores de corola amarilla, poco aparentes, en racimos con 3 a

8 flores, con pedúnculo de longitud variable. Fruto espiralado, de cilíndrico a discoideo, con aguijones laterales más o menos ganchudos y un surco en su base; 1,5 a 4 espiras, la apical más ancha que las restantes. De climas mediterráneos. Especie muy adaptada al calor y a la sequía pero poco tolerante a baja temperatura y a heladas.

B. Implante y subsistencia

El mismo autor **Correa (1 984)**, menciona que el trébol (*Medicago hispida* G.) es una especie anual de auto resiembra. Su banco de semillas, lo forman elevadas cantidades de semillas duras, germinando escalonadamente por años. La dosis de siembra es entre 8 - 25 kg/ha debido a la dureza seminal es conveniente el tratamiento previo de las semillas antes de sembrar. En años sucesivos ha implantado el cultivo, con un ligero escarificado se entierran las semillas en verano.

C. Biología y ecología

Según **Sarukhán (1 997)**, el trébol carretilla (*Medicago hispida* G.) se propaga por semilla, ciclo de vida es anual y florece desde primavera hasta otoño. Se reporta como maleza en alfalfa y manzana (**Villaseñor y Espinosa, 1 998**), pero también se presenta en cultivos de maíz y otros anuales. Es utilizada como forraje de muy buena calidad pero poco abundante

D. Actividad de la fijación biológica del *Rhizobium* del trébol

Según los aportes de **Arone (2 007)**, los nódulos de las raíces del trébol varían en su tamaño de 0.5 a 50 mm, pero siempre se observa fácilmente. Así mismo, el color interno del nódulo vivo y activo varía de rojo claro a rojo intenso, su consistencia es firme, y al abrirlo, sus tejidos liberan una savia de color rojo.

Cabe señalar también que los nódulos muertos tienen consistencia esponjosa y de coloración interna oscura o negra. Igualmente, los nódulos vivos que tienen una coloración interna verde o blanca son inactivos; los nódulos con coloración roja a rosada no siempre son activos, pero tienen mayor probabilidad de serlo.

Así mismo el mismo Arone (2 007), comentó sobre los sistemas de mulch que incluye leguminosas, señalan que pueden adicionar grandes cantidades de materia orgánica al suelo. Así los frijoles Velvet (*Stizilobium* spp y *Mucuna pruriens*) comúnmente producen 50 t/ha de materia orgánica cada año. Estos mulch pueden también aportar grandes cantidades de nitrógeno al suelo. Por ejemplo los frijoles Velvet pueden producir 150 kg N ha⁻¹ y *Lathyrus nigrivalvis* mucho más. La combinación de materia orgánica y nitrógeno ha significado que los agricultores usen varios sistemas de mulch y producir alrededor de 3 T/ha de maíz al año sin adicionar fertilizantes químicos.

2.2.13. Trébol asociado al cultivo de maíz

Según Delorit (1986), cuando el maíz esta ya bastante crecido, se hace un trabajo de azada, y en los espacios vacíos se siembra el trébol que tarda mucho en crecer. Esto hace generalmente, cuando se desea obtener una adición alta de nitrógeno, se debe incorporar al suelo una gran cantidad de material vegetal. Los tejidos incorporados al suelo deben estar ya maduros o senescentes.

Estudios han demostrado que leguminosas tales como el trébol rosado, la alfalfa y especies de *Vicia* pueden producir entre 10 y 20 toneladas por hectárea de materia seca y fijar entre 76 a 367 kilos de nitrógeno por hectárea. Esto es suficiente para satisfacer los requisitos de N de la mayoría de los cultivos agrícolas. La extracción media de N P K por tonelada de maíz es de 25 kg de N, 11 kg de P₂O₅ y 23 kg de K₂O, respondiendo mejor al aporte de nitrógeno (Benacchio, 1 982).

2.2.14. Producción nacional y regional del cultivo de maíz

Cuadro N° 9. Rendimiento promedio del maíz según región o subregión, 2010(kg/ha)

Región/ subregión	Maíz a. duro	Maíz amiláceo
Nacional	4 339	1 279
Tumbes	2 844	--
Piura	3 856	903
Lambayeque	6 111	1 858
La Libertad	8 369	1 397
Cajamarca	3 253	814
Cajamarca	4 278	822
Chota	3 558	798
Jaén	1 945	941
Amazonas	2 290	819
Ancash	5 048	1 182
Lima	8 728	1 733
Ica	8 471	2 838
Huánuco	3 208	1 169
Pasco	1 515	1 292
Junín	2 712	2 039
Huancavelica	1 559	1 447
Arequipa	6 648	3 601
Moquegua	4 031	1 220
Tacna	3 130	2 596
Ayacucho	1 985	945
Apurímac	2 253	1 197
Abancay	3 224	1 075
Andahuaylas	1 296	1 275
Cusco	1 740	1 942
Puno	1 696	1 624
San Martín	1 869	--
Loreto	2 059	--
Ucayali	2 430	--
Madre de Dios	2 168	--

Fuente: Direcciones Regionales de Agricultura - Dirección de Información Agraria

Elaboración: Ministerio de Agricultura - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos - Unidad de Estadística

2.3. Hipótesis

Hp. Los microorganismos efectivos (EM) y trébol (*Medicago hispida* G.) asociado al maíz influyen en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de secano.

Ha. Los microorganismos efectivos (EM) y trébol (*Medicago hispida* G.) asociado al maíz no influyen en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de secano.

2.4. Variables de estudio

- A. Porcentaje de emergencia.** Se evaluó a los 20 días después de la siembra, contando las plantas emergidas.
- B. Evaluación de humedad del suelo.** Se evaluó la humedad del suelo en tres fechas a los 30, 90 y 150 días después de la siembra, aplicando el método gravimétrico.
- C. Evaluación de biomasa del trébol.** Se evaluó a los 60 y 120 días después de la siembra del trébol, realizando corte de follaje en una extensión de 1m², y secando en estufa a 75 °C por 72 horas.
- D. Determinación de materia seca del maíz.** Se evaluó en tres fechas a los 30, 90 y 150 días después de la siembra, extrayendo las plantas y secando a la estufa.
- E. Determinación de altura de planta.** Se evaluó a los 30, 90 y 150 días después de la siembra, midiendo desde el cuello de planta hasta la hoja más larga.
- F. Determinación del rendimiento final.** Se evaluó a la cosecha, cosechándose toda la parcela experimental, cuyo rendimiento final se proyecta a ha.

2.5. Variables independientes y dependientes

Cuadro N° 10. Variables independientes y dependientes

Variables	
Independiente	Dependiente
Trébol carretilla (<i>Medicago hispida</i>)	Maíz (<i>carhuay</i>)
Microorganismos efectivos (EM)	

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio

El presente trabajo de investigación se ejecutó en la campaña agrícola 2008 a 2009 en el ámbito del centro poblado de Chiicapata - Parco del distrito Cosme de la provincia de Churcampa del departamento de Huancavelica, ubicado dentro de la región Quechua con una fisiografía pendiente pronunciado perteneciente a la cuenca del río Mantaro.

3.1.1. Ubicación política

Región	: Huancavelica
Departamento	: Huancavelica
Provincia	: Churcampa
Distrito	: Cosme
Lugar	: Centro poblado de Chilcapata – Parco

3.1.2. Ubicación geográfica

Altitud	: 2830 m.s.n.m.
Latitud sur	: 12° 40' 30" línea ecuatorial
Longitud oeste	: 74° 30' 40" del meridiano de Greenwich

3.1.3. Factores climáticos

Temperatura promedio	: 13 °C
Humedad relativa	: 65 %
Precipitación promedio anual:	650 - 800 mm

Fuente: SENAMHI – Churcampa - Junin 2008 – 2009

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación corresponde a la investigación aplicada, porque está orientada a contribuir al enriquecimiento de la comprensión sobre

microorganismos efectivos (EM) y trébol como cobertura que en la práctica estarían sosteniendo la fertilidad natural de las chacras maiceras de Chilcapata – Cosme. El conocimiento obtenido permitió fortalecer sobre el rol de los microorganismos efectivos y benéficos en la producción natural de cosechas de maíz en condiciones de secano.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue experimental, orientado a evaluar el efecto de microorganismos efectivos en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) asociado al trébol (*Medicago hispida*), en condiciones de secano en la zona maicera del centro poblado de Chilcapata - Parco

3.4. Método de investigación

Se aplicó el método científico experimental, cuyo procedimiento nos permitió validar la producción de maíz con insumos orgánicos como microorganismos efectivos (EM) y las bondades del trébol (*Medicago hispida G.*) asociado al cultivo de maíz (*Zea mays L.*).

3.4.1. Material experimental

- ✓ Microorganismos efectivos (EM)
- ✓ Trébol carretilla (*Medicago hispida G.*)

3.4.2. Material vegetal

- ✓ Maíz amiláceo (carhuay) adaptada a la zona maicera del centro poblado de Chilcapata - Parco, donde la familia Rubelo Cardenas, selecciona su semilla de la cosecha anterior y generalmente lo toman los granos de la parte media de la mazorca.

3.4.3. Momento de aplicación

Cuadro N° 11. Momento de aplicación

Nº	Tratamientos	Momento de aplicación	Dosis de aplicación
01	Trébol carretilla	Segundo aporque	4.5 kg/área neta (incluido fruto)
02	Microorganismos efectivos (EM)	En la siembra, primer aporque, segundo aporque y floración	200 ml/mochila
03	Testigo	-----	00

El campo en estudio, comprende área determinada por chacra de 725 m², en los cuales el monocultivo del maíz presenta las siguientes características:

- A. Fecha de siembra.** El cultivo fue conducido durante la campaña agrícola 2008 - 2009, sembrado el 23 de noviembre del 2008.
- B. Método de siembra.** El sistema de siembra se realizó en surcos, con densidades de 0.15 m entre plantas y 0.50 m entre surcos, las semillas se distribuyeron 01 grano por golpe, haciendo una densidad de 6400 plantas por 480 m². La semilla que se utilizó para esta investigación fue de maíz amiláceo "carhuay" adaptada a la zona maicera del centro poblado de Chilcapata - Parco, donde la familia Rubelo Cárdenas, selecciona su semilla de la cosecha anterior.



Figura 1. (a) Semilla de maíz carhuay (b) siembra de maíz.

- C. Abonamiento.** El abonamiento se realizó en la siembra, primer aporque, segundo aporque y floración con microorganismos efectivos, para activar y mesclar el EM se utilizó agua de puquial, con dosis de abonamiento en la siembra de EM al suelo de 200 ml de EM puro y 3 litros de EM activado en una mochila de 15 litros a los tratamientos (T1 y T3). Igualmente se ha asperjado EM foliar a los tratamientos (T2 y T3), a razón de 200 ml de EM puro y 3 litros de EM activado en una mochila de 15 litros.



Figura 2. Abonamiento con microorganismos efectivos.

D. Recolección e instalación de trébol en el cultivo de maíz. La recolección de semillas de trébol se hizo en campos donde todavía persisten esta especie nativa, y la instalación de trébol carretilla se realizó en el segundo aporque del maíz, usando 1.5 kg incluido fruto/ unidad experimental. Este especie de trébol "carretilla" (*Medicago hispida* G.) presenta el siguiente desarrollo cronológico:

- ✓ Enero-febrero: Emergencia y crecimiento
- ✓ Marzo-Abril: Floración de trébol
- ✓ Abril – Mayo: Floración del trébol y presenta un aspecto a manera de "colchon-mulch verde". En las raíces del trébol se encuentra nódulos pequeños de color rojo morado.
- ✓ Junio: El trébol se seca en gran medida debido a las adversas condiciones climáticas que ocurren en aquel mes (heladas)



Figura 3. Siembra de trébol carretilla

E. Cosecha de maíz. La cosecha se realizó cuando el maíz está semi-seco. Así mismo cabe mencionar que en la zona de intervención la cosecha comienza con el corte de hoz, de las plantas de maíz en pie con tendencia

a secarse; luego son amontonados en arcos.

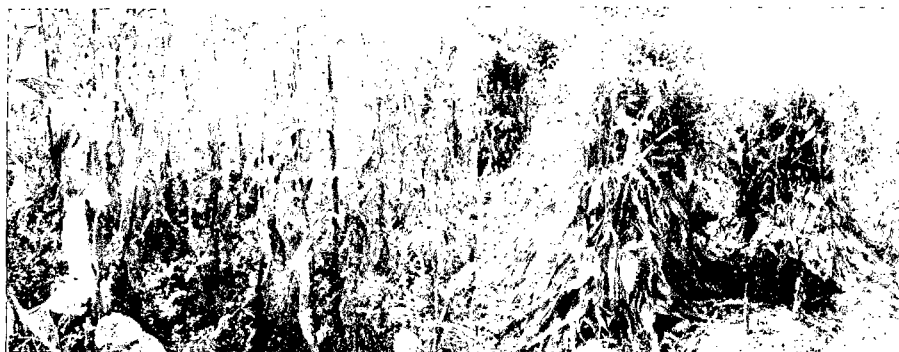


Figura 4. (a) maíz lista para el corte. (b) maíz amontonado en arcos.

3.5. Diseño de investigación

Se empleo el diseño bloques completos al azar, considerando con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Modelo aditivo lineal: $Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + e_{ij}$, Donde:

Y_{ij} = variable respuesta del j-ésimo tratamiento en la i-ésima repetición.

μ = Media general

B_i = Efecto de la i-ésima repetición

T_j = Efecto de la j-ésimo tratamiento

e_{ij} = Efecto del error experimental.

3.5.1. Tratamientos.

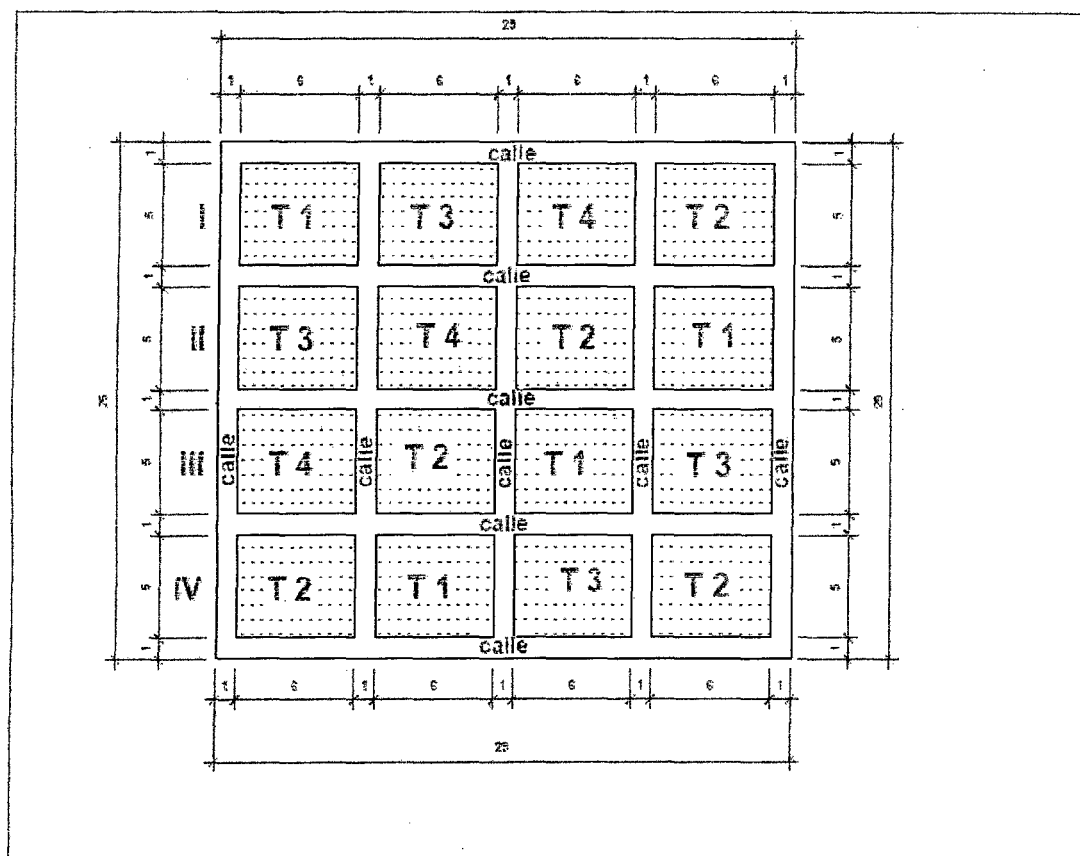
La distribución de los tratamientos se ha realizado al azar, previa la realización de las medidas del área de experimento, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 12. Tratamientos

N°	Tratamiento	Clave
1	Maíz + trébol + EM al suelo	T1
2	Maíz + trébol + EM foliar	T2
3	Maíz + trébol+ EM suelo y foliar	T3
4	Maíz + testigo	T4

3.5.2. Croquis de distribución de los tratamientos

Gráfico N° 2. Croquis de distribución de los tratamientos



Los tratamientos están conformados por 4 y los bloques por 4.

3.5.3. Parámetros evaluados

Cuadro N° 13. Parámetros evaluados

Variables evaluados	Etapas fenológicas	Escala
• % de emergencia	Emergência	%
• Humedad del suelo	30, 90 y 150 días del crecimiento	%
• Biomasa del trébol	60, y 120 días del crecimiento de trébol	g
• Materia seca del maíz	30, 90 y 150 días del crecimiento	g
• Altura de planta.	30, 90 y 150 días del crecimiento	cm
• Rendimiento grano seco	Cosecha	kg

- A. **Porcentaje de emergencia.** Se evaluó a los 20 días después de la siembra, contando las plantas emergidas.
- B. **Evaluación de humedad del suelo.** Se evaluó la humedad del suelo en tres fechas a los 30, 90 y 150 días después de la siembra, aplicando el método gravimétrico.
- C. **Evaluación de biomasa del trébol.** Se evaluó a los 60 y 120 días después de la siembra del trébol, realizando corte de follaje en una extensión de 1m² y secando en estufa a 75 °C por 72 horas.
- D. **Determinación de materia seca del maíz.** Se evaluó en tres fechas a los 30, 90 y 150 días después de la siembra, extrayendo las plantas y secando a la estufa.
- E. **Determinación de altura de planta.-** Se evaluó a los 30, 90 y 150 días después de la siembra, midiendo desde el cuello de planta hasta la hoja más larga.
- F. **Determinación del rendimiento final.-** Se evaluó a la cosecha, cosechándose toda la parcela experimental, cuyo rendimiento final se proyectó a ha.

3.6. Población, muestra, muestreo

3.6.1. Población

Conformado por 400 plantas de maíz por unidad experimental, en total de 6400 plantas/ área neta experimental.

3.6.2. Muestra

En cada unidad experimental, muestreándose en total 4 plantas al azar por unidad experimental en diferentes momentos del ciclo vegetativo para la muestra se utilizando la siguiente fórmula:

$$TM = \frac{0.5 (1-0.5)}{\left(\frac{0.05}{1.96} \right)^2 \left(\frac{0.5 (0.5)}{400} \right)} = \frac{0.25}{0.0006507705 + 0.002016129} = 4$$

3.6.3. Muestreo

La extracción de plantas se realizó al azar empleando pico para el caso de análisis de altura de planta y peso seco de materia seca de cultivo de maíz cortando con tijera de podar al ras del suelo desde el cuello de planta.

Para evaluar la humedad del suelo se empleó el método gravimétrico extrayéndose la muestra con la ayuda de pico a una profundidad de 10 cm, para evaluar biomasa de trébol, realizando corte de follaje en una extensión de 1m²; las muestras coleccionadas como muestras de suelo y muestras de plantas se recolectó en bolsas de plástico, para su respectivo análisis de resultados.

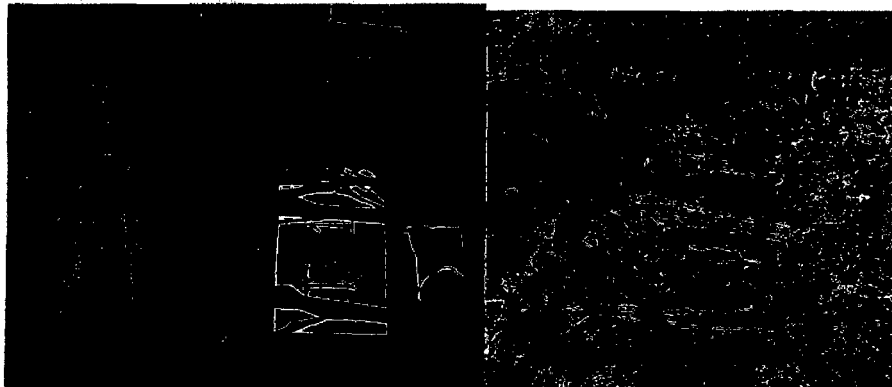


Figura 5. Recolección de las muestras

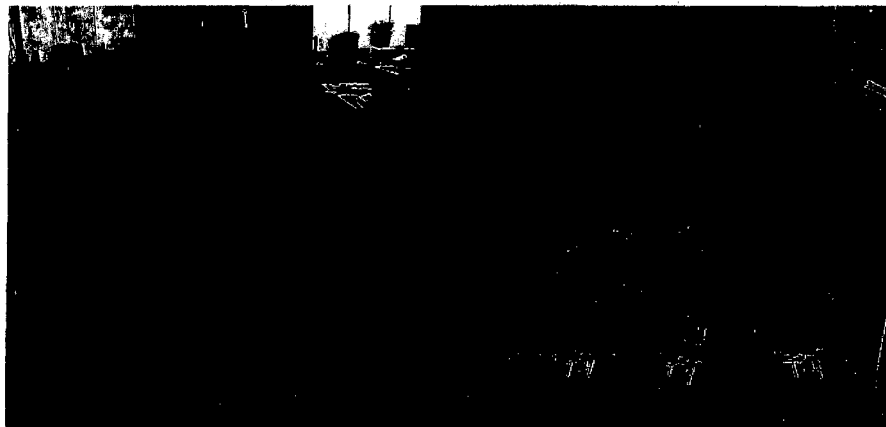


Figura 6. Muestras de plantas de maíz

La biomasa de maíz y trébol se trasladó en costales al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Huancavelica para su conservación y procesamiento.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos utilizados en la recolección de datos para cada variable de estudio fueron: porcentaje de emergencia, humedad del suelo, biomasa del trébol, altura de planta y rendimiento final.

3.7.1. Para porcentaje de emergencia

A. Técnica. Se empleó el método de conteo ejecutando a los 20 días después de la siembra, contando manualmente a todas las plantas emergidas por tratamiento y repetición.



Figura 7. Proceso conteo para calcular el % de emergencia

Instrumentos:

- ✓ Cuaderno de trabajo
- ✓ Lápiz

3.7.2. Para humedad del suelo

A. Técnica. Para determinar la humedad del suelo, se han extraído las muestras a 10 cm de profundidad del suelo, para ello se utilizó un embudo cilíndrico, se procedió pesando 100 g de suelo, para ello se utilizó la balanza de precisión, luego el embudo en papel bond previamente preparado. La misma que después se llevó a secar en la estufa 105 °C por un espacio de 24 horas. La unidad de medida es en %.

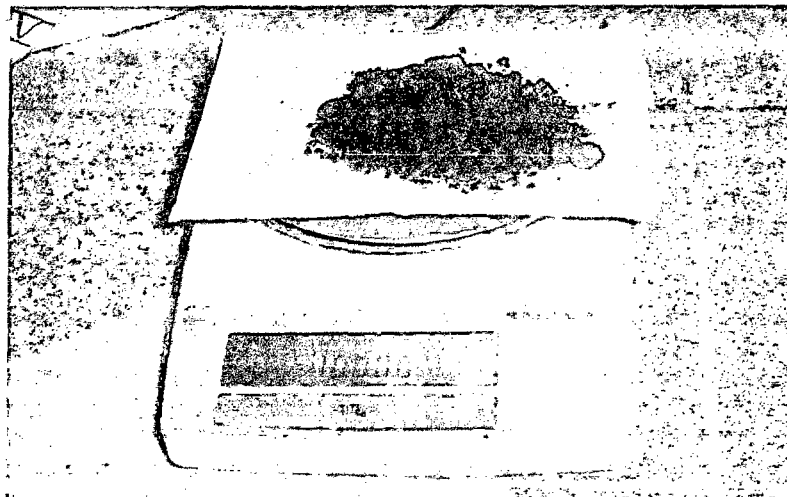


Figura 8. Procesos para la calcular la humedad del suelo.

Después de las 24 horas de secado, se procedió a pesar utilizando la balanza de precisión, luego se procedió con el cálculo de datos, utilizando la siguiente fórmula:

❖ Para nuestro cálculo la fórmula es:

$$\text{Porcentaje (\%) Hg} = \frac{(Psh - Pss)}{Pss} \times 100$$

Donde:

- ❖ % Hg : Porcentaje de humedad higroscópica.
- ❖ Psh : Peso de suelo húmedo.
- ❖ Pss : Peso de suelo seco.

Instrumentos:

- ✓ Cuaderno de trabajo
- ✓ Lapicero
- ✓ Balanza de precisión
- ✓ Estufa
- ✓ Pala
- ✓ Papel de bond
- ✓ Plumón
- ✓ Engrapador

- ✓ Bolsa plástica
- ✓ Lata

3.7.3. Para biomasa del trébol

A. Técnica. Para determinar biomasa del trébol se realizó corte de follaje de un extensión de 1m^2 , para ello se utilizó para cortar el trébol podador, se procedió pesando, para ello se utilizó la balanza de precisión, luego el embolsado en papel de azúcar previamente preparado tal como se puede apreciar en la figura N°9. La misma que después se llevó a secar en la estufa $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un espacio de 72 horas. La unidad de medida es en gramos.



Figura 9. (a) Trébol, (b) secado en estufa, (c) pesado de biomasa de trébol

Instrumentos:

- ✓ Cuaderno de trabajo
- ✓ Lapicero
- ✓ Balanza de precisión
- ✓ Estufa
- ✓ Flexometro
- ✓ Tijera de podar
- ✓ Papel
- ✓ Plumón
- ✓ Engrapador
- ✓ Podador
- ✓ Bandejas

3.7.4. Para materia seca del maíz

A. Técnica. Para determinar materia seca se han extraído 4 muestras por unidad experimental, en tres fechas a los 30, 90 y 150 días después de la siembra, se procedió a picar la biomasa de cada planta en bandejas y se pesó la materia fresca en la balanza de precisión, así mismo se dejó orear exponiéndolas al sol por espacio de 5 días.



Figura 10. (a) Pesado de biomasa foliar del maíz, **(b)** picado de biomasa foliar del maíz, **(c)** oreado de la biomasa foliar al sol.

Finalmente después de cinco días se secó a la estufa a 80 °C hasta lograr un peso uniforme como se aprecia en la figura 11



Figura 11. Secado de la biomasa foliar del cultivo de maíz en la estufa a 80 °C.

Instrumentos:

- ✓ Cuaderno de trabajo
- ✓ Lápiz
- ✓ Balanza de precisión
- ✓ Estufa
- ✓ pico

- ✓ papel bond
- ✓ papel de azúcar
- ✓ Plumón
- ✓ Engrapador
- ✓ Podador

3.7.5. Para altura de planta

A. Técnica. Para determinar la altura de planta se midió del cuello de planta hasta la punta de la hoja más larga para ello se utilizó flexómetro tal como se muestra en la figura N° 12, Se evaluó a los 30, 90 y 150 días después de la siembra.



Figura 12. Medida de altura de plantas de maíz.

Instrumentos:

- ✓ Cuaderno de trabajo
- ✓ Lápiz
- ✓ Flexómetro
- ✓ Plumón

3.7.6. Para rendimiento final de grano seco

A. Técnica. Para calcular el rendimiento se realizó los siguientes pasos: corte, arqueado, despancado, secado, desgranado y pesado por tratamientos (mismo número de plantas /unidad experimento), la unidad de medida fue en kg.

Instrumentos:

- ✓ Cuaderno de trabajo
- ✓ Lápiz

- ✓ Hoz
- ✓ Manta
- ✓ Costales
- ✓ Calculadora
- ✓ Balanza



Figura 13. (a) Secado

b) desgranado

3.8. Procedimiento de recolección de datos

3.8.1. Para porcentaje de emergencia

Se procedió realizando el conteo total de las plantas emergidas por cada unidad experimental, permitiendo calcular el porcentaje de emergencia de las plantas, referida en (%) como unidad de medición.

La fórmula empleada para determinar el porcentaje de emergencia fue:

$$Y \text{ ----- } 100\%$$

$$N \text{ ----- } X$$

Dónde:

- Y=N° de semillas sembradas por unidad experimental
- N = promedio de semillas emergidas
- X= el resultado que se espera en porcentaje (%)

Para cada tratamiento se aplica la misma fórmula, con estos datos calculados, se trabaja el análisis por cada unidad experimental.

3.8.2. Para humedad del suelo

Obteniendo la muestra de suelo se procedió a pesar 100 g de suelo y se llevó a secar en la estufa a 105 °C por un espacio de 24 horas. Trascurrido el tiempo indicado se ha vuelto a pesar para obtener el peso seco. Para la

recolección de datos se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje (\%) Hg} = \frac{(P_{sh} - P_{ss})}{P_{ss}} \times 100$$

Donde:

- ❖ % Hg = Porcentaje de humedad higroscópica.
- ❖ Psh = Peso de suelo húmedo (100 g).
- ❖ Pss = Peso de suelo seco.
- ❖ Constante = 100 (para porcentajes).

3.8.3. Para biomasa del trébol

Para obtener el peso seco de biomasa del trébol se realizó corte de follaje de un extensión de 1m² por unidad experimental, del cual se obtuvo el promedio para que represente a la unidad experimental; obtenido la biomasa del trébol de peso fresco (húmedo), se determinó el peso seco de biomasa en gramos (g) empleando una balanza de precisión.

3.8.4. Para materia seca del maíz

Para el peso de materia seca del maíz, se tuvo que extraer cuatro muestras por unidad experimental, del cual se obtuvo el promedio para que represente a la unidad experimental; obtenido la materia de peso fresco (húmedo), se determinó el peso seco de materia en gramos (g) empleando una balanza de precisión.

3.8.5. Para altura de planta

Para la altura de planta, con la ayuda del flexómetro se desarrolló tomando al azar 4 plantas por cada tratamiento y evaluando la medida desde el cuello de la planta hasta la punta de la hoja más larga. De las 4 plantas muestreadas se saca el promedio, el resultado obtenido representa al tratamiento respectivo. De esta forma se logro obtener datos, referido en centímetros (cm) como unidad de medición.

3.8.6. Para rendimiento final de grano seco

Para calcular el rendimiento se realizó los siguientes pasos: corte, arqueado, despancado secado, desgranado y pesado por tratamientos (mismo número de plantas /unidad experimento), la unidad de medida fue en kg.

3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.9.1. Para porcentaje de emergencia

Con los datos obtenidos para cada tratamiento y repetición de los datos originales obtenidos en campo, se construyó el análisis de varianza para observar las diferencias estadísticas igualmente, los promedios de los tratamientos nos permite presentar los histogramas de frecuencia.

3.9.2. Para humedad del suelo

Con los datos obtenidos para cada tratamiento y repetición y previa transformación $\sqrt{x}$ de los datos originales obtenidos en campo, se construyó el análisis de varianza para observar las diferencias estadísticas igualmente, los promedios de los tratamientos nos permite presentar los histogramas de frecuencia.

3.9.3. Para biomasa del trébol

Con los datos obtenidos se elaboró el análisis de varianza (ANVA), coeficiente de variabilidad (CV) igualmente, los promedios de los tratamientos nos permite presentar los histogramas de frecuencia.

3.9.4. Para materia seca del maíz

Con los datos obtenidos se elaboró el análisis de varianza (ANVA), coeficiente de variabilidad (CV) igualmente, los promedios de los tratamientos nos permite presentar los histogramas de frecuencia.

3.9.5. Para altura de planta

Con los datos obtenidos se elaboró el análisis de varianza (ANVA), coeficiente de variabilidad (CV) igualmente, los promedios de los tratamientos nos permite presentar los histogramas de frecuencia.

3.9.6. Para rendimiento final de grano seco

Con los datos obtenidos en kilos (kg) se elaboró el análisis de varianza (ANVA) y coeficiente de variabilidad (CV), para los promedios de los tratamientos nos permite presentar los histogramas de frecuencia.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Porcentaje de emergencia

Cuadro N° 14. Análisis de varianza de porcentaje de emergencia a los 20 días del cultivo de maíz en (%)

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	3	10.000	3.333	0.800	3.86	NS
Bloque	3	3.500	1.167	0.280	3.86	NS
Error	9	37.500	4.167			
Total	15	51.000				

$\bar{X} = 87.75$

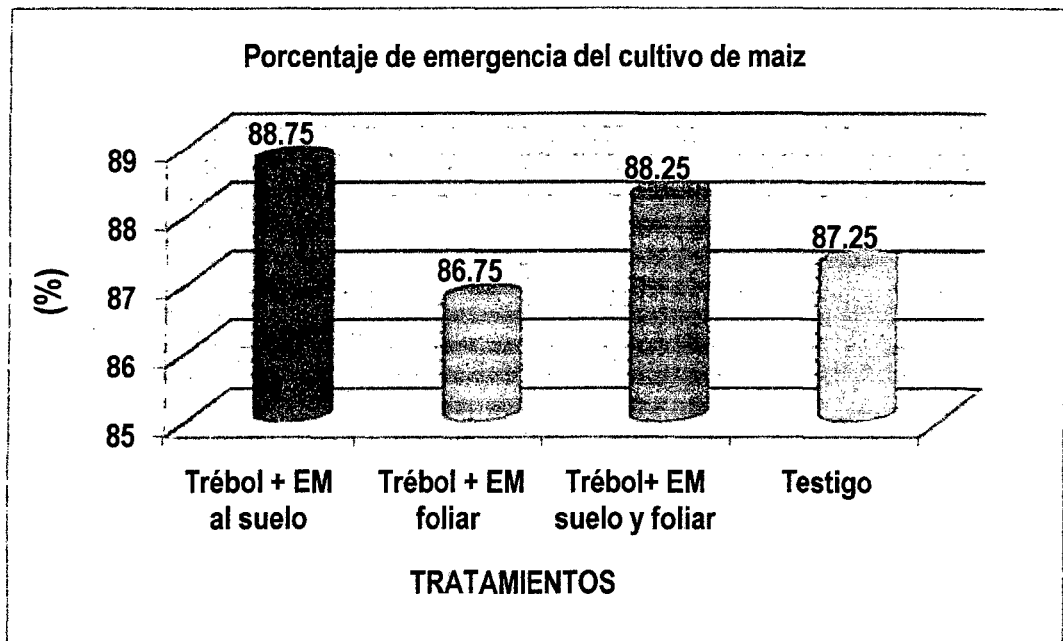
$\bar{S} = 2.04$

$CV = 2.33\%$

El análisis de varianza para porcentaje de emergencia del cultivo de maíz, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y bloques se observó que no existe diferencia significativa ya que los tratamientos y bloques en estudio se comportaron en forma homogénea.

El C.V. es igual a un valor de 2.33 %, que según la escala de calificación propuesta por Calzada (1 982), se encuentra en el rango de excelente, lo cual indica que el error experimental se ha controlado eficientemente y los datos obtenidos son confiables.

Gráfico N° 3. Porcentaje de emergencia a los 20 días del cultivo de maíz



4.2. Humedad del suelo

Cuadro N° 15. Análisis de varianza de humedad del suelo a los 30 días del cultivo de maíz con datos transformados a $\sqrt{x}$

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	3	0.0004	0.0001	0.033	3.86	NS
Bloque	3	0.03	0.01	2.697	3.86	NS
Error	9	0.034	0.004			
Total	15	0.064				

$\bar{X} = 3.41$

$\bar{S} = 0.06$

CV = 1.79%

El análisis de varianza para humedad del suelo del cultivo de maíz, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y bloques se observó que no existe diferencia significativa ya que los tratamientos y bloques en estudio se comportaron en forma homogénea.

El C.V. es igual a un valor de 1.79 %, que según la escala de calificación propuesta por Calzada (1 982), se encuentra en el rango de excelente, lo cual indica que el error experimental se ha controlado eficientemente y los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 16. Análisis de varianza de humedad del suelo a los 90 días del cultivo de maíz en (%) con datos transformados a $\sqrt{x}$.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	3	0.011	0.004	1.877	3.86	NS
Bloque	3	0.011	0.004	1.869	3.86	NS
Error	9	0.017	0.002			
Total	15	0.038				

$$\bar{X} = 3.652$$

$$\bar{S} = 0.044$$

$$CV = 1.194\%$$

El análisis de varianza para humedad del suelo del cultivo de maíz, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y bloques se observa que no existe diferencia significativa ya que los tratamientos y bloques en estudio se comportaron en forma homogénea.

El C.V. es igual a un valor de 1.194 %, que según la escala de calificación propuesta por Calzada (1 982), se encuentra en el rango de excelente, lo cual indica que el error experimental se ha controlado eficientemente y los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 17. Análisis de varianza de humedad del suelo a los 150 días del cultivo de maíz en (%) con datos transformados a $\sqrt{x}$

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	3	0.077	0.026	5.884	3.86	*
Bloque	3	0.041	0.014	3.108	3.86	NS
Error	9	0.039	0.004			
Total	15	0.157				

$$\bar{X} = 3.831$$

$$\bar{S} = 0.066$$

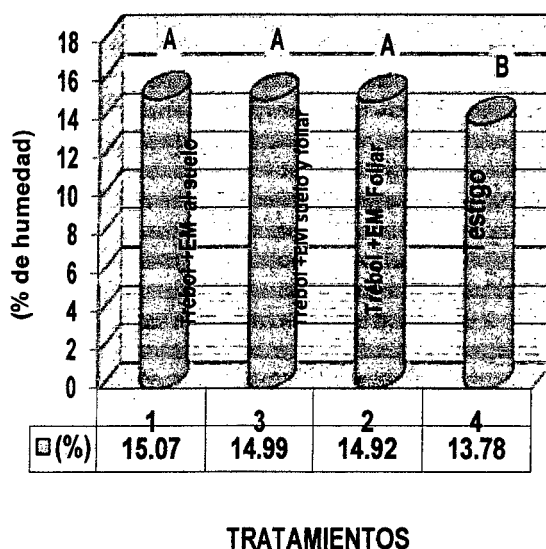
$$CV = 1.727\%$$

El análisis de varianza para humedad del suelo del cultivo de maíz, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos se observó que si existe diferencia significativa, lo que significa los microorganismos efectivos y trébol defieren en la humedad de suelo a los 150 días ya que el contenido de humedad del suelo en los tratamientos en estudio comportaron en forma heterogénea.

Con respecto a bloques no se ha podido probar que al menos un bloque sea diferente de otro.

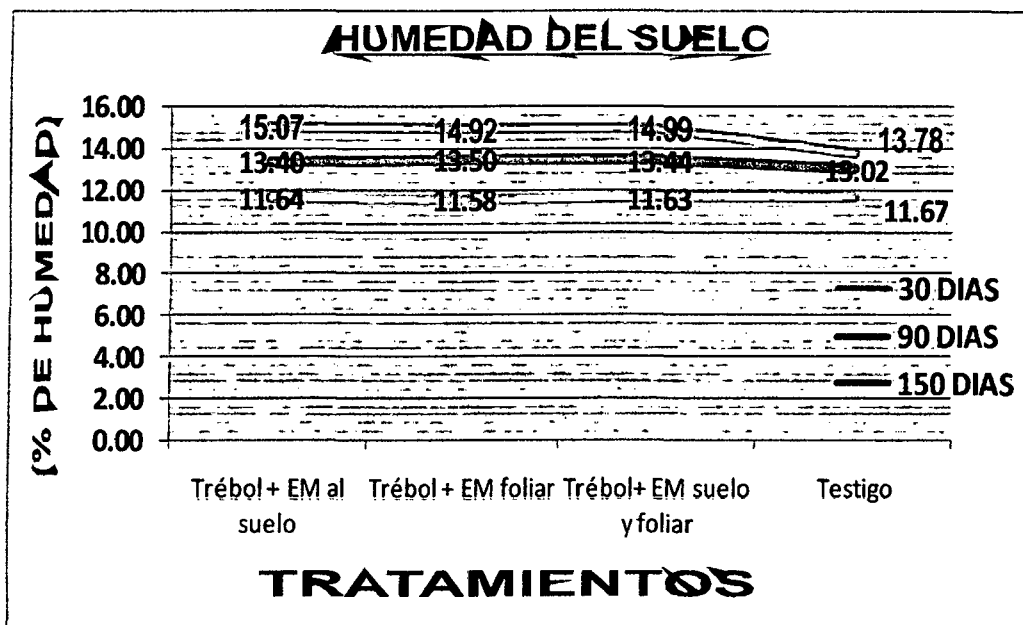
El C.V. es igual a un valor de 1.727 % que según la escala de calificación propuesta por Calzada (1 982), se encuentra en el rango de excelente, lo cual indica que el error experimental se ha controlado eficientemente y los datos obtenidos son confiables.

Gráfico N° 4. Comparación de medias Duncan al 95% de probabilidad de humedad del suelo a los 150 días del cultivo de maíz (promedio de datos originales)



Según la prueba de Duncan al 95 % de confiabilidad confirma el resultado del ANVA, hay diferencia significativa entre los tratamientos, nos indica que la de menor humedad del suelo a los 150 días presento el tratamiento T4 (testigo) siendo el único perteneciente al grupo B, y la de mayor humedad presento los tratamientos T1, T3 y T2 (grupo A) de la misma forma dichos tratamientos no fueron diferentes estadísticamente.

Gráfico-Nº 5. Humedad del suelo del cultivo de maíz



4.3. Biomasa del trébol

Cuadro Nº 18. Análisis de varianza de biomasa de trébol a los 60 días en (g)

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	2	2.259	1.13	0.092	5.14	NS
Bloque	3	6.598	2.199	0.18	4.76	NS
Error	6	73.455	12.242			
Total	11	82.312				

$$\bar{X} = 117.62$$

$$\bar{S} = 3.499$$

$$CV = 2.975\%$$

El análisis de varianza para biomasa de trébol del cultivo, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y bloques se observó que no existe diferencia significativa ya que los tratamientos y bloques en estudio se comportaron en forma homogénea.

El C.V. es igual a un valor de 2.975 %, que según la escala de calificación propuesta por Calzada (1 982), se encuentra en el rango de excelente, lo cual indica que el error experimental se ha controlado eficientemente y los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 19. Análisis de varianza de biomasa de trébol a los 120 días en (g)

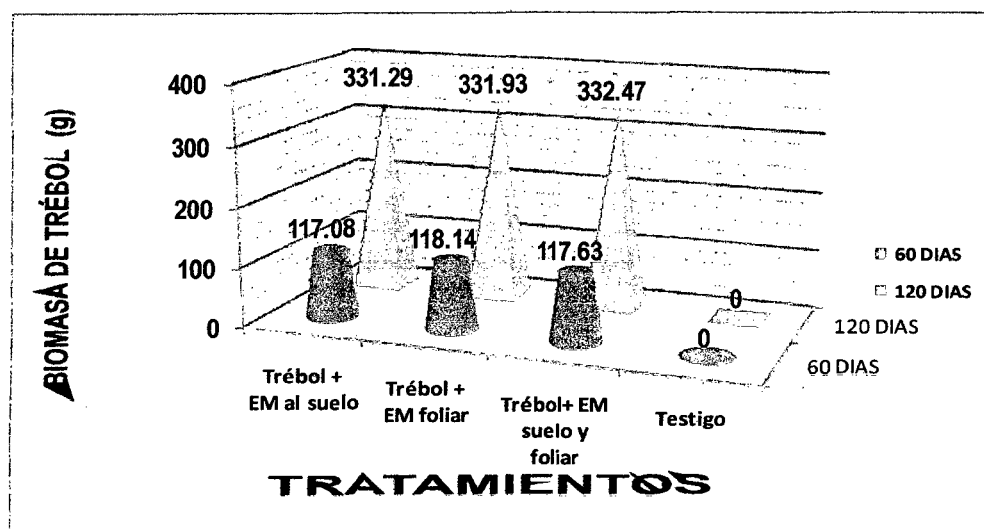
FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	2	2.769	1.384	0.083	5.14	NS
Bloque	3	52.666	17.555	1.048	4.76	NS
Error	6	100.533	16.755			
Total	11	155.967				

$\bar{X} = 331.898$	$\bar{S} = 4.093$	CV = 1.233%
---------------------	-------------------	-------------

El análisis de varianza para biomasa de trébol del cultivo de maíz, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y bloques se observó que no existe diferencia significativa ya que los tratamientos y bloques en estudio se comportaron en forma homogénea.

El C.V. es igual a un valor de 1.233 %, que según la escala de calificación propuesta por Calzada (1 982), se encuentra en el rango de excelente, lo cual indica que el error experimental se ha controlado eficientemente y los datos obtenidos son confiables.

Gráfico N° 6. Biomasa de trébol del cultivo de maíz



4.4. Materia seca del maíz

Cuadro N° 20. Análisis de varianza de materia seca a los 30 días del cultivo de maíz en (g).

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	3	1.825	0.608	1.622	3.86	NS
Bloque	3	0.514	0.171	0.457	3.86	NS
Error	9	3.375	0.375			
Total	15	5.715				

$\bar{X} = 7.651$

$\bar{S} = 0.612$

CV = 8.004%

El análisis de varianza para materia seca del cultivo de maíz, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y bloques se observó que no existe diferencia significativa ya que los tratamientos y bloques en estudio se comportaron en forma homogénea.

El C.V. es igual a un valor de 8.004 %, que según la escala de calificación propuesta por Calzada (1 982), se encuentra en el rango de excelente, lo cual indica que el error experimental se ha controlado eficientemente y los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 21. Análisis de varianza de materia seca a los 90 días del cultivo de maíz (g)

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	3	70.470	23.490	0.831	3.86	NS
Bloque	3	114.557	38.186	1.351	3.86	NS
Error	9	254.300	28.256			
Total	15	439.327				

$\bar{X} = 71.575$

$\bar{S} = 5.316$

CV = 7.427%

El análisis de varianza para materia seca del cultivo de maíz, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y bloques se observó que no existe diferencia significativa ya que los tratamientos y bloques en estudio se comportaron en forma homogénea.

El C.V. es igual a un valor de 7.427 %, que según la escala de calificación propuesta por Calzada (1 982) se encuentra en el rango de excelente, lo cual indica que el error experimental se ha controlado eficientemente y los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 22. Análisis de varianza de materia seca a los 150 días del cultivo de maíz
(g)

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	3	5002.029	1667.343	3.887	3.86	*
Bloque	3	921.193	307.064	0.716	3.86	NS
Error	9	3860.891	428.988			
Total	15	9784.113				

$\bar{X} = 268.775$

$\bar{S} = 20.712$

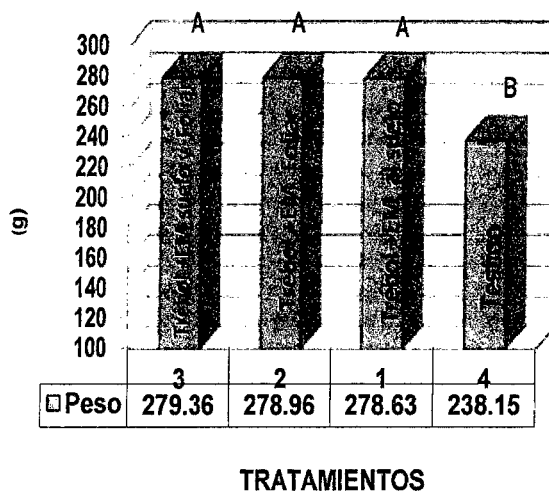
$CV = 7.706 \%$

El análisis de varianza para materia seca del cultivo de maíz, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos se observó que si existe diferencia significativa, lo que significa el trébol y los microorganismos efectivos defieren en peso de la materia seca del cultivo de maíz a los 150 días, ya que el peso de la materia seca del maíz en los tratamientos en estudio se comportaron en forma heterogénea.

Con respecto a bloques no se observó diferencia significativa para la fuente de variabilidad entre bloques.

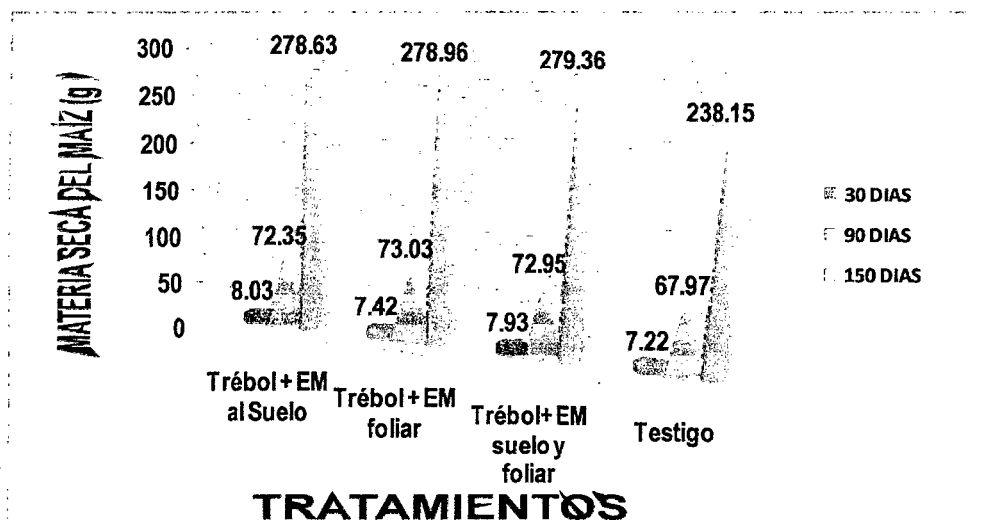
El C.V. es igual a un valor de 7.706 % que según la escala de calificación propuesta por Calzada (1 982), se encuentra en el rango de excelente, lo cual indica que el error experimental se ha controlado eficientemente y los datos obtenidos son confiables.

Gráfico N° 7. Comparación de medias Duncan al 95 % de probabilidad de materia seca a los 150 días del cultivo de maíz (promedio de datos originales)



Según la prueba de Duncan al 95 % de confiabilidad confirma el resultado del ANVA, hay diferencia significativa entre los tratamientos, nos indica que la de menor peso de materia seca a los 150 días presenta el T4 (testigo) siendo el único perteneciente al grupo B, y la de mayor peso de la materia seca presenta los tratamientos T3, T2 y T1 (grupo A) de la misma forma dichos tratamientos no fueron diferentes estadísticamente.

Gráfico N° 8. Materia seca del cultivo de maíz



4.5. Altura de planta

Cuadro N° 23. Análisis de varianza de altura de planta a los 30 días del cultivo de maíz en (cm)

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	3	4.287	1.429	0.129	3.86	NS
Bloque	3	7.892	2.631	0.238	3.86	NS
Error	9	99.418	11.046			
Total	15	111.597				

$$\bar{X} = 84.113$$

$$\bar{S} = 3.324$$

$$CV = 3.951\%$$

El análisis de varianza para altura de planta del cultivo de maíz, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y bloques se observó que no existe diferencia significativa ya que los tratamientos y bloques en estudio se comportaron en forma homogénea.

El C.V. es igual a un valor de 3.951 %, que según la escala de calificación propuesta por Calzada (1 982), se encuentra en el rango de excelente, lo cual indica que el error experimental se ha controlado eficientemente lo cual indica que el error experimental se ha controlado eficientemente y los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 24. Análisis de varianza de altura de planta a los 90 días del cultivo de maíz en (cm).

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	3	1.645	0.548	0.019	3.86	NS
Bloque	3	105.965	35.322	1.243	3.86	NS
Error	9	255.710	28.412			
Total	15	363.320				

$$\bar{X} = 191.350$$

$$\bar{S} = 5.330$$

$$CV = 2.786\%$$

El análisis de varianza para altura de planta del cultivo de maíz, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y se observó que no existe diferencia significativa ya que los tratamientos en estudio se comportaron en forma homogénea.

El C.V. es igual a un valor de 2.786 %, que según la escala de calificación propuesta por Calzada (1 982), se encuentra en el rango de excelente, lo cual indica que el error experimental se ha controlado eficientemente y los datos obtenidos son confiables.

Cuadro N° 25. Análisis de varianza de altura de planta a los 150 días del cultivo de maíz en (cm).

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	3	52.548	17.516	0.973	3.86	NS
Bloque	3	51.903	17.301	0.961	3.86	NS
Error	9	161.967	17.996			
Total	15	266.418				

$$\bar{X} = 237.763$$

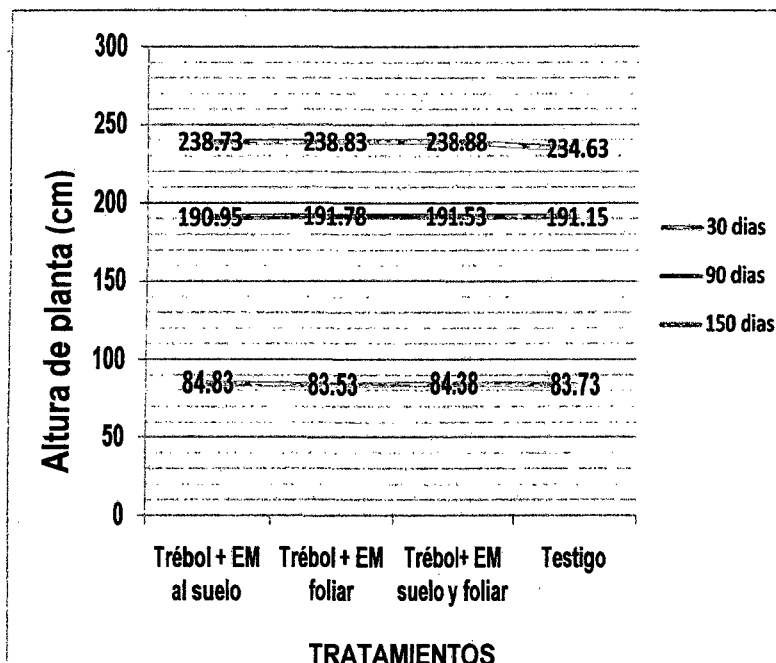
$$\bar{S} = 4.242$$

$$CV = 1.784\%$$

El análisis de varianza para altura de planta del cultivo de maíz, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y bloques se observó que no existe diferencia significativa ya que los tratamientos y bloques en estudio se comportaron en forma homogénea.

El C.V. es igual a un valor de 1.784 %, que según la escala de calificación propuesta por Calzada (1 982), se encuentra en el rango de excelente, lo cual indica que el error experimental se ha controlado eficientemente y los datos obtenidos son confiables.

Gráfico N° 9. Altura de planta del cultivo de maíz



4.6. Rendimiento final

Cuadro N° 26. Análisis de varianza del rendimiento final de grano seco del cultivo de maíz en (kg).

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	3	3.475	1.158	3.983	3.86	*
Bloque	3	1.577	0.526	1.807	3.86	NS
Error	9	2.617	0.291			
Total	15	7.668				

$$\bar{X} = 10.903$$

$$\bar{S} = 0.539$$

$$CV = 4.946\%$$

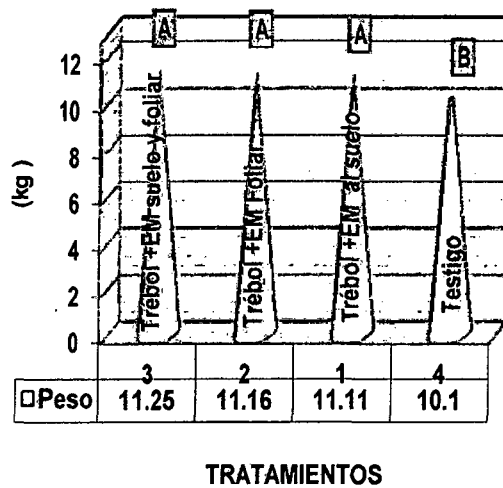
El análisis de varianza para rendimiento final del cultivo de maíz, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos se observó que si existe diferencia significativa, lo que significa los microorganismos efectivos y trébol defieren en rendimiento final del

cultivo de maíz, ya que el peso de la grano seco del maíz en los tratamientos en estudio se comportaron en forma heterogenia.

Con respecto a bloques no se observó diferencia significativa para la fuente de variabilidad entre bloques.

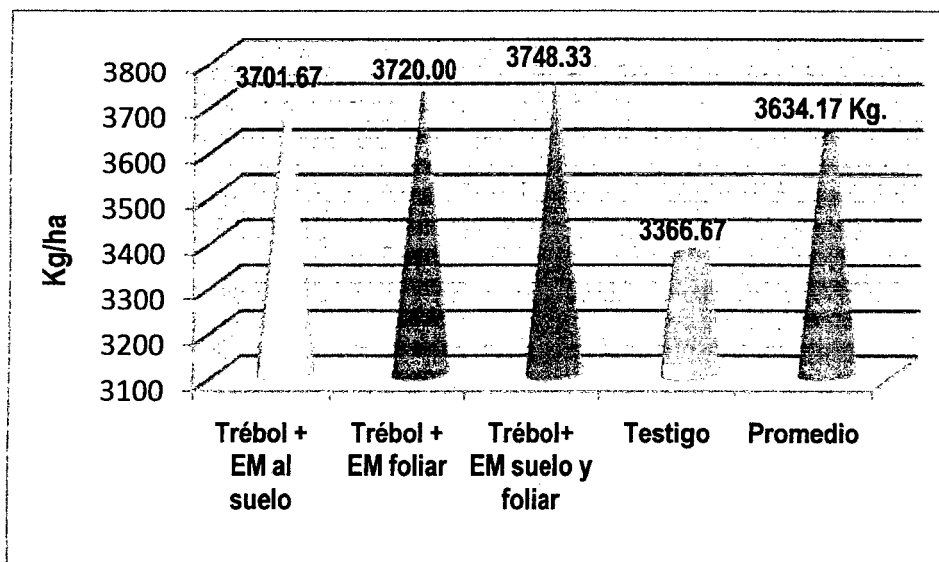
El C.V. es igual a un valor de 4.946 % que según la escala de calificación propuesta por Calzada (1 982), se encuentra en el rango de excelente, lo cual indica que los datos obtenidos son confiables.

Gráfico N° 10. Comparación de medias Duncan al 95% de probabilidad de rendimiento final de grano seco del maíz (promedio de datos originales)



Según la prueba de Duncan al 95 % de confiabilidad confirma el resultado del ANVA, hay diferencia significativa entre los tratamientos, nos indica los que la de menor rendimiento presento el T4 (testigo) siendo el único perteneciente al grupo B, y la de mayor rendimiento presentaron los tratamientos T3, T2 y T1 (grupo A) de la misma forma dichos tratamientos no fueron diferentes estadísticamente

Gráfico N° 11. Rendimiento final de grano seco del cultivo de maíz.



4.7. Estimación del rendimiento final de grano seco por hectárea en promedio

Para evaluar este parámetro se cosechó toda la parcela experimental, que cada unidad experimental ocupaban en un área de 30 m², 4 tratamientos con 4 bloques; cuyo rendimiento final de grano seco se proyectó a hectárea, en base a la biomasa obtenida de grano seco, como se muestra

Cuadro N° 27. Estimación del rendimiento final de grano seco por hectárea en promedio

480 m ²	—————	174.44 kilos
10 000 m ²	—————	X
X= 3 634.17 kilos /ha la producción en promedio.		

Con respecto al rendimiento **Calderón (1987)** infirió un rendimiento de 6.39 t/ha en la zona de Oyolo–Ayacucho. Igualmente **Huauya (2001)** reportó un rendimiento de 7.4 t/ha

Para la misma zona (Oyolo – Ayacucho). Se puede deducir que al término de cada campaña, descontando el consumo realizado por el ganado, queda una buena cantidad de rastrojo (follaje + raíces) el cual junto a los residuos provenientes de campañas anteriores constituye un buen sustrato, tanto para las propiedades físicas del suelo como en el favorecimiento de la actividad microbiana

Se evaluó a la cosecha, cosechándose toda la parcela experimental, cuyo rendimiento final se proyectó a ha.

4.8. Ritmo de crecimiento y emergencia del maíz (carhuay) en cm/día (en promedio)

Cuadro N° 28. Ritmo de crecimiento y emergencia del maíz (carhuay) en cm/día

Ritmo de crecimiento del cultivo de maíz (carhuay)		
30 días	90 días	150 días
3.82	2.33	1.67
Emergencia de maíz (cahuay) a los 8 días después de la siembra		

4.9. Factores que influyen en el crecimiento del maíz

Los principales factores que influyen en el crecimiento del maíz son los siguientes:

- ✓ Temperatura
- ✓ Humedad
- ✓ Horas de luz
- ✓ Características físicas y químicas de suelo
- ✓ Ph

4.10. Discusión

A. Porcentaje de emergencia

En porcentaje de emergencia EM al suelo hay diferencia numéricamente en comparación al T1 y T4.

Estas diferencias numéricas se deben posiblemente al efecto de EM., tendencia de que los microorganismos efectivos influyen en la emergencia tal como menciona Bernabé (1996), quien indica que los microorganismos efectivos aumentan la velocidad y porcentaje de germinación de la semilla, por su efecto

hormonal similar al del ácido giberélico.

En general la inoculación de los microorganismos efectivos al suelo influye en el porcentaje de emergencia.

B. Humedad del suelo

La humedad del suelo evaluados a los 30 días después de siembra del cultivo de maíz con tratamientos EM al suelo, EM foliar y EM suelo y foliar no hay diferencia significativa en comparación al testigo.

Los tratamientos evaluados no difieren en el porcentaje de humedad del suelo a comparación del testigo esto se debe posiblemente que no hay efecto de los EM ya que el trébol no se instaló todavía en esta fecha indicada.

En general los microorganismos efectivos no influyen en el porcentaje de humedad del suelo.

Humedad del suelo evaluados a los 90 días después de emergencia del cultivo de maíz, con tratamientos trébol + EM al suelo, trébol+ EM foliar y trébol+ EM suelo y foliar se tuvo una diferencia numérica en el porcentaje de humedad del suelo en comparación al testigo.

Estas diferencias numéricas se deben posiblemente al efecto del trébol, ya que el trébol en este periodo vegetativo está en pleno crecimiento y todavía no cubren totalmente la superficie del suelo y hay mayor pérdida de agua por efectos de la evaporación.

En general el trébol influye en el porcentaje de humedad del suelo

Humedad del suelo evaluados a los 150 días después de siembra del cultivo de maíz, con tratamientos trébol + EM al suelo, trébol+ EM foliar y trébol+ EM suelo y foliar hay diferencia significativa en comparación al testigo.

Estas diferencias significativas se deben posiblemente al efecto del trébol como menciona Arone (2007), quien indica ya el trébol juega un rol substancial en la conservación de la humedad del suelo, ya que en este periodo vegetativo cubre totalmente el superficie del suelo por tanto la pérdida de agua por efecto de la evaporación es menor comparado con el testigo.

El trébol juega un rol substancial en la conservación de la humedad del suelo En general el trébol influye en el porcentaje de humedad del suelo.

C. Biomasa de trébol

La biomasa a los 60 y 120 días después de la emergencia del trébol en tratamientos trébol + EM al suelo, trébol + EM foliar, trébol + EM suelo y foliar; no difieren estadísticamente entre ellos, pero si se vieron diferencias numéricas por el tratamiento EM foliar posiblemente se debe a los efectos indirectos que haya contribuido los EM.

En general los EM aplicados foliarmente influyen indirectamente en la biomasa del trébol.

D. Materia seca del maíz

La materia seca del cultivo de maíz a los 30 días después de siembra, con tratamientos EM al suelo, EM foliar y EM suelo y foliar; hay diferencia numéricas en comparación al testigo.

Estas diferencias numéricas se deben posiblemente al efecto de los EM tal como menciona Bernabé (1 996), quien indica porque los microorganismos efectivos aplicados influyen en la producción de materia seca del cultivo.

En general los microorganismos efectivos influyen numéricamente en la producción de materia seca del cultivo de maíz.

La materia seca del cultivo a los 90 días después de siembra del cultivo de maíz con tratamientos trébol + EM al suelo, trébol+ EM foliar y trébol+ EM suelo y foliar hay diferencia numéricamente en comparación al testigo.

Estas diferencias numéricas se deben posiblemente al efecto de los microorganismos efectivos y trébol.

En general los microorganismos efectivos y el trébol influyen numéricamente en la materia seca del cultivo de maíz.

La materia seca a los 150 días después de siembra, trébol + EM al suelo, trébol+ EM foliar y trébol+ EM suelo y foliar hay diferencia significativa en comparación al testigo.

Estas diferencias significativas se deben posiblemente al efecto de los microorganismos efectivos y el trébol, ya que los tratamientos T3, T2 y T1 difieren estadísticamente en comparación con el testigo tal como menciona Rivera (2 011), quien indica a mayor humedad y mayor absorción de nutrientes

la producción de biomasa es mayor. Así mismo reporta que los microorganismos efectivos y trébol aplicados influyen en la producción de materia seca del cultivo.

En general los microorganismos efectivos y trébol influyen en la producción de materia seca del cultivo de maíz.

E. Altura de la planta

La altura de planta del cultivo de maíz a los 30, 90 y 150 días después de la siembra con tratamientos trébol + EM suelo, trébol + EM foliar, trébol + EM suelo y foliar, no difieren estadísticamente pero si hay diferencia numérica en comparación al testigo, posiblemente esto se debe al efecto de los EM y el trébol en el crecimiento de la planta. Esto confirma lo reportado por Bernabé (1996), quien indica que los microorganismos efectivos incrementan el crecimiento, calidad y productividad de cultivos.

En general los microorganismos efectivos y trébol influyen en el crecimiento de las plantas de maíz.

F. Rendimiento

El rendimiento final del cultivo de maíz evaluados con tratamientos trébol + EM al suelo, trébol + EM foliar y trébol + EM suelo y foliar; hay diferencia significativa en comparación al testigo, esto se debe posiblemente con la aplicación de que los microorganismos efectivos y trébol influyen en el rendimiento final de grano seco del maíz tal como menciona Bernabé (1996), quien indica que los microorganismos efectivos aplicados incrementan el crecimiento, calidad y productividad de cultivos. Así mismo reporta Rivera (2011), los microorganismos efectivos aplicados y trébol difieren e incrementan en el rendimiento del cultivo. La aplicación de los microorganismos efectivos y trébol EM suelo y foliar influye numéricamente en el rendimiento del final del cultivo.

CONCLUSIONES

- ✓ La aplicación de microorganismos efectivos no influye en el porcentaje de emergencia de maíz.
- ✓ La aplicación de microorganismos efectivos y trébol, no influye en la humedad del suelo medidos a los 30 y 90 días, pero si influye a los 150 días.
- ✓ La aplicación de microorganismos efectivos y trébol, no influye en la producción de biomasa del trébol a los 60 y 120 días y de materia seca del maíz a los 30 y 90 días pero si influye a los 150 días
- ✓ La aplicación de microorganismos efectivos y trébol, no influye en el crecimiento de la planta medidos a los 30,90 y 150 días.
- ✓ La aplicación de microorganismos efectivos y trébol influye en el rendimiento de grano seco.
- ✓ Así mismo el tratamiento T3 (Maíz+ Trébol+ EM suelo y foliar) tiene un rendimiento de grano seco con 3 748.33 kg/ha, comparado con el testigo que tiene 3 366.67 kg/ha en promedio
- ✓ El trébol como cobertura si influye estadísticamente sobre la humedad del suelo evaluado a los 150 días se observó en la comparación de medias Duncan al 0.05 de probabilidad, nos indica que la de menor humedad se suelo presento el tratamiento T4 (testigo) 13.78 %, siendo el único perteneciente al grupo B, y la mayor humedad presentaron los tratamientos de grupo A T1 (trébol + EM al suelo), T2 (trébol+ EM foliar) y T3 (trébol+ EM suelo y foliar) llegando el máximo de humedad de 15.07 %, hay una tendencia numérica de conservar la humedad suelo en comparación con el testigo.

RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar la siembra asociada de cultivo de maíz con trébol con aplicación de microorganismos efectivos EM al suelo y foliar ya que hay evidencia de que influyen en el rendimiento de grano seco, comparado con el testigo
- ✓ Probar diferentes dosis de aplicación de microorganismos efectivos EM para encontrar la dosis adecuada para el cultivo de maíz, sembrado en condiciones de secano.
- ✓ Probar la influencia de microorganismos efectivos para contrarrestar efectos adversos de plagas, enfermedades y factores climáticos (heladas, sequía y granizada).
- ✓ Orientar las investigaciones hacia la conservación y restauración de los elementos biológicos del suelo que sostienen en la práctica la fertilidad natural de los suelos conducidas bajo el sistema de agricultura natural

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ✓ Águila, N. y Enríquez, C. 1 999. Elaboración de Bioabonos y su evaluación en un cultivar de brócoli brassica olerácea L., var. Botrytis Tesis Ing. Agr. Loja, Ec, Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. 83 p.
- ✓ Altieri Clades, Miguel 1 997. Agroecológica - bases científicas para una agricultura sustentable.
- ✓ Amadeo Carlos Alberto 1 988. Métodos de mejoramiento de campo natural y praderas cultivadas. Siembra en cobertura. UBA La Plata Cereal S.A.
- ✓ Arone Gaspar, Gregorio José. 2 007. Efecto de dos sistemas de rotación de cultivos en Oyolo (Ayacucho-Perú) en la presencia de hongos micorrícicos y bacterias fijadoras de nitrógeno y su influencia en los rendimientos. Tesis para optar el grado de magíster Scientiae en la Escuela de Post Grado UNALM. 350 p.
- ✓ Benacchio, S. 1 982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. Un compendio. FONAIAP, Caracas, 202 p.
- ✓ Bernabé, G. 1 996. Bases biológicas y ecológicas de la acuicultura. Editorial Acribia S.A. España.
- ✓ Calzada Venza, José. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Juridica S.A. 640 p.
- ✓ Campero, G. 1 983. La toma de decisiones de cultivadores de maíz en los llanos occidentales relativa al clima y otros factores. En información agroclimática para el Desarrollo. Reviviendo la Revolución Verde. FONAIAP-BID. Caracas, 578 p.
- ✓ Córdoba, C. E.; varón de agudelo, f.; marmolejo, f. 1998. Ciclo vegetativo del cultivo del *maiz Zea mays L.* en el Valle del Cauca. XIX Congreso Nacional
- ✓ Cordone, G. y Hansen O. 1 986. EERA INTA Pergamino. Carpeta de Producción Vegetal N° 80. Pergamino, Buenos Aires, Argentina.
- ✓ Correa, M. N. 1 984. Flora patagónica. Parte IVb. Dicotyledoneae: Dialipétalas (Droseraceae a Leguminosae). Colección Científica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Tomo VIII. Buenos Aires. Argentina.

- ✓ De León, C. 2003. Enfermedades importantes del maíz en Colombia. En memorias del seminario taller. Actualización en el manejo de enfermedades y plagas del cultivo del maíz en el Valle del Cauca. Ascolfi - ICA - Fenalce, Tuluá. Oct. 31- Nov. 1/03.
- ✓ Delorit 1 986. Producción agrícola, decimo primera edición.
- ✓ Espinosa G., F. J. y J.Sarukhán, 1 997. Manual de malezas del valle de México. Claves, descripciones e ilustraciones. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- ✓ Fontana, H. 1 981. Perspectivas de la producción de maíz en Venezuela. Fundación Polar, informe, Caracas, 31 p.
- ✓ Higa y Widadana 1 991. Tipos de microorganismos. En: <http://www.EME.com>. (consulta 16 de octubre del 2 008).
- ✓ <http://www.agroterra.com/p/em-1-microorganismos-efectivos-de-teruo-higa-12869/12869>. 22/12/2009.
- ✓ Huauya, M. 2 001. Evaluación de bacterias libres fijadoras de N₂ durante el ciclo vegetativo del cultivo de maíz (*Zea mays*) bajo el sistema de agricultura natural en Oyolo – Ayacucho. Tesis para optar el Título de Biólogo. UNALM – PERU.
- ✓ Izaguirre y Mayoral, M. L. C. Labandera y J. Sanjuán, 2 007. Biofertilizantes en Ibero América: Una visión técnica, científica y empresarial. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Uruguay.
- ✓ Manrique Chávez, P. A. 1 997. El maíz en el Perú. Concytec. Perú.
- ✓ Manrique, CH. A. 1 985. El maíz en el Perú. Fondo del libro del Banco Agrario. Lima. 344p.
- ✓ Márquez, 1 991. El maíz en el Perú, segunda edición, cap. 8, 10
- ✓ Martínez, V. R. 1 986. Ciclo biológico del nitrógeno en el suelo. Editorial Científico – técnica. La Habana. Cuba. 166 p.
- ✓ Martínez-Toledo MV *et al.*, 1 991. Trends Soil Sci. 1:15-23.
- ✓ Nieto, C. 2 006. Instituto Agropecuario Colombiano ICA, Bogotá – Colombia.
- ✓ Olivera, J. 1 998. Guía para formular un plan de manejo agroecológico en un predio. Quito, Ec., CEA (Coordinación Ecuatoriana de Agroecología). 90 p.
- ✓ Palomino 1 994. Cultivo de maíz en el Perú, Edit. Acribia. España cap. 5, 6, 7.

- ✓ Parsons David B. 1 990: Manual para educación agropecuaria de maíz. Segunda edición editorial Trillas. 56 p.
- ✓ Rimache Artica mijail 2 008. Cultivo de maíz. Primera edición editorial Macro E.I.R.L.
- ✓ Valero, N. 2 003. Potencial biofertilizante de bacterias diazótrofes y solubilizadoras de fosfatos asociadas al cultivo de arroz (*Oryza sativa* L). Tesis de Maestría en Microbiología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- ✓ Villaseñor Ríos, J. L. y F. J. Espinosa García, 1 998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario y Fondo de Cultura Económica, México, D.F.

ARTÍCULO CIENTÍFICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE AGRONOMIA
TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL

“EFECTO DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays L.*) ASOCIADO AL TRÉBOL (*Medicago hispida*), EN CONDICIONES DE SECANO”

✓ Bach. QUILLCA DELGADO, ABRAHAN

✓ Bach. RUBELO CÁRDENAS, ARTURO

RESUMEN

El trabajo de investigación fue ejecutado durante la campaña agrícola 2008-2009, se evaluó el efecto de microorganismos efectivos (EM) en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) asociado al trébol (*Medicago hispida*) en condiciones de secano. Dicha evaluación se realizó en diferentes estados fenológicos del cultivo de maíz.

El diseño experimental empleado fue de bloques completamente al azar; con 04 tratamientos y 04 repeticiones, evaluándose los tratamientos T1 (maíz + trébol + EM al suelo), T2 (maíz + trébol + EM foliar), T3 (maíz + trébol+ EM suelo y foliar), y T4 (maíz + testigo).

El presente trabajo fue desarrollado bajo condiciones ambientales del centro poblado de Chilcapata – Parco del distrito de Cosme – Churcampa; comprendido entre las coordenadas geográficas de latitud sur 12° 40' 30", longitud oeste 74° 30' 40" y una altitud de 2830 m.s.n.m. durante los meses de noviembre del 2008 a setiembre del 2009.

La siembra se realizó el 23 de noviembre del 2008, se evaluaron los parámetros a partir del desarrollo fenológico: porcentaje de emergencia, humedad del suelo, biomasa del trébol, materia seca del maíz, altura de planta y rendimiento.

Se concluye que el efecto de la aplicación de microorganismos efectivos(EM) y trébol, evaluado en los diferentes parámetros como: porcentaje de emergencia, humedad del suelo a los 30 y 90 días, biomasa del trébol a los 60 y 120 días, materia seca del maíz a los 30 y 90 días y altura de planta no existe diferencia significativa en los tratamientos

estudiados pero si numéricamente, pero en algunos parámetros estudiados como: la humedad del suelo a los 150 días, materia seca del maíz a los 150 días y rendimiento final de grano seco se observó según la prueba de Duncan al 95 % de confiabilidad el efecto de la aplicación de microorganismos efectivos(EM) y trébol, confirma que en el resultado de análisis de varianza hay diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Durante las etapas de evaluación, se observó en la comparación de medias Duncan en la materia seca del maíz a los 150 días, humedad del suelo a los 150 días y rendimiento final de grano seco, los tratamientos evaluados del grupo A, T3 (maíz+ trébol+ EM suelo y foliar), T2 (maíz + trébol + EM foliar) y T1 (maíz + trébol + EM al suelo), son superiores numéricamente a T4 (maíz + testigo).del grupo B.

Así mismo el tratamiento T3 (maíz+ trébol+ EM suelo y foliar) es superior numéricamente, lo cual tiene un rendimiento final de grano seco de 3 748.33 kg/ha, comparado con el testigo que tiene 3 366.67 kg/ha en promedio.

Los datos evaluados fueron procesados en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Huancavelica.

ABSTRACT

The research was carried out during the crop year 2008-2009, we evaluated the effect of effective microorganisms (EM) in the performance of maize (*Zea mays* L.) associated with clover (*Medicago hispida*) in rainfed conditions. This evaluation was performed in different phenological stages of maize crop.

The experimental design used was completely randomized blocks, with 04 treatments and 04 repetitions, evaluating treatments T1 (corn + clover + EM to the ground), T2 (corn + clover + EM leaf), T3 (corn + clover + EM ground leaf) and T4 (maize + control).

This work was developed under environmental conditions of the town of Chilcapata - Parco District Cosme - Churcampá; between the geographical coordinates of latitude 12 ° 40 '30 "west longitude 74 ° 30' 40" and an altitude of 2830 m. during the months of November 2008 to September 2009.

The trial was established on November 23, 2008, we evaluated the parameters from the phonological development: emergence percentage, soil moisture, biomass, clover, corn dry matter, plant height and yield.

We conclude that the effect of the application of effective microorganisms (EM) and Shamrock, evaluated on different parameters such as emergence percentage, soil moisture at 30 and 90 days, clover biomass at 60 and 120 days, dry matter corn at 30 and 90 days and plant height no significant difference in the treatments studied but numerically, but in some studied parameters such as: soil moisture at 150 days, dry matter of maize at 150 days and final yield of dry grain was observed by Duncan test at 95% confidence the effect of the application of effective microorganisms (EM) and clover, confirms than the result of analysis of variance no significant difference between treatments.

During the evaluation stages, was observed in the comparison of means Duncan in the dry matter of maize at 150 days, soil moisture at 150 days and final yield of dry grain, the treatments evaluated in group A, T3 (corn + clover + soil and foliar EM), T2 (corn leaf + clover + EM) and T1 (clover + corn + ground EM) are numerically superior to T4 (maize + control). in group B.

Likewise, the treatment T3 (clover + corn + soil and foliar EM) is numerically superior, which has a final yield of dry grain 3 748.33 kg / ha, compared with the control that has 3 366.67 kg / ha on average.

The evaluated data were processed in the soil laboratory of the Faculty of Agrarian Sciences of the Universidad Nacional de Huancavelica.

INTRODUCCIÓN

La agricultura moderna se caracteriza por la obtención de altos rendimientos mediante el uso de insumos químicos que, en muchos casos, se usan en forma indiscriminada, causando en el mediano plazo el deterioro del medio ambiente. Sin embargo, en la zona campesina de la sierra peruana, se hace práctica aun una agricultura con bajos insumos, ciertamente con rendimientos adecuados y sostenibles, gracias a la presencia dinámica de los componentes orgánicos y cultivos de cobertura que sostienen la fertilidad natural del suelo y mantienen rendimientos adecuados para el poblador rural andino.

De acuerdo a las investigaciones realizadas, el comportamiento de microorganismos efectivos (EM) suelo y foliar; ha contribuido a incrementar el rendimiento en las cosechas, reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos y la emisión de gases tóxicos como el N_2O , obteniéndose beneficios económicos y ambientales, de la misma forma la actividad del trébol como cultivo de cobertura en el cultivo de maíz, tendría un rol de mantenimiento

de la fertilidad y humedad de aquellas chacras maiceras de la zona.

El monocultivo tradicional del maíz en las zonas maiceras del distrito de Cosme provincia de Churcampa (Chilcapata - Parco), sin el empleo de fertilizantes sintéticos, ofrece las condiciones adecuadas para tratar de entender algunos aspectos sobre la actividad de microorganismos efectivos (EM) existentes en el suelo y el trébol como cultivo de cobertura, en relación a la producción del cultivo de maíz.

Asimismo, en este agro ecosistema el no uso de los agroquímicos y sus propias prácticas agrícolas posibilitan el equilibrio productivo de las poblaciones biológicas, hecho que se manifiesta en una producción de cosecha sana y abundante. Bajo las condiciones mencionadas, se plantea la hipótesis que estos microorganismos están presentes en el suelo donde se cultiva el maíz, del mismo modo el trébol se encuentra disponible en el suelo como una maleza.

El cultivo de maíz

La especie mays, fue dividida por Sturtevant en 1899 y Kuleschow en 1933, de acuerdo a la textura y estructura del endospermo en siete grupos: tunicado, reventón, cristalino, amiláceo, dentado, dulce, ceroso y adicionalmente solo en Perú se ha identificado el denominado maíz morocho. El endospermo se refiere a la reserva energética del grano y ocupa hasta el 80% del peso del grano. Contiene aproximadamente el 90% de almidón y el 9% de proteínas, y pequeñas cantidades de aceites, minerales y elementos traza. De los grupos mencionados anteriormente, dos son considerados de importancia económica para nuestro país. Así mismo **Campero, 1983** menciona que el Perú destaca por poseer diversidad de morfotipos de maíz amiláceo siendo uno de ellos "carhuay" caracterizado por presentar granos con endospermo blando, suave amiláceo de color amarillo, pericarpio de color amarillo. El endospermo de este grupo está compuesto casi exclusivamente de un almidón muy blando, que se raya fácilmente con la uña aún cuando el grano no esté maduro y pronto para cosechar que presenta su altura alcanza dos metros cincuenta o mas dependiendo del clima donde se siembra; asimismo es una variedad precoz, el color de su grano es amarillo.

Fisiología del maíz.

El maíz (*Zea mays* L.) es una planta que pertenece a la familia Gramineae, su carácter monoico y su morfología característica resultan de la supresión, condensación y multiplicación de varias partes de la anatomía básica de las gramíneas. Siendo el maíz una de las más eficientes plantas almacenadoras de energía existentes en la naturaleza. (Magalhaes, 1995).

Botánica del maíz

Según Palomino (1994) La planta del maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual.

- ❖ **Tallo.-** El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones.
- ❖ **Inflorescencia.-** El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta.
- ❖ **Hojas.-** Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes.
- ❖ **Raíces.-** Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. (Márquez, 1991).

Microorganismos efectivos.

Según Higa y Wididana (1991), precisan que los microorganismos efectivos, más conocidos como EM, son una combinación de microorganismos benéficos de origen natural, y cuando entran en contacto con la materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Igualmente mediante su acción cambian el micro y macroflora de los suelos, y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades, además promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus del suelo.

Efectos del EM en las plantas

- ✓ Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.

- ✓ Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- ✓ Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- ✓ Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- ✓ Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

Trébol (*Medicago hispida* G.)

Según aportes de **Correa (1 984)**, el trébol (*Medicago hispida* G.) es de tallos débiles, de 10 a 50 cm de altura, hojas trifoliadas, folíolos obovados, de truncados a retusos en el ápice, con margen aserrado; estípulas laciniadas. Flores de corola amarilla, poco aparentes, en racimos con 3 a 8 flores, con pedúnculo de longitud variable. Fruto espiralado, de cilíndrico a discoideo, con aguijones laterales más o menos ganchudos y un surco en su base; 1,5 a 4 espiras, la apical más ancha que las restantes. De climas mediterráneos. Especie muy adaptada al calor y a la sequía pero poco tolerante a baja temperatura y a heladas. Prefiere suelo calizo.

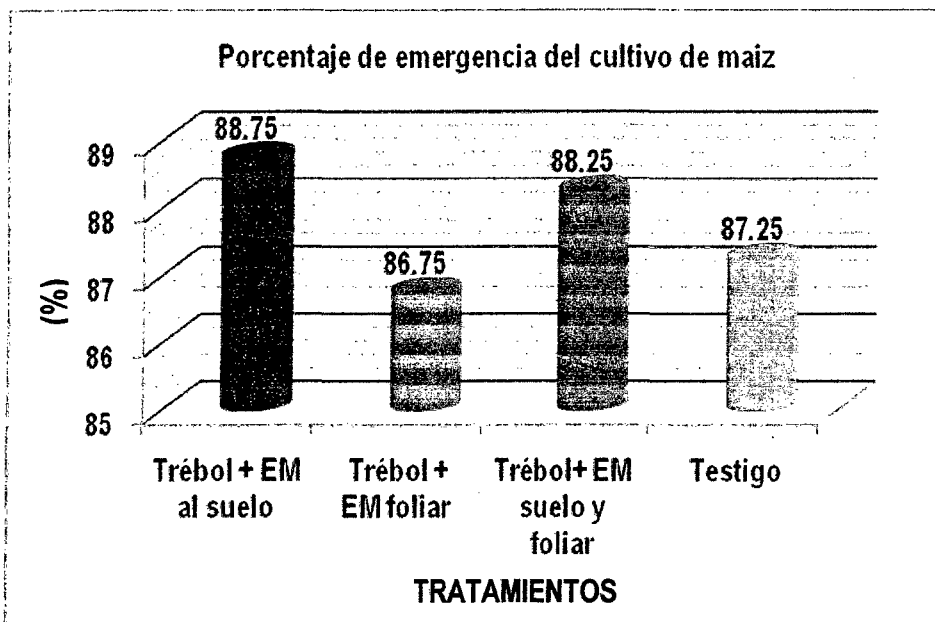
Materiales, equipos y herramientas que se utilizo

Materiales	Equipos y herramientas
➤ Cuaderno de trabajo	➤ Balanza de precisión
➤ Lapicero	➤ Flexómetro
➤ Papel bond	➤ Tijera de podar
➤ Plumón	➤ Bandejas
➤ Engrapador	➤ Pico
➤ Bolsa plástica	➤ Hoz
➤ Lata de leche	➤ Manta
➤ Calculadora	➤ Costales
	➤ Balanza
	➤ Pala
	➤ Estufa

RESULTADOS

4.1. Porcentaje de emergencia

El presente grafico se muestra el porcentaje de emergencia evaluado a los 20 días después de la siembra del cultivo de maíz, los tratamientos evaluados EM al suelo hay diferencia numéricamente en comparación al T1 y T4. Estas diferencias numéricas se deben posiblemente al efecto de EM., tendencia de que los microorganismos efectivos influyen en la emergencia.

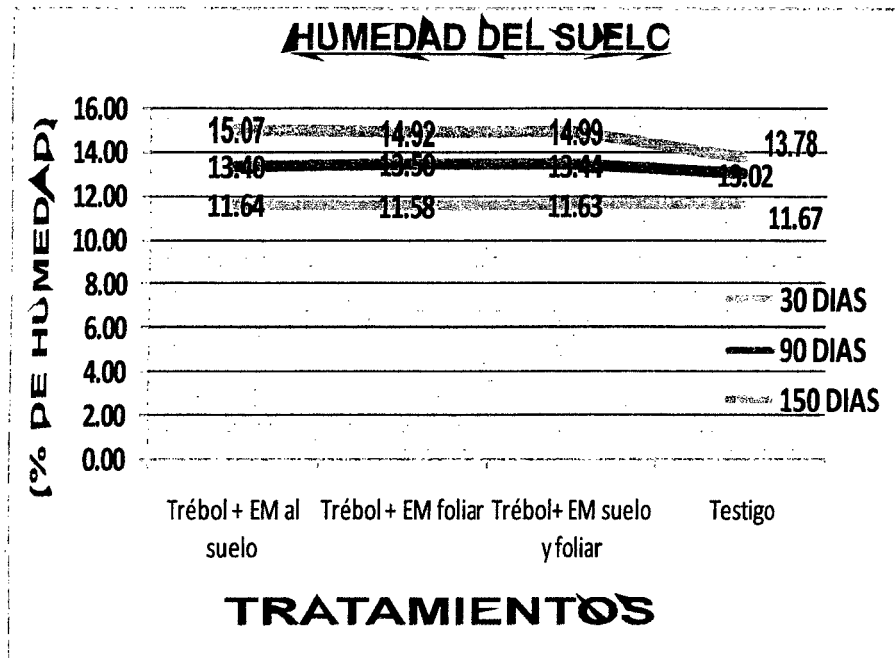


Humedad del suelo

La humedad del suelo evaluado a los 30, 90 días después de siembra del cultivo de maíz con tratamientos EM al suelo, EM foliar y EM suelo y foliar no hay diferencia significativa en comparación al testigo, esto se debe posiblemente que no hay efecto de los EM ya que el trébol recién se instalo al segundo aporque, pero se tuvo una diferencia numérica del suelo en comparación al testigo.

Humedad del suelo evaluados a los 150 días después de siembra, con tratamientos trébol + EM al suelo, trébol+ EM foliar y trébol+ EM suelo y foliar hay diferencia significativa en comparación al testigo. Estas diferencias significativas se deben posiblemente al efecto del trébol ya que en este periodo vegetativo cubre totalmente

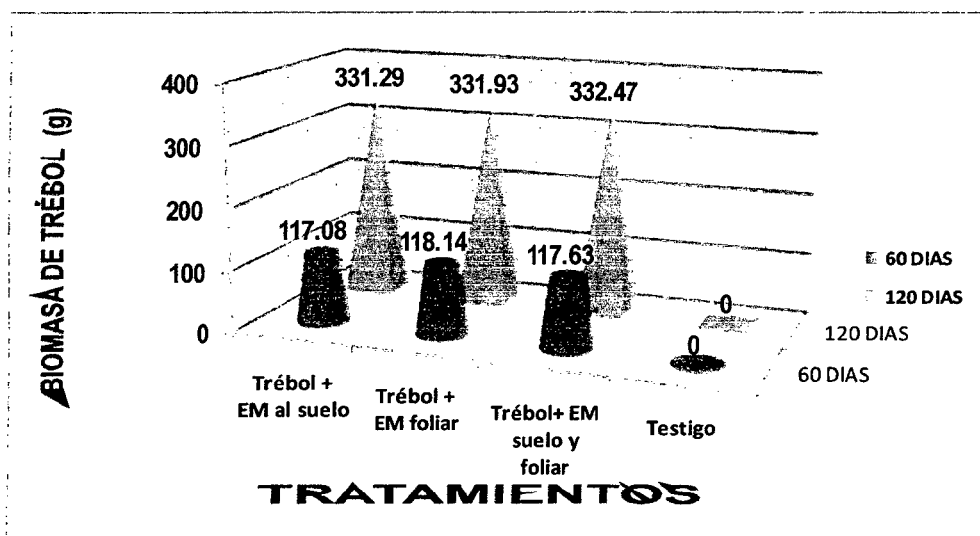
el superficie del suelo por tanto la perdida de agua por efecto de la evaporación es menor comparado con el testigo.



Biomasa del trébol

La biomasa evaluados a los 60 y 120 días después de la emergencia del trébol en tratamientos trébol + EM al suelo, trébol + EM foliar, trébol + EM suelo y foliar; no difieren estadísticamente entre ellos, pero si se vieron diferencias numéricas por el tratamiento EM foliar posiblemente se debe a los efectos indirectos que haya contribuido los EM.

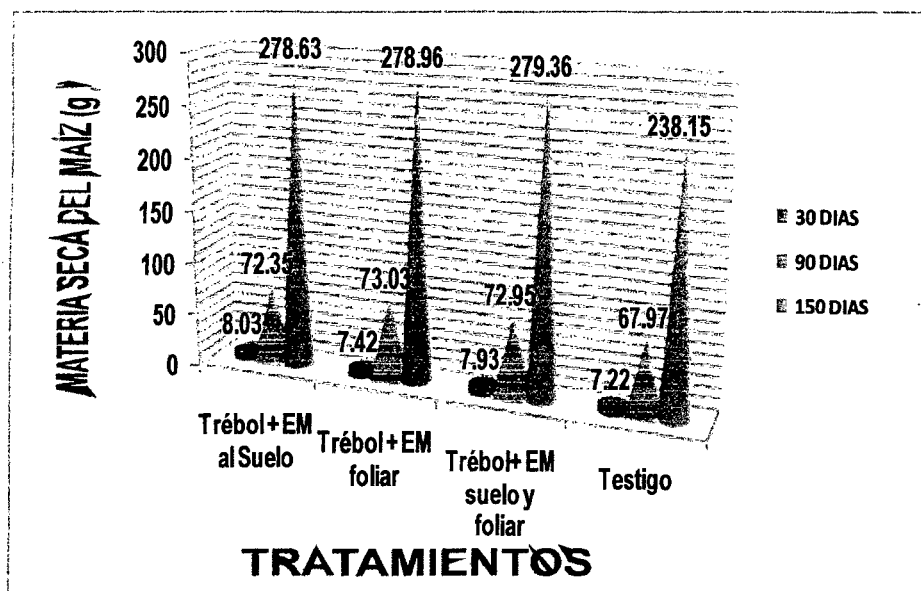
En general los EM aplicados foliarmente influyen indirectamente en la biomasa del trébol.



Materia seca del cultivo de maíz

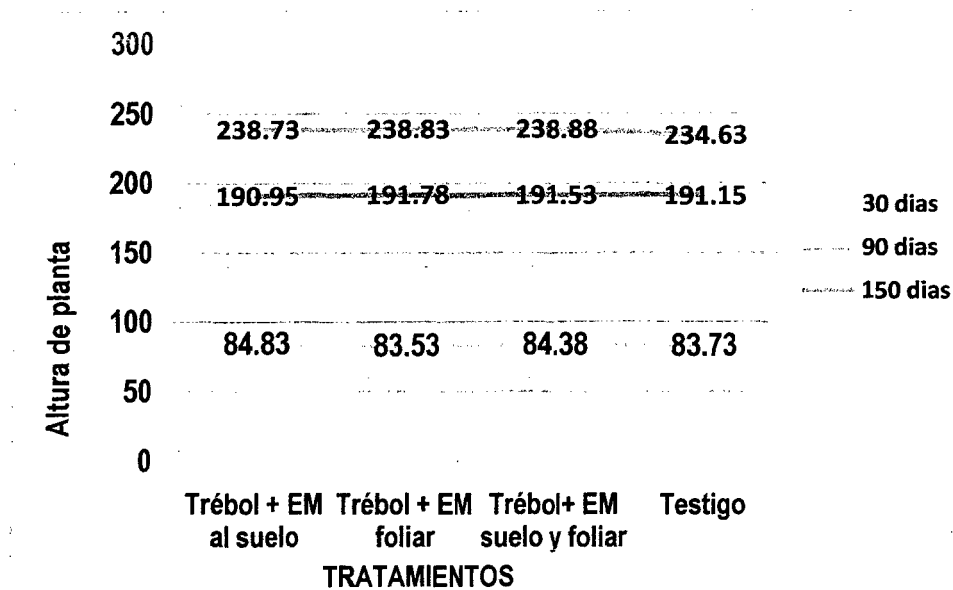
La materia seca del cultivo de maíz evaluados a los 30 y 90 días después de la siembra, con tratamientos EM al suelo, EM foliar y EM suelo y foliar; no hay diferencia estadística entre los tratamientos en estudio, pero si hay diferencia numérica en comparación al testigo. Estas diferencias numéricas se deben posiblemente al efecto de los microorganismos efectivos y trébol.

La materia seca del maíz evaluado a los 150 días después de siembra, trébol + EM al suelo, trébol+ EM foliar y trébol+ EM suelo y foliar hay diferencia estadística en comparación al testigo. Estas diferencias significativas se deben posiblemente al efecto de los microorganismos efectivos y el trébol, ya que los tratamientos T3, T2 y T1 difieren estadísticamente en comparación con el testigo.



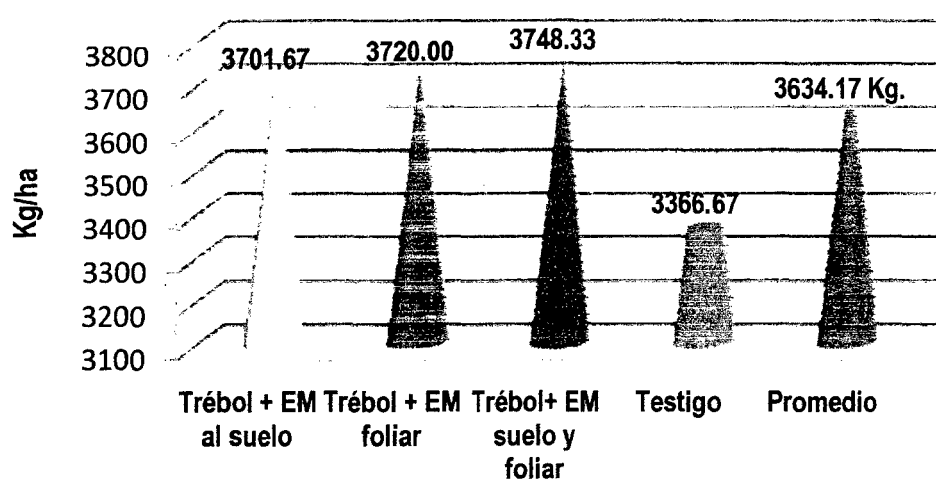
Altura de planta

La altura de planta del cultivo de maíz evaluados a los 30, 90 y 150 días después de la siembra con tratamientos trébol + EM suelo, trébol + EM foliar, trébol + EM suelo y foliar, no difieren estadísticamente pero si hay diferencia numérica en comparación al testigo, posiblemente esto se debe al efecto de los EM y el trébol en el crecimiento de la planta



Rendimiento final

El rendimiento final del cultivo de maíz evaluados con tratamientos trébol + EM al suelo, trébol + EM foliar y trébol + EM suelo y foliar; hay diferencia significativa en comparación al testigo, esto se debe posiblemente con la aplicación de que los microorganismos efectivos y trébol influyen en el rendimiento final de grano seco del maíz. La aplicación de los microorganismos efectivos y trébol EM suelo y foliar influye numéricamente en el rendimiento del final del cultivo.



Estimación del rendimiento final de grano seco por hectárea en promedio

Para evaluar este parámetro se cosecho toda la parcela experimental que ocupaban en un área de 30 m², 4 tratamientos con 4 bloques; cuyo promedio se llevó a rendimiento por hectárea.

En base a la biomasa obtenida de grano seco, como se muestra la fórmula para calcular el rendimiento final de grano seco en promedio por ha

$$\begin{array}{rcl} 480 \text{ m}^2 & \text{—————} & 174.44 \text{ kilos} \\ 10\,000 \text{ m}^2 & \text{—————} & X \\ X = 3\,634.17 \text{ kilos/ ha la producción en promedio.} \end{array}$$

Con respecto al rendimiento **Calderón (1987)** infirió un rendimiento de 6.39 t ha⁻¹ en la zona de Oyolo–Ayacucho. Igualmente **Huauya (2001)** reportó un rendimiento de 7.4 t ha⁻¹ para la misma zona (Oyolo – Ayacucho). Se puede deducir que al término de cada campaña, descontando el consumo realizado por el ganado, queda una buena cantidad de rastrojo (follaje + raíces) el cual junto a los residuos provenientes de campañas anteriores constituye un buen sustrato, tanto para las propiedades físicas del suelo como en el favorecimiento de la actividad microbiana

Se evaluó a la cosecha, cosechándose toda la parcela experimental, cuyo rendimiento final se proyectó a ha.

Ritmo de crecimiento y emergencia del maíz (carhuay) en cm/día (en promedio)

Ritmo de crecimiento del cultivo de maíz (carhuay)		
30 días	90 días	150 días
3.82	2.33	1.67
Emergencia de maíz (cahuay) a los 8 días después de la siembra		

Factores que influyen en el crecimiento del maíz

Los principales factores que influyen en el crecimiento del maíz son los siguientes:

- ✓ Temperatura
- ✓ Humedad

- ✓ Horas de luz
- ✓ Características físicas y químicas de suelo
- ✓ Ph

CONCLUSIONES

- ✓ La aplicación de microorganismos efectivos no influye en el porcentaje de emergencia de maíz.
- ✓ La aplicación de microorganismos efectivos y trébol, no influye en la humedad del suelo medidos a los 30 y 90 días, pero si influye a los 150 días.
- ✓ La aplicación de microorganismos efectivos y trébol, no influye en la producción de biomasa del trébol a los 60 y 120 días y de materia seca del maíz a los 30 y 90 días pero si influye a los 150 días
- ✓ La aplicación de microorganismos efectivos y trébol, no influye en el crecimiento de la planta medidos a los 30,90 y 150 días.
- ✓ La aplicación de microorganismos efectivos y trébol influye en el rendimiento de grano seco.
- ✓ Así mismo el tratamiento T3 (Maíz+ Trébol+ EM suelo y foliar) tiene un rendimiento de grano seco con 3 748.33 kg/ha, comparado con el testigo que tiene 3 366.67 kg/ha en promedio
- ✓ El trébol como cobertura si influye estadísticamente sobre la humedad del suelo evaluado a los 150 días se observó en la comparación de medias Duncan al 0.05 de probabilidad, nos indica que la de menor humedad se suelo presento el tratamiento T4 (testigo) 13.78 %, siendo el único perteneciente al grupo B, y la mayor humedad presentaron los tratamientos de grupo A T1 (trébol + EM al suelo), T2 (trébol+ EM foliar) y T3 (trébol+ EM suelo y foliar) llegando el máximo de humedad de 15.07 %, hay una tendencia numérica de conservar la humedad suelo en comparacion con el testigo.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ✓ Águila, N. y Enríquez, C. 1 999. Elaboración de Bioabonos y su evaluación en un cultivar de brócoli brassica olerácea L., var. Botrytis Tesis Ing. Agr. Loja, Ec, Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. 83 p.

- ✓ Altieri Clades, Miguel 1 997. Agroecológica - bases científicas para una agricultura sustentable.
- ✓ Amadeo Carlos Alberto 1 988. Métodos de mejoramiento de campo natural y praderas cultivadas. Siembra en cobertura. UBA La Plata Cereal S.A.
- ✓ Arone Gaspar, Gregorio José. 2 007. Efecto de dos sistemas de rotación de cultivos en Oyolo (Ayacucho-Perú) en la presencia de hongos micorrícicos y bacterias fijadoras de nitrógeno y su influencia en los rendimientos. Tesis para optar el grado de magister Scientiae en la Escuela de Post Grado UNALM. 350 p.
- ✓ Benacchio, S. 1 982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. Un compendio. FONAIAP, Caracas, 202 p.
- ✓ Bernabé, G. 1 996. Bases biológicas y ecológicas de la acuicultura. Editorial Acribia S.A. España.
- ✓ Calzada Venza, José. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Juridica S.A. 640 p.
- ✓ Campero, G. 1 983. La toma de decisiones de cultivadores de maíz en los llanos occidentales relativa al clima y otros factores. En información agroclimática para el Desarrollo. Reviviendo la Revolución Verde. FONAIAP-BID. Caracas, 578 p.
- ✓ Córdoba, C. E.; varón de agudelo, f.; marmolejo, f. 1998. Ciclo vegetativo del cultivo del *maíz Zea mays L.* en el Valle del Cauca. XIX Congreso Nacional
- ✓ Cordone, G. y Hansen O. 1 986. EERA INTA Pergamino. Carpeta de Producción Vegetal N° 80. Pergamino, Buenos Aires, Argentina.
- ✓ Correa, M. N. 1 984. Flora patagónica. Parte IVb. Dicotyledoneae: Dialipétalas (Droseraceae a Leguminosae). Colección Científica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Tomo VIII. Buenos Aires. Argentina.
- ✓ De León, C. 2003. Enfermedades importantes del maíz en Colombia. En memorias del seminario taller. Actualización en el manejo de enfermedades y plagas del cultivo del maíz en el Valle del Cauca. Ascolfi - ICA - Fenalce, Tuluá. Oct. 31- Nov. 1/03.
- ✓ Delorit 1 986. Producción agrícola, decimo primera edición.
- ✓ Espinosa G., F. J. y J.Sarukhán, 1 997. Manual de malezas del valle de México. Claves, descripciones e ilustraciones. Universidad Nacional Autónoma de México y

- Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- ✓ Fontana, H. 1 981. Perspectivas de la producción de maíz en Venezuela. Fundación Polar, informe, Caracas, 31 p.
 - ✓ Higa y Wididana 1 991. Tipos de microorganismos. En: <http://www.EME.com>. (consulta 16 de octubre del 2 008).
 - ✓ <http://www.agroterra.com/p/em-1-microorganismos-efectivos-de-teruo-higa-12869/12869>. 22/12/2009.
 - ✓ Huauya, M. 2 001. Evaluación de bacterias libres fijadoras de N₂ durante el ciclo vegetativo del cultivo de maíz (*Zea mays*) bajo el sistema de agricultura natural en Oyolo – Ayacucho. Tesis para optar el Título de Biólogo. UNALM – PERU.
 - ✓ Izaguirre y Mayoral, M. L. C. Labandera y J. Sanjuán, 2 007. Biofertilizantes en Ibero América: Una visión técnica, científica y empresarial. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Uruguay.
 - ✓ Manrique Chávez, P. A. 1 997. El maíz en el Perú. Concytec. Perú.
 - ✓ Manrique, CH. A. 1 985. El maíz en el Perú. Fondo del libro del Banco Agrario. Lima. 344p.
 - ✓ Márquez, 1 991. El maíz en el Perú, segunda edición, cap. 8, 10
 - ✓ Martínez-Toledo MV *et al.*, 1 991. Trends Soil Sci. 1:15-23.
 - ✓ Nieto, C. 2 006. Instituto Agropecuario Colombiano ICA, Bogotá – Colombia.
 - ✓ Olivera, J. 1 998. Guía para formular un plan de manejo agroecológico en un predio. Quito, Ec., CEA (Coordinación Ecuatoriana de Agroecología). 90 p.
 - ✓ Palomino 1 994. Cultivo de maíz en el Perú, Edit. Acribia. España cap. 5, 6, 7.
 - ✓ Parsons David B. 1 990. Manual para educación agropecuaria de maíz. Segunda edición editorial Trillas. 56 p.
 - ✓ Rimache Artica mijail 2 008. Cultivo de maíz. Primera edición editorial Macro E.I.R.L.
 - ✓ Valero, N. 2 003. Potencial biofertilizante de bacterias diazótrofes y solubilizadoras de fosfatos asociadas al cultivo de arroz (*Oryza sativa* L). Tesis de Maestría en Microbiología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
 - ✓ Villaseñor Ríos, J. L. y F. J. Espinosa García, 1 998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario y Fondo de Cultura Económica, México, D.F.

ANEXOS

DATOS ORIGINALES DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS

Anexo 1. Datos originales de porcentaje de emergencia del cultivo de maíz en (%)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	91	86	87	84	348	87.00
II	87	87	88	90	352	88.00
III	89	85	90	87	351	87.75
IV	88	89	88	88	353	88.25
Σ	355	347	353	349	1404	351.00
PROMEDIO	88.75	86.75	88.25	87.25	351	87.75

Anexo 2. Datos originales de humedad del suelo a los 30 días (%)

BLOQUE	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	11.42	11.09	11.68	12.22
II	12.08	12.15	12.45	11.70
III	11.32	11.55	11.47	11.80
IV	11.72	11.51	10.92	10.95

Anexo 3. Datos transformados a $\sqrt{x}$ de humedad del suelo a los 30 días (%)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	3.38	3.33	3.42	3.50	13.62	3.41
II	3.48	3.49	3.53	3.42	13.91	3.48
III	3.36	3.40	3.39	3.44	13.58	3.40
IV	3.42	3.39	3.30	3.31	13.43	3.36
Σ	13.64	13.61	13.64	13.66	54.55	13.64
PROMEDIO	3.41	3.40	3.41	3.42	13.64	3.41

Anexo 4. Datos originales de humedad del suelo a los 90 días (%)

BLOQUE	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	12.75	13.65	13.45	13.10
II	13.15	13.50	13.26	12.86
III	14.01	13.85	13.64	13.15
IV	13.69	12.98	13.40	12.95

Anexo 5. Datos transformados a $\sqrt{x}$ de humedad del suelo a los 90 días (%)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	3.57	3.69	3.67	3.62	14.55	3.64
II	3.63	3.67	3.64	3.59	14.53	3.63
III	3.74	3.72	3.69	3.63	14.78	3.70
IV	3.70	3.60	3.66	3.60	14.56	3.64
Σ	14.64	14.69	14.66	14.43	58.43	14.61
PROMEDIO	3.66	3.67	3.67	3.61	14.61	3.65

Anexo 6. Datos originales de humedad del suelo a los 150 días (%)

BLOQUE	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	15.22	15.23	14.89	14.12
II	14.30	14.18	14.55	13.38
III	15.44	14.25	14.61	14.16
IV	15.32	16.00	15.90	13.45

Anexo 7. Datos transformados a $\sqrt{x}$ de humedad del suelo a los 150 días (%)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	3.90	3.90	3.86	3.76	15.42	3.86
II	3.78	3.77	3.81	3.66	15.02	3.75
III	3.93	3.77	3.82	3.76	15.29	3.82
IV	3.91	4.00	3.99	3.67	15.57	3.89
Σ	15.53	15.44	15.48	14.85	61.30	15.32
PROMEDIO	3.88	3.86	3.87	3.71	15.32	3.83

Anexo 8. Análisis de varianza de humedad del suelo a los 150 días del cultivo de maíz en (%) con datos transformados a $\sqrt{x}$

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	3	0.077	0.026	5.884	3.86	*
Bloque	3	0.041	0.014	3.108	3.86	NS
Error	9	0.039	0.004			
Total	15	0.157				
X= 3.831		S = 0.066			CV = 1.727%	

Anexo 9. Comparación de medias Duncan al 95 % de probabilidad de humedad de suelo a los días.

Orden merito	Tratamientos	Promedios de datos - Duncan	Sig.
a	1	15.07	A
b	3	14.99	A
c	2	14.92	A
d	4	13.78	B

Anexo 10. Datos originales de biomasa del trébol a los 60 días (g)

BLOQUE	TRATAMIENTOS			Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3		
I	112.86	122.09	117.63	352.58	117.53
II	121.22	117.06	118.24	356.52	118.84
III	117.48	118.65	114.51	350.64	116.88
IV	116.76	114.77	120.15	351.68	117.23
Σ	468.32	472.57	470.53	1411.42	470.47
PROMEDIO	117.08	118.14	117.63	352.86	117.62

Anexo 11. Datos originales de biomasa del trébol a los 120 días (g)

BLOQUE	TRATAMIENTOS			Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3		
I	332.70	326.12	329.34	988.16	329.39
II	331.18	334.56	337.84	1003.58	334.53
III	326.45	330.76	333.89	991.10	330.37
IV	334.84	336.29	328.80	999.93	333.31
Σ	1325.17	1327.73	1329.87	3982.77	1327.59
PROMEDIO	331.29	331.93	332.47	995.69	331.90

Anexo 12. Datos originales de materia seca del cultivo de maíz a los 30 días (g)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	7.46	6.99	7.72	7.48	29.64	7.41
II	8.23	7.58	8.22	6.87	30.89	7.72
III	7.63	7.47	8.87	7.63	31.59	7.90
IV	8.81	7.67	6.92	6.92	30.31	7.58
Σ	32.13	29.70	31.71	28.89	122.42	30.61
PROMEDIO	8.03	7.42	7.93	7.22	30.61	7.65

Anexo 13. Datos originales de materia seca del cultivo de maíz a los 90 días (g)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	75.19	71.87	74.75	70.30	292.10	73.03
II	70.68	73.27	58.60	65.30	267.85	66.96
III	69.30	76.79	76.11	69.04	291.24	72.81
IV	74.25	70.20	82.34	67.24	294.02	73.51
Σ	289.41	292.13	291.80	271.88	1145.21	286.30
PROMEDIO	72.35	73.03	72.95	67.97	286.30	71.58

Anexo 14. Datos originales de materia seca del cultivo de maíz a los 150 días (g)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	281.62	261.17	283.58	258.00	1084.37	271.09
II	248.25	308.46	281.27	228.73	1066.70	266.68
III	303.17	275.44	302.60	235.47	1116.67	279.17
IV	281.49	270.77	249.99	230.43	1032.67	258.17
Σ	1114.52	1115.84	1117.44	952.62	4300.41	1075.10
PROMEDIO	278.63	278.96	279.36	238.15	1075.10	268.78

Anexo 15. Análisis de varianza de materia seca a los 150 días del cultivo de maíz (g)

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	3	5002.029	1667.343	3.887	3.86	*
Bloque	3	921.193	307.064	0.716	3.86	NS
Error	9	3860.891	428.988			
Total	15	9784.113				

$$X = 268.775$$

$$S = 20.712$$

$$CV = 7.706$$

Anexo 16. Comparación de medias Duncan al 95 % de probabilidad de materia seca a los 150 días

Orden merito	Tratamientos	Promedios de datos - Duncan	Sig.
a	3	279.36	A
b	2	278.96	A
c	1	278.63	A
d	4	238.15	B

Anexo 17. Datos originales de altura de planta a los 30 días del cultivo de maíz (cm)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	81	79	84	88	332.00	83.00
II	86	85	85.2	79.9	336.10	84.03
III	85.2	84.6	87.3	82	339.10	84.78
IV	87.1	85.5	81	85	338.60	84.65
Σ	339.30	334.10	337.50	334.90	1345.80	336.45
PROMEDIO	84.83	83.53	84.38	83.73	336.45	84.11

Anexo 18. Datos originales de altura de planta a los 90 días del cultivo de maíz (cm)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	195.1	190	192	196	773.10	193.28
II	188.7	189	182	188	747.70	186.93
III	187	201.1	192.1	191	771.20	192.80
IV	193	187	200	189.6	769.60	192.40
Σ	763.80	767.10	766.10	764.60	3061.60	765.40
PROMEDIO	190.95	191.78	191.53	191.15	765.40	191.35

Anexo 19. Datos originales de altura de planta a los 150 días del cultivo de maíz (cm)

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	241	234	239	240	954.00	238.50
II	233.2	244	241.5	236	954.70	238.68
III	243	239.3	242	232.5	956.80	239.20
IV	237.7	238	233	230	938.70	234.68
Σ	954.90	955.30	955.50	938.50	3804.20	951.05
PROMEDIO	238.73	238.83	238.88	234.63	951.05	237.76

Anexo 20. Datos originales de rendimiento final del grano seco del cultivo de maíz en (kg).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ	PROMEDIO
	T1	T2	T3	T4		
I	10.37	10.76	11.39	10.19	42.71	10.68
II	12.08	10.92	11.48	9.94	44.42	11.11
III	11.73	11.63	11.73	10.12	45.21	11.30
IV	10.24	11.33	10.38	10.15	42.10	10.53
Σ	44.42	44.64	44.98	40.40	174.44	43.61
PROMEDIO	11.11	11.16	11.25	10.10	43.61	10.90

Anexo 21. Análisis de varianza del rendimiento final del cultivo de maíz en (kg).

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG.
					0.05	
Tratamiento	3	3.475	1.158	3.983	3.86	*
Bloque	3	1.577	0.526	1.807	3.86	NS
Error	9	2.617	0.291			
Total	15	7.668				

$\bar{X} = 10.903$

$S = 0.539$

$CV = 4.946\%$

Anexo 22. Comparación de medias Duncan al 95 % de probabilidad de rendimiento final

Orden merito	Tratamientos	Promedios de datos - Duncan	Sig.
a	3	11.25	A
b	2	11.16	A
c	1	11.11	A
d	4	238.15	B

Anexo 23. Trazado del terreno



Anexo 24. Apertura de surcos



Anexo 25. Semilla de maíz amiláceo (carhuay)



Anexo 26. Siembra de maíz



Anexo 27. Preparación de microorganismos efectivos



Anexo 28. Aplicación de EM al suelo



Anexo 29. Tapado de surcos



Anexo 30. Aplicación de EM vía foliar



Anexo 31. Primer aporque



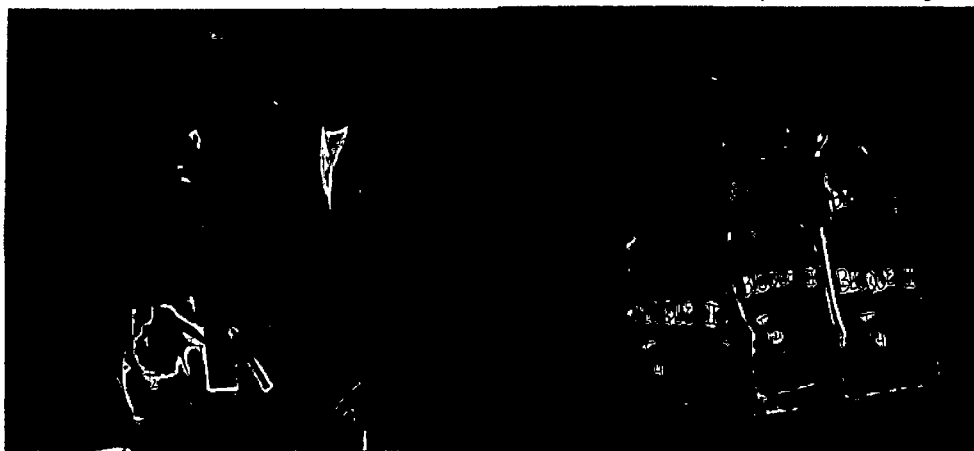
Anexo 32. Muestras del maíz a los 30 días después de siembra



Anexo 33. Determinación de altura de planta del cultivo de maíz



Anexo 34. Determinación de biomasa de maíz a los 30 días después de emergencia



Anexo 35. Evaluación de humedad del suelo



Anexo 36. Evaluación de temperatura del suelo



Anexo 37. Siembra de trébol



Anexo 38. Aplicación de EM foliar



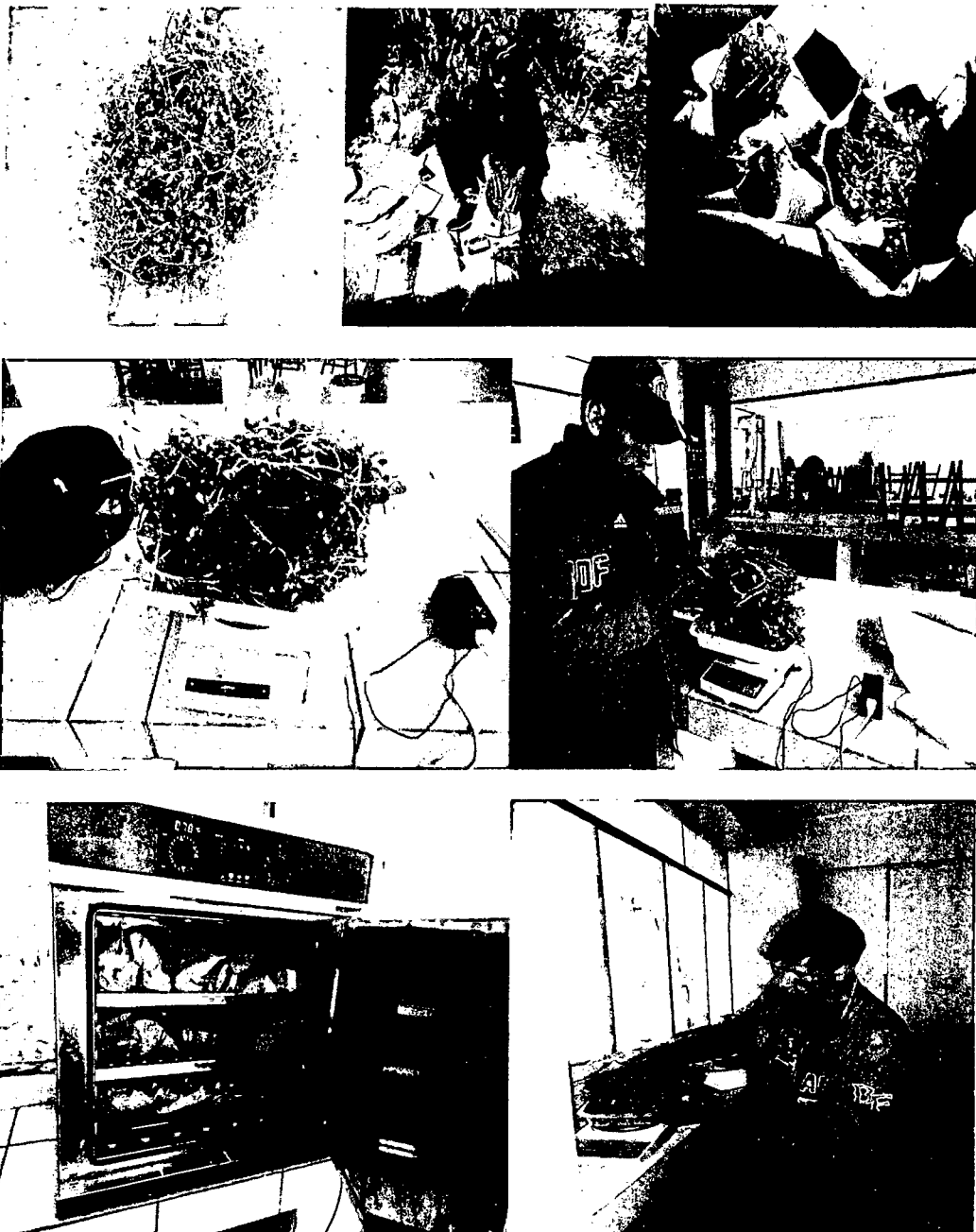
Anexo 39. Segundo aporque del cultivo de maíz



Anexo 40. Trébol asociado al cultivo de maíz



Anexo 41. Evaluación de biomasa del trébol



Anexo 42. Determinación del rendimiento final grano seco del cultivo de maíz



Anexo 43. Pesado de grano seco del maíz



Anexo 44. Costo de producción orgánica de maíz por hectárea

Rubro/actividades	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario S/.	Costo total S/.
I. COSTOS DIRECTOS				2435.00
1 Preparación de terreno				
Mano de obra	Jornal	4	20.00	80.00
yunta	yunta/día	2	50.00	100.00
2. Siembra				
Mano de obra	Jornal	10	20.00	200.00
yunta	yunta/día	2	50.00	100.00
Semilla de maíz	Kilo	50	3.00	150.00
Semilla de trebol	Kilo	8	30.00	240.00
3. Labores culturales				
Mano de obra	Jornal	15	20.00	300.00
4. Abonamiento				
Mano de obra	Jornal	3	20.00	60.00
Guano de corral	Sacos	10	6.00	60.00
Microorganismos efectivos (EM)	Litros	5	45.00	225.00
Pesticidas Orgánico	Litros	20	5.00	100.00
5. Cosecha				
Mano de obra	Jornal	15	20.00	300.00
Materiales	Sacos	60	2.00	120.00
6. Post Cosecha				
Mano de obra	Jornal	20	20.00	400.00
II. COSTOS INDIRECTOS				50.00
1. Transporte	Sacos	25	2.00	50.00
Total				2485.00

RESUMEN

Costos directos	S/.	2435.00
Costos indirectos	S/.	50.00
Costo producción	S/.	2485.00
VALORACIÓN DE LA COSECHA		
Rendimiento grano seco	Kg/Ha	3634.17
Precio de venta	S/.	2.30
Valor bruto total	S/.	8358.591
ANÁLISIS ECONÓMICO		
Valor bruto de la producción total	S/.	8358.591
Costo producción total	S/.	2485
Utilidad de Producción	S/.	5873.59
Índice de rentabilidad	S/.	3.4