

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROECOLÓGICA
Y DESARROLLO RURAL



TESIS:

**“MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA FENOLOGÍA Y RENDIMIENTO DEL
MAÍZ MORADO (*Zea mays* L) EN HUARAL – LIMA”**

Presentado por:

Zulma Carbonelli Mosqueira

Para Optar El Título

Ingeniero Agroecólogo Rural

Abancay, Perú

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

Facultad de Ingeniería

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroecológica y Desarrollo Rural



Tesis:

**“MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA FENOLOGÍA Y RENDIMIENTO DEL
MAÍZ MORADO (*Zea mays* L) EN HUARAL – LIMA”**

Presentado por: **Bach. Zulma Carbonelli Mosqueira**, Para optar el título profesional de
Ingeniero Agroecólogo Rural.

Sustentado y aprobado el día 05 del mes de octubre, del año 2020 ante el jurado:

Presidente	: MSc. Juan Silver Barreto Carbajal
Primer miembro	: Ing. Luis Ricardo Paredes Quiroz
Segundo miembro	: Ing. Epifanio Achahue Ccasani
Asesor	: Ing. Niki Franklin Flores Pacheco

ABANCAY – PERÚ
2020.

Agradecimiento

Mi agradecimiento a los docentes, estudiantes y trabajadores administrativos de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, que durante mi permanencia en esta prestigiosa institución academia, me brindaron los conocimientos, sus consejos y atención que fue importante en mi formación profesional

Mi agradecimiento a los docentes, estudiantes y trabajadores de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroecológica y Desarrollo Rural, con los que compartí los conocimientos y aprendizaje, que fueron fundamentales en mi formación profesional

Mi agradecimiento a los compañeros de estudio de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroecológica y Desarrollo Rural, con los que compartí los conocimientos, adquirí experiencias, compartí la amistad, y que fueron parte importante en mi formación personal y profesional.

Mi agradecimiento al Ing. Niki Franklin Flores Pacheco, asesor de la tesis, por su persistencia constante en la ejecución de la investigación, por sus consejos y apoyo permanente

Mi agradecimiento especial al Ing. Orlando Chipana Quispe (Q.E.P.D.), por su apoyo desinteresado en la ejecución de la tesis

A los profesionales e investigadores del Instituto Nacional de Innovación Agraria, en especial a los trabajadores del Centro Experimental Donoso de Huaral, por el apoyo brindado

Mi agradecimiento a los profesionales de la empresa Bioem Perú SAC, por el apoyo brindado en la ejecución de la tesis



Dedicatoria

El trabajo de investigación se lo dedico a Dios, por darme la fortaleza para poder resistir en los momentos difíciles, por darme sabiduría para tomar las decisiones correctas, y darme la persistencia para corregir y enfrentar los errores, para recuperarme, continuar y seguir adelante

El trabajo lo dedico a mi señora Madre Carolina Mosqueira, por el soporte familiar y emocional que me ha brindado en los momentos de mi vida; en los momentos difíciles mostrando paciencia y comprensión; en los momentos de alegría al ser afectuosa y cariñosa

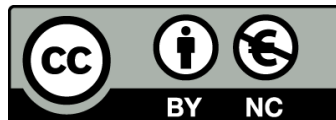
El trabajo de investigación lo dedico a mis hermanas Nora Huayhua Mosqueira y Chela Torres Mosqueira, por el apoyo brindado en toda mi etapa de formación universitaria; por sus consejos y recomendaciones que son importante en mi vida



**“MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA FENOLOGÍA Y RENDIMIENTO DEL
MAÍZ MORADO (*Zea mays* L) EN HUARAL – LIMA”**

Línea de investigación: Recursos hídricos, agricultura, silvicultura y pecuaria sostenible

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
CAPÍTULO I.....	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.1. Descripción del problema.....	5
1.2. Enunciado del problema.....	6
1.2.1 Problema general.....	6
1.2.2 Problemas específicos.....	7
1.3. Justificación.....	7
CAPÍTULO II.....	10
OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	10
2.1. Objetivos de la investigación.....	10
2.1.1 Objetivo general.....	10
2.1.2 Objetivos específicos.....	10
2.2. Hipótesis de la investigación.....	10
2.2.1 Hipótesis general.....	10
2.2.2 Hipótesis específicas.....	11
2.3. Operacionalización de variables.....	11
CAPÍTULO III.....	13
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	13
3.1. Antecedentes.....	13
3.2. Marco teórico.....	16
3.2.1 El cultivo de maíz morado (<i>Zea mays</i> L).....	16
3.2.2 Microorganismos eficientes (EM).....	49

3.3. Marco conceptual.....	69
CAPÍTULO IV	74
METODOLOGÍA.....	74
4.1. Tipo y nivel de investigación.....	74
4.2. Diseño de la Investigación	75
4.3. Población y muestra.....	77
4.4. Procedimiento	79
4.5. Técnicas e instrumentos.....	85
4.6. Análisis estadístico.....	85
CAPÍTULO V.....	90
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	90
5.1. Análisis de los resultados.....	90
5.2. Contratación de los objetivos	118
5.3. Contratación de hipótesis.....	127
5.4. Correlación de las características fenológicas y el rendimiento del maíz morado ...	139
5.5. Discusión.....	142
CAPÍTULO VI	149
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	149
6.1. Conclusiones.....	149
6.2. Recomendaciones	151
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	152
ANEXOS	161

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables, Indicadores e Índices	12
Tabla 2. Nutrientes en 100 gramos de maíz morado	19
Tabla 3. Etapas de crecimiento del maíz	33
Tabla 4. Tratamientos y descripción.....	76
Tabla 5. Unidades experimentales (DBCA).....	77
Tabla 6. Estructura de unidades experimentales	77
Tabla 7. Aleatorización de las parcelas experimentales	86
Tabla 8. Análisis de Varianza.....	87
Tabla 9. Porcentaje de emergencia.....	91
Tabla 10. ANOVA bifactorial para el porcentaje de emergencia.....	92
Tabla 11. Porcentaje de primeras hojas	94
Tabla 12. ANOVA bifactorial para el porcentaje de primeras hojas.....	94
Tabla 13. Altura de tallos (cm).....	96
Tabla 14. ANOVA bifactorial para la altura de tallos	96
Tabla 15. Diámetro de tallo (cm).....	97
Tabla 16. ANOVA bifactorial para el diámetro de tallo	98
Tabla 17. Número de hojas.....	99
Tabla 18. ANOVA bifactorial para el número de hojas.....	100
Tabla 19. Porcentaje de floración.....	101
Tabla 20. ANOVA bifactorial para el porcentaje de floración.....	102
Tabla 21. Porcentaje de fructificación.....	103
Tabla 22. ANOVA bifactorial para el porcentaje de fructificación	104
Tabla 23. Porcentaje de maduración lechosa.....	105
Tabla 24. ANOVA bifactorial para el porcentaje de maduración lechosa	106

Tabla 25. Porcentaje de maduración pastosa.....	107
Tabla 26. ANOVA bifactorial para el porcentaje de maduración pastosa	108
Tabla 27. Porcentaje de maduración cornea.....	109
Tabla 28. ANOVA bifactorial para el porcentaje de maduración cornea	109
Tabla 29. Resultados de la longitud de mazorca (cm).....	110
Tabla 30. ANOVA bifactorial para la longitud de mazorca.....	111
Tabla 31. Resultados del número de mazorcas por planta	112
Tabla 32. ANOVA bifactorial para el número de mazorcas por planta	113
Tabla 33. Resultados del rendimiento de peso de granos (TM/Ha)	114
Tabla 34. ANOVA bifactorial para el rendimiento de peso de granos.....	115
Tabla 35. Resultados de la producción de tusa (TM/Ha)	116
Tabla 36. ANOVA bifactorial para la producción de tusa	117
Tabla 37. Datos estadísticos de la evaluación del efecto de microorganismos eficientes en la fenología del maíz (<i>Zea mays</i> L).....	118
Tabla 38. Datos estadísticos de la evaluación del efecto de microorganismos eficientes en el rendimiento del maíz (<i>Zea mays</i> L).....	119
Tabla 39. Datos estadísticos del porcentaje de emergencia por dosis	120
Tabla 40. Datos estadísticos del porcentaje de primeras hojas por dosis	121
Tabla 41. Datos estadísticos de la altura de tallo por dosis	121
Tabla 42. Datos estadísticos del diámetro de tallo por dosis.....	122
Tabla 43. Datos estadísticos del número de hojas por dosis de EM1.....	122
Tabla 44. Datos estadísticos del porcentaje de floración por dosis de EM1	123
Tabla 45. Datos estadísticos del porcentaje de fructificación por dosis de EM1	123
Tabla 46. Datos estadísticos del porcentaje de maduración lechosa por dosis de EM1	124
Tabla 47. Datos estadísticos del porcentaje de maduración pastosa por dosis de EM1	124

Tabla 48. Datos estadísticos del porcentaje de maduración cornea por dosis de EM1	125
Tabla 49. Datos estadísticos de la longitud de mazorca por dosis de EM1	125
Tabla 50. Datos estadísticos del número de mazorcas por planta por dosis de EM1	126
Tabla 51. Datos estadísticos del rendimiento de granos por dosis de EM1	126
Tabla 52. Datos estadísticos de la producción de tusa por dosis de EM1	127
Tabla 53. Valores de significancia determinados a través de ANOVA para las características fenológicas y rendimiento del maíz morado.....	128
Tabla 54. Comparación de Tukey para la emergencia (%) por tratamiento	129
Tabla 55. Comparación de Tukey para las primeras hojas (%) por tratamiento	130
Tabla 56. Comparación de Tukey para la altura de tallo por tratamiento	131
Tabla 57. Comparación de Tukey para el diámetro de tallo por tratamiento	131
Tabla 58. Comparación de Tukey para el número de hojas por tratamiento	132
Tabla 59. Comparación de Tukey para la floración por tratamiento	133
Tabla 60. Comparación de Tukey para la floración por tratamiento	134
Tabla 61. Comparación de Tukey para la maduración lechosa por tratamiento	134
Tabla 62. Comparación de Tukey para la maduración pastosa por tratamiento.....	135
Tabla 63. Comparación de Tukey para la maduración cornea por tratamiento.....	136
Tabla 64. Comparación de Tukey para la longitud de mazorca por tratamiento.....	137
Tabla 65. Comparación de Tukey para el número de mazorcas por tratamiento	137
Tabla 66. Comparación de Tukey para el rendimiento de producción de granos por tratamiento	138
Tabla 67. Comparación de Tukey para el peso de tusa por tratamiento.....	139
Tabla 68. Correlación de las características fenológicas, rendimiento de producción del maíz morado con las dosis de EM.....	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Adulto y Larva enrollada de <i>Agrotis ipsilon</i>	39
Figura 2. Larva de cogollero y daños en el maíz.....	40
Figura 3. Adulto de <i>Heliothis zea</i>	41
Figura 4. Insectos adultos de <i>Euxesta</i> sp.	42
Figura 5. Evolución de la producción (t) y de la superficie cosechada nacional (Ha)	47
Figura 6. Procesos químicos de la digestión.....	52
Figura 7. Procesos Bioquímicos de las bacterias.....	54
Figura 8. Ciclo vital de <i>Sacharomycetes</i>	57
Figura 9. Ciclo vital del <i>Streptomyces</i> sp.....	59
Figura 10. Criterio de prueba de hipótesis para los efectos del tratamiento.....	89
Figura 11. Diagrama de medias para el porcentaje de emergencia	93
Figura 12. Diagrama de medias para el porcentaje de primeras hojas	95
Figura 13. Diagrama de medias para la altura de tallo	97
Figura 14. Diagrama de medias para el diámetro de tallo.....	98
Figura 15. Diagrama de medias para el numero de hojas.....	100
Figura 16. Diagrama de medias para el porcentaje de floración	102
Figura 17. Diagrama de medias para el porcentaje de fructificación	104
Figura 18. Diagrama de medias para el porcentaje de maduración lechosa.....	106
Figura 19. Diagrama de medias para el porcentaje de maduración pastosa	108
Figura 20. Diagrama de medias para el porcentaje de maduración cornea	110
Figura 21. Diagrama de medias para la longitud de mazorca	112
Figura 22. Diagrama de medias para el número de mazorcas por planta.....	114
Figura 23. Diagrama de medias para rendimiento de peso de granos	115
Figura 24. Diagrama de medias para la producción de tusa.....	117

INTRODUCCIÓN

La investigación, titulada “MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA FENOLOGÍA Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ MORADO (*Zea mays L*) EN HUARAL – LIMA”, tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en la fenológica y rendimiento del maíz morado var. PMV 581.

En la producción del maíz morado, los problemas se relacionan al manejo de suelos, control de plagas y enfermedades sea este por el uso excesivo de agroquímicos y que muestran elevados costos de producción, y por otro lado deben producir cultivos orgánicos, ya que es la demanda actual de los mercados que exigen este tipo de productos.

Por lo que, con las prácticas agroecológicas alternativas, como el uso de microorganismos eficientes podemos resolver parte de estos problemas, mejorando el comportamiento fenológico del maíz morado y elevar su rendimiento, así como paulatinamente mejorar la fertilidad de los suelos y bajar la incidencia de plagas y enfermedades.

El uso de los microorganismos eficientes, no es dañino para la salud, son benéficos para los cultivos ya que ayuda a incrementar la flora y fauna microbiana de los suelos, así como la reducción de la incidencia de plagas y enfermedades.

Los resultados del trabajo de investigación, beneficia a los agricultores de las diferentes regiones del país.

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado “MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA FENOLOGÍA Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ MORADO (*Zea mays* L) EN HUARAL–LIMA”, corresponde a la línea de investigación: Recursos hídricos, Agricultura, Silvicultura y Pecuaria Sostenible. Tiene como objetivo evaluar el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en la fenología y rendimiento del maíz morado (*Zea mays* L), en Huaral Lima., la investigación se realizó en la Estación Experimental Agraria Donoso del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), ubicado en Huaral – Lima, en la Campaña agrícola 2019. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar, con tres tratamientos: T1= 01 litro de EM1, T2= 03 litros de EM1, T3 = 06 litros de EM1 y control (Testigo) 00 litros de EM1 y cuatro repeticiones. Los resultados fueron que la aplicación de los microorganismos eficientes en el cultivo de maíz morado PMV 581, presento efecto significativo ($p\text{-value} < 0.05$) en las características fenológicas y en el rendimiento de maíz morado, observándose que a dosis de 6 L de EM/Ha, presenta mejores características.

Se observó que la dosis de microorganismos eficientes (EM), presentaron efecto significativo positivo ($p\text{-value} < 0.05$) en la altura de tallo, diámetro de tallo, el porcentaje de floración, porcentaje de maduración lechosa, porcentaje de maduración pastosa, porcentaje de maduración cornea, longitud de mazorca y número de mazorcas/planta, y que estas características fenológicas presentan fuerte correlación positiva entre ellas.

Se observó que la adición de EM mejoró considerablemente el rendimiento de producción de maíz morado PMV 581, reportándose 3.54 ± 0.77 TM/Ha para el control, incrementándose a 5.05 ± 0.54 TM/Ha para T1, 5.64 ± 0.33 TM/Ha para T2, y a dosis de 6 L de EM/Ha en T3, se obtuvo rendimiento medio de 6.53 ± 0.77 TM/Ha, duplicándose el rendimiento, del mismo modo sucedió para el peso de la tusa, presentando alta correlación positiva.

Palabras clave: Maíz morado, microorganismos eficientes, fenología y rendimiento

ABSTRACT

The research work entitled "EFFICIENT MICROORGANISMS IN THE PHENOLOGY AND YIELD OF PURPLE CORN (*Zea mays* L) IN HUARAL - LIMA", corresponds to the line of research: Water Resources, Sustainable Agriculture, Forestry and Livestock. Its objective is to evaluate the effect of three doses of efficient microorganisms on the phenology and yield of purple corn (*Zea mays* L), in Huaral Lima. The research was carried out at the Donoso Agrarian Experimental Station of the National Institute of Agrarian Innovation (INIA), located in Huaral - Lima, in the 2019 agricultural Campaign. A Random Complete Block Design was used, with three treatments: T1 = 01 liter of EM1, T2 = 03 liters of EM1, T3 = 06 liters of EM1 and control (Control) 00 liters of EM1 and four repetitions. The results were that the application of efficient microorganisms in the cultivation of purple corn PMV 581, presented a significant effect (p-value <0.05) on the phenological characteristics and on the yield of purple corn, observing that at doses of 6 L of EM / Ha, has better characteristics.

It was observed that the dose of efficient microorganisms (EM), presented a significant positive effect (p-value <0.05) in the height of the stem, diameter of the stem, the percentage of flowering, the percentage of milky ripening, the percentage of pasty ripening, the percentage of corneal maturation, ear length and number of ears / plant, and that these phenological characteristics present a strong positive correlation between them.

It was observed that the addition of EM considerably improved the production yield of purple corn PMV 581, reporting 3.54 ± 0.77 MT / Ha for the control, increasing to 5.05 ± 0.54 MT / Ha for T1, 5.64 ± 0.33 MT / Ha for T2, and at a dose of 6 L of ME / Ha in T3, an average yield of 6.53 ± 0.77 MT / Ha was obtained, doubling the yield, in the same way it happened for the weight of the cob, presenting a high positive correlation.

Keywords: purple corn, efficient microorganisms, phenology and yield

SIGLAS Y ACRÓNIMOS:

ANOVA	: “Analysis of Variance” en inglés y método o herramienta estadística, también conocida en español como análisis de varianza de un factor.
CIMMYT	: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
DBCA	: Diseño de Bloques Completamente al Azar
EMAs	: Microorganismos eficientes autóctonos
EM	: Es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces)
El EM -1	: Es un cultivo mixto de microorganismos benéficos de origen natural
EMPROTEC	: EM Producción y Tecnología S,A
FAO	: La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FUNIBER	: Fundación Universitaria Americana
INIA	: Instituto Nacional de Innovación Agraria
ITACAB	: Instituto de transferencias de tecnológicas y armonización de la educación superior Convenio Andrés Bello
ME	: Microorganismos eficientes
MINAGRI	: Ministerio de Agricultura y Riego
PMV 581	: Variedad mejorada por el programa de maíz (PM) de la UNA La Molina
SOLID PERÚ	: Organización Privada de Desarrollo Solid Perú

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Existen problemas críticos o principales dentro del sistema productivo agrícola: la pérdida de la fertilidad natural de los suelos y la presencia excesiva de plagas y enfermedades; que ha generado el uso excesivo de agroquímicos (plaguicidas, fungicidas e insecticidas) y los fertilizantes sintéticos como sustituto a los elementos nutritivos del suelo y el control de plagas y enfermedades de los cultivos, es un problema sin resolver.

La pérdida de fertilidad natural de los suelos se ha visto compensada durante muchos años por el uso progresivo de abonos químicos. Estos fertilizantes químicos y artificiales a pesar de que reemplazan el nitrógeno, fósforo y potasio y demás elementos nutritivos extraídos del suelo, no son sustituto perfecto que garantice la buena sanidad del suelo debido a que no aportan materia orgánica, microorganismos, agua y nutrientes secundarios. Elementos extremadamente necesarios para el correcto desarrollo de las plantas de un cultivo.

Sumado a ello la demanda actual de consumir alimentos sanos producidos de manera orgánica, es una tendencia que se da en un contexto de cuidar la salud; ya que, en décadas pasadas y presentes, los agricultores abusaron del uso de los agroquímicos, los mismos que han tenido efectos perjudiciales en la salud de los consumidores y el medio ambiente.

Actualmente el agricultor busca cultivos alternativos que le ofrezcan altos rendimientos, en un sistema de producción orgánico. El cultivo de maíz morado (*Zea mays* L) es un

cultivo de exportación principalmente a los mercados de EEUU, España, Bélgica, Países Bajos, Ecuador y Chile; estos mercados exigen productos orgánicos.

Dentro de las variedades de maíz morado de exportación, se tiene la variedad mejorada PMV 581, que es un cultivo de importancia agrícola, por su adaptabilidad a diferentes pisos ecológicos y resistencia a climas adversos. Su producción es en una alternativa para mejorar los ingresos del agricultor.

Actualmente se están desarrollando tecnologías alternativas al uso de agroquímicos en la producción del maíz morado como: el uso de microorganismos eficientes (EM), que están mejorando la producción de los cultivos, al ser una tecnología que no tienen efectos perjudiciales a la salud del consumidor.

De acuerdo a la información recopilada los microorganismos eficientes (EM), son productos biológicos en el que coexisten varios tipos de microorganismos benéficos que no han sido genéticamente modificados, ni sintetizados químicamente (Bacterias Fotosintéticas, Acido Lácticas, Levaduras, Actinomycetes y hongos de Fermentación), que se desarrollan como una comunidad dentro del suelo y el área foliar del maíz morado. La presencia de los microorganismos eficientes (EM) en el cultivo ha contribuido a incrementar el rendimiento en las cosechas, reduciendo paulatinamente la necesidad de fertilizantes químicos, obteniéndose beneficios económicos y ambientales.

La producción del maíz morado con el uso de microorganismos eficientes, es una buena alternativa, para producir alimentos sanos y saludables e incrementar los rendimientos, conservando el medio ambiente.

Por lo que en la investigación se plantea las siguientes interrogantes:

1.2. Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en la fenología y rendimiento del maíz morado (*Zea mays L.*) variedad PMV 581, en Huaral Lima?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en la fenología del maíz morado (*Zea mays* L.) variedad PMV 581, en Huaral Lima?
- ¿Cuál es el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en el rendimiento del cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad PMV, 581 en Huaral Lima?

1.3. Justificación

El maíz morado, tiene componentes químicos como: grasas, resinas, saponinas, entre otros, asimismo sus compuestos fenólicos que son beneficiosos para la salud. La mazorca (tusa y grano) está constituida en un 85% por grano y 15% por coronta (tusa). El fruto del maíz morado contiene el pigmento denominado antocianina, que se encuentra en mayor cantidad en la coronta y, en menor proporción, en el pericarpio (cáscara) del grano, siendo uno de los principales alimentos en la dieta peruana, utilizado frecuentemente en la preparación de bebidas como la chicha morada y postres como la mazamorra morada.

Por lo tanto, estos pigmentos representan un potencial para el reemplazo competitivo de colorantes sintéticos: en alimentos, productos farmacéuticos, cosméticos y para la obtención de productos con valor agregado, dirigidos al consumo humano. Los colorantes naturales presentan demanda considerable en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica para reemplazar a los colorantes sintéticos, debido a su naturaleza química, inocuidad y funcionalidad.

En estudios recientes se comprobó que el extracto de maíz morado incrementa la actividad de un gen que regula la función de las células grasas el cual previene las enfermedades cardíacas, obesidad y diabetes. Asimismo, es un protector de la retina y estimulador de la circulación sanguínea, así también, impide el desarrollo del cáncer colorectal.

Los microorganismos eficientes (EM), se desarrollan como una comunidad biológica dentro del suelo, también ocurre lo mismo con los microorganismos nativos de esos

suelos. Por tal razón la microflora se enriquece y el ecosistema microbiano comienza a equilibrarse mientras disminuye el porcentaje de patógenos. Así las colonias de microorganismos que producen las enfermedades en los cultivos, presentes en los suelos se suprimen mediante el proceso conocido como “competencia exclusiva”. Las raíces de las plantas producen también sustancias útiles como carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos y enzimas, que ayudan en este proceso. Los microorganismos eficientes utilizan este substrato para desarrollarse. Durante este proceso ellos segregan también sustancias y proveen aminoácidos, ácidos nucleicos, y una gran cantidad de vitaminas y hormonas a las plantas.

De esta manera, en estos suelos los microorganismos eficientes y otras bacterias benéficas coexisten a nivel de la rizosfera (área de las raíces) en un estado de simbiosis con las plantas.

Esta acción de los microorganismos eficientes hace que los microorganismos nativos del suelo desarrollen acciones contra los patógenos y permitan mejorar las condiciones para el desarrollo de una planta sana y saludable; por tanto, mejora las características fenológicas y el rendimiento del maíz morado.

La investigación se justifica:

Desde un punto de vista ambiental, la investigación permite el uso racional del suelo, así como se obtuvo maíz morado sano, ya que los microorganismos eficientes (EM), permiten el desarrollo de plantas sanas y fuertes, y la producción no daña el medio ambiente.

Desde un punto de vista social, la investigación permitió dar a conocer a los agricultores de las diferentes regiones de nuestro país, que el uso de microorganismos eficientes (EM), en la producción del maíz morado, es una alternativa al uso de agroquímicos, y cambio hábitos de conducta hacia la producción orgánica.

Desde el punto de vista económico, con la aplicación de microorganismos eficientes (EM) se incrementa el rendimiento de maíz morado, por las bondades que presenta los microorganismos eficientes, la producción obtenida fue orgánica y aceptada en el mercado que demanda productos sanos, saludables y que no dañe al medio ambiente.

Desde el punto de vista metodológico, en el desarrollo de la investigación se utilizó el método científico para evaluar el efecto de los microorganismos eficientes en la fenología y rendimiento del maíz morado, de manera que se puede replicar y promover su uso en la producción de otros cultivos en diferentes regiones.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en la fenología y rendimiento del maíz morado (*Zea mays L.*), variedad PMV 581, en Huaral - Lima.

2.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en la fenología del maíz morado (*Zea mays L.*) variedad PMV 581, en Huaral - Lima.
- Evaluar el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en el rendimiento del maíz morado (*Zea mays L.*) variedad PMV 581, en Huaral - Lima.

2.2. Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

El uso de tres dosis de microorganismo eficientes tiene un efecto significativo en la fenología y rendimiento de maíz morado (*Zea mays L.*) variedad PMV 581 en Huaral – Lima.

2.2.2 Hipótesis específicas

- Existe variación significativa en el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en la fenología del maíz morado (*Zea mays L.*) variedad PMV 581, en Huaral - Lima.
- Al menos una de las tres dosis de microorganismo eficientes tuvo mayor efecto en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) variedad PMV 581 en Huaral - Lima.

2.3. Operacionalización de variables

En la tabla 1, se muestra la operacionalización de variables independientes y dependientes de la investigación

Se tiene las variables:

Variable Independiente

Dosis de EM-1

Son las cantidades de microorganismos eficientes, que se aplicara al maíz morado, cuya medida son litros.

Variable Dependiente

Fenología del maíz morado

Son las diferentes etapas del cultivo de maíz morado, variedad PMV 581, los mismos que serán evaluados para medir los efectos de microorganismos eficientes.

Rendimiento del maíz morado

Es la cantidad de maíz morado variedad PMV 581, producida en la investigación, que serán pesadas (la cantidad de elotes y granos), las que se relacionarán al rendimiento de kilogramos por hectárea.

Tabla 1 – Operacionalización de Variables, Indicadores e Índices

VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
Variable independiente Dosis de EM-1	Dosis 1 Dosis 2 Dosis 3 Dosis 4 (Testigo)	<ul style="list-style-type: none"> • T1: 1 (litro) de EM-1/Ha. • T2: 3 (litros) de EM-1 /Ha. • T3: 6 (litros) de EM-1 /Ha. • T4: 0 (litros) de EM-1/Há
Variable dependiente Características fenológicas del maíz morado	- Emergencia	% Emergencia
	- Crecimiento:	
	Formación primeras hojas.	Nº Plantas
	Formación de tallos.	Altura /cm
	Diámetro del tallo.	Cm
	Numero de hojas.	Cantidad
	- Floración	
	Espigado	% de espigado
	- Fructificación	
	Formación de granos	% de formación
	- Maduración Lechosa	% de maduración
	- Maduración Pastosa	% de maduración
	- Maduración Cornea	% de maduración
	- Maduración Fisiológica	
	Longitud de mazorca	Cm
Mazorcas por planta	Cantidad	
Rendimiento del maíz morado	Peso grano	Kg/Ha
	Peso tusa	Kg/Ha

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1. Antecedentes

Ñaupari (2015), en la investigación: “Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (ME) en cultivo de *Zea mays* L. (maíz amarillo duro) en la zona de Satipo”, cultivo microorganismos nativos extraídos del bosque de la Estación Experimental Agropecuaria Satipo de la Universidad Nacional del Centro del Perú, para activarlos con jugo de *Saccharum officinarum* L. (caña de azúcar), diluirlos y aplicarlos en el cultivo de *Zea mays* L var. marginal 28T (maíz amarillo duro). Los resultados indican que, al incrementar las dosis de microorganismos eficientes, se incrementan el diámetro de tallo hasta una dosis de 4 litros por hectáreas; y la altura de planta hasta una dosis de 6 litros por hectárea, el diámetro de mazorca hasta una dosis de 4 litros por hectáreas, peso de granos hasta una dosis de 5 litros por hectáreas y el rendimiento hasta una dosis de 5 litros por hectáreas. La emergencia de plantas, número de mazorcas, tamaño de mazorcas, tamaño de tuzas, diámetro de tuzas, peso de mazorcas y número de granos por mazorca no son influenciados significativamente por la aplicación de las dosis de microorganismos eficientes. La dosis óptima de microorganismos eficientes para el cultivo de *Zea mays* L var. marginal 28T (maíz amarillo duro), es de 5,83 litros por hectárea de EM. El aplicar mayores dosis no es rentable porque empieza a disminuir los ingresos. Por lo que se rechaza la hipótesis planteada que, la dosis de 3 litros por hectárea de EM, es óptima en el abonamiento orgánico del cultivo de *Zea mays* L var. marginal 28T (maíz amarillo duro), en la zona de Satipo.

León (2015). En la investigación “El Efecto de Biol más Microorganismos Eficientes (EM) sobre el Comportamiento Agronómico del Maíz (*Zea mayz* L.)”, evaluó el efecto de biol más microorganismos eficientes (EM) sobre el comportamiento agronómico del maíz

(*Zea mays* L). formuló la siguiente hipótesis: La aplicación de biol mas microorganismos eficiente EM de preparación artesanal al suelo en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) a diferentes dosis incrementa su productividad. Se utilizó Bloques Completo al Azar con cuatro tratamientos y 4 repeticiones. Realizó pruebas de Tukey al 5%. En cuanto a los días en lo que concierne a la altura de planta a los 30, 60 y 110 se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. Para la altura de inserción de la mazorca se encontró diferencia significativa entre los tratamiento siendo el T4 (1.5 L/20l + EM) encontrándose con una altura media de 1.67; en la área foliar no detectó significancia estadística y según Tukey todos los tratamientos originaron promedios estadísticamente iguales entre sí; en la variable porcentaje daño insectos e incidencia de enfermedades no se detectó significancia estadística y según Tukey todos los tratamientos originaron promedios estadísticamente iguales entre sí, los días de floración no detectó significancia estadística y según Tukey todos los tratamientos originaron promedios estadísticamente iguales entre sí; porcentaje de la maduración no detectó significancia estadística y según Tukey todos los tratamientos originaron promedios estadísticamente iguales entre sí, en el número de mazorca por planta no detectó significancia estadística y según Tukey todos los tratamientos originaron promedios estadísticamente iguales entre sí; en cuanto al número de mazorca por hilera, peso de 100 de granos, tamaño de mazorca el análisis de varianza determinó significancia estadística para los tratamientos; los mejores tratamientos en cuanto a rendimiento son los que tienen los niveles de fertilización T3 (1 L/20l + EM) y T4 (1.5 L/20l + EM) respectivamente, sin que el biol influyan notablemente en estos resultados y de acuerdo al análisis económico para el efecto de biol más microorganismos eficientes (EM) sobre el comportamiento agronómico del maíz (*Zea mays* l.) El mejor tratamiento es el T4 con RCB de 2.1

Quillca y Rubelo (2012), en la investigación “Efecto de microorganismos efectivos en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) asociado al trébol (*Medicago hispida*), en condiciones de secano” desarrollado durante la campaña agrícola 2008-2009, 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 DBCA; 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). La investigación fue desarrollada bajo condiciones ambientales del centro poblado de Chilcapata - Parco del distrito de Cosme - Churcampa; una altitud de 2830 m.s.n.m. durante los meses de noviembre del 2008 a setiembre del 2009. 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.

Toalombo (2012), en la investigación “Evaluación de Microorganismos Eficientes Autoctonos Aplicados en el Cultivo de Cebolla Blanca (*Allium Fistulosum*)” realizado en el Caserío El Chilco la Esperanza, Cantón Tisaleo, Provincia de Tungurahua -Ecuador situado a 3341 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 14,12°C. La investigación se basó en la evaluación de Microorganismos Eficientes Autóctonos en el rendimiento de Cebolla blanca (*Allium fistulosum*) con las siguientes Dosis: D1= 1cc EMAs +1cc

melaza/1lt, D2= 2cc EMAs +2cc melaza/2lts, D3= 3cc EMAs + 3cc melaza/3lts y Frecuencias (desde el trasplante hasta la cosecha): F1, F2, F3; cada 7 días, 14 días y 21 días, respectivamente. El número de parcelas fue de 30 las mismas que se repartieron en 9 tratamientos más 1 testigo con 3 repeticiones. Se aplicó para este el Diseño de Bloques Completamente al Azar. Al evaluar las diferentes Dosis y Frecuencias se obtuvo que los tratamientos (con EM) y el testigo (sin EM), son estadísticamente iguales, sin embargo matemáticamente podemos decir que el tratamiento D1F3 (1cc de EM + 1cc melaza/ 1lt cada 21 días) presentó el mejor promedio en altura 34,44 cm a los 60 días; el tratamiento D2F3 mostró el mejor promedio en altura de la planta 40,54cm a los 90 días; 44,79cm a los 120 días; en diámetro de pseudotallo 2,19cm y en volumen de la raíz 7,33cm² pero obtuvo el segundo lugar en rendimiento con un promedio de 27389,09 Kg / Ha a, en cambio el tratamiento D3F2 resultó con mayor volumen de la raíz 7,33cm², menor porcentaje de incidencia 2,77% y severidad de pudrición del tallo 2,78%; y en rendimiento 29120,00 Kg / Ha, siendo este promedio el mejor, lo que le ubico en el primer lugar. El testigo en cambio siempre presento bajos promedios lo que le ubico en el noveno o décimo lugar dependiendo de las variables, siendo así que el rendimiento fue de 17227,64 Kg/Ha. De los resultados obtenidos estadísticamente se concluye que el tratamiento D3F2 se debe utilizar en el cultivo de cebolla blanca como una alternativa para mejorar el rendimiento en el cultivo de Cebolla blanca (*Alliumfistulosum*).

3.2. Marco teórico

3.2.1 El cultivo de maíz morado (*Zea mayz* L)

a. Origen del maíz morado

El maíz morado es originario de los andes peruanos, pertenece a las razas primitivas, su origen más cercano es la raza Kulli. (Salhuana, 2004)

Se puede comprender que el maíz morado es una mutación, del maíz común, es decir un cambio genético del maíz común, sobre todo en la coloración de su grano y tusa, que su origen se remonta a miles de años atrás. (Salhuana, 2004)

En el Perú el cultivo del maíz morado, se remonta a épocas prehispánicas, y era conocido como Kulli. También se existe información que cultivaban indígenas de Yucatan (México) y Navajos (EEUU). En nuestro país su cultivo es el más extendido y está arraigado en la gastronomía peruana. (Salhuana, 2004)

El Kulli, se le cultiva en altitudes mayores de los 3,000 msnm, especialmente en Junín, Huancavelica, Apurímac, Cuzco y Cajamarca. Se usa ampliamente el maíz Kculli como colorante natural para alimentos, en bebida especialmente chichas no fermentadas y en mazamorras. (Salhuana, 2004)

Kulli comparte muy estrechamente la distribución geográfica de las razas Confite Morocho y Confite Puntigudo, con respecto tanto a altitud como a latitud. (Salhuana, 2004)

b. Importancia económica

El maíz morado (*Zea Mays L*) es una mazorca (constituido por tusa y grano) de un color negruzco, por lo que en algunos lados lo llaman maíz negro. Su contenido del pigmento antocianico (cianidina-3- b-glucosa, importante antioxidante) se encuentra en mayor cantidad en la coronta o tusa. (SOLID PERÚ, 2007)

El maíz morado es oriundo del Perú, es un producto consumido por los diversos sectores de la población peruana. A nivel nacional, se reporta una producción anual de 14,000 Tm de maíz morado, esta producción ha tenido crecimiento entre el 2003 y 2006 en 26%, siendo Lima el ofertante que representa 24,69% de la producción nacional. (SOLID PERÚ, 2007)

Actualmente los precios tienen una tendencia a S/. 0.8 por kilo, debido a al incremento de la producción nacional. Los precios oscilan entre S/. 0.7 – 0.9 por kilo, producto de que Lima va sustituyendo su producción y los valles interandinos están incrementando su producción (SOLID PERÚ, 2007).

La exportación de maíz morado en sus diferentes presentaciones ha incrementado en 2.1% en volumen respecto al año 2005, el hito del precio superior fue en el año 2001, registrándose US\$2101 por Tm y el mayor volumen comercializado se registró el año 2006 con 338 Tm. (SOLID PERÚ, 2007)

El incremento es atribuido al consumo de la población latina, especialmente de origen peruana en el exterior y la demanda de exportadores que destinan el producto a la agroindustria. Siendo Estados Unidos el principal comprador seguido por Japón. (SOLID PERÚ, 2007)

El mercado nacional es el principal demandante de maíz morado y prefiere la mazorca entera seca (10 a 12% humedad), con coronta de color morado intenso y libre de hongos e impurezas. Los exportadores en cambio demandan principalmente coronta para darle valor agregado. (SOLID PERÚ, 2007)

La oferta nacional de maíz morado se ha incrementado en 26% entre el 2003 y 2006. Proviene principalmente de los valles interandinos, en tanto Lima ha reducido su producción debido a la sustitución de este cultivo por otros productos de agro exportación principalmente. La oferta nacional en promedio es de 14907 Tm anual. (SOLID PERÚ, 2007)

No se ha registrado importaciones de maíz morado, hay déficit de producción a nivel nacional y el consumo va en aumento principalmente por la gastronomía novo andina. La principal variedad producida es maíz morado canteño. (SOLID PERÚ, 2007)

c. Propiedades del maíz morado

La principal utilidad del maíz morado se debe a su propiedad colorante o tintórea, cuyo poder o capacidad de coloración se encuentra mayoritariamente concentrada en el marlo o coronta. (MINAGRI, 2017)

Químicamente, la materia colorante del maíz morado es la antocianina, que son glucósidos que se encuentran constituyendo el principio colorante responsable de los colores rojo, violeta, azul y púrpura que aparecen en las flores, frutos, hojas y otros tejidos de las plantas. (MINAGRI, 2017)

Estos pigmentos representan una opción para el reemplazo competitivo de colorantes sintéticos en alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos y para la obtención de productos con valor agregado dirigidos al consumo humano. Este producto es reconocido por la Unión Europea con el Código E-163 y, también, con el mismo Código, por la Legislación Japonesa. (MINAGRI, 2017)

Tabla 2 – Nutrientes en 100 gramos de maíz morado

Nutrientes	Cantidad
Energía	355
Proteína	7.30
Grasa Total (g)	3.40
Colesterol (mg)	-
Glúcidos	76.20
Fibra (g)	1.80
Calcio (mg)	12
Hierro (mg)	0.20
Yodo (µg)	-
Vitamina A (mg)	-
Vitamina C (mg)	2.10
Vitamina D (µg)	-
Vitamina E (mg)	-
Vitamina B12 (µg)	-
Folato (µg)	.

Fuente: (FUNIBER,2017) www.composicionnutricional.com

En la tabla 2, se presentan los nutrientes del maíz morado, es importante por las proteínas y los glúcidos.

d. Taxonomía del maíz

En cuanto a su posición taxonómica, el maíz, según la nomenclatura ofrecida por Linneo en 1737 en su libro “Genera Plantarum” Fernández, (2009), citado en Mucuri (2016), se designa como *Zea mays*, con la siguiente clasificación:

Reino: *Plantae*

División: *Angiospermae*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Poales*

Familia: *Poaceae*

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays* L.

e. Características Botánicas

Según Takhtajan, (1980), citado por Justiniano, (2010); las partes de la planta de maíz, lo describe de la siguiente manera:

- **Raíz**

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.

- **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.

- **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.

- **Flores**

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.

- **Fruto y semilla**

El grano o fruto del maíz es un cariopse. La pared del ovario o pericarpio está fundida con la cubierta de la semilla o testa y ambas están combinadas conjuntamente para conformar la pared del fruto.

El fruto maduro consiste de tres partes principales: la pared, el embrión diploide y el endosperma triploide. La parte más externa del endosperma en contacto con la pared del fruto es la capa de aleurona.

f. Ecotipos y variedades de maíz morado

Se conoce un gran número de ecotipos de maíz morado que se diferencian por la forma y tamaño de las mazorcas, por el número de hileras que varían de 8 a 12; por el tamaño, forma y color del pericarpio de los granos y por otras características morfológicas. (Fopex, 1985 citado por Begazo 2013).

Específicamente, en el maíz morado hay mucha variación en el color de grano (especialmente en la sierra). El color negro en la raza kulli y sus razas derivadas está asociado a otros colores cuya base genética es necesario

conocer para dirigir la selección y controlar la pureza genética en los semilleros (Fopex, 1985 citado por Begazo 2013).

Los ecotipos tradicionales más conocidas de maíz morado son:

- **Cuzco Morado**

Variedad relacionada a la raza Cuzco Gigante. Es tardía, de granos grandes, dispuestos en mazorcas de 8 hileras muy bien definidas. Su cultivo se da en lugares de zonas de altitud intermedia, en los departamentos de Cuzco y Apurímac (Fernández, 1995).

- **Arequipeño**

La forma de la mazorca es similar a la variedad Cuzco, pero más chica. Los granos están dispuestos en hileras regulares. El color de la tusa es de menor intensidad y más precoz que otras variedades (Fernández, 1995).

- **Morado Canteño**

Es una variedad nativa de 1.80 a 2.5 m de altura con una precocidad de 110 a 120 días de floración. Presenta plantas con tallo, hojas, 5 panojas y barbas de color púrpura o morado y caracterizado porque en las mazorcas, las tuzas presentan una fuerte concentración de pigmentos de color morado tanto en el exterior como en su interior, al igual que el pericarpio de los granos (Manrique, 2001).

Los granos son planos y presentan endospermo blanco amiláceo. Las mazorcas son cilindro-cónicas de 15 cm de longitud y 5 cm de diámetro, con 8 a 14 hileras (Manrique, 2001).

Se cultiva entre los 500 a 2400 msnm, en la costa central del departamento de Lima, en especial en las provincias de Canta y Lima, así como en Caraz departamento de Ancash (Manrique, 2001).

- **Morado de Caraz**

Es una variedad derivada de las razas Ancashino y Alazán. Se cultiva en la provincia de Caraz (Ancash) y puede adaptarse también en la costa, ya que es de precocidad intermedia. El tamaño del grano es menor que las variedades de origen cuzqueño. Esta variedad muestra mayor rendimiento y presenta la tuse más pigmentada (Fernández, 1995).

- **Negro de Junín**

Es una variedad precoz, de granos grandes y negros, dispuestos irregularmente en una mazorca corta y redondeada. Es similar en forma a la raza San Jerónimo Huancavelicano. Se le encuentra en la Sierra, Centro, Sur, hasta Arequipa, ocupando alturas mayores que el resto de variedades.

Asimismo, existen variedades mejoradas

- **PMV 581**

Variedad (V) mejorada por el programa de maíz (PM) de la UNA La Molina; sus características son: mazorca cilindro cónicas, granos amiláceos blandos, de color negro y tusa de color morado. Se originó del ecotipo Morado de Caraz, con previa selección fenotípica de mazorcas, color de grano, y posteriormente por selección masal y selección mazorca – hilera. (Manrique, 1988, citado por Begazo, 2013)

La selección fue continuada durante 20 años. La planta tiene un periodo vegetativo medio. Mide de 2.0 a 2.4 metros de altura, con una o dos mazorcas plantados en la longitud del tallo. (Manrique, 1988, citado por Begazo, 2013)

Esta variedad se adapta hasta los 2,500 m.s.n.m. La selección se realizó con la finalidad de lograr rendimientos altos del pigmento principal antocianina, mejorar su resistencia a plagas (Roya y Cercorspora) y

ampliar su adaptación en toda la Costa y Sierra del Perú (Manrique, 1988, citado por Begazo, 2013)

- **PMV 582 de la UNA La Molina**

Deriva también del ecotipo Morado de Caraz, por selección fenotípica de mazorca y color de grano y posteriormente por selección masal y selección de mazorca-hilera. (Begazo, 2013)

Fue bautizado con el código PMV-582 dirigida para la costa central, tiene una altura de crecimiento cercana a los 2 metros, precocidad de floración masculina de 90 a 100 días. (Begazo, 2013)

- **INIA 615-Negro Canaán**

Deriva a partir de 36 colecciones de cultivares locales de la raza Kully colectadas en el año 1990 en las provincias de Huanta (22), Huamanga (8) y San Miguel (6), mejoradas por Selección Recurrente de Medios Hermanos durante 9 ciclos. Sus progenitores femeninos son de las variedades locales Negro, Kully y Morado. (Requis, 2007 citado por Begazo, 2013).

Sus progenitores masculinos provienen de tres variedades balanceadas Negro, Kully y Morado. Prospera perfectamente a las condiciones de los valles interandinos de la Sierra, desde los 2,000 a 3,000 msnm (Requis, 2007 citado por Begazo, 2013).

Cada vez se generarán nuevas variedades, naturales o artificiales, de maíz morado, dado que las condiciones climáticas del Perú lo posibilitan (Carhuapoma y López 2008).

g. Fisiología del maíz morado

- **Crecimiento y desarrollo**

- **Emergencia y establecimiento del cultivo**

La temperatura y humedad del suelo, juegan un papel sumamente importante activando el proceso metabólico del embrión en la semilla, iniciándose la multiplicación celular en los puntos de crecimiento. (Manrique, 1988 citado por Begaso, 2013).

En el suelo con buen contenido de materia orgánica, con temperaturas de 20° a 35°C, la germinación se acelera y el coleóptilo emerge entre los 6 a 8 días, las temperaturas bajas de 12°C retardan la germinación en 15 días, de igual modo, el exceso de agua (100% de saturación) no favorece la germinación por falta de oxígeno (Manrique, 1988 citado por Begaso, 2013).

Según Manrique, (1988) citado por Begaso, (2013), El cultivo de maíz desde su instalación en el campo, hasta su madurez fisiológica (al estado de grano semi -pastoso) pasa por cinco principales periodos:

- ✚ Periodo de siembra a germinación
- ✚ Periodo de germinación a aporque
- ✚ Periodo de aporque a floración
- ✚ Periodo de floración a fecundación
- ✚ Periodo de fecundación a madurez fisiológica

- **Desarrollo del sistema foliar y radicular**

Las primeras hojas tiernas que emergen y forman el coleóptilo tienen color blanco amarillento, las cuales se tornan rápidamente verdes, debido, al efecto de la luz, originando la formación de

materia orgánica, acumulada primeramente en las hojas y luego en el tallo, constituyendo la biomasa de las plantas. A los 15 días, la plántula comienza a independizarse, tomando sus nutrientes del suelo mediante su propio sistema radicular. (Begaso, 2013)

En las primeras hojas es esencial la temperatura del suelo, por su influencia en el ápice vegetativo y el ritmo de aparición de hojas, luego aproximadamente a partir de la sexta hoja visible, el ápice vegetativo sufre la influencia de la temperatura del aire. (Begaso, 2013)

Después de la primera raíz aparece rápidamente otro tipo de raíz llamada raíces seminales, que sirven para afirmar la plántula y para absorber agua y sustancias nutritivas. Pero estas raíces no constituyen un sistema de raíces permanentes (Aldrich, 1974 citado por Begaso, 2013).

– **Desarrollo reproductivo**

En este periodo la temperatura, humedad y fertilizantes juegan un papel muy importante en la sincronización de la producción de polen y la salida de los estigmas. El maíz de por sí es protandra y los estigmas emergen 4 a 10 días después de la antesis. (Begaso, 2013)

Altas temperaturas y fuertes sequías aceleran la producción de polen y retrasan la salida de los estigmas; por lo tanto, es conveniente disponer de agua en este periodo para conseguir una buena polinización. (López, 1991 citado por Begazo 2013).

En la floración masculina la liberación de polen se inicia a partir de las flores de la base principal, progresando hacia las extremidades

y ramificaciones laterales; el periodo de duración de la floración masculina, sobre una panícula, puede durar de 5 a 10 días, en función de la variedad y el medio ambiente. (López, 1991 citado por Begazo 2013).

La floración femenina se alcanza cuando las primeras sedas o estilos son visibles al exterior de las espatas (López, 1991 citado por Begazo 2013).

– **Formación de grano**

Presenta una duración aproximadamente de 50 días. En este lapso, todos los fotosintatos acumulados en los diferentes órganos vegetativos de la planta, en especial de las hojas superiores son translocados al grano del maíz. (Manrique, 1988 citado por Begazo, 2013).

En este periodo cualquier cambio de temperatura, heladas o falta de disponibilidad de agua, impiden el normal proceso metabólico de transformación de los fotosintatos y consecuentemente un mal llenado de elementos de reserva en el grano redonda en una pérdida de rendimientos (Manrique, 1988 citado por Begazo, 2013).

• **Fotosíntesis**

El maíz es una planta de las denominadas C4. De ello deriva que la foto respiración es muy reducida o prácticamente inexistente, pudiendo ser reciclado el CO₂ de nuevo por la hoja. Esto comprueba que la intensidad luminosa sea requerida a niveles altos. (López, 1991 citado por Begazo, 2013).

El maíz tiene un elevado potencial de rendimiento asociado con altos niveles de fotosíntesis, alcanzando una tasa fotosintética máxima de 50 – 60 mg de CO₂ /dm²/h (López, 1991 citado por Begaso, 2013).

El periodo comprendido entre el aporque y la floración, presenta el ritmo más acelerado de adsorción y acumulación de elementos minerales, llegándose a formar la mayor cantidad de biomasa en las hojas correspondientes al 50% de materia seca, el 44% al tallo y el 6% a la panoja (López, 1991 citado por Begaso, 2013).

h. Fases fenológicas

- **Germinación**

Es la serie de procesos que incluyen desde la imbibición o absorción de agua por parte de la semilla, hasta emergencia de la radícula; y por emergencia, se entiende a la etapa desde que emerge la radícula hasta la aparición del coleóptilo sobre el suelo (Paliwal, 2001).

Cuando la semilla se siembra en suelo húmedo, absorbe agua y comienza a hincharse, un proceso que procede más rápidamente a temperaturas altas como las que prevalecen en muchos ambientes tropicales en la estación húmeda; bajo estas condiciones, la semilla empieza a germinar en dos o tres días. (Paliwal, 2001).

En el invierno o en condiciones de bajas temperaturas del suelo como en las tierras altas, el proceso se demora y la emergencia de la radícula puede ocurrir a los seis u ocho días, dependiendo de la temperatura del suelo. (Paliwal, 2001)

Contrariamente a esto, la temperatura del suelo en algunos ambientes puede ser tan alta que la semilla puede morir, especialmente si falta

humedad, por ejemplo, en el cultivo de maíz de secano sembrado en suelo seco a la espera de las lluvias. (Paliwal, 2001)

- **Crecimiento**

Cuando la planta tiene seis hojas abiertas, el punto de crecimiento y el primordio de la espiga ya han sobrepasado la superficie del suelo. Los internodos comienzan a elongarse rápidamente y la planta pasa a través de un período de rápido crecimiento y elongación. (Paliwal, 2001).

Los internodos inician una fase de rápida elongación empujando el punto de crecimiento hacia arriba; si en este momento se disecta longitudinalmente una planta, se notarán los primordios de las yemas laterales en la axila de cada hoja. (Paliwal, 2001).

Muchas de estas no se desarrollarán y normalmente una o tres yemas laterales en la mitad superior de la planta llegarán a ser inflorescencias femeninas funcionales, ósea las mazorcas. (Paliwal, 2001)

En general, en los trópicos el período de crecimiento no está limitado por el régimen de temperaturas. Las plantas de maíz tropical, por lo tanto, producen un mayor número de hojas y más grandes que las plantas en las zonas templadas. (Paliwal, 2001)

La variación en el número total de hojas es más afectada por el momento de la iniciación de la espiga que por la variación en la velocidad de iniciación de las hojas. (Paliwal, 2001)

- **Floración**

El desarrollo de la panoja precede al de la mazorca y después que todos los primordios foliares se han iniciado, el meristemo apical se elonga y

se transforma en un meristemo reproductivo masculino que se transformará a su vez en la panoja. (Paliwal, 2001)

A los 25-30 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 se inicia la liberación del polen y el alargamiento de los estilos. (Paliwal, 2001)

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. (Paliwal, 2001)

- **Fructificación**

La inflorescencia femenina o mazorca crece a partir de las yemas apicales en las axilas de las hojas, 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. (Paliwal, 2001)

- **Maduración Lechosa**

Se ha formado la mazorca; y los granos al ser presionados presentan un líquido lechoso. (Yzarra, 2011).

- **Maduración Pastosa**

Los granos de la parte central de la mazorca adquieren el color típico del grano maduro. Los granos, al ser presionados, presentan una consistencia pastosa. (Yzarra, 2011).

- **Maduración Córnea**

Los granos de maíz esta duros. La mayoría de las hojas se han vuelto amarillas o se han secado. (Yzarra, 2011)

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. (Yzarra, 2011)

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. (Yzarra, 2011)

Al formarse la capa negra en el punto de inserción del olote, la semilla alcanza su madurez fisiológica y es el mejor momento para cosechar. (Paliwal, 2001; Ashbell & Weinberg, 2001).

i. Etapas de crecimiento del maíz

Para la normalización de las definiciones, los investigadores de maíz han elaborado una guía para identificar las diferentes etapas de crecimiento del maíz. No todas las plantas en el campo llegan a una etapa en particular, al mismo tiempo. Por lo tanto, los investigadores asumen que el cultivo alcanza una etapa específica cuando al menos el 50% de las plantas presentan las características correspondientes. (Ospina, 2015)

La normalización de las definiciones permite que los investigadores se refieran a los problemas de las etapas de crecimiento específicas. Los investigadores también pueden comparar la fenología de maíz bajo diferentes condiciones ambientales y de tratamientos experimentales. (Ospina, 2015)

Los investigadores dividen las etapas de crecimiento en dos grandes categorías:

- Vegetativa (V)
- Reproductiva (R)

Además, las etapas de crecimiento se pueden agrupar en cuatro grandes períodos

- Crecimiento de las plántulas (etapas VE y V1)
- Crecimiento vegetativo (etapas V2, V3... Vn)
- Floración y la fecundación (etapas VT, R0, y R1)
- Llenado de grano y la madurez (etapas R2 a R6)

Tabla 3–Etapas de crecimiento del maíz

Etapa	DAS*	Características
VE	5	El coleoptilo emerge de la superficie del suelo
V1	9	Es visible el cuello de la primera hoja.
V2	12	Es visible el cuello de la segunda hoja.
Vn		Es visible el cuello de la hoja número “n”. (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; “n” generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo.)
VT	55	Es completamente visible la última rama de la panícula.
R0	57	Antesis o floración masculina. El polen se comienza a arrojar.
R1	59	Son visibles los estigmas.
R2	71	Etapa de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
R3	80	Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
R4	90	Etapa masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
R5	102	Etapa dentada. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una “línea de leche” cuando se observa el grano desde el costado.
R6	112	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.

Fuente: (Bolaños y Edmeades 1993).

* DAS: número aproximado de días después de la siembra en tierras bajas tropicales, donde las temperaturas máxima y mínima pueden ser de 33°C y 22°C, respectivamente. En los ambientes más fríos, se amplían estos tiempos.

j. Exigencias edafoclimaticas

• Suelos

El maíz morado, prefiere suelos profundos de textura franca a franco-arcilloso, con buena capacidad para retener humedad, no deben presentar problemas de drenaje; excesos de humedad son adversos a la

acumulación de pigmentos en la mazorca, pH: 5-8, conductividad eléctrica entre: 1-4 dS/m (INIA, 2012 citado por Begazo, 2013).

- **Temperatura**

El maíz morado se adapta a diversos climas de la costa y sierra del Perú, la existencia de diferentes variedades le permiten esta gran dispersión de área. En cualquier ambiente donde se cultive, es favorecido en su desarrollo y rendimiento por los climas preferentemente secos, con temperaturas moderadas. (Begaso, 2013)

k. Manejo agronómico

- **Época de siembra**

Se puede sembrar desde los 500 m.s.n.m. hasta los 2500 m.s.n.m. según la variedad de maíz morado a emplearse (ITACAB, 2012, citado por Begazo 2013).

La época de siembra en la sierra es de agosto a octubre y en la costa de abril a septiembre (INIA, 2012 citado por Begazo, 2013). La variación de la época de siembra, está influenciado por las condiciones climáticas de cada zona agroecológica, así como la estacionalidad (presencia y/o ausencia de lluvias).

- **Elección de semillas**

Se debe tener cuidado especial en elegir semilla de productores que garanticen pureza varietal, asimismo se recomienda elegir campos aislados de otros maíces, ya sea por época o por distancia (ITACAB, 2012 citado por Begazo, 2013).

Una de las maneras de asegurar un alto porcentaje de emergencia de las semillas de maíz, es asegurarse que estas se adquieran con garantía de certificadoras. (ITACAB, 2012 citado por Begazo, 2013)

- **Cantidad y protección de la semilla**

La cantidad de semilla requerida aproximadamente es de 50 Kg/ha, dependiendo de la densidad de siembra a emplear, se recomienda desinfectar la semilla con insecticidas con el fin de evitar ataque de gusanos de tierra. (Begazo, 2013).

A fin de desarrollar una agricultura orgánica, una de las formas de desinfectar las semillas es a través del uso de ceniza.

- **Fertilización**

Los nutrientes disponibles en el suelo generalmente limitan la producción de maíz, siendo necesario conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo para determinar las necesidades de fertilización (Begazo, 2013).

Son 16 los elementos esenciales para el crecimiento de una gran mayoría de plantas y éstos provienen del aire y del suelo circundante. En el suelo, el medio de transporte es la solución del suelo; del aire: carbono (C) como CO₂ (dióxido de carbono); del agua: hidrógeno (H) y oxígeno (O) como H₂O (agua); del suelo, el fertilizante y abono animal: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl) (FAO, 2012 citado por Pinedo, 2015).

Los fertilizantes nitro-fosfo-potásicos que contienen NPK y otras sales que contienen otros nutrientes como Ca, Mg, S y elementos menores aumentan la fertilidad del suelo y proporcionan un medio para mantener niveles adecuados de fertilidad en los suelos. (Villagarcía y Aguirre 2012, citado por Pinedo, 2015)

Los nutrientes que permiten y promueven el crecimiento de las plantas se encuentran en el suelo. Las plantas de cualquier especie o variedad para desarrollarse adecuadamente requieren mínimamente absorber más de 16 elementos nutricionales. (Catalán, 2012 citado por Pinedo, 2012)

Aunque la planta de maíz usa 16 elementos diferentes, sólo tres son necesarios en cantidades relativamente grandes: el N, el P y el potasio K. Las faltas de estos nutrientes limitan frecuentemente la producción de maíz, aunque el azufre y algunos micronutrientes como el zinc y el magnesio pueden ser restricciones importantes en ciertas localidades. (García, 2013 citado por Pinedo, 2015)

El cultivo de maíz morado tiene requerimientos altos de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio, entre otros nutrientes, (586- 220-100 kg/ha de N-P-K). (Risco, 2007 citado por Pinedo, 2015)

- **Aporque**

El 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 protegen del tumbado o acame de las plantas además aumenta la capacidad de absorción de nutrientes (Manrique, 1988, citado por Begazo 2013)

- **Control de malezas**

El control de malezas en el cultivo de maíz, es un factor determinante de la producción; los arvenses en muchos casos compiten con el maíz por agua, nutrientes, luz y además son hospederas de plagas y enfermedades. (Manrique, 1988, citado por Begazo 2013)

Por ello es importante desarrollar las buenas técnicas de preparación del suelo, rotación de cultivos, oportunidad de siembra, aporques altos y

deshierbos manuales de ser necesario. Todas estas actividades deben realizarse en los primeros estadios del maíz. (Manrique, 1988, citado por Begazo 2013).

- **Riego**

Estudios realizados a nivel de costa señala que el consumo de agua varía entre 12,000 a 15,000 m³/ha/campaña en condiciones de riego por gravedad, mientras que en riego tecnificado varía entre 4,500 a 8,000 m³/ha/campaña. (Robles, 2001 citado por Cabrera, 2016).

También se reportan consumos de menores de 5000 m³/ha bajo riego por goteo y buena respuesta al riego por aspersión por ser un sistema que refresca el ambiente (Robles, 2001 citado por Cabrera, 2016).

- **Época de Siembra**

En la Costa la mejor época para la siembra del maíz morado es en invierno (meses de mayo y junio). En la sierra baja (1,000 a 2,200 msnm) se puede sembrar entre los meses de junio y julio. En la sierra media (2,200 a 2,800 msnm) la mejor época está entre los meses de setiembre y octubre pudiendo sembrarse más tardíamente en ciertas zonas por la relativa precocidad de algunas variedades. (Sevilla y Valdez, 1985)

El maíz como cultivo es de crecimiento rápido que rinde más a temperaturas moderadas y un suministro abundante de agua la temperatura ideal va de 23.9°C a 29.4°C, también indican que el efecto general de la temperatura para la estación puede mostrarse como “días grado” o “unidades de calor”, utilizando 12.8 °C como punto de partida (cada grado celsius superior es “una unidad de calor” (Aldrich y Leng, 1974).

1. Plagas y Enfermedades del maíz

• Plagas del Maíz

El control de plagas en el cultivo de maíz no es tan agudo como en otros cultivos, pero su intensidad se acentúa mientras persistan altas temperaturas ambientales. Las plagas más importantes en el cultivo de maíz morado en los valles interandinos son:

– Gusano de tierra o cortador (*Agrotis ipsilon*)

El adulto de *Agrotis ipsilon*, es una mariposa generalmente de color marrón oscuro, con el primer par de alas de coloración clara. Manejo agronómico del maíz morado en los valles interandinos del Perú (INIA, 2012)

Las larvas desarrolladas miden cerca de 4 cm son robustas, cilíndricas, lisas y de coloración variable, generalmente ceniza oscura; cuando se le toca se enrolla tomando la forma de una rosca de allí su nombre gusano rosca. (INIA, 2012)

La práctica cultural de riego de machaco, permite el ahogamiento de las larvas antes de la preparación del suelo; la rotación de cultivos es otra práctica que permite disminuir la población de estos insectos. (INIA, 2012)

La aplicación de cebos envenenados al pie de la planta preparados en base afrechillo, melaza Carbaryl controla el ataque de los gusanos. (INIA, 2012)



*Figura 1–Adulto y Larva enrollada de Agrotis ipsilon.
Fuente: INIA 2012*

– **Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)**

Las larvas causan daños foliares, las larvas de los primeros estadíos producen raspado de hojas y cuando alcanzan mayor tamaño estos producen perforaciones y pueden causar muerte de plantas cuando dañan el punto de crecimiento. (INIA, 2012)

Se controla mediante la aplicación de Dípterec 2,5 G a razón de 10 kg/ha, aplicación de cipermetrinas a razón de 150 a 200 ml por cilindro de 200 litros de agua, cuando las larvas están raspando las hojas. (INIA, 2012)

En estudio preliminar se ha observado que la aplicación de extracto de tarwi produce mortalidad de larvas de primeros estadíos. Esta tecnología será comprobada y demostrada para su difusión a los pequeños agricultores. (INIA, 2012)



Figura 2 – Larva de cogollero y daños en el maíz.

Fuente: (INIA, 2012)

– **Gusano mazorquero (*Heliothis zea* = *Helicoverpa zea*)**

El insecto adulto es una mariposa de hábitos nocturnos, sus alas anteriores son de coloración parda amarillenta, cuando se extienden mide hasta 4 cm. Las hembras ponen sus huevos en los estilos-estigmas (pelos) de la flor femenina de la mazorca. (INIA, 2012)

Cada hembra pone promedio mil huevos durante su vida los cuales eclosionan de 4 a 6 días; los primeros 3 a 4 días las larvas se alimentan de los pelos de la mazorca y luego penetran a la mazorca y atacan a los granos en formación. (INIA, 2012)

El control recomendado por el INIA, es la aplicación de tres gotas de aceite de consumo humano en la parte apical de la mazorca cuando se observan posturas o larvas del primer estadio en el 10 % de plantas.

La cantidad necesaria de aceite es de seis litros/ha, aplicando dos litros en el primer tercio de floración, dos litros en el segundo tercio de floración y dos litros en el último tercio de floración. (INIA, 2012)



*Figura 3 – Adulto de Heliothis zea.
Larva causando daño en la mazorca del maíz.
Fuente: INIA 2012*

– **Gusano de carne (*Euxesta sp*)**

El adulto es una mosquita pequeña con franjas negras en sus alas transparentes, denominada en algunos lugares mosca cebra, es una plaga importante para el maíz amiláceo, su ataque lo realiza en forma independiente o junto con el gusano mazorquero. (INIA, 2012).

Las hembras ponen sus huevos en grupos y en aquellas mazorcas que tienen las barbas algo secas, es decir un poco más tarde que la del gusano mazorquero, después de 6 días de la postura de cada huevo sale una larva o gusano de 6 mm de color crema sucio, no tiene patas se puede encontrar muchas larvas por mazorca. (INIA, 2012)

Las larvas se alimentan de los granos lechosos, siendo este daño no muy perjudicial. Pero su acción favorece la presencia de hongos como *Fusarium* y *Diplodia*, que suelen provocar grandes pudriciones de la mazorca. (INIA, 2012)

Una forma de control sencilla y barata para estos gusanos es el uso de aceite de consumo humano. Si se controló el gusano de la

mazorca con aceite, la mosca cebra *Euxesta sp*, ya no pone sus huevos en los pelos de la mazorca. (INIA, 2012)



Figura 4 – Insectos adultos de *Euxesta sp*.

Fuente: INIA 2012

– **Gorgojos y polillas de almacén**

Los gorgojos *Sitophilus orizae*, *Pagiocerus frontalis* y la polilla *Sitotroga cerealella* se controlan mediante la aplicación de *Phostoxin* utilizando tres pastillas por tonelada de mazorcas y Gastión, dos pastillas por tonelada de mazorcas. (INIA 2012)

• **Enfermedades del Maíz**

– **Carbón del maíz (*Ustilago maydis*)**

Hongos que parasitan las plantas de maíz que forman tumores de hasta 10 cm de diámetro en la inflorescencia. Primero es de color blanco y después pasa a negro, hecho por el cual se llama carbón de maíz. (Begazo, 2013).

La mejor práctica para disminuir su incidencia es sacar las mazorcas con agallas en estado verde para enterrarlas junto con guano de corral para compost. También la rotación de cultivos es una práctica

que permite disminuir la incidencia de esta enfermedad. (INIA, 2012)

– **Roya (*Puccinia sorghi*)**

Son pústulas de color marrón que aparecen en el envés y haz de las hojas, llegan a romper la epidermis y contienen órganos fructíferos llamados teleutosporas. Las pústulas toman un color marrón oscuro a medida que la planta madura y las bajas temperaturas y la alta humedad favorecen su desarrollo y difusión. (Begazo, 2013)

– **Pudrición de mazorcas**

Es producida por hongos (*Fusarium moniliforme*, *Fusarium tursicumy* y *Diplodia maydis*). El control de gusanos de la mazorca impide el ingreso de hongos y el uso de variedades tolerantes con buena cobertura de mazorcas son las mejores alternativas de control. (INIA, 2012).

– **Tizón foliar (*Helminthosporium turcicum*)**

Es un hongo que se encuentra distribuido en todo el mundo, y uno de los primeros síntomas consiste en la aparición de manchas pequeñas ligeramente ovaladas y acuosas que se producen en las hojas, las cuales son fácilmente reconocibles. (CIMMYT, 2004).

Posteriormente, estas manchas se vuelven tejidos necróticos alargados con puntos negros, que son las esporas del hongo. Cuando la infección se produce antes o durante la aparición de los estigmas, y si las condiciones son favorables, puede ocasionar daños económicos considerables. (CIMMYT, 2004).

– **Carbón común**

Es causado por *Ustilago maydis*. El carbón común ocurre en todas las regiones productoras de maíz, pero puede ser más grave en climas húmedos y templados que en las tierras bajas tropicales con clima caluroso y húmedo. (CIMMYT, 2004)

El hongo ataca las mazorcas, los tallos, las hojas y las espigas. Unas agallas blancas cerradas muy conspicuas sustituyen a los granos individuales. Con el tiempo las agallas se rompen y liberan masas negras de esporas que infectarán las plantas de maíz del siguiente ciclo de cultivo. La enfermedad causa daños más graves en plantas jóvenes en estado activo de crecimiento y puede producirles enanismo o matarlas. (CIMMYT, 2004)

– **Carbón de la espiga**

Es causado por *Sphacelotha careiliana*. El carbón de la espiga puede ocasionar daños económicos significativos en zonas maiceras tanto secos y cálidos como de altitud intermedia y clima templado. (CIMMYT, 2004)

La infección es sistémica, lo cual significa que el hongo penetra las plántulas y se desarrolla dentro de las plantas sin que éstas muestren síntomas, hasta que llegan a la floración y la emisión de estigmas. (CIMMYT, 2004)

Los síntomas más conspicuos son: a) el desarrollo anormal de las espigas (panojas), que se deforman y crecen excesivamente; b) la formación de masas negras de esporas en algunas florecillas macho, y; c) el desarrollo de masas negras de esporas en lugar de mazorcas, que dejan al descubierto los haces vasculares desgarrados. (CIMMYT, 2004)

– **Virus del mosaico del enanismo del maíz (MDMV)**

Los síntomas se inician entre los tres y cinco días después de que ocurre la infección, y se caracterizan por la presencia de un moteado leve en la base de las hojas jóvenes. (CIMMYT, 2004)

A medida que la planta se desarrolla, toda la lámina foliar se cubre con el mosaico y se forma un rayado irregular y manchas aceitosas de apariencia anular. (CIMMYT, 2004)

Dependiendo de la época en que ocurre la infección, la planta puede presentar enanismo y coloración rojiza en las hojas superiores. Si la infección ocurre muy temprano, las mazorcas son pequeñas y con pocos granos. (CIMMYT, 2004)

m. Cosecha

Después de la floración aproximadamente 40 días, se presenta la madurez fisiológica, es decir la conversión de los azúcares en almidones, por lo tanto, los granos pasan de estado lechoso a pastoso. (Begazo, 2013)

En ese periodo se concentran y estabilizan los pigmentos antocianínicos del maíz morado. Por lo tanto, las mazorcas están listas para ser cosechadas, cuando los granos presenten aproximadamente 30% de humedad. (Begazo, 2013)

n. Secado

Debe procurar conservar la calidad del pigmento. Debe ser rápido puede ser con aire forzado o con Energía solar pero la luz solar no debe dar directamente a las mazorcas (INIA, 2010).

Se debe realizar un buen manejo de post cosecha para evitar la formación de micotoxinas, por un mal secado del maíz. (Nakamura, 2010 citado por Begazo 2013)

o. Almacenamiento

Almacenar la semilla, granos y mazorcas con un 14% de humedad en ambientes seguros, secos, limpios y desinfectados para evitar el ataque de hongos, roedores e insectos. (INIA, 2010)

p. Producción y Rendimiento nacional de maíz morado

La producción nacional de maíz morado se localiza en 08 departamentos y el 80% de la producción se concentra en Lima, Huánuco, Ancash y La Libertad y el restante en los departamentos de Ica, Arequipa, Cajamarca y Ayacucho. (MINAGRI, 2017)

En el año 2006, el rendimiento promedio nacional fue de 4675 kg/ha, la región de Cajamarca obtuvo el mayor rendimiento a nivel nacional con 8389 kg/ha, seguido de Apurímac y Huánuco con 8100 kg/ha y 7105 kg/ha respectivamente. Mientras las regiones de Arequipa y Lima obtuvieron un rendimiento de 4685 kg/ha y 2974 kg/ha respectivamente. (Quispe, 2010 citado por Begazo, 2013)

Durante la campaña 2011-2012, los principales departamentos productores de maíz morado en el Perú, fueron Lima, Huánuco y Arequipa. El departamento que logró el mayor rendimiento nacional fue Huánuco con 6906 Kg/ha, lo sigue Lima con 5711 Kg/ha, y luego Arequipa con 5072 Kg/ha. (Quispe, 2010 citado por Begazo, 2013)

El departamento de Lima es el mayor productor con 9161 toneladas en un área sembrada de 1616 has. (Quispe, 2010 citado por Begazo, 2013).

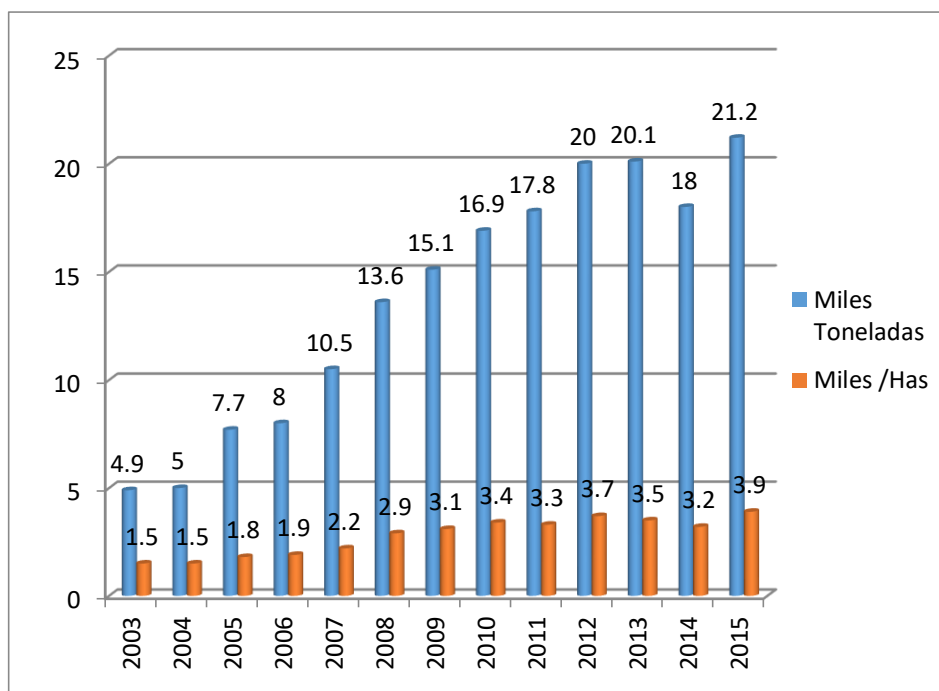


Figura 5 – Evolución de la producción (t) y de la superficie cosechada nacional (Ha)

Fuente: MINAGRI, 2017.

q. Exportaciones de maíz morado

Las exportaciones de este producto también van en aumento y a nivel internacional, el maíz morado es utilizado como un fruto medicinal, alimenticio y como colorante para cosméticos, textiles y otros. (Begazo, 2013)

El producto se exporta en granos secos, coronta o tusa los que se utilizan como insumo o materia prima para la extracción del pigmento, asimismo la coronta micro pulverizada es empleada como colorante natural en polvo fino de color púrpura oscuro y extracto colorante natural. (Begazo, 2013)

Los principales destinos de la exportación de maíz morado y el porcentaje de participación lo tienen: Estados Unidos (USA) 63%, Ecuador (Ecuador) 15%, España (Spain) 11%, Chile (Chile) 3%, Japón (Japan), 2% Italia (Italy) 1% y Otros (Others) 5%. (MINAGRI, 2017)

Durante el 2015, los principales mercados destino de las exportaciones de maíz morado fueron: Estados Unidos y Ecuador que recibieron el 78% del total de nuestros envíos. Perú tiene suscrito acuerdos comerciales mediante los cuales puede exportar maíz morado con preferencias arancelarias. (MINAGRI, 2017)

Entre enero y septiembre del presente año, Perú exportó un total de 609.817 kilos de maíz morado por un valor FOB de US\$ 802.623. Las cifras son muy similares a las alcanzadas en igual periodo del año pasado, cuando se despacharon 608.381 kilos del producto por US\$ 829.875. (Agraria.pe, 2018)

De acuerdo al portal Agrodata Perú (2018) el mayor destino de estos envíos peruanos fue Estados Unidos, donde se lograron colocaciones por US\$ 448.136. A continuación, se ubicaron Ecuador (US\$ 125.096), España (US\$ 82.160), Japón (US\$ 28.685), Bélgica (US\$ 25.171), Chile (US\$ 24.662), Italia (US\$ 12.490), Países Bajos (US\$ 8.050) y otros con montos menores pero que en conjunto sumaron US\$ 48.173. (Agraria.pe, 2018)

En tanto, entre los mayores exportadores de maíz morado –siempre entre enero y septiembre de 2018-, se registró a Peru food Import SAC con ventas por US\$ 123.000, Miranda-Langa Agro Export (US\$ 118.000), Coproimpex SAC (US\$ 90.000), Importadora y Exportadora Doña Isabel (US\$ 86.000) y Belmont Foods Perú SAC (US\$ 38.000). (Agraria.pe, 2018)

3.2.2 Microorganismos eficientes (EM)

a. Origen

Los microorganismos eficientes (EM) fueron desarrollados en la década de los 70, por el profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. (Flores, 2004 citado por Quillca y Rubelo, 2012)

Teóricamente este producto comercial se encuentra conformado esencialmente por tres diferentes tipos de organismos: levaduras, bacterias acidolácticas y bacterias fotosintéticas, las cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería (Flores, 2004 citado por Quillca y Rubelo, 2012)

EM, es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros. (Flores, 2004 citado por Quillca y Rubelo, 2012)

El inoculante microbiano EM es producido como un concentrado líquido para ser usado en el ambiente a fin de eliminar los malos olores, controlar insectos (moscas) y en general para mejorar y mantener ambientes sanos y saludables dentro del entorno natural. (Quillca y Rubelo, 2012)

Los microorganismos eficientes son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, que se han utilizado tradicionalmente en la alimentación, o que se encuentran en los mismos. (Quillca y Rubelo, 2012)

Contiene principalmente organismos beneficiosos de tres géneros principales: bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico; Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos

orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes. (Quillca y Rubelo, 2012)

Los microorganismos efectivos, más conocidos como EM, 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. (Higa y Wididana 1991, citado por Ñaupari, 2015)

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. (Ñaupari, 2015)

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. (Ñaupari, 2015)

La presencia de estos microorganismos se detalla a continuación:

- **Bacterias fototróficas (*Rhodopseudomonas spp.*)**

Las bacterias fototróficas son un grupo de microbios independientes y autosuficientes. Estas bacterias sintetizan sustancias útiles de secreciones de raíces, materia orgánica y/o gases dañinos (ej: ácido sulfhídrico) con el uso de luz solar y calor del suelo como fuentes de energía. Estas sustancias útiles incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos,

sustancias bioactivas y azúcares, los cuales promueven el crecimiento y desarrollo de la planta. (EMPROTEC, 2011)

Los metabolitos hechos por estos microorganismos son absorbidos directamente por las plantas y actúan como sustrato para el incremento poblacional de microorganismos benéficos. (EMPROTEC, 2011)

“Por ejemplo, en la rizósfera la micorriza vesicular, arbuscular (VA) se incrementan gracias a la disponibilidad de compuestos nitrogenados (aminoácidos) que son secretados por las bacterias fototrópicas. Las micorrizas VA en respuesta incrementa la solubilidad de fosfatos en el suelo y por ello otorgan fósforo que no era disponible a las plantas. Las micorrizas VA también pueden coexistir con azobacter y rizobiums, incrementando la capacidad de las plantas para fijar nitrógeno de la atmósfera” (EMPROTEC, 2011).

Procesos metabólicos de las bacterias anaerobias

El proceso fermentativo de las bacterias anaerobias comprende una serie de procesos, que interactúan entre sí, en una serie de reacciones metabólicas complejas en ausencia de oxígeno, haciendo parte importante de los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno y azufre, entre otros. (Constanza, Antolinez, Bohórquez y Corredor 2015).

Estos procesos metabólicos se han dividido en 3 grupos o etapas principales: 1) hidrolisis y fermentación, 2) acetogenesis y 3) metanogenesis; la primera etapa del proceso involucra la hidrolisis de sólidos insolubles, es decir partículas orgánicas (celulosa o hemicelulosa) o coloides orgánicos (proteínas), en compuestos solubles simples que pueden ser absorbidos a través de la pared celular, para que posteriormente, dichas moléculas hidrolizadas sean catalizadas por bacterias fermentativas en alcoholes y ácidos grasos, teniendo como

resultado de este proceso, la producción de hidrogeno y dióxido de carbono. luego, durante la acetogenesis, se produce ácido acético a través de la oxidación de ácidos grasos de cadena corta o alcoholes o a través de la reducción del CO₂, usando hidrogeno como donador de electrones para la reacción. (Constanza, *et al* 2015).

El último paso que corresponde a la metanogenesis, es llevado a cabo por arqueas, las cuales obtienen su energía de la conversión de un numero restringido de sustratos a metano (Constanza, *et al* 2015).

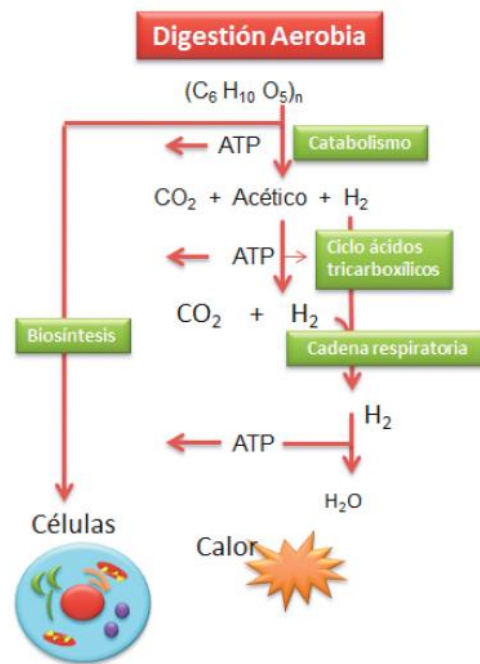


Figura 6 – Procesos químicos de la digestión
Fuente: Constanza, *et al* (2015).

- **Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp.*)**

Las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico de azúcares y otros carbohidratos, producidos por las bacterias fototrópicas y levaduras. Por eso, algunas comidas y bebidas como el yogur y encurtidos son hechas

con bacterias ácido lácticas desde tiempos remotos. (EMPROTEC, 2011).

Sin embargo, el ácido láctico es un compuesto esterilizante fuerte que suprime microorganismos dañinos y ayuda a la descomposición de materiales como la lignina y la celulosa fermentándolos, removiendo efectos no deseables de la materia orgánica no descompuesta. (EMPROTEC, 2011)

Las bacterias ácido lácticas tienen la habilidad de suprimir enfermedades incluyendo microorganismos como fusarium, que aparecen en programas de cultivos continuos. En circunstancias normales, especies como fusarium debilitan las plantas, exponiéndolos a enfermedades y poblaciones grandes de plagas como los nematodos. (EMPROTEC, 2011)

El uso de bacterias ácido lácticas reducen las poblaciones de nematodos y controla la propagación y dispersión de fusarium, y gracias a ello induce un mejor ambiente para el crecimiento de los cultivos. (EMPROTEC, 2011).

Accionar de la bacteria

La acción de estas bacterias desencadena un proceso microbiano por el cual la lactosa (el azúcar de la leche) se transforma en ácido láctico. A medida que el ácido se acumula, la estructura de las proteínas de la leche va modificándose (van cuajando), y lo mismo ocurre con la textura del producto. Existen otras variables, como la temperatura y la composición de la leche, que influyen en las cualidades particulares de los distintos productos resultantes. (Hans, 1997)

El ácido láctico es también el que confiere a la leche fermentada ese sabor ligeramente acidulado. Los elementos derivados de las bacterias ácido-lácticas producen a menudo otros sabores o aromas característicos. (Hans, 1997)

El acetaldehído, por ejemplo, da al yogurt su aroma característico, mientras que el diacetilo confiere un sabor de mantequilla a la leche fermentada. Pueden añadirse asimismo al cultivo de microorganismos, como las levaduras, a fin de obtener sabores particulares. (Hans, 1997)

Productos lácteos fermentados por el proceso microbiano

El alcohol y el dióxido de carbono producidos por la levadura, por ejemplo, dan al kefir, el koumiss y el leben (variedades de yogurt líquido) una frescura y una esponjosidad características. Entre otras técnicas empleadas cabe mencionar las que consisten en eliminar el suero o añadir sabores, que permiten crear una variada gama de productos. (Hans, 1997)

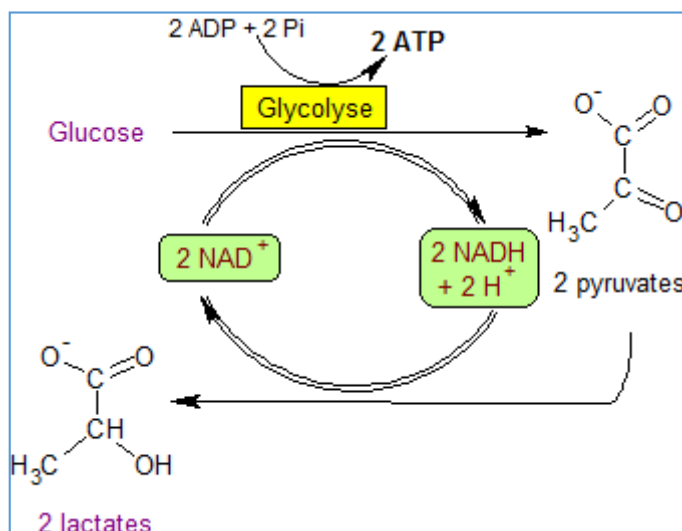


Figura 7– Procesos Bioquímicos de las bacterias
Fuente: Constanza, et al, 2015

- **Levaduras (*Saccharomyces spp.*)**

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras útiles, requeridas por las plantas para su crecimiento a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fototrópicas, materia orgánica y raíces de plantas. Las sustancias bioactivas como las hormonas y las enzimas producidas por las levaduras promueven la división activa celular y radical. Estas secreciones también son sustratos útiles para el EM como las bacterias ácido lácticas y actinomicetes. (EMPROTEC, 2011).

Las diferentes especies de los microorganismos eficaces (Bacterias fototrópicas, ácido lácticas y levaduras) tienen sus respectivas funciones. Sin embargo, las bacterias fototrópicas se pueden considerar como el núcleo de la actividad del EM. (EMPROTEC, 2011).

Las bacterias fototrópicas refuerzan las actividades de otros microorganismos. A este fenómeno se lo denomina “coexistencia y coprosperidad” (EMPROTEC, 2011).

El aumento de poblaciones de EM en los suelos promueve el desarrollo de microorganismos benéficos existentes en el suelo. Ya que la microflora del suelo se torna abundante, y por ello el suelo desarrolla un sistema microbial bien balanceado. (EMPROTEC, 2011).

En este proceso microbios específicos (especialmente los dañinos) son suprimidos, a su vez reduciendo especies microbiales del suelo que causan enfermedades. En contraste, en estos suelos desarrollados, el EM mantiene un proceso simbiótico con las raíces de las plantas junto a la rizósfera. (EMPROTEC, 2011).

Las raíces de las plantas también secretan sustancias como carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos y enzimas activas. El EM utiliza estas secreciones para su crecimiento. En el transcurso de este proceso el EM también secreta y provee aminoácidos, ácidos nucleicos, una gran variedad de vitaminas y hormonas a las plantas. Esto significa que el EM en la rizósfera coexiste con las plantas. Por ello, en suelos dominados por el EM las plantas crecen excepcionalmente bien. (EMPROTEC, 2011).

La primera etapa de la producción de levadura consiste en el crecimiento o propagación del cultivo puro de células de levadura en una serie de reactores de fermentación. (Hans, 1997)

La levadura es recuperada del último fermentador utilizando un separador centrífugo para concentrarla. La levadura es sometida por un tiempo de treinta minutos a una mezcla de salmuera con el fin de mejorar la deshidratación, posteriormente la levadura será sometida a uno o más lavados ya otro separador centrífugo. (Hans, 1997)

La levadura se mezcla con salmuera antes de ser filtrada, generalmente se deja así por unos treinta minutos. (Hans, 1997)

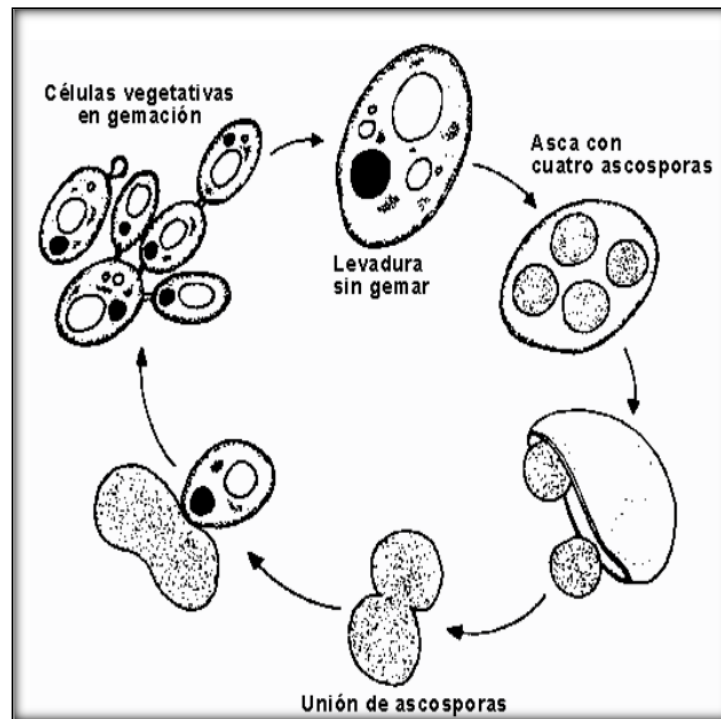


Figura 8 – Ciclo vital de *Sacharomycetes*

Fuente: (Hans, 1997)

- **Actinomicetos**

Los actinomicetos funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biosidas). (Ñaupari, 2015).

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. (Ñaupari, 2015)

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. (Ñaupari, 2015)

Hábitat y población

Este grupo de microorganismos constituye de un 10 a un 50% de la microbiota del suelo (los segundos en abundancia, después de las bacterias) con una densidad de población de 105 a 108 propágulos/gramo de suelo (siendo un propágulo cualquier parte de un microorganismo capaz de crecer y reproducirse), pudiendo llegar a 1010 propágulos/gramo en compost y en situaciones idóneas. Los actinomicetos se suelen encontrar en el compost y en sedimentos, y están más presentes en prados que en campos cultivados. (Hans, 1997)

Visto que son saprofitos y requieren de materia orgánica para su desarrollo, su población mengua a mayor profundidad de suelo, aunque en menor medida que otros grupos microbianos, probablemente debido a la resistencia de sus esporas. Así pues, los actinomicetos se pueden reproducir en la paja y los rastrojos residuales del cultivo, por lo que se recomienda dejarlos en el suelo y no quemarlos (a menos que estén contaminados, que entonces se recomienda sacarlos del cultivo y quemarlos). (Hans, 1997)

Los actinomicetos requieren de oxígeno para su crecimiento (son organismos aerobios), aunque hay ciertas excepciones. Así pues, en suelos húmedos no se desarrollan adecuadamente, al igual que no toleran la sequía (sus esporas sí que la toleran, lo que puede reconstituir la población de actinomicetos después de una sequía). (Hans, 1997)

Temperaturas bajas (sobre los 5°C) producen un crecimiento escaso en la población de actinomicetos, que prefieren suelos cálidos a los fríos. Su crecimiento óptimo se sitúa entre 28 y 37°C, aunque algunos crecen

a mayores temperaturas (hasta 65°C) en composteras). Gracias a esta tolerancia a temperaturas elevadas, en suelos semi-desérticos los actinomicetos se desarrollan satisfactoriamente. (Hans, 1997)

Los actinomicetos soportan bien las condiciones alcalinas, sin embargo, no aguantan las condiciones ácidas a excepción de algunas especies. En un pH inferior a 5, estos microorganismos conforman menos de un 1% de la población total microbiana del suelo. Esta intolerancia al medio ácido puede servir en ciertos casos, como es el patógeno de la patata *Streptomyces scabies* que puede controlarse acidificando el suelo. (Hans, 1997)

Las esporas resultan ser resistentes a condiciones extremas de temperatura, acidez y humedad, que les permite germinar cuando se establecen condiciones favorables para su desarrollo.

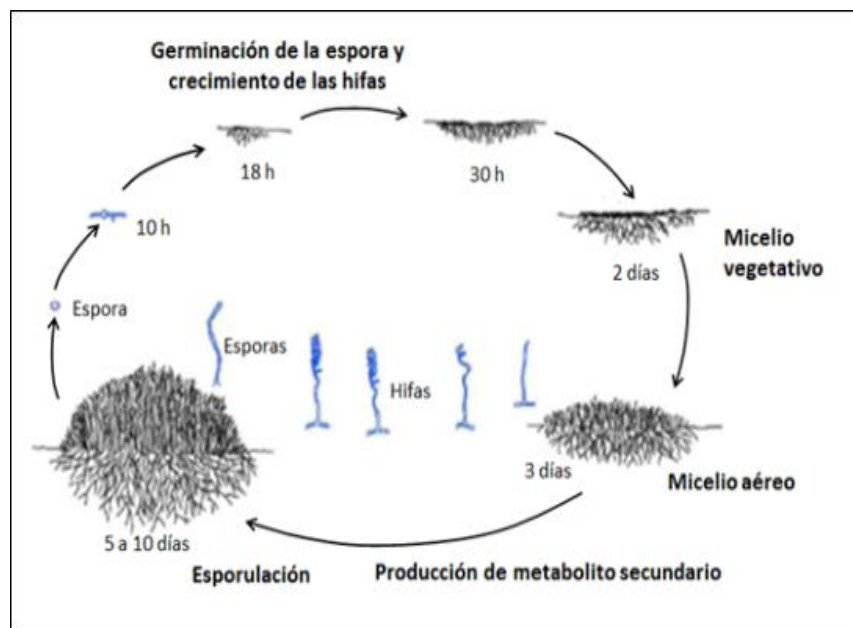


Figura 9 – Ciclo vital del *Streptomyces sp.*

Fuente: Hans, 1997

c. El EM -1

El EM.1® es un cultivo mixto de microorganismos benéficos de origen natural; su contenido no afecta al ambiente ni a la salud de las personas o animales que se encuentren en contacto con él. (EMPROTEC 2011)

Tiene múltiples beneficios: Promueve el desarrollo foliar y la óptima floración y fructificación de los cultivos. Incrementa la capacidad fotosintética de las plantas. Optimiza el crecimiento de las plantas y previene la presencia de plagas y enfermedades. Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Reduce los problemas de salinidad en el suelo. (EMPROTEC 2011)

El EM•1® es un producto natural elaborado con microorganismos eficientes que aceleran la descomposición natural de materias orgánicas. Los microorganismos contenidos en EM•1® son benéficos y altamente eficientes. Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados. Son microorganismos naturales muy conocidos como levaduras y las bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus*), que promueven un proceso de fermentación antioxidante benéfico, aceleran la descomposición de la materia orgánica y promueven el equilibrio de la flora microbiana. (EMPROTEC 2011)

El EM™ acelera la ruptura de compuestos como proteínas, azúcares, grasas y fibras, promoviendo la rápida descomposición de la materia orgánica. Aunado a esto, el EM™ trabaja en dos vías primarias: a) por exclusión competitiva de otros microorganismos nocivos y b) por la producción de subproductos beneficiosos como enzimas, ácidos orgánicos, aminoácidos, hormonas, y antioxidantes que promueven la salud del medio ambiente. (EMPROTEC 2011)

Modo de acción, las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los microorganismos eficientes para: crecer, sintetizando

aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. Cuando los microorganismos eficientes incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos. (Okumoto, 2006 citado por Quillca y Rubelo 2012)

Las auxinas en la formación de órganos, estimulación de la división celular, síntesis del RNA y de proteínas, dominancia apical, son un grupo de fitohormonas que actúan como reguladores del crecimiento vegetal. Las giberelinas su aplicación exógena producen una amplia variedad de respuestas en el desarrollo. La inducción del crecimiento del tallo es probablemente, el efecto fisiológico más espectacular de las giberelinas. (Azcón – Bieto y Talón, 1993 citado por Quillca y Rubelo, 2012)

d. Recomendaciones y precauciones de uso del EM

Según Águila y Enríquez (1999); citado por Ñaupari, (2015), las recomendaciones y precauciones generales al utilizar los microorganismos eficientes (EM) establecen, que.

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. (Águila y Enríquez 1999; citado por Ñaupari, 2015).

- **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 a 24 horas, de manera que el cloro se volatilice, y no interfiera con el

accionar de los microorganismos. (Águila y Enríquez 1999; citado por Ñaupari, 2015)

- **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. (Águila y Enríquez 1999; citado por Ñaupari, 2015)

- **Conservación del EM diluido (EM)**

El uso del EM diluido es conveniente hacerlo en un período máximo de tres días. (Águila y Enríquez 1999; citado por Ñaupari, 2015).

- **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. (Águila y Enríquez 1999; citado por Ñaupari, 2015).

- **Duración del EM (original)**

Aproximadamente 6 meses a partir de la fecha de envasado. (Águila y Enríquez 1999; citado por Ñaupari, 2015).

- **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. (Águila y Enríquez 1999; citado por Ñaupari, 2015)

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. (Águila y Enríquez 1999; citado por Ñaupari, 2015)

e. Efectos de los microorganismos efectivos (EM)

Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible. (APNAN, 1995 citado por Quilca y Rubelo, 2012)

- **En el suelo**

Efectos en la microbiología del suelo: suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen. (Bayron, 2004, citado por Quilca y Rubelo, 2012)

Efectos en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. (Bayron, 2004, citado por Quilca y Rubelo, 2012)

Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad, permeabilidad, y aumenta

su capacidad de retención de agua en el suelo. (Parsons, 2010 citado por Quilca y Rubelo, 2012)

Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua. Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos. (Parsons, 2010 citado por Quilca y Rubelo, 2012)

Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización. La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo (Parsons, 2010 citado por Quilca y Rubelo, 2012)

Según (Bernabé 1996 citado por Ñaupari 2015), 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.

- **En los semilleros**

Según Ñaupari (2015) quien cita a Bernabé (1996), los EM inoculados en los semilleros desarrolla:

- 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.

- **Efecto del EM en las plantas**

Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos. Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas e incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar. (Bayron, 2004 citado por Quilca y Rabelo, 2012)

Bernabé (1996) citado por Ñaupari (2015, los EM en las plantas desarrolla:

- 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.

f. La activación del EM -1 a EMA

El EM tiene varias expresiones, por ejemplo; EM Solución Madre, EM Original, EM Básico, EM Concentrado etcétera, son diferentes nombres para el mismo producto, pero está uniformando su nombre solo EM-1 y el EM-1 viene únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. (EMPROTEC, 2011)

El EM-1 está en estado latente (inactivo), para conservar a largo plazo, por lo tanto, antes de usarlo, hay que activarlo, quiere decir “productos secundarios” de EM. (EM Activado = EMA) El cual puede obtener mayor población de microorganismos benéficos y también puede minimizar el costo. (EMPROTEC, 2011)

EM Activado consiste en 5% de EM-1 y 5% de melaza diluidos en 90% de agua limpia en un recipiente herméticamente cerrado. Se deja para que se fermente durante una o dos semanas. (EMPROTEC, 2011)

Un olor agridulce y un pH 3.5 o menos indican que el proceso de activación está completo. Y la activación es solo una vez, si lo hace más de una vez, se pierde equilibrio de los microorganismos, por lo tanto, no hay garantía sobre su calidad y función. (EMPROTEC, 2011)

g. Dosis y aplicaciones de EM

• Aplicaciones al follaje

Para aplicar EM® al follaje es importante tener en cuenta:

- Realizar una dilución de EM® en agua un 2%, es decir, 1 parte de EM®A por 50 partes de agua, y según especie de cultivo, su condición de la presentación de la enfermedad y plaga puede variar
- Aplicar en una fina aspersión al follaje de las plantas, preferiblemente en las horas de la mañana, antes de las 8:00 a.m., o en la tarde, después de las 4:00 p.m.
- La frecuencia de aplicación de EM® al follaje depende de la intensidad del cultivo, ligado a su frecuencia de cosecha.

De esa manera se puede aplicar EM® al follaje de la siguiente manera: cultivo de ciclo corto cada 8 días, cultivo de ciclo semipermanente cada 15 días, cultivo de ciclo permanente 15 a 30 días. (EMPROTEC, 2011)

La dosis óptima de microorganismos eficientes para el cultivo de *Zea mays* L var. marginal 28T (maíz amarillo duro), es de 5,83 litros por hectárea de EM. (Quilca y Rubelo, 2012)

• Aplicaciones en la preparación del suelo

En el momento de preparar el suelo para la siembra, ya sea por primera vez o para un nuevo ciclo productivo, utilice los microorganismos presentes en EM®A de la siguiente manera: Pique los residuos vegetales presentes en el terreno (restos de cosechas o malezas) y déjelos en el suelo antes de prepararlo. Aplique la dilución de EM al suelo, homogéneamente, por lo menos 15 a 20 días antes de la siembra. Pasado el tiempo recomendado, prepare el terreno según el cultivo que vaya a sembrar. (EMPROTEC, 2011).

La dosis de aplicación según calidad de suelo:

- Terreno enfermo y con uso de agrotóxico y químico 25 litros de EM Activado con 500 litros de agua / ha (dilución 5%)
- Terreno normal con buena cantidad de M.O. 10 litros de EM Activado con 500 litros de agua / ha (dilución 2%)
- Terreno muy sano con solo cultivo orgánico con buena cantidad de M.O. 5 litros de EM Activado con 500 litros de agua //ha (dilución 1%)

- **Aplicaciones en la germinación y enraizamiento**

La utilización de EM® en la propagación de plantas, ya sea por semilla o por estacas, tienen como objetivo generar una barrera protectora con microorganismos benéficos alrededor del material para que el momento de entrar en contacto con el suelo, o sustrato, se reduzca la incidencia de enfermedades alojadas en el medio. (EMPROTEC, 2011).

Por otra parte, se busca promover la germinación y brotación vigorosa y uniforme de los materiales sembrados por la generación de hormonas, aminoácidos y sustancias antioxidantes. (EMPROTEC, 2011).

Para utilizar EM en la siembra de semillas, estacas o cualquier otro mecanismo de propagación, tenga en cuenta:

- Seleccione el material a propagar, ya sean semillas, estacas, estolones o rizomas. Algunas están tratadas con tóxico, es mejor lavarlas y secar en la sombra antes de tratamiento con EM.
- Prepare una solución de EM y agua utilizando una dilución del 2%, es decir, 1 parte de EM Activado por 50 partes de agua.
- Saque las semillas o estacas y déjelas secar durante 30 minutos en la sombra, evitando el contacto directo de los rayos del sol.

- Pasado el tiempo de secado, siembre el material y riegue con abundante agua.

Sumerja el material según tipo de semilla o estaca: Semillas grandes (ejemplo: frijol, maíz, café) 1 a 2 horas. Semillas medianas (ejemplo: pepino, calabaza) 30 a 60 minutos. Semillas pequeñas (ejemplo: tomate, rábano, zanahoria, cilantro) 20 a 30 minutos. Estacas, estolones o rizomas 15 minutos. (EMPROTEC, 2011)

3.3. Marco conceptual

a. **Abono**

Sustancia orgánica o mineral que aporta al suelo elementos nutritivos (macro y micro elementos) entre otros; que son necesarios para el metabolismo, crecimiento y mejora la producción de la planta.

b. **Abono orgánico**

Sustancia orgánica que aporta elementos nutritivos que son necesarios para las plantas, su origen es de las excretas de animal, restos de cosecha, elementos de origen mineral, que contribuyen a elevar la actividad biológica del suelo, para mejorar las características de los cultivos.

c. **Agrotóxicos**

Conjunto de sustancias químicas, orgánicas e inorgánicas, que se utilizan para combatir o disminuir poblaciones de plagas, malas hierbas o enfermedades de las plantas, generalmente en cultivos intensivos.

d. **Aleatoria**

Proceso de selección al azar y que cada miembro tiene igual oportunidad de ser incluido.

e. Aplicación

Es la acción y efecto de aplicar una cosa líquida o sólida en una investigación.

f. Axila de una planta

Es el ángulo que forma una parte de la planta con el tronco o la rama.

g. Características fenológicas

Cualidad peculiar de un ser vivo y por la cual se define o se distingue de otras de su misma especie; se va comprendiendo a través del estudio y la observación de los estadios de desarrollo reproductor y vegetativos de plantas y animales en relación con los parámetros ambientales.

h. Elote

Parte central de la mazorca de maíz una vez que ha perdido los granos. Se denomina también olote.

i. Enfermedad

Es la alteración fisiológica de los cultivos producido por agentes patógenos en interacción con el medio ambiente.

j. Entrenudo de una planta

Porción del tallo comprendida entre dos nudos.

k. Espiga

Inflorescencia racimosa con eje alargado y numerosas flores sin pedúnculos.

l. Estiércol

Excrementos de los animales, que resultan como deshecho del proceso de digestión de los alimentos que estos consumen.

m. Evaluación

Es la acción de medir, calcular, predecir o estimar utilizando un método para determinar el nivel de afección en un elemento, material o acción sobre un producto dado.

n. Fertilización

Aportación de sustancias orgánicas o inorgánicas con la finalidad de mantener o aumentar la fertilidad de un suelo.

o. Fertilizante

Sustancia que contiene una cantidad de elementos nutritivos en forma asimilable por las plantas.

p. Follaje

Área foliar de una planta, conjunto de hojas de una planta.

q. Grano

Semilla y fruto de los cereales. "grano de maíz; grano de trigo; grano de avena"

r. Inflorescencia

Disposición de un conjunto de flores sobre su eje correspondiente.

s. Macollo

Ramificaciones de áreas procedentes de las yemas laterales de los nudos hipogeos de un tallo principal y posteriormente de los tallos primarios, secundarios y terciarios.

t. Meristemo

Tejido joven o embrionario de los vegetales superiores que se halla en los lugares de crecimiento de la planta y está formado por células que se dividen continuamente para originar otros tejidos.

u. Microorganismos eficientes (EM)

De sus siglas en inglés, Es una solución que contiene varios microorganismos benéficos tanto aerobios como anaerobios, los cuales tienen diferentes funciones entre estos se encuentran bacterias ácido lácticas y fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores.

v. Microorganismos

Seres vivos más diminutos que únicamente pueden ser apreciados a través de un microscopio. En este extenso grupo podemos incluir a los virus, las bacterias, levaduras y mohos que pululan por el planeta tierra. Tiene una estructura biológica sumamente elemental ya que son unicelulares.

w. Muestra

La muestra es un subconjunto fielmente representativo de la población. Hay diferentes tipos de muestreo. El tipo de muestra que se seleccione dependerá de la calidad y cuán representativo se quiera sea el estudio de la población.

x. Métodos

Los métodos son los pasos a seguir en una determinada actividad, si se trata de un método de propagación, se tendría como por brote, brinjal, estaca, etc.

y. Plántula.

Joven planta que se desarrolla a partir del embrión de la semilla.

z. Población.

Es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. Cuando se vaya a llevar a cabo alguna investigación debe de tenerse en cuenta algunas características esenciales al seleccionarse la población bajo estudio.

aa. Producción

Acción de producir. actividad humana dirigida a generar bienes y corresponde al aumento de la biomasa en un producto por unidad de tiempo sin que peligre la estabilidad del ecosistema.

bb. Rendimiento agrícola

Es la producción dividida entre la superficie. La unidad de medida más utilizada es la Tonelada por Hectárea (Tm/Ha).

cc. Semilla

Toda estructura botánica destinada a la propagación sexual o asexual de una especie.

dd. Sequía

Ausencia prolongada, marcada deficiencia, o pobre distribución de la precipitación.

ee. Yema

Son pequeños cuerpos ovoides que se desarrollan en las axilas de las hojas o en el vértice de los tallos o de las ramas.

ff. Tusa o elote

Residuo producido luego de desgranar la mazorca del maíz;

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

Según el propósito de los objetivos es aplicada, porque se manipulo la variable independiente: dosis de microorganismos eficientes para evaluar el efecto en las variables dependientes: características fenológicas de maíz morado y rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L).

Según la finalidad, es de tipo aplicativo ya que tiene como propósito mejorar la producción de maíz morado (*Zea mays* L) con la aplicación y manejo de microorganismo eficientes en las características fenológicas de maíz morado y rendimiento de maíz morado

Según el alcance de las variables, es cuantitativo porque las variables fenológicas del maíz morado y la variable rendimiento: se medirán en centímetros, porcentajes y kilogramos.

Según su temporalidad, es de tipo transversal ya que la observación y análisis de las variables del estudio se realizarán en un momento determinado en el tiempo, es decir una campaña agrícola.

Nivel de investigación

Según el comportamiento de las variables es experimental ya que se explica el comportamiento de las variables, las causas que ocasionan y análisis de la variable independiente: dosis de microorganismos eficientes y sus resultados, que son hechos verificables analizando las variables dependientes: características fenológicas de maíz morado y rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L) mediante el análisis de varianza en un diseño experimental DBCA.

Método de investigación

Se utiliza el método experimental, porque aplica la observación del fenómeno, que en un primer momento es sensorial. Se elaboran las hipótesis y se diseña el experimento, con el fin de reproducir el objeto de estudio, controlando el fenómeno (variable independiente: dosis de microorganismos) para probar la validez de las hipótesis. (Cruz, 2018)

La finalidad del experimento es encontrar relaciones entre la variable independiente: (dosis de microorganismos) y las variables dependientes (fenología y rendimiento del maíz morado) para verificar la hipótesis (que si existen efectos significativos). Todo esto con la finalidad de poner en manifiesto las causas, del fenómeno estudiado (microorganismos eficientes en el maíz morado) (Cruz, 2018)

Se aplica el método científico experimental, cuyo procedimiento permitió validar el efecto de los microorganismos eficientes en la fenología y rendimiento del maíz morado (*Zea mays* L).

4.2. Diseño de la Investigación

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), que toma en cuenta los tres principios básicos de la experimentación: repetición, aleatorización y control local. En nuestro diseño las unidades experimentales se distribuyen en grupos homogéneos. Cada uno de estos grupos es llamado: bloque. El número de unidades experimentales dentro de cada bloque es igual al número de tratamientos incluidos en el experimento. Los tratamientos son distribuidos en las unidades experimentales dentro de cada bloque aleatoriamente.

Este diseño se utilizó, considerando el grado de inclinación del terreno, la dirección del viento, gradiente de temperatura, etc.

En el experimento se aplicó las dosis de microorganismos eficientes, constituyendo el factor con 4 niveles, distribuidos en 4 bloques, y en cada bloque está distribuido los niveles del factor que fueron totalmente aleatorizados. Quedando de la siguiente forma:

Tabla 4– Tratamientos y descripción

N°	Tratamientos	Descripción
T1	Tratamiento 1	01 litro de EM1
T2	Tratamiento 2	03 litros de EM1
T3	Tratamiento 3	06 litros de EM1
T4	Testigo	00 litros de EM1

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El modelo matemático del diseño experimental será el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, \text{Tratamiento}$$

$$j = 1, 2, \dots, \text{Repeticiones}$$

Siendo que:

Y_{ij} = Variable de respuesta observada o medida en la ij - ésima unidad experimental

μ = Media general a estimar a partir de los datos del experimento

τ_i = Efecto del i – ésimo tratamiento a estimar a partir de los datos del experimento

β_j = Estimador del efecto del j – ésimo bloque

ε_{ij} = Efecto aleatorio de variación

Este modelo asume:

H_0 : $\sum \tau_i = 0$ Si H_0 es cierto

H_a : $\sum \beta_{ji} = 0$ Si H_0 es cierto

ε_{ij} : Sigue la distribución normal con $(0, S^2)$

Tabla 5 – Unidades experimentales (DBCA).

Tratamientos	Bloques				Totales	Medias
	I	II	III	IV		
T1	y ₁₁	y ₁₂	y ₁₃	y ₁₄	Y_{1.}	Ȳ₁
T2	y ₂₁	y ₂₂	y ₂₃	y ₂₄	Y_{2.}	Ȳ₂
T3	y ₃₁	y ₃₂	y ₃₃	y ₃₄	Y_{3.}	Ȳ₃
T4	y ₄₁	y ₄₂	y ₄₃	y ₄₄	Y_{4.}	Ȳ₄
Y_{.j}	Y_{.1}	Y_{.2}	Y_{.3}	Y_{.4}	Y_.	Ȳ_.

Fuente: Elaboración propia

4.3. Población y muestra

Población

La población está constituida de plantas de maíz, con un número de 200 plantas por unidad experimental y un total de 3200 plantas en total dispuestas en un diseño DBCA de 4x4 de acuerdo a la siguiente estructura:

Tabla 6 – Estructura de unidades experimentales

Tratamientos	Numero U. E.	Repeticiones	Nº Tratamientos en estudio
Testigo	1	4	4
EM1 (1 Litros)	1	4	4
EM1 (3 Litros)	1	4	4
EM1 (6 Litros)	1	4	4
TOTAL			16

Fuente: Elaboración propia

Muestra

Técnicas de muestreo

El muestreo para las variables dependientes fue probabilístico mediante el método de muestreo aleatorio simple.

Tamaño y cálculo del tamaño de la muestra

El cálculo del tamaño de la muestra se determinó por el método probabilístico, porque se conoce el tamaño de la población, se estimó tomando en consideración una prueba de 95 % de probabilidades y 5 % de error. Una variabilidad positiva y negativa ($p=q$) del 50% y se aplicara la siguiente ecuación:

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

Dónde:

n: Tamaño de la muestra

N: población en estudio 3200 unidades elementales (plantas de maíz)

Z: Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza para el presente caso es de 95 % de probabilidades es = 1.96

p: Probabilidad de que ocurra el evento estudiado es 50%

q: (1-p) Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado es 50%

e: error igual al 5 %

Reemplazando los valores se determina 343 unidades de plantas de maíz.

4.4. Procedimiento

El trabajo de investigación, se inició teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

4.4.1 Instalación y actividades de campo

Ubicación del campo experimental.

La parcela de investigación está ubicada en el Centro Experimental Agrario Donoso del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, la descripción de la ubicación y características se muestran a continuación:

Departamento	:	Lima
Provincia	:	Huaral
Distrito	:	Huaral Llamada capital de la Agricultura
Sector	:	INIA Donoso Huaral
Latitud sur	:	11° 29' 77"
Latitud oeste	:	77° 12' 15"
Altitud	:	188 msnm

Características agroecológicas del Campo Experimental (Anexo 19)

Las características agroecológicas del Centro Experimental Agrario Donoso del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, se muestran a continuación.

Zona agroecológica	:	Costa sub tropical
Franja latitudinal	:	Sub tropical
Grupo ecológico	:	Desiertos
Zona de vida	:	dd-s (desierto desecado-Subtropical)
Cuenca hidrográfica	:	Chancay
Temperatura	:	Bordea los 30 °C en verano y que fluctúan entre 15,9 °C y 19,9 °C en invierno

Antecedentes del campo experimental

Está relacionada a las actividades agrícolas realizadas antes de la instalación de la investigación se muestra a continuación:

Año 2013-2014	:	Maíz Amarillo
Año 2014-2015	:	Maíz Amarillo
Año 2015- 2016	:	Maíz Amarillo
Año 2016-2017	:	Yuca
Año 2017 -2018	:	Sin siembra
Año 2019	:	Maíz morado (la presente investigación)

Análisis de suelo

Para el análisis se tomó muestras del suelo de la parcela experimental, los análisis se realizaron en los Laboratorios de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los análisis se muestran en los anexos.

Trazado y distribución de parcelas:

Se realizó la demarcación de las unidades experimentales utilizando estacas, wincha, cordel y rafia. La distribución de los tratamientos en cada una de las parcelas se realizó de acuerdo al croquis experimental, de acuerdo a lo siguiente:

Características del área del campo experimental

Distancia entre plantas	:	0.40 m
Numero de surcos por unidad experimental	:	8 u.
Número de plantas por surco	:	25 u.
Número de plantas por unidad experimental	:	200 u.
Número de plantas por tratamiento	:	800 u.
Número de plantas total	:	3200 u.
Área de la unidad experimental	:	64.00 m ²
Área de caminos	:	531.74 m ²
Área de tratamientos y evaluación	:	1024.00 m ²
Área total del experimento	:	1555.74 m ²

Preparación de terreno y siembra

- Preparación de terreno.

Después del trazado y distribución de parcelas se realizó la roturación del terreno utilizando un arado de disco y después se realizó tres pasadas de rastra para que el terreno quede bien mullido.

- Siembra

Con ayuda de un azadón se realizó los hoyos con un distanciamiento de 0,80 m entre surcos y 0,40 m entre plantas, dentro de las cuales se depositaron tres semillas por hoyos.

Aplicación de microorganismos eficientes (M.E)

- Activación del EM-1

Se procede a activar el EM-1, teniendo en cuenta lo siguiente: 5% de EM-1 + 5% de melaza de caña + 90 % de agua sin cloro. Se dejó reposar en un ambiente libre del sol durante 6 a 12 días para su uso. Al realizar esta operación el EM-1 se convierte en EM-Activado. Teniendo en cuenta la siguiente relación: 1 litro de EM-1 + 1 litro de melaza de caña + 18 litros de agua: dándonos una solución de 20 litro de EM- Activado.

Tratamiento 1: 20 litros de EM- Activado por 200 litros de agua.

Tratamiento 2: 60 litros de EM- Activado, por 200 litros de agua.

Tratamiento 3: 90 litros EM- Activado, por 200 litros

Tratamiento 4: sin EM

- Aplicación del EM

La solución de EM.-1 Activado se aplicó a las plantas de maíz, utilizando mochila asperjadora. De acuerdo a la dosis propuesta cada 15 días durante todo el periodo que dura el cultivo.

Manejo agronómico

Este proceso tuvo una duración promedio de 5 meses, porque están incluidas todas las labores culturales como deshije, aplicación de fertilizantes, aporque, control fitosanitario y control de malezas.

- **Desahijé:** Se realizó a los 8 días de la emergencia del cultivo, que consistió en eliminar una planta y dejar solo 2 plantas de maíz por hoyo.
- **Aporque:** Se realizó en forma manual utilizando azadones y se realizó a los 30 días de emergencia del cultivo, cuando las plantas tenían de 40 a 45 cm de altura.
- **Control de malezas:** Para eliminar malezas de cada unidad experimental se aplicó el control cultural haciendo uso de azadones. En todo el ciclo del cultivo se realizaron los deshierbes manuales.
- **Control fitosanitario:** No utilizo insecticidas químicos. Con la aplicación de las dosis de EM-1, se pudo reducir el ataque de plagas y enfermedades.
- **Cosecha:** Esta etapa fue determinante para obtener resultados del rendimiento de los tratamientos en estudio, para ello se realizó la recolección de las mazorcas.

4.4.2 Evaluaciones

Las variables a evaluar son la fenológica y el rendimiento del maíz morado.

Emergencia:

Se empleó el método de conteo ejecutando a los 5 días después de la siembra, contando manualmente a todas las plantas emergidas por tratamiento y repetición.

Crecimiento: En esta etapa fenológica, se tomó en cuenta:

- **Formación primeras hojas,** Se empleó el método de conteo simple a los 12 días después de la siembra, contando manualmente el número de plantas con las dos primeras hojas por tratamiento y repetición.
- **Formación de tallos,** Por muestreo simple al azar se seleccionaron a las plantas, y se procedió a medir con una cinta métrica la altura de los tallos, a los 22 días después de la siembra.
- **Diámetro del tallo.** Por muestreo simple al azar se seleccionaron a las plantas, y se procedió a medir con un vernier el diámetro de los tallos, a los 22 días después de la siembra.
- **Numero de hojas.** Por muestreo simple al azar se seleccionaron a las plantas, y se procedió a contar el número de hojas, a los 22 días después de la siembra.

Floración: En esta etapa fenológica por el método de conteo simple a los 55 días después de la siembra, se realizó el conteo manualmente el número de plantas con las espigas por tratamiento y repetición.

Fructificación: En esta etapa fenológica por el método de conteo simple a los 71 días después de la siembra, se realizó el conteo manual el número de plantas con la formación de granos por tratamiento y repetición.

Maduración Lechosa: En esta etapa fenológica por muestreo simple al azar se seleccionó a las plantas a los 80 días después de la siembra, se realizó el conteo manual el número de plantas con los granos llenos de líquido blanco por tratamiento y repetición.

Maduración Pastosa: En esta etapa fenológica por muestreo simple al azar se seleccionó a las plantas a los 90 días después de la siembra, contando manualmente el número de plantas con los granos llenos de pasta blanca, por tratamiento y repetición.

Maduración Cornea: En esta etapa fenológica por muestreo simple al azar se seleccionó a las plantas a los 102 días después de la siembra, contando manualmente el número de plantas con los granos llenos con almidón sólido, por tratamiento y repetición.

Madurez Fisiológica: En esta etapa fenológica, se tomó en cuenta:

- **Presencia de coloración de la mazorca,** Se empleó el método por muestreo simple al azar se seleccionó a las plantas a los 112 días después de la siembra, contando manualmente el número de plantas con los granos cubiertos de una capa negra en la base del grano, por tratamiento y repetición
- **Mazorcas por plantas:** En esta etapa fenológica por muestreo simple al azar se seleccionó a las plantas a los 112 días después de la siembra, contando manualmente el número de plantas con las mazorcas por planta, por tratamiento y repetición

Rendimiento

Se determinó multiplicando el peso de las mazorcas de cada planta, por el número de plantas que emergieron. Los resultados se expresaron en kg/Ha. Asimismo se desgrano las mazorcas de maíz y se determinó el peso de grano por número de plantas que emergieron, así como el peso de la tusa por número de plantas que emergieron.

4.5. Técnicas e instrumentos

Instrumento de investigación

La información que se generó durante el proceso de ejecución de la investigación están registradas en fichas de evaluación para cada unidad experimental y tratamiento, los instrumentos de medición utilizados fueron la cinta métrica para medir la longitud, para medir el diámetro del tallo el vernier y la balanza analítica para medir el peso.

Se procedió a la toma de datos de las variables según el cuadro de Operacionalización, procurando generar información secuencial y ordenada y para facilitar el procesamiento de los datos.

4.6. Análisis estadístico

4.6.1 Técnicas estadísticas

Para el procesamiento previamente se homogenizarán los datos a una hectárea de terreno y antes de procesar los resultados se cumplió los siguientes supuestos:

Normalidad de datos

Se verifico mediante la utilización de un estadístico que permite contrastar la hipótesis de que las muestras obtenidas proceden de poblaciones normales, para lo cual se verifica que para cada tratamiento los datos provienen de una población con distribución normal. La regla para rechazar la hipótesis de normalidad es si el valor p (Sig.) es menor que 0.05. Anexo 3

Homogeneidad de varianzas

Se verifico dicha condición mediante la prueba de Levene que consiste en llevar a cabo un ANOVA del factor comparando las medias de la variable dependiente entre los grupos o categorías de la variable independiente. La regla para rechazar la hipótesis de homogeneidad es si el valor p (Sig.) es menor que 0.05. Anexo 2

Prueba de independencia.

Cada tratamiento se aplicó de manera independiente a todas las unidades experimentales, del diseño, el número de réplicas por tratamiento es obtenido de

acuerdo a la siguiente expresión: $r \geq 2 \left(Z_{\frac{\alpha}{2}} + Z_{\beta} \right)^2 \left(\frac{\sigma}{\delta} \right)^2$

Donde:

α = Error tipo I (nivel de significancia)

β = Error tipo II, además $1 - \beta$ es llamada potencia de la prueba

σ = Desviación estándar

δ = La magnitud de la diferencia entre las medias,

$Z_{\alpha/2}$ = Cuartil $\alpha/2$ de la distribución normal

Z_{β} = Cuartil β de la distribución normal

Aleatorización

Para el cumplimiento de la condición de aleatorización se procede a utilizar los números aleatorios del software Excel 2016 y la expresión matemática siguiente:

$$X = U (n - 1) + 1$$

Donde:

X = Resultado aleatorio para la asignación del tratamiento

U = número aleatorio del Excel entre 0 a 1

n = permutación aleatoria de los números 1 al n

Tabla 7– Aleatorización de las parcelas experimentales

Bloques			
I	II	III	IV
T1	T2	T4	T3
T4	T3	T2	T1
T3	T4	T1	T4
T2	T1	T3	T2

Fuente: Elaboración propia

Cumpliendo las condiciones necesarias para un diseño experimental se procesaron los datos dando respuesta a los objetivos e hipótesis de la investigación para ello se acudió a las tablas y gráficos utilizando del software Excel y Minitab -17. Anexo 01

4.6.2 Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis es mediante la tabla ANOVA a través del estadístico F de Fisher.

Tabla 8 – Análisis de Varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media Cuadrática	Fc
Tratamiento	$\sum Y^2 i./r - F.C.$	t-1	SCTrat/t-1	$\frac{CMTrat}{CME}$
Bloque	$\sum Y^2 j./t - F.C.$	r-1	SCBloq/r-1	$\frac{CMBloq}{CME}$
Error	Por diferencia	(t-1)(r-1)	SCE/gle	
Total	$\sum \sum Y^2 ij - F.C.$	tr-1		

Fuente: Elaboración propia

Donde:

$$F.C. = (Y_{..})^2 / rt$$

$$SCTotal = \sum \sum Y^2 ij - F.C.$$

$$SCTrat = \sum Y^2 i./r - F.C.$$

$$SCBloq = \sum Y^2 .j/t - F.C.$$

$$SCError = SCTotal - SCTrat - SCBloque$$

$$FC = \text{Estadístico de F de Fisher calculado.}$$

4.6.3 Hipótesis estadísticas

Para la formulación de la hipótesis nula y alterna (hipótesis estadísticas) se toma en consideración las hipótesis de investigación tanto a nivel general como a nivel específico definiendo a partir de los promedios obtenidos en los tratamientos y bloques para cada variable de acuerdo al siguiente detalle:

Hipótesis: efecto atribuible al tratamiento:

Ha: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$; (Existe un efecto atribuible a los tratamientos en la variable Xi)

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$; (El efecto de los tratamientos en la variable Xi es el mismo)

Donde:

Ha: Hipótesis alterna

Ho: Hipótesis nula

μ_1 : Promedio de las variables Xi en el tratamiento 1

μ_2 : Promedio de las variables Xi en el tratamiento 2

μ_3 : Promedio de las variables Xi en el tratamiento 3

μ_4 : Promedio de las variables Xi en el tratamiento 4

Hipótesis: efecto atribuible al bloque

Ha: $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3$; (Existe un efecto atribuible a los bloques en la variable Xi)

Ho: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3$; (El efecto de los bloques en la variable Xi es el mismo)

Donde:

β_1 : Promedio de las variables Xi en el bloque 1

β_2 : Promedio de las variables Xi en el bloque 2

β_3 : Promedio de las variables Xi en el bloque 3

β_4 : Promedio de las variables Xi en el bloque 4

4.6.4 Selección de las pruebas estadísticas

Para la prueba de hipótesis, la selección del estadístico, será para datos cuantitativos y comparación de promedios múltiples, utilizaremos al estadístico de F de Fisher de la tabla ANOVA, con un nivel de significancia (α) definido como la probabilidad de cometer el error tipo I, será de 5%.

4.6.5 Condiciones para rechazar o aceptar las hipótesis

Las hipótesis estadísticas fueron planteadas para cada tratamiento, se establecerá la región crítica para el rechazo de la hipótesis nula mediante la prueba de dos colas.

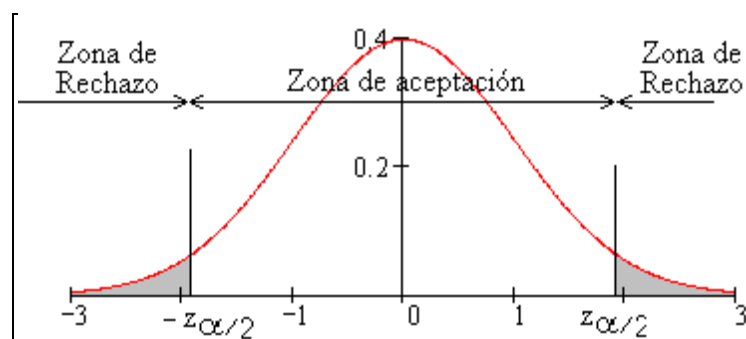


Figura 10– Criterio de prueba de hipótesis para los efectos del tratamiento

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis de los resultados

5.1.1. Análisis de supuestos del diseño experimental

Criterios de aleatoriedad o independencia

La asignación de unidades aleatorias se realizó a través de la generación de números aleatorios sin repetir en el Software Excel 2016, los resultados de la aleatorización de bloques y tratamientos se muestra en el Anexo 1, en donde se aprecia la asignación del orden de las unidades experimentales.

Homogeneidad de varianza

El análisis de homogeneidad de la varianza se realizó considerando las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula, H_0 : Las varianzas de los tratamientos son iguales.

Hipótesis alterna, H_A : Las varianzas de los tratamientos son diferentes

Criterio: Se rechaza H_0 , si el nivel crítico (p-value) es menor a 0.05 (nivel de significancia)

Los resultados del análisis de homogeneidad de la varianza se presentan en el Anexo 2, observándose en todos los casos que $p\text{-value} > 0.05$, es decir se rechaza la hipótesis nula, consecuentemente las varianzas de los tratamientos son diferentes, este criterio es característico para estudios en campos experimentales.

Análisis de normalidad

Uno de los criterios para desarrollar análisis de datos paramétricos es que éstos presenten normalidad, es así que, para analizar este hecho, se aplicó el test de Shapiro-Wilks, para datos menores a 50, cuya hipótesis fue:

Hipótesis nula, H0: Los datos siguen una distribución normal

Hipótesis alterna, HA: Los datos no siguen una distribución normal

Se rechaza H0 si $\alpha > p\text{-value}$, (α es el nivel de significancia del 5% o 0.05)

Los resultados del análisis de la normalidad de los datos se muestran en el Anexo 3, de ella se desprende que los datos siguen una distribución normal, ya que $p\text{-value} > 0.05$, por lo que se aplicaron análisis estadístico basados en la media, desviación estándar, análisis de varianza (ANOVA), y consecuentemente el test de medias de Tukey, para los datos de las variables de estudio.

5.1.2. Análisis de las características fenológicas del maíz morado

Evaluación de la emergencia

En la Tabla 9, se presenta los resultados del porcentaje de emergencia, se observa que la muestra Control reporto entre 92.7 a 95.3% de emergencia, mientras que el tratamiento T1 (3 L de EM-1/Ha) reporto entre 91.3 a 94.0%, del mismo modo el tratamiento T2 entre 92.0 a 94.7%, y T3 entre 94.0 a 94.7%, asimismo se puede apreciar que los tratamientos dentro del bloque presentaron baja variabilidad (C.V.) reportándose entre 1.7 a 5.5%.

Tabla 9 – Porcentaje de emergencia

	Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3				Bloque 4				General				Dif. Sig.	
	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)		
T1	94.0	\pm	3.3	3.6	92.0	\pm	5.1	5.5	91.3	\pm	3.9	4.3	93.3	\pm	3.3	3.5	92.7	\pm	3.9	4.2	A	
T2	94.7	\pm	3.3	3.4	92.0	\pm	5.1	5.5	94.7	\pm	2.1	2.2	94.0	\pm	3.3	3.6	93.8	\pm	3.5	3.8	A	
T3	94.0	\pm	3.3	3.6	94.7	\pm	3.3	3.4	94.0	\pm	3.3	3.6	94.0	\pm	2.2	2.3	94.2	\pm	2.9	3.1	A	
Control	95.3	\pm	1.6	1.7	92.7	\pm	4.7	5.0	92.7	\pm	4.7	5.0	94.7	\pm	3.3	3.4	93.8	\pm	3.7	4.0	A	
Dif. Sig.*	A				A				A				A									

Donde: \bar{x} es la media, \pm s es la desviación estándar, C.V. es el coeficiente de variabilidad.

*Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa, evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia

Por otra parte, se pudo apreciar que las parcelas o bloques que presentaron el tratamiento T3 con dosis de 6 L de EM/Ha, reporto mayor porcentaje de emergencia ($94.2 \pm 2.9\%$), y que esta disminuye ligeramente a menor dosis de EM, mientras que T2 reporto ($93.8 \pm 3.5\%$); para T1 $92.7 \pm 3.9\%$, y el tratamiento control reporto ($93.8 \pm 3.7\%$) con variabilidades similares.

No obstante, de acuerdo al análisis de varianza, mostrado en la Tabla 10, se observó que la dosis en los tratamientos con microorganismo eficientes (EM) no presentaron diferencia significativa ($p\text{-value} > 0.05$), por lo que la evaluación a través del test de Tukey reporto letras iguales en la Tabla 9, del mismo no hay diferencia significativa en la emergencia para los bloques en estudio ($p\text{-value} > 0.05$), sin embargo en la Figura 11, se observa un ligero incremento con la adición de EM, aunque este no es significativo, por lo que se concluye que la adición de EM no mejorara la emergencia de las plántulas de maíz. Anexo 04

Por otra parte, la interacción bloque y tratamiento no presentó diferencia significativa ($p\text{-value} > 0.05$) (Tabla 10), es decir los tratamientos en cada bloque no mostraron diferencia alguna que pueda considerarse significativa.

Tabla 10 – ANOVA bifactorial para el porcentaje de emergencia

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F cal	p-value
Tratamiento	3	31.2	10.39	0.79	0.501
Bloque	3	41.8	13.94	1.06	0.369
Tratamiento*Bloque	9	49.5	5.50	0.42	0.921
Error	80	1048.0	13.10		
Total	95	1170.5			

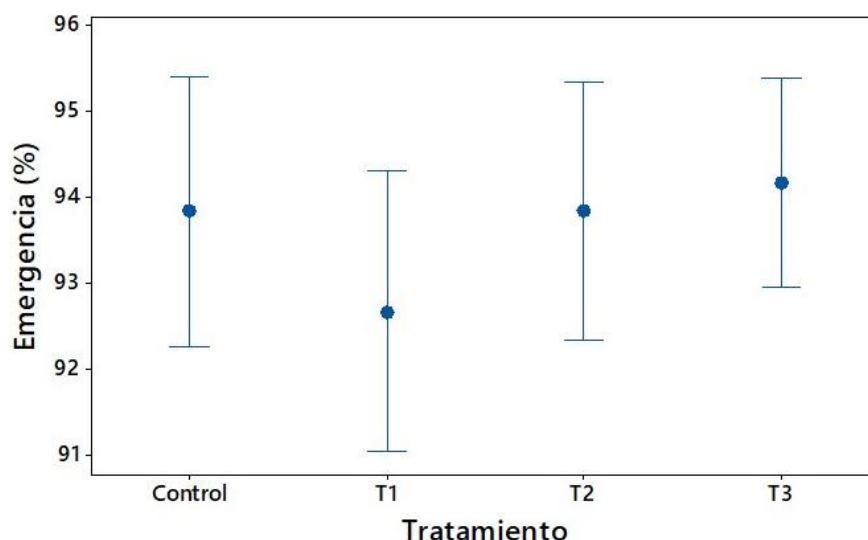


Figura 11- Diagrama de medias para el porcentaje de emergencia

Evaluación del porcentaje de primeras hojas

En la Tabla 11, se presenta los resultados del porcentaje de primeras hojas en los cultivares de maíz morado para los diferentes tratamientos y bloques de estudio, se observa que en la muestra control entre el 64.0 a 72.0% de plántulas mostraron primeras hojas, mientras que para en el tratamiento T1 esta se encuentra entre 68.0 a 72.7%, en tanto que para T2 se reportó entre 66.7 a 70.7%, y que para T3 se encontró en el rango de 68.0 a 70.7%, observándose que los porcentajes de primeras hojas en los bloques para los diferentes tratamientos no muestran diferencia significativa ($p\text{-value} > 0.05$) evaluados a través del ANOVA (Tabla 12).

Por otra parte en la Tabla 11, se observa que las plántulas tratadas con T1 presentaron mayor porcentaje de primeras hojas ($70.5 \pm 7.7\%$), logro superar ligeramente a las muestras del control ($69.5 \pm 7.0\%$), mientras T2 y T3 no lograron superar al control; de otra parte se observó en T3 menor variabilidad (8.8%), es decir el número de primeras hojas en la plántulas fue similar en todas las parcelas, en comparación de los otros tratamientos incluido el control donde la variabilidad estuvo alrededor de 10%.

Sin embargo, estas diferencias no son significativas entre tratamientos (p-value > 0.05) (Tabla 12), es decir la adición de EM no afecta significativamente en el porcentaje de primeras hojas en las plántulas de maíz morado, tal como se aprecia en la Figura 12, donde los intervalos se solapan entre sí. Anexo 5.

Tabla 11– Porcentaje de primeras hojas

	Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3				Bloque 4				General				Dif. Sig.		
	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)			
T1	72.7	\pm	9.3	12.8	71.3	\pm	5.3	7.5	68.0	\pm	8.8	12.9	70.0	\pm	8.3	11.8	70.5	\pm	7.7	10.9	A		
T2	67.3	\pm	4.7	6.9	66.7	\pm	5.5	8.2	70.0	\pm	8.7	12.4	70.7	\pm	9.4	13.2	68.7	\pm	7.0	10.3	A		
T3	70.7	\pm	5.5	7.7	69.3	\pm	7.0	10.1	69.3	\pm	6.0	8.7	68.0	\pm	7.2	10.5	69.3	\pm	6.1	8.8	A		
Control	71.3	\pm	6.9	9.7	72.0	\pm	5.1	7.0	64.0	\pm	5.1	7.9	70.7	\pm	8.6	12.2	69.5	\pm	7.0	10.0	A		
Dif. Sig.*	A				A				A				A										

Donde: \bar{x} es la media, $\pm s$ es la desviación estándar, C.V. es el coeficiente de variabilidad.

*Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa, evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia

En cuanto al análisis por bloques o parcelas se observa que no existe diferencia significativa (p-value > 0.05) en el porcentaje de primeras hojas al aplicar EM, mientras que la interacción Tratamiento-Bloque no reporto diferencia significativa (p-value > 0.05), evaluado a través del ANOVA mostrado en la Tabla 12.

Tabla 12 – ANOVA bifactorial para el porcentaje de primeras hojas

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F cal	p-value
Tratamiento	3	41.3	13.78	0.27	0.846
Bloque	3	96.0	32.00	0.63	0.598
Tratamiento*Bloque	9	313.3	34.81	0.68	0.721
Error	80	4069.3	50.87		
Total	95	4520.0			

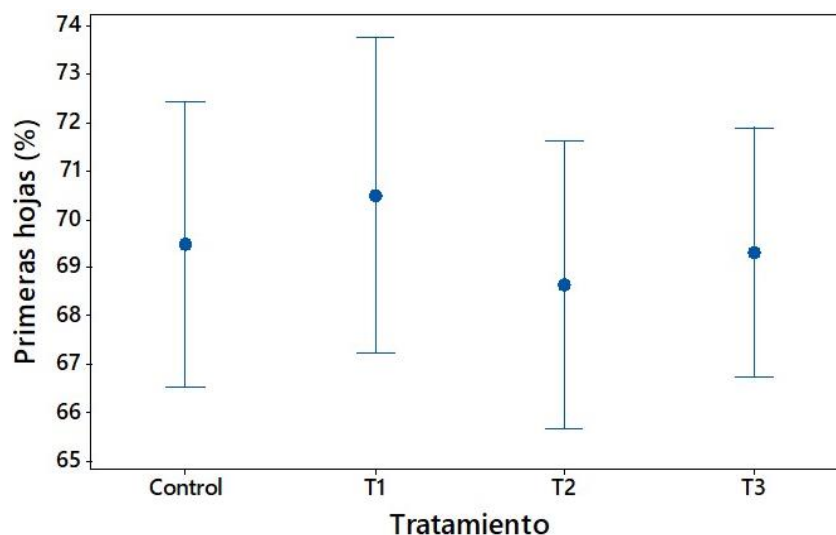


Figura 12 – Diagrama de medias para el porcentaje de primeras hojas

Evaluación de la altura de tallo

En la Tabla 13, se presenta los resultados de la altura de tallos de las plántulas de maíz morado, en ella se observa que la altura oscila entre 28.8 a 33.1 cm para el tratamiento T1, mientras que para T2 entre 32.8 a 35.1 cm, y para T3 entre 33.9 a 37.4 cm, en tanto que para el control o testigo esta osciló entre 25.8 a 33.4 cm, así en forma general la altura de las plántulas correspondientes al tratamiento T3 (con dosis de 6 L EM/Ha) reportaron una media mayor (35.9 ± 4.9 cm) y que la altura disminuye a menor dosis de EM, siendo para T1 31.8 ± 4 Cm, mientras que el control reportó una altura media de 30.6 ± 5.6 cm, esta última presentó mayor variabilidad (18.3%), es decir la altura de las plántulas en los bloques de control presentaron baja uniformidad.

Tabla 13 – Altura de tallos (cm)

	Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3				Bloque 4				General				Dif. Sig.		
	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)			
T1	32.4	\pm	1.9	5.9	32.9	\pm	4.4	13.3	33.1	\pm	5.4	16.5	28.8	\pm	5.2	17.9	31.8	\pm	4.6	14.5	B,C		
T2	35.1	\pm	3.5	10.0	34.0	\pm	2.8	8.3	34.1	\pm	3.6	10.7	32.8	\pm	2.6	7.8	34.0	\pm	3.2	9.3	A,B		
T3	36.5	\pm	5.6	15.3	33.9	\pm	4.6	13.5	35.7	\pm	5.5	15.4	37.4	\pm	3.9	10.5	35.9	\pm	4.9	13.7	A		
Control	31.0	\pm	2.7	8.9	33.4	\pm	5.7	16.9	25.8	\pm	6.9	26.7	32.2	\pm	3.4	10.6	30.6	\pm	5.6	18.3	C		
Dif. Sig.*	A				A				A				A										

Donde: \bar{x} es la media, \pm s es la desviación estándar, C.V. es el coeficiente de variabilidad.

*Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa, evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia

Por otra parte, se observó que la adición de EM presento efecto significativo en la altura de las plántulas (p -value < 0.05) (Tabla 6), así la altura en el tratamiento T3 presenta diferencia significativa considerable con T1 y el Control (Letras iguales en la Tabla 13), aunque es ligeramente similar a T2, tal como se observa en la Figura 13, donde sus intervalos se traslapan. Anexo 6.

La altura de las plántulas no muestra diferencia significativa dentro de los bloques de estudio (p -value > 0.05), del mismo modo sucede para la interacción Tratamiento-Bloque (p -value > 0.05), tal como se aprecia en la Tabla 14.

Tabla 14 – ANOVA bifactorial para la altura de tallos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F cal	p-value
Tratamiento	3	41.3	13.78	0.27	0.846
Bloque	3	96.0	32.00	0.63	0.598
Tratamiento*Bloque	9	313.3	34.81	0.68	0.721
Error	144	4069.3	50.87		
Total	159	4520.0			

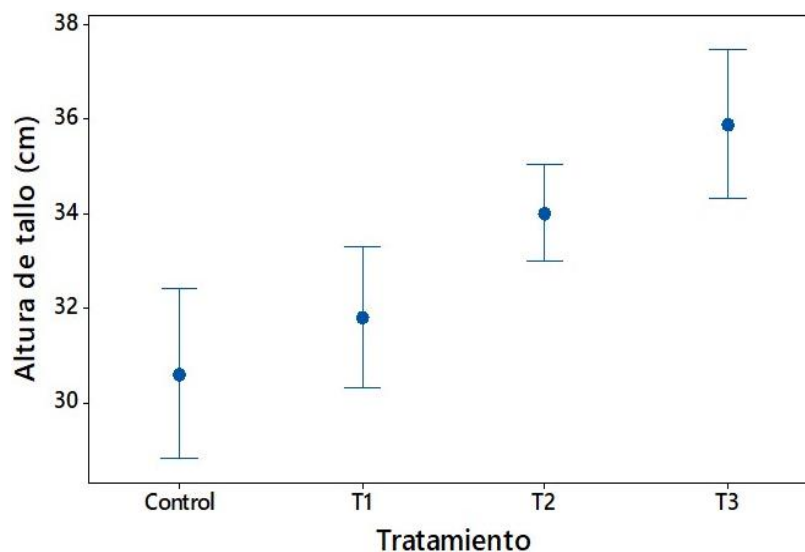


Figura 13 – Diagrama de medias para la altura de tallo

Evaluación del diámetro de tallo

Los resultados de la evaluación de diámetro de tallo se presentan en la Tabla 15, en ella se observa que para el tratamiento T1 osciló entre 0.47 a 0.55 cm, con una media de 0.51 ± 0.12 cm, asimismo T2 osciló entre 0.50 a 0.67 cm con media de 0.57 ± 0.13 cm, mientras que T3 obtuvo una media de 0.65 ± 0.16 cm, mientras que el control obtuvo la menor media (0.49 ± 0.13 cm), mostrando diferencia significativa (p -value < 0.05 , letras diferentes en la Tabla 15)

Tabla 15 – Diámetro de tallo (cm)

	Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3				Bloque 4				General				Dif. Sig.	
	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)		
T1	0.55	\pm	0.14	25.6	0.47	\pm	0.09	18.4	0.57	\pm	0.09	15.0	0.47	\pm	0.13	27.0	0.51	\pm	0.12	22.9	B,C	
T2	0.50	\pm	0.13	25.7	0.57	\pm	0.13	23.4	0.67	\pm	0.11	16.2	0.56	\pm	0.08	13.7	0.57	\pm	0.13	21.9	B	
T3	0.63	\pm	0.16	25.1	0.52	\pm	0.12	23.5	0.74	\pm	0.08	11.4	0.71	\pm	0.19	26.7	0.65	\pm	0.16	25.1	A	
Control	0.49	\pm	0.09	19.1	0.54	\pm	0.16	29.9	0.41	\pm	0.14	32.8	0.52	\pm	0.10	18.7	0.49	\pm	0.13	26.6	C	
Dif. Sig.*	A,B				B				A				A,B									

Donde: \bar{x} es la media, $\pm s$ es la desviación estándar, C.V. es el coeficiente de variabilidad.

*Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa, evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia

De esta manera se observó que la dosis de EM presento efecto significativo (p -value < 0.05 , Tabla 16) en el diámetro de los tallos, es decir el incremento de EM permitió el incremento del diámetro, tal como se puede apreciar en la Figura 14, donde se aprecia la forma creciente del diámetro, sin embargo, se observó que el control no muestra diferencia significativa con T1, y que el diámetro reportado en T2 es similar a T3. Anexo 7.

Otro aspecto que se observó fue que los diámetros entre los bloques, no mostraron diferencia significativa (p -value > 0.05), mientras que la interacción Tratamiento – Bloque mostró diferencia significativa (p -value < 0.05), es decir que el diámetro en los bloques varía debido a las dosis aplicadas de EM.

Tabla 16 – ANOVA bifactorial para el diámetro de tallo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F cal	p-value
Tratamiento	3	0.596	0.199	12.80	0.000
Bloque	3	0.122	0.041	2.63	0.053
Tratamiento*Bloque	9	0.503	0.056	3.60	0.000
Error	144	2.234	0.0155		
Total	159	3.454			

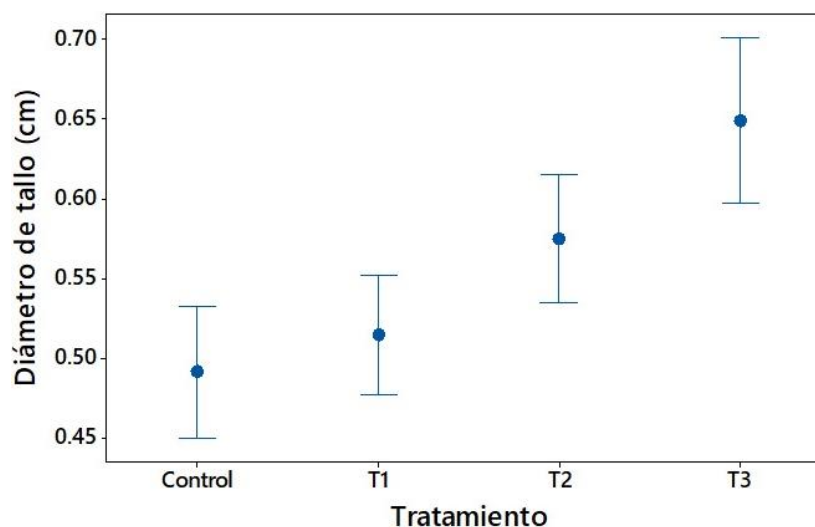


Figura 14 – Diagrama de medias para el diámetro de tallo

Evaluación del número de hojas

En la Tabla 17, se presenta los resultados del número de hojas en los cultivares de maíz morado para los diferentes tratamientos y bloques de estudio, se observa que en la muestra control, las plantas mostraron 7 primeras hojas, mientras que para en el tratamiento T1 esta se encuentra entre 7 a 8, en tanto que para T2 se reportó entre 7 a 9, y que para T3 se encontró en el rango de 7 a 8, observándose que los porcentajes de primeras hojas en los bloques para los diferentes tratamientos no muestran diferencia significativa ($p\text{-value} > 0.05$) evaluados a través del ANOVA (Tabla 18).

Por otra parte, en la Tabla 17, se observa que el comportamiento de las plántulas tratadas con EM, fue similar en todas las parcelas, en comparación de los otros tratamientos incluido el control donde la variabilidad estuvo alrededor de 15%. Anexo 8.

Sin embargo, estas diferencias no son significativas entre tratamientos ($p\text{-value} > 0.05$) (Tabla 18), es decir la adición de EM no afecta significativamente en el número de hojas en las plántulas de maíz morado, tal como se aprecia en la Figura 15, donde los intervalos se solapan entre sí.

Tabla 17–Número de hojas

	Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3				Bloque 4				General				Dif. Sig.	
	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)		
T1	8	\pm	1	16	7	\pm	1	12	7	\pm	1	16	7	\pm	1	20	7	\pm	1	17	A	
T2	9	\pm	1	15	7	\pm	1	17	7	\pm	1	9	7	\pm	1	12	7	\pm	1	16	A	
T3	7	\pm	1	13	7	\pm	1	14	8	\pm	1	9	7	\pm	1	16	7	\pm	1	14	A	
Control	7	\pm	1	18	7	\pm	1	9	7	\pm	1	19	7	\pm	1	15	7	\pm	1	15	A	
Dif. Sig.*	A				B				A, B				B									

Donde: \bar{x} es la media, $\pm s$ es la desviación estándar, C.V. es el coeficiente de variabilidad.

*Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa, evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia

En cuanto al análisis por bloques o parcelas se observa que existe diferencia significativa ($p\text{-value} > 0.05$) en el número de hojas al aplicar EM, mientras que la interacción Tratamiento-Bloque si reporto diferencia significativa ($p\text{-value} > 0.05$), evaluado a través del ANOVA mostrado en la Tabla 18.

Tabla 18 – ANOVA bifactorial para el número de hojas

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F cal	p-value
Tratamiento	3	3.52	1.17	1.05	0.373
Bloque	3	20.42	6.81	6.08	0.001
Tratamiento*Bloque	9	14.71	1.63	1.46	0.168
Error	144	161.10	1.12		
Total	159	199.74			

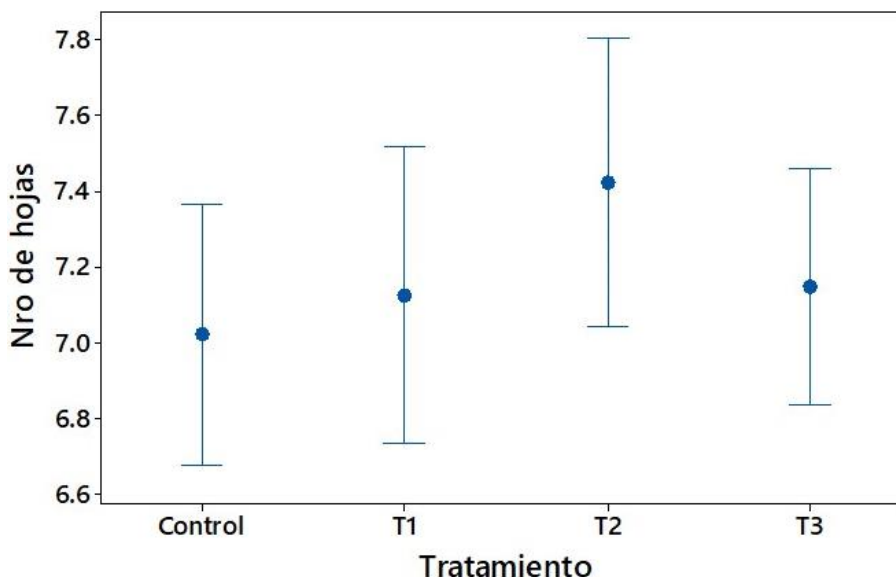


Figura 15 – Diagrama de medias para el numero de hojas

Evaluación del porcentaje de floración

Los resultados de la evaluación del porcentaje de floración se presentan en la Tabla 19, en ella se observa que para el tratamiento T1 osciló entre 78.7 a 82.7 %, con una media de 81.0 ± 4.5 %, asimismo T2 osciló entre 82.0 a 84.7 % con media de 83.3 ± 3.9 %, mientras que T3 osciló entre 86.0 a 88.0 %, con una media

de $86.7 \pm 4.8 \%$, mientras que el control osciló entre 73.3 a 80.7 %, con una menor media ($77.5 \pm 5.5\%$), mostrando diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$, letras diferentes en la Tabla 19)

Tabla 19 – Porcentaje de floración

	Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3				Bloque 4				General				Dif. Sig.		
	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)			
T1	82.0	\pm	4.9	6.0	82.7	\pm	5.5	6.6	78.7	\pm	4.1	5.3	80.7	\pm	3.0	3.7	81.0	\pm	4.5	5.5	B,C		
T2	84.0	\pm	2.5	3.0	82.0	\pm	4.2	5.1	84.7	\pm	3.9	4.6	82.7	\pm	4.8	5.9	83.3	\pm	3.9	4.6	A,B		
T3	86.0	\pm	4.9	5.7	88.0	\pm	5.1	5.7	86.0	\pm	5.5	6.4	86.7	\pm	4.8	5.6	86.7	\pm	4.8	5.6	A		
Control	80.7	\pm	3.0	3.7	77.3	\pm	9.0	11.6	74.7	\pm	4.1	5.5	77.3	\pm	3.3	4.2	77.5	\pm	5.5	7.1	C		
Dif. Sig.*	A				B				A				A										

Donde: \bar{x} es la media, \pm s es la desviación estándar, C.V. es el coeficiente de variabilidad.

*Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa, evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia

De esta manera se observó que la dosis de EM presento efecto significativo ($p\text{-value} < 0.05$, Tabla 20) en el porcentaje de floración, es decir el incremento de EM permitió el incremento el porcentaje de floración, tal como se puede apreciar en la Figura 16, donde se aprecia la forma creciente del porcentaje de floración, sin embargo, se observó que el control no muestra diferencia significativa con T1, y que el porcentaje de floración reportado en T2 es similar a T1 y T3. Anexo 9.

Otro aspecto que se observó fue que el porcentaje de floración entre los bloques, no mostro diferencia significativa ($p\text{-value} > 0.05$), mientras que la interacción Tratamiento – Bloque no mostro diferencia significativa ($p\text{-value} > 0.05$), es decir que el porcentaje de floración en los bloques no varía debido a las dosis aplicadas de EM.

Tabla 20 – ANOVA bifactorial para el porcentaje de floración

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F cal	p-value
Tratamiento	3.0	1073.8	357.94	15.72	0.000
Bloque	3	61.8	20.61	0.91	0.442
Tratamiento*Bloque	9	145.5	16.17	0.71	0.698
Error	80	1821.3	22.77		
Total	95	3102.5			

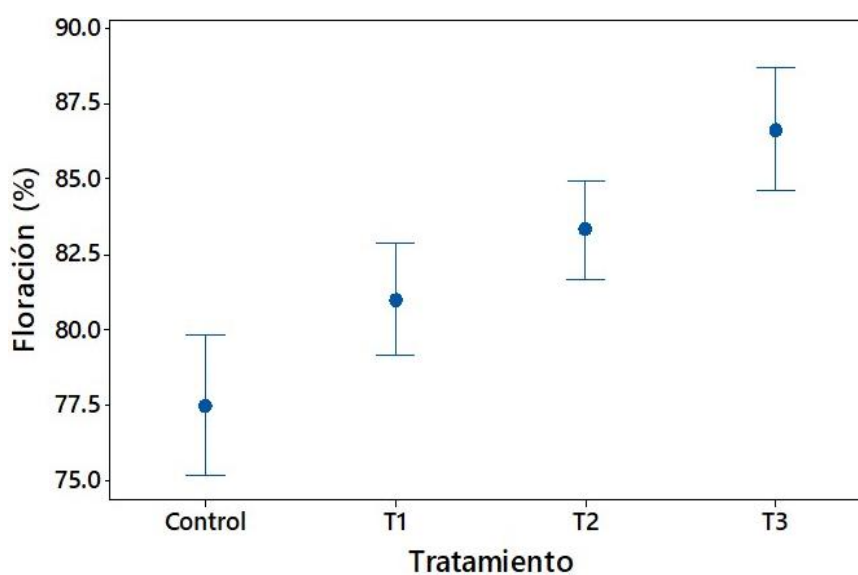


Figura 16 – Diagrama de medias para el porcentaje de floración

Evaluación del porcentaje de fructificación

Los resultados de la evaluación del porcentaje de fructificación se presentan en la Tabla 21, en ella se observa que para el tratamiento T1 osciló entre 68.0 a 75.3 %, con una media de 71.7 ± 6.3 %, asimismo T2 osciló entre 61.3 a 72.0 % con media de 66.7 ± 9.1 %, mientras que T3 osciló entre 72.0 a 75.3 %, con una media de 73.7 ± 6.1 %, mientras que el control osciló entre 66.0 a 69.3 %, con una menor media ($67.3 \pm 7.2\%$), mostrando diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$, letras diferentes en la Tabla 21)

Tabla 21 – Porcentaje de fructificación

	Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3				Bloque 4				General				Dif. Sig.		
	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)			
T1	68.0	\pm	2.5	3.7	72.7	\pm	7.3	10.1	70.7	\pm	7.4	10.5	75.3	\pm	5.9	7.8	71.7	\pm	6.3	8.9	A,B		
T2	61.3	\pm	8.6	14.1	64.7	\pm	11.7	18.1	72.0	\pm	5.7	7.9	68.7	\pm	7.8	11.3	66.7	\pm	9.1	13.7	B		
T3	74.7	\pm	6.5	8.7	72.0	\pm	8.0	11.1	72.7	\pm	5.9	8.1	75.3	\pm	4.7	6.2	73.7	\pm	6.1	8.3	A		
Control	67.3	\pm	6.9	10.2	66.7	\pm	8.3	12.4	66.0	\pm	7.5	11.3	69.3	\pm	7.9	11.3	67.3	\pm	7.2	10.8	B		
Dif. Sig.*	A				A				A				A										

Donde: \bar{x} es la media, \pm s es la desviación estándar, C.V. es el coeficiente de variabilidad.

*Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa, evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia

De esta manera se observó que la dosis de EM (T3) presento efecto significativo (p -value < 0.05, Tabla 21) en el porcentaje de fructificación, es decir el incremento de EM permitió el incremento el porcentaje de floración, tal como se puede apreciar en la Figura 17, donde se aprecia la forma creciente del porcentaje de fructificación, sin embargo, se observó que el control no muestra diferencia significativa con T2, y que el porcentaje de fructificación reportado en T1 es similar a T3. Anexo 10.

Otro aspecto que se observó fue que el porcentaje de fructificación entre los bloques, mostro diferencia significativa (p -value < 0.05), mientras que la interacción Tratamiento – Bloque no mostro diferencia significativa (p -value > 0.05), es decir que el porcentaje de fructificación en los tratamiento -bloques varía debido a las dosis aplicadas de EM.

Tabla 22 – ANOVA bifactorial para el porcentaje de fructificación

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F cal	p-value
Tratamiento	3	824.0	274.67	5.16	0.003
Bloque	3	249.3	83.11	1.56	0.205
Tratamiento*Bloque	9	396.0	44.00	0.83	0.593
Error	80	4256.0	53.20		
Total	95	5725.3			

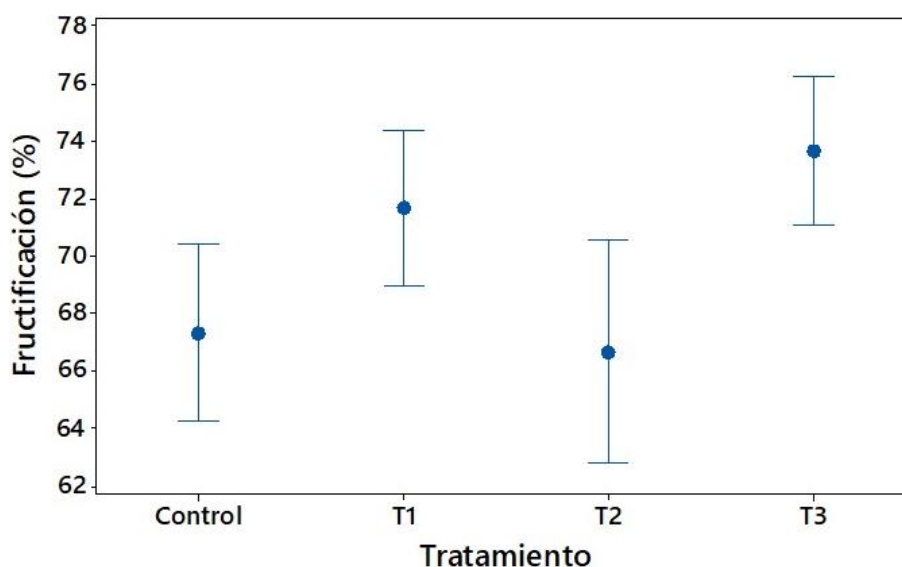


Figura 17 – Diagrama de medias para el porcentaje de fructificación

Porcentaje de maduración lechosa

Los resultados de la evaluación del porcentaje de maduración lechosa se presentan en la Tabla 23, en ella se observa que para el tratamiento T1 osciló entre 70.0 a 78.0 %, con una media de 74.2 ± 9.4 %, asimismo T2 osciló entre 70.0 a 76.7 % con media de 72.8 ± 10.0 %, mientras que T3 osciló entre 74.7 a 81.3 %, con una media de 77.2 ± 10.9 %, mientras que el control osciló entre 70.0 a 72.7 %, con una menor media (71.3 ± 9.7 %), mostrando diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$, letras diferentes en la Tabla 23)

Tabla 23 – Porcentaje de maduración lechosa

	Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3				Bloque 4				General				Dif. Sig.		
	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)			
T1	70.0	\pm	6.1	8.7	76.0	\pm	8.0	10.5	72.7	\pm	12.2	16.8	78.0	\pm	10.4	13.3	74.2	\pm	9.4	12.6	A,B		
T2	73.3	\pm	7.9	10.7	71.3	\pm	12.2	17.2	70.0	\pm	8.3	11.8	76.7	\pm	12.2	16.0	72.8	\pm	10.0	13.7	B		
T3	74.7	\pm	12.6	16.8	74.7	\pm	12.6	16.8	78.0	\pm	10.4	13.3	81.3	\pm	9.4	11.5	77.2	\pm	10.9	14.1	A		
Control	70.0	\pm	8.3	11.8	72.0	\pm	10.7	14.9	70.7	\pm	7.0	9.9	72.7	\pm	14.0	19.2	71.3	\pm	9.7	13.6	B		
Dif. Sig.*	A				A				A				A										

Donde: \bar{x} es la media, \pm s es la desviación estándar, C.V. es el coeficiente de variabilidad.

*Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa, evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia

De esta manera se observó que la dosis de EM presento efecto significativo (p -value < 0.05 , Tabla 23) en el porcentaje de maduración lechosa, es decir el incremento de EM permitió el incremento el porcentaje de maduración lechosa, tal como se puede apreciar en la Figura 18, donde se aprecia la forma creciente del porcentaje de maduración lechosa, sin embargo, se observó que el control no muestra diferencia significativa con T2, y que el porcentaje de maduración lechosa reportado en T1 es similar a T3, aunque con una ligera diferencia y mayor variabilidad. Anexo 11.

Otro aspecto que se observó fue que el porcentaje de maduración lechosa entre los bloques, no mostro diferencia significativa (p -value > 0.05), y de igual manera la interacción Tratamiento – Bloque no mostro diferencia significativa (p -value > 0.05), es decir que el porcentaje de maduración lechosa en los tratamientos –bloques no varía debido a las dosis aplicadas de EM.

Tabla 24 – ANOVA bifactorial para el porcentaje de maduración lechosa

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F cal	p-value
Tratamiento	3	443.2	147.72	1.37	0.258
Bloque	3	373.8	124.61	1.15	0.332
Tratamiento*Bloque	9	213.5	23.72	0.22	0.991
Error	80	8632	107.90		
Total	95	9662.5			

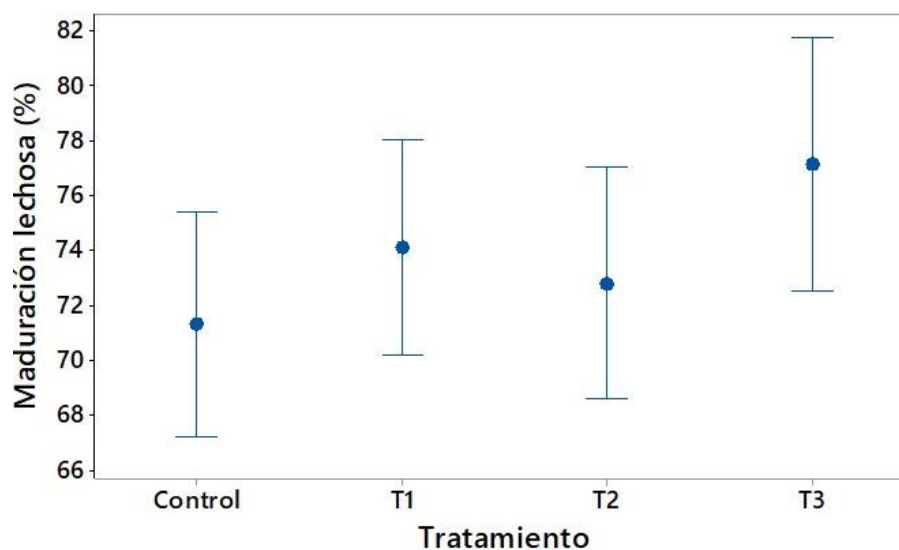


Figura 18 – Diagrama de medias para el porcentaje de maduración lechosa

Porcentaje de maduración pastosa

Los resultados de la evaluación del porcentaje de maduración pastosa se presentan en la Tabla 25, en ella se observa que para el tratamiento T1 osciló entre 69.3 a 76.0 %, con una media de 73.5 ± 9.9 %, asimismo T2 osciló entre 74.0 a 81.3 % con media de 76.3 ± 8.9 %, mientras que T3 osciló entre 80.0 a 86.7 %, con una media de 83.7 ± 8.7 %, mientras que el control osciló entre 64.7 a 69.3 %, con una menor media (67.5 ± 6.7 %), mostrando diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$, letras diferentes en la Tabla 23)

Tabla 25 – Porcentaje de maduración pastosa

	Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3				Bloque 4				General				Dif. Sig.		
	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)			
T1	75.3	\pm	5.3	7.1	73.3	\pm	7.9	10.7	69.3	\pm	11.2	16.2	76.0	\pm	14.1	18.5	73.5	\pm	9.9	13.4	B,C		
T2	74.7	\pm	8.3	11.1	75.3	\pm	9.6	12.8	81.3	\pm	11.2	13.8	74.0	\pm	6.1	8.2	76.3	\pm	8.9	11.7	B		
T3	84.7	\pm	6.9	8.1	83.3	\pm	6.9	8.3	80.0	\pm	11.9	14.8	86.7	\pm	9.4	10.8	83.7	\pm	8.7	10.4	A		
Control	64.7	\pm	9.3	14.3	69.3	\pm	5.5	7.9	69.3	\pm	6.5	9.4	66.7	\pm	5.5	8.2	67.5	\pm	6.7	9.9	C		
Dif. Sig.*	A				A				A				A										

Donde: \bar{x} es la media, \pm s es la desviación estándar, C.V. es el coeficiente de variabilidad.

*Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa, evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia

De esta manera se observó que la dosis de EM presento efecto significativo (p -value < 0.05 , Tabla 25) en el porcentaje de maduración pastosa, es decir el incremento de EM permitió el incremento el porcentaje de maduración pastosa, tal como se puede apreciar en la Figura 19, donde se aprecia la forma creciente del porcentaje de maduración pastosa, sin embargo, se observó que el control no muestra diferencia significativa con T1, y que el porcentaje de maduración pastosa reportado en T1 es similar a T2, mientras que el T3 muestra una diferencia y mayor variabilidad. Anexo 12.

Otro aspecto que se observó fue que el porcentaje de maduración pastosa entre los bloques, no mostro diferencia significativa (p -value > 0.05), y de igual manera la interacción Tratamiento – Bloque no mostro diferencia significativa (p -value > 0.05), es decir que el porcentaje de maduración pastosa en los tratamientos –bloques no varía debido a las dosis aplicadas de EM.

Tabla 26 – ANOVA bifactorial para el porcentaje de maduración pastosa

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F cal	p-value
Tratamiento	3	3243.3	1081.11	13.85	0.000
Bloque	3	14.0	4.67	0.06	0.981
Tratamiento*Bloque	9	587.3	65.26	0.84	0.585
Error	80	6245.3	78.07		
Total	95	10090.0			

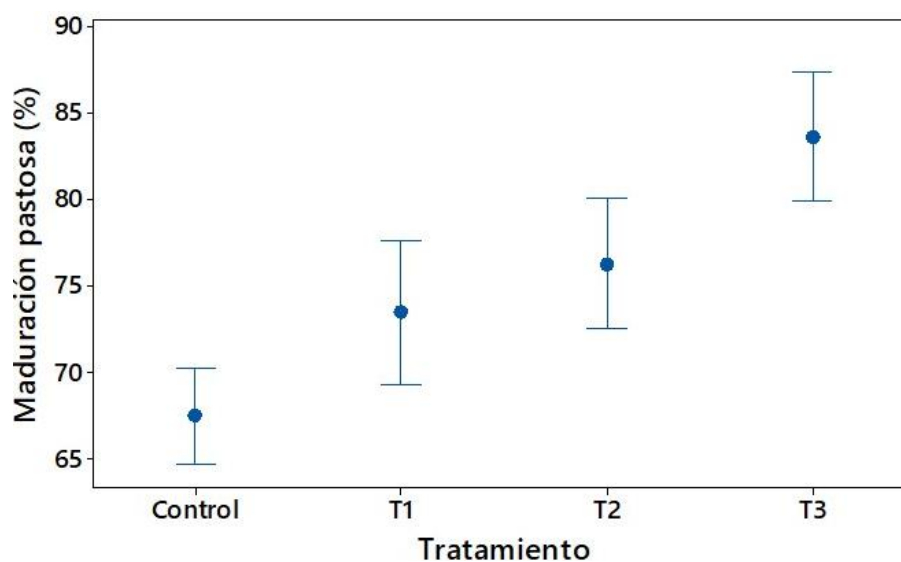


Figura 19 – Diagrama de medias para el porcentaje de maduración pastosa

Evaluación de la maduración cornea

Los resultados de la evaluación del porcentaje de maduración cornea se presentan en la Tabla 27), en ella se observa que para el tratamiento T1 osciló entre 72.7 a 80.0 %, con una media de 74.7 ± 9.2 %, asimismo T2 osciló entre 73.3 a 82.7 % con media de 77.5 ± 7.9 %, mientras que T3 osciló entre 79.3 a 85.3 %, con una media de 82.7 ± 7.7 %, mientras que el control osciló entre 68.7 a 74.7%, con una menor media (72.3 ± 6.6 %), mostrando diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$, letras diferentes en la Tabla 27)

Tabla 27 – Porcentaje de maduración cornea

	Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3				Bloque 4				General				Dif. Sig.		
	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)			
T1	72.7	\pm	3.9	5.4	72.7	\pm	12.2	16.8	73.3	\pm	7.9	10.7	80.0	\pm	10.7	13.4	74.7	\pm	9.2	12.3	B		
T2	82.7	\pm	10.9	13.2	73.3	\pm	4.8	6.6	76.0	\pm	5.7	7.4	78.0	\pm	7.5	9.6	77.5	\pm	7.9	10.2	A,B		
T3	80.7	\pm	6.4	7.9	79.3	\pm	9.3	11.7	85.3	\pm	8.6	10.1	85.3	\pm	6.0	7.1	82.7	\pm	7.7	9.3	A		
Control	71.3	\pm	3.9	5.5	74.7	\pm	7.9	10.5	68.7	\pm	8.5	12.4	74.7	\pm	4.1	5.5	72.3	\pm	6.6	9.1	B		
Dif. Sig.*	A				A				A				A										

Donde: \bar{x} es la media, $\pm s$ es la desviación estándar, C.V. es el coeficiente de variabilidad.

*Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa, evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia

De esta manera se observó que la dosis de EM presento efecto significativo (p -value < 0.05 , Tabla 27) en el porcentaje de maduración cornea, es decir el incremento de EM permitió el incremento el porcentaje de maduración cornea, tal como se puede apreciar en la Figura 20, donde se aprecia la forma creciente del porcentaje de maduración cornea, sin embargo, se observó que el control no muestra diferencia significativa con T1, y que el porcentaje de maduración cornea reportado en T1 es similar a T2, mientras que el T3 muestra una diferencia y mayor variabilidad. Anexo 13.

Otro aspecto que se observó fue que el porcentaje de maduración cornea entre los bloques, no mostro diferencia significativa (p -value > 0.05), y de igual manera la interacción Tratamiento – Bloque no mostro diferencia significativa (p -value > 0.05), es decir que el porcentaje de maduración pastosa en los tratamientos –bloques no varía debido a las dosis aplicadas de EM.

Tabla 28 – ANOVA bifactorial para el porcentaje de maduración cornea

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F cal	p-value
Tratamiento	3	1425.8	475.28	7.77	0.000
Bloque	3	275.2	91.72	1.50	0.221
Tratamiento*Bloque	9	561.5	62.39	1.02	0.431
Error	80	4893.3	61.17		
Total	95	7155.8			

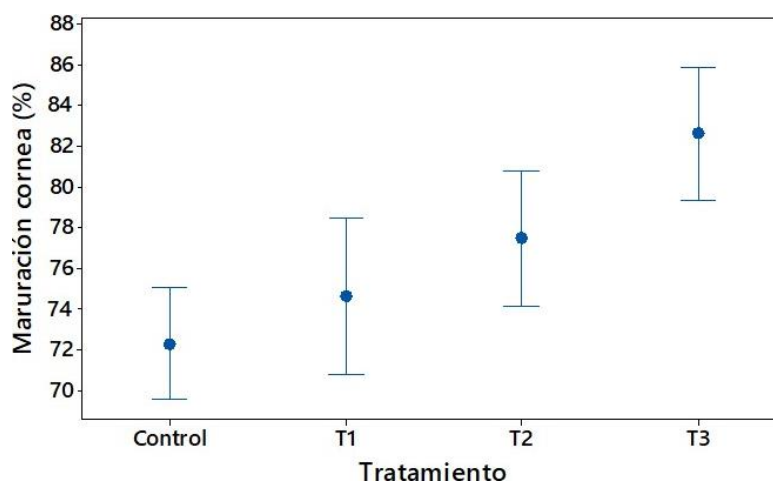


Figura 20 – Diagrama de medias para el porcentaje de maduración cornea

Evaluación de la longitud de mazorca

Los resultados de la evaluación de longitud de la mazorca se presentan en la Tabla 29), en ella se observa que para el tratamiento T1 osciló entre 17.4 a 19.2 cm, con una media de 18.4 ± 1.8 cm, asimismo T2 osciló entre 18.3 a 19.8cm con media de 18.8 ± 1.8 cm, mientras que T3 osciló entre 19.3 a 21.2cm, con una media de 20.0 ± 1.7 cm, mientras que el control osciló entre 13.8 a 14.8cm, con una menor media (14.3 ± 1.7 cm), mostrando diferencia significativa (p -value < 0.05, letras diferentes en la Tabla 27)

Tabla 29 – Resultados de la longitud de mazorca (cm)

	Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3				Bloque 4				General				Dif. Sig.	
	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)		
T1	18.7	\pm	1.5	8.0	19.2	\pm	1.6	8.4	18.1	\pm	2.2	12.1	17.4	\pm	1.5	8.7	18.4	\pm	1.8	9.8	B	
T2	18.8	\pm	1.6	8.6	18.1	\pm	1.6	8.8	18.3	\pm	1.8	9.7	19.8	\pm	1.8	9.2	18.8	\pm	1.8	9.4	B	
T3	19.3	\pm	1.4	7.3	19.9	\pm	2.2	11.2	21.2	\pm	1.2	5.8	19.7	\pm	1.3	6.4	20.0	\pm	1.7	8.4	A	
Control	14.1	\pm	1.4	10.3	14.8	\pm	1.9	13.1	14.5	\pm	1.4	9.3	13.8	\pm	2.0	14.4	14.3	\pm	1.7	11.8	C	
Dif. Sig.*	A				A				A				A									

Donde: \bar{x} es la media, $\pm s$ es la desviación estándar, C.V. es el coeficiente de variabilidad.

*Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa, evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia

De esta manera se observó que la dosis de EM presento efecto significativo (p -value < 0.05 , Tabla 29) en la longitud de la mazorca, es decir el incremento de EM permitió el incremento de la longitud de la mazorca, tal como se puede apreciar en la Figura 21, donde se aprecia la forma creciente de la longitud de la mazorca. Se observó que el control muestra diferencia significativa con los demás tratamientos, y que la longitud de la mazorca reportado en T1 y T2 es similar, mientras que el T3 muestra una diferencia significativa superior. Es decir que a mayor EM mayor longitud de la mazorca. Anexo 14.

Otro aspecto que se observó fue que la longitud de la mazorca entre los bloques, no mostro diferencia significativa (p -value > 0.05), y de igual manera la interacción Tratamiento – Bloque no mostro diferencia significativa (p -value > 0.05), es decir que la longitud de la mazorca en los tratamientos –bloques no varía debido a las dosis aplicadas de EM.

Tabla 30 – ANOVA bifactorial para la longitud de mazorca

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F cal	p-value
Tratamiento	3	735.72	245.24	86.87	0.000
Bloque	3	3.97	1.323	0.47	0.705
Tratamiento*Bloque	9	57.51	6.39	2.26	0.021
Error	144	406.5	2.823		
Total	159	1203.7			

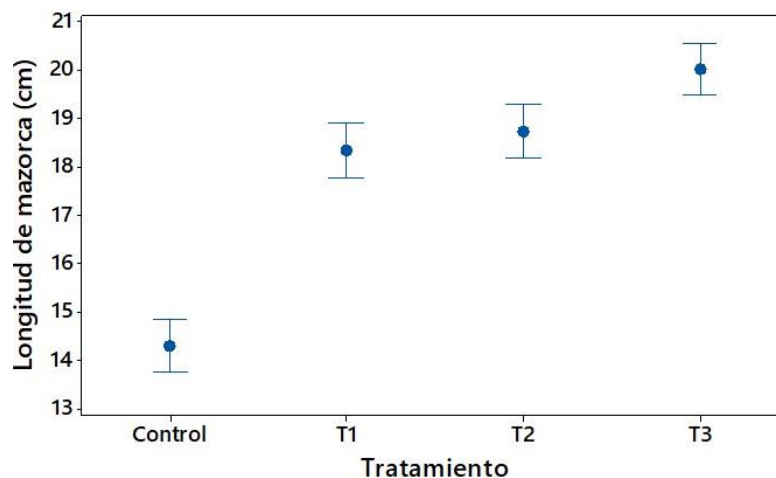


Figura 21– Diagrama de medias para la longitud de mazorca

Evaluación del número de mazorcas por planta

Los resultados de la evaluación del número de mazorcas se presentan en la Tabla 31), en ella se observa que para el tratamiento T1 osciló entre 1.4 a 1.8 unidades, con una media de (1.7 ± 0.8) unidades), asimismo T2 osciló entre 1.5 a 2.0 unidades con media de (1.7 ± 0.9) unidades), mientras que T3 osciló entre 1.8 a 2.6 unidades, con una media de (2.2 ± 1.0) unidades) mostrando mejores resultados frente al tratamiento control que osciló entre 1.5 a 1.9 unidades, con una menor media (1.6 ± 0.7) unidades), mostrando una ligera diferencia significativa (p -value < 0.05 , letras diferentes en la Tabla 31)

Tabla 31 – Resultados del número de mazorcas por planta

	Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3				Bloque 4				General				Dif. Sig.	
	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)		
T1	1.8	\pm	0.8	43.8	1.8	\pm	0.8	43.8	1.7	\pm	0.9	55.8	1.4	\pm	0.7	49.9	1.7	\pm	0.8	47.6	A,B	
T2	1.6	\pm	0.7	43.7	1.7	\pm	1.1	62.3	1.5	\pm	0.7	47.1	2.0	\pm	1.2	57.7	1.7	\pm	0.9	53.6	A,B	
T3	2.6	\pm	1.0	37.2	2.4	\pm	1.2	48.9	1.9	\pm	1.0	52.3	1.8	\pm	0.9	51.1	2.2	\pm	1.0	47.6	A	
Control	1.9	\pm	0.9	46.1	1.6	\pm	0.7	43.7	1.5	\pm	0.7	47.1	1.5	\pm	0.7	47.1	1.6	\pm	0.7	45.6	B	
Dif. Sig.*	A				A				A				A									

Donde: \bar{x} es la media, $\pm s$ es la desviación estándar, C.V. es el coeficiente de variabilidad.

*Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa, evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia

De esta manera se observó que la dosis de EM presento efecto significativo (p -value < 0.05 , Tabla 31) en el número de mazorcas por planta, es decir el incremento de EM permitió el incremento del número de mazorcas por planta, tal como se puede apreciar en la Figura 22, donde se aprecia la forma creciente del número de mazorcas por planta. Se observó que el control no muestra diferencia significativa con los tratamientos T1 y T2, y que el número de mazorcas por planta reportado en T1 y T2 es similar, mientras que el T3 muestra una ligera diferencia significativa superior. Es decir que a mayor EM mayor longitud de la mazorca.

Otro aspecto que se observó fue que el número de mazorcas por planta, Tabla 32, entre los bloques, mostro diferencia significativa (p -value < 0.05), mientras que la interacción Tratamiento – Bloque no mostro diferencia significativa (p -value > 0.05), es decir que la longitud de la mazorca en los tratamientos –bloques no varía debido a las dosis aplicadas de EM. Anexo 15.

Tabla 32 – ANOVA bifactorial para el número de mazorcas por planta

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F cal	p-value
Tratamiento	3	7.87	2.623	3.36	0.020
Bloque	3	2.97	0.990	1.27	0.287
Tratamiento*Bloque	9	5.06	0.562	0.72	0.690
Error	144	112.30	0.780		
Total	159	128.19			

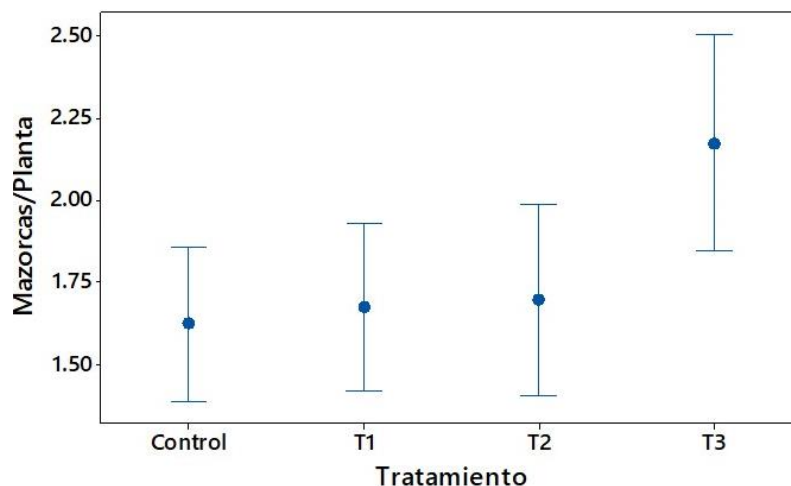


Figura 22 -Diagrama de medias para el número de mazorcas por planta

Análisis de la evaluación del rendimiento del maíz morado

Evaluación del rendimiento del peso de granos

Los resultados del rendimiento de producción de los granos se muestran en la Tabla 33, en ella se observa que para el control se obtuvo un rendimiento que osciló entre 3.19 a 3.99 TM/Ha, con media de 3.54 ± 0.77 TM/Ha, mientras que para el tratamiento T1 osciló entre 4.75 a 5.40 TM/Ha. y un rendimiento medio de 5.05 ± 0.54 TM/Ha, incrementándose a 5.64 ± 0.33 TM/Ha con la dosis de 3 L de EM/Ha. en el tratamiento T2, y para T3 (dosis de 6 L de EM/Ha) se obtuvo rendimiento medio de 6.53 ± 0.77 TM/Ha.

Tabla 33 – Resultados del rendimiento de peso de granos (TM/Ha)

	Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3				Bloque 4				General				Dif. Sig.	
	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)		
T1	4.96	\pm	0.51	10.2	5.40	\pm	0.59	11.0	5.09	\pm	0.40	7.8	4.75	\pm	0.52	10.9	5.05	\pm	0.54	10.7	C	
T2	5.63	\pm	0.35	6.1	5.64	\pm	0.36	6.3	5.74	\pm	0.25	4.4	5.56	\pm	0.37	6.6	5.64	\pm	0.33	5.8	B	
T3	6.17	\pm	0.66	10.7	6.55	\pm	0.66	10.0	6.48	\pm	0.60	9.3	6.92	\pm	1.01	14.5	6.53	\pm	0.77	11.8	A	
Control	3.99	\pm	0.83	20.8	3.72	\pm	0.81	21.9	3.19	\pm	0.50	15.8	3.27	\pm	0.72	22.0	3.54	\pm	0.77	21.9	D	
Dif. Sig.*	A				A				A				A									

Donde: \bar{x} es la media, $\pm s$ es la desviación estándar, C.V. es el coeficiente de variabilidad.

*Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa, evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia

Por otra parte, se pudo apreciar que las dosis de EM o tratamientos mostraron efecto significativo ($p\text{-value} < 0.05$), evaluado a través del ANOVA mostrado en la Tabla 34, es decir el incremento de dosis de EM aumenta considerablemente el rendimiento de producción de maíz morado, tal como se puede apreciar en la Figura 23, llegando casi a duplicar en T3 respecto a la muestra control; mientras el rendimiento por bloques no mostro incremento significativo ($p\text{-value} < 0.05$), aunque el efecto de interacción Tratamiento-Bloque reportó cierta significancia, esto indica que las dosis de EM por bloques incrementa la producción de maíz morado. Anexo 16.

Tabla 34 – ANOVA bifactorial para el rendimiento de peso de granos

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F cal	p-value
Tratamiento	3	189.58	63.192	173.13	0.000
Bloque	3	1.13	0.375	1.03	0.382
Tratamiento*Bloque	9	8.33	0.925	2.53	0.010
Error	144	52.56	0.365		
Total	159	257628			

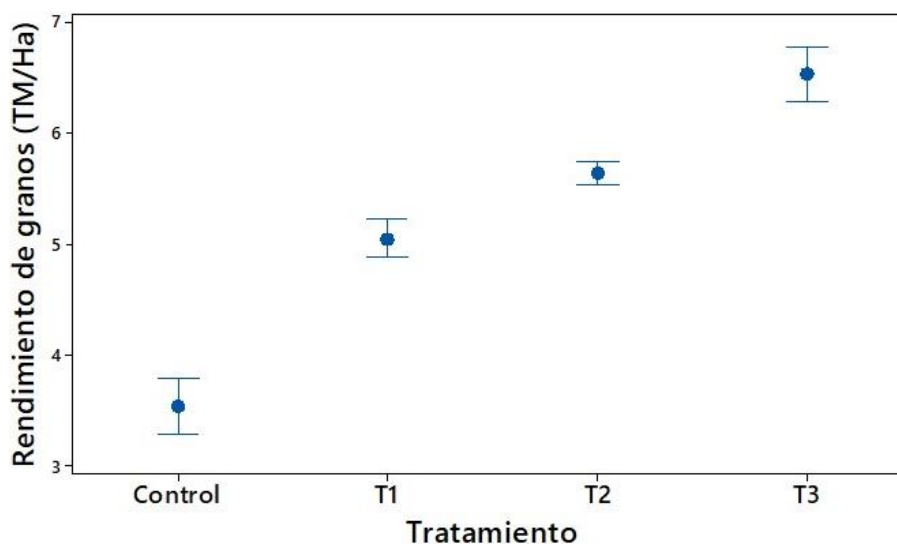


Figura 23 – Diagrama de medias para rendimiento de peso de granos

Evaluación de la producción de tusa

Los resultados del rendimiento de producción de tusa se muestran en la Tabla 35, en ella se observa que para el control se obtuvo un rendimiento que osciló entre 0.99 a 1.13 TM/Ha, con media de 1.09 ± 0.24 TM/Ha, mientras que para el tratamiento T1 osciló entre 1.08 a 1.36 TM/Ha. y un rendimiento medio de 1.26 ± 0.27 TM/Ha, incrementándose a 1.29 a 1.58 TM/Ha con la dosis de 3 L de EM/Ha. en el tratamiento T2, y para T3 (dosis de 6 L de EM/Ha) se obtuvo rendimiento medio de 1.74 ± 0.30 TM/Ha.

Tabla 35 – Resultados de la producción de tusa (TM/Ha)

	Bloque 1				Bloque 2				Bloque 3				Bloque 4				General				Dif. Sig.	
	\bar{x}	\pm	S	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)	\bar{x}	\pm	s	C.V. (%)		
T1	1.08	\pm	0.22	20.8	1.36	\pm	0.35	25.4	1.34	\pm	0.19	14.5	1.25	\pm	0.25	20.3	1.26	\pm	0.27	21.8	C	
T2	1.29	\pm	0.28	21.8	1.47	\pm	0.28	18.9	1.48	\pm	0.26	17.9	1.58	\pm	0.26	16.6	1.45	\pm	0.28	19.3	B	
T3	1.64	\pm	0.29	17.7	1.90	\pm	0.32	16.6	1.74	\pm	0.20	11.8	1.68	\pm	0.34	20.2	1.74	\pm	0.30	17.1	A	
Cont	1.1	\pm	0.27	24.1	1.12	\pm	0.31	27.2	1.13	\pm	0.15	13.1	0.99	\pm	0.20	20.3	1.09	\pm	0.24	21.7	D	
Dif. Sig.*	B				A				A,B				A,B									

Donde: \bar{x} es la media, $\pm s$ es la desviación estándar, C.V. es el coeficiente de variabilidad.

*Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa, evaluado a través del test de Tukey al 5% de significancia

Por otra parte, se pudo apreciar que las dosis de EM o tratamientos mostraron efecto significativo ($p\text{-value} < 0.05$), evaluado a través del ANOVA mostrado en la Tabla 36, es decir el incremento de dosis de EM aumenta considerablemente la producción de tusa del maíz morado, tal como se puede apreciar en la Figura 24, llegando casi a duplicar en T3 respecto a la muestra control; mientras la producción de tusa por bloques no mostro incremento significativo ($p\text{-value} < 0.05$), aunque el efecto de interacción Tratamiento-Bloque reportó cierta significancia, esto indica que las dosis de EM por bloques incrementa la producción de maíz morado. Anexo 17.

Tabla 36 – ANOVA bifactorial para la producción de tusa

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F cal	p-value
Tratamiento	3	9.367	3.12	44.07	0.000
Bloque	3	0.747	0.25	3.52	0.017
Tratamiento*Bloque	9	0.672	0.07	1.05	0.401
Error	144	10.203	0.07		
Total	159	20.9886			

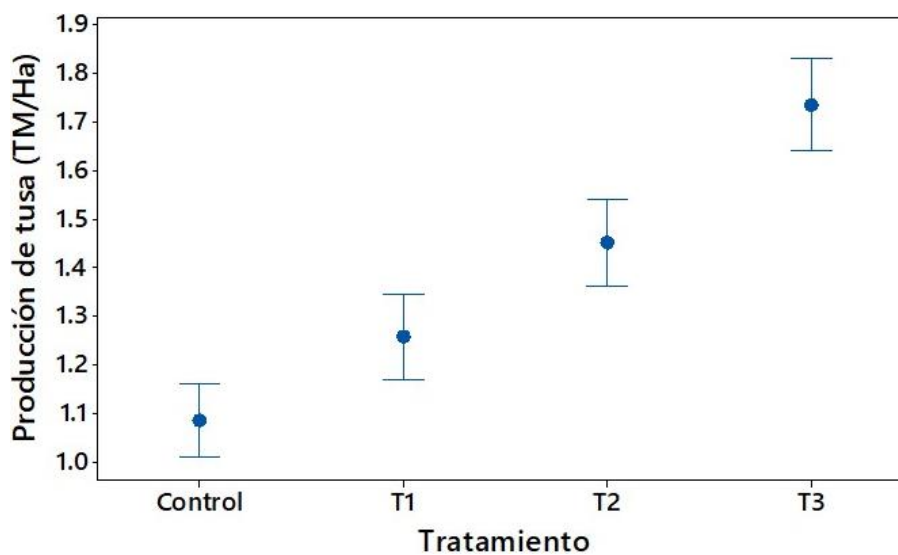


Figura 24 – Diagrama de medias para la producción de tusa

5.2. Contrastación de los objetivos

5.2.1. Contrastación del objetivo general

El objetivo general de la investigación consistió en evaluar el efecto de microorganismos eficientes en la fenología y rendimiento del maíz morado (*Zea mays* L), en Huaral Lima; para los cual se desarrolló un análisis descriptivo, de las variables e indicadores de estudio, cuyos resultados se muestran en la Tabla 37.

Tabla 37 – Datos estadísticos de la evaluación del efecto de microorganismos eficientes en la fenología del maíz (Zea mays L)

Característica fenológica	Trat.	Media	Desv	Max	Min	Característica fenológica	Trat.	Media	Desv	Max	Min
% Emergencia	T1	92.7	3.9	96.0	84.0	% Fructificación	T1	71.7	6.3	84.0	60.0
	T2	93.8	3.5	96.0	84.0		T2	66.7	9.1	80.0	52.0
	T3	94.2	2.9	96.0	88.0		T3	73.7	6.1	84.0	60.0
	Control	93.8	3.7	96.0	84.0		Control	67.3	7.2	80.0	52.0
% Primeras hojas	T1	70.5	7.7	84.0	56.0	% Maduración lechosa	T1	74.2	9.4	92.0	56.0
	T2	68.7	7.0	84.0	56.0		T2	72.8	10.0	92.0	56.0
	T3	69.3	6.1	80.0	56.0		T3	77.2	10.9	92.0	60.0
	Control	69.5	7.0	84.0	56.0		Control	71.3	9.7	88.0	48.0
Altura de tallo	T1	31.8	4.6	43	20	% Maduración pastosa	T1	73.5	9.9	92.0	56.0
	T2	34.0	3.2	40	30		T2	76.3	8.9	92.0	68.0
	T3	35.9	4.9	43	28		T3	83.7	8.7	96.0	68.0
	Control	30.6	5.6	40	20		Control	67.5	6.7	80.0	56.0
Diámetro de tallo	T1	0.51	0.12	0.74	0.29	% Maduración cornea	T1	74.7	9.2	92.0	56.0
	T2	0.57	0.13	0.83	0.35		T2	77.5	7.9	96.0	68.0
	T3	0.65	0.16	0.90	0.37		T3	82.7	7.7	96.0	68.0
	Control	0.49	0.13	0.72	0.23		Control	72	7	88	56
Numero de hojas	T1	7	1	10	5	Longitud de mazorca	T1	18.4	1.8	23.0	14.0
	T2	7	1	11	4		T2	18.8	1.8	23.0	16.0
	T3	7	1	9	5		T3	20.0	1.7	23.0	16.0
	Control	7	1	9	5		Control	14.3	1.7	17.0	10.0
% Floración	T1	81.0	4.5	92.0	72.0	Mazorcas por planta	T1	2	1	4	1
	T2	83.3	3.9	92.0	76.0		T2	2	1	4	1
	T3	86.7	4.8	92.0	80.0		T3	2	1	4	1
	Control	77.5	5.5	84.0	64.0		Control	2	1	4	1

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

En la Tabla 37, se observa que el efecto de la adición de los microorganismos eficientes incrementa ligeramente con la dosis de EM1, así la altura de tallos reportando 35.9 cm de altura, el diámetro de tallo siendo de 0.65 cm, asimismo la floración reporto fue 87 %, para el fructificación fue 74%, maduración lechosa 77%, maduración pastosa, maduración cornea 83%, longitud de mazorca 20.0 cm para una dosis de 6 litros de EM1.

Por otra parte, no se observó incremento considerable cuando se incrementó la dosis de EM1 para % de emergencia, % de primeras hojas, Numero de hojas, y mazorcas por planta.

Asimismo, en la Tabla 38, se presenta los resultados de la estadística descriptiva del efecto de microorganismos eficientes en el rendimiento del maíz morado (*Zea mays L*), en ella se observa que a mayor dosis de EM1 se incrementó el rendimiento de producción de granos hasta 6.5 TM/Ha, y la producción de tusa fue 1.7 TM/Ha para una dosis de 6 litros de EM1.

Tabla 38 – Datos estadísticos de la evaluación del efecto de microorganismos eficientes en el rendimiento del maíz (Zea mays L)

	Tratamiento	Media	Desv	Max	Min
Rendimiento de granos (TM/Ha)	T1	5.1	0.5	6.1	4.1
	T2	5.6	0.3	6.2	4.7
	T3	6.5	0.8	8.3	5.3
	Control	3.5	0.8	5.1	2.0
Producción de tusa	T1	1.3	0.3	1.8	0.6
	T2	1.5	0.3	1.9	0.9
	T3	1.7	0.3	2.2	1.3
	Control	1.1	0.2	1.7	0.5

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

5.2.2. Contrastación de los objetivos específicos

a) Evaluar el efecto de diferentes dosis de microorganismos eficientes en la fenología del maíz morado (*Zea mays* L.) var. PMV 581.

a.1. Efecto de las dosis de microorganismos eficientes en el porcentaje de emergencia

En la Tabla 39, se presenta los resultados del efecto de las dosis de EM1 en el porcentaje de emergencia, en ella se aprecia que el tratamiento T3 (6 litros de EM1), reporto 94.2% de emergencia, con un máximo por parcela de 96% y mínimo de 88%, mientras que el tratamiento T2 (3 litros de EM1) obtuvo una media de 93.8%, y una mínima de 84%, mientras que el tratamiento T1 reporto 92.7% de emergencia, se observó que la emergencia media del control fue similar a T2.

Tabla 39 – Datos estadísticos del porcentaje de emergencia por dosis

Característica fenológica	Trat.	Litros de EM	Media	Desv	Max	Min
% Emergencia	T1	1	92.7	3.9	96.0	84.0
	T2	3	93.8	3.5	96.0	84.0
	T3	6	94.2	2.9	96.0	88.0
	Control	---	93.8	3.7	96.0	84.0

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

a.2. Efecto de las dosis de microorganismos eficientes en el porcentaje de primeras hojas

En la Tabla 40, se observa que el porcentaje de primeras hojas, fue mayor para T1 (1 litro de EM1) con un valor de 70.5%, con máximo de 84.0% y mínimo de 56.0%, seguido de T2 que reporto una media de 68.7%, para T3 fue 69.3%, mientras que el control reportó una media de 69.5% con un máximo de 84.0%, asimismo se observa que sus desviaciones estándar son relativamente similares alrededor del 7%.

Tabla 40 – Datos estadísticos del porcentaje de primeras hojas por dosis

Característica fenológica	Trat.	Litros de EM	Media	Desv	Max	Min
% Primeras hojas	T1	1	70.5	7.7	84.0	56.0
	T2	3	68.7	7.0	84.0	56.0
	T3	6	69.3	6.1	80.0	56.0
	Control	---	69.5	7.0	84.0	56.0

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

a.3. Efecto de las dosis de microorganismos eficientes en la Altura de tallo

En la Tabla 41, se aprecia los datos estadísticos de la altura de tallo, se observó que T3 reportó mayor altura (35.9 cm), con un máximo de 43 cm y un mínimo de 28 cm, seguido de T2 que reportó 34.0 cm, T1 con 31.8 cm, mientras que el control obtuvo la menor altura 30.6 cm con mínimo de 20 cm y máximo de 40 cm, además de presentar mayor desviación estándar.

Tabla 41 – Datos estadísticos de la altura de tallo por dosis

Característica fenológica	Trat.	Litros de EM	Media	Desv	Max	Min
Altura de tallo (cm)	T1	1	31.8	4.6	43	20
	T2	3	34.0	3.2	40	30
	T3	6	35.9	4.9	43	28
	Control	---	30.6	5.6	40	20

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

a.4. Efecto de las dosis de microorganismos eficientes en el diámetro de tallo

En la Tabla 42, se presenta los resultados estadísticos del diámetro de tallo, en ella se aprecia que T3 reportó mayor valor siendo 0.65 cm con un máximo de 0.90 y mínimo de 0.37, asimismo T2 reportó 0.57 cm de diámetro medio, T1 0.51 cm, mientras que el control reportó el menor valor 0.49 cm, con un máximo de 0.72 cm y mínimo de 0.23 cm, observándose que a medida que se agrega EM1, se incrementa el diámetro de tallo.

Tabla 42 – Datos estadísticos del diámetro de tallo por dosis

Característica fenológica	Trat.	Litros de EM	Media	Desv	Max	Min
Diámetro de tallo (cm)	T1	1	0.51	0.12	0.74	0.29
	T2	3	0.57	0.13	0.83	0.35
	T3	6	0.65	0.16	0.90	0.37
	Control	---	0.49	0.13	0.72	0.23

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

a.5. Efecto de las dosis de microorganismos eficientes en el número de hojas

En la Tabla 43, se aprecia que el número de hojas reportado en las parcelas para las diferentes dosis de EM1 son similares, es decir presentan una media de 7 hojas, del mismo modo presentan similar desviación estándar.

Tabla 43 – Datos estadísticos del número de hojas por dosis de EM1

Característica fenológica	Trat.	Litros de EM	Media	Desv	Max	Min
Número de hojas	T1	1	7	1	10	5
	T2	3	7	1	11	4
	T3	6	7	1	9	5
	Control	---	7	1	9	5

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

a.6. Efecto de las dosis de microorganismos eficientes en el porcentaje de floración

Los resultados del porcentaje de floración se muestran en la Tabla 44, de ella se desprende que T3 reportó mayor valor medio 86.7%, máxima de 92% y mínima de 80%, seguido de T2 83.3%, para T1 fue 81%, mientras que para el control se reportó 77.5% con una mínima de 64%, con mayor desviación estándar.

Tabla 44 – Datos estadísticos del porcentaje de floración por dosis de EMI

Característica fenológica	Trat.	Litros de EM	Media	Desv	Max	Min
% Floración	T1	1	81.0	4.5	92.0	72.0
	T2	3	83.3	3.9	92.0	76.0
	T3	6	86.7	4.8	92.0	80.0
	Control	---	77.5	5.5	84.0	64.0

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

a.7. Efecto de las dosis de microorganismos eficientes en el porcentaje de fructificación

Los resultados del porcentaje de fructificación se muestran en la Tabla 45, de ella se desprende que T3 reportó mayor valor medio 73.7%, máxima de 84% y mínima de 60%, seguido de T1 71.7%, para el control se reportó 67.3%. mientras que para T2 fue 66.7% con una mínima de 52.0%, con mayor desviación estándar.

Tabla 45 – Datos estadísticos del porcentaje de fructificación por dosis de EMI

Característica fenológica	Trat.	Litros de EM	Media	Desv	Max	Min
% Fructificación	T1	1	71.7	6.3	84.0	60.0
	T2	3	66.7	9.1	80.0	52.0
	T3	6	73.7	6.1	84.0	60.0
	Control	---	67.3	7.2	80.0	52.0

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

a.8. Efecto de las dosis de microorganismos eficientes en el porcentaje de maduración lechosa

Los resultados del porcentaje de maduración lechosa se muestran en la Tabla 46, de ella se desprende que T3 reportó mayor valor medio 77.2%, máxima de 92% y mínima de 60%, seguido de T1 74.2%, para T2 fue 72.8%, mientras que para el control se reportó 71.3% con una mínima de 48%.

Tabla 46 – Datos estadísticos del porcentaje de maduración lechosa por dosis de EMI

Característica fenológica	Trat.	Litros de EM	Media	Desv	Max	Min
% Maduración lechosa	T1	1	74.2	9.4	92.0	56.0
	T2	3	72.8	10.0	92.0	56.0
	T3	6	77.2	10.9	92.0	60.0
	Control	---	71.3	9.7	88.0	48.0

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

a.9. Efecto de las dosis de microorganismos eficientes en el porcentaje de maduración pastosa

Los resultados del porcentaje de maduración pastosa se muestran en la Tabla 47, de ella se desprende que T3 reportó mayor valor medio 83.7%, máxima de 96.0% y mínima de 68.0%, seguido de T2 76.3%, para T1 fue 73.5%, mientras que para el control se reportó 67.5% con una mínima de 56.0%, con menor desviación estándar.

Tabla 47 – Datos estadísticos del porcentaje de maduración pastosa por dosis de EMI

Característica fenológica	Trat.	Litros de EM	Media	Desv	Max	Min
% Maduración pastosa	T1	1	73.5	9.9	92.0	56.0
	T2	3	76.3	8.9	92.0	68.0
	T3	6	83.7	8.7	96.0	68.0
	Control	---	67.5	6.7	80.0	56.0

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

a.10. Efecto de las dosis de microorganismos eficientes en el porcentaje de maduración cornea

Los resultados del porcentaje de maduración cornea se muestran en la Tabla 48, de ella se desprende que T3 reportó mayor valor medio 82.7%, máxima de 96% y mínima de 68.0%, seguido de T2 77.5%, para T1 fue 74.7%, mientras que para el control se reportó 72.0% con una mínima de 56.0%, con menor desviación estándar.

Tabla 48 – Datos estadísticos del porcentaje de maduración cornea por dosis de EMI

Característica fenológica	Trat.	Litros de EM	Media	Desv	Max	Min
% Maduración cornea	T1	1	74.7	9.2	92.0	56.0
	T2	3	77.5	7.9	96.0	68.0
	T3	6	82.7	7.7	96.0	68.0
	Control	---	72	7	88	56.0

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

a.11. Efecto de las dosis de microorganismos eficientes en la longitud de mazorca

Los resultados en la longitud de la mazorca se muestran en la Tabla 49, de ella se desprende que T3 reportó mayor valor medio 20.0 cm, máxima de 23.0 cm y mínima de 16.0 cm, seguido de T2 18.8 cm, para T1 fue de 18.4 cm, mientras que para el control se reportó 14.3 cm, con una mínima de 10.0 cm, vale decir que los EM incrementan la longitud de la mazorca.

Tabla 49 – Datos estadísticos de la longitud de mazorca por dosis de EMI

Característica fenológica	Trat.	Litros de EM	Media	Desv	Max	Min
Longitud de mazorca (cm)	T1	1	18.4	1.8	23.0	14.0
	T2	3	18.8	1.8	23.0	16.0
	T3	6	20.0	1.7	23.0	16.0
	Control	---	14.3	1.7	17.0	10.0

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

a.12. Efecto de las dosis de microorganismos eficientes en el número de mazorcas por planta

El resultado en el número mazorca se muestran en la Tabla 50, de ella se desprende que tanto los tratamientos como el testigo (control) no muestran diferencias significativas, vale decir que los EM no influyen en el número de mazorcas por planta.

Tabla 50 – Datos estadísticos del número de mazorcas por planta por dosis de EM1

Característica fenológica	Trat.	Litros de EM	Media	Desv	Max	Min
Numero de mazorcas por planta	T1	1	2	1	4	1
	T2	3	2	1	4	1
	T3	6	2	1	4	1
	Control	---	2	1	4	1

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

b) Evaluar el efecto de diferentes dosis de microorganismos eficientes en el rendimiento del maíz morado (*Zea mays L.*) var. PMV 581.

b.1. Efecto de las dosis de microorganismos eficientes en el rendimiento de granos

Los resultados en el rendimiento de granos se muestran en la Tabla 51, de ella se desprende que T3 reportó mayor valor medio 6.5 (TM/Ha), máxima de 8.3 (TM/Ha) y mínima de 5.3 (TM/Ha), seguido de T2 5.6 (TM/Ha), para T1 fue de 5.1 (TM/Ha), mientras que para el control se reportó 3.5 (TM/Ha), con una mínima de 2.0 (TM/Ha), vale decir que los EM incrementan el rendimiento de los granos.

Tabla 51– Datos estadísticos del rendimiento de granos por dosis de EM1

Característica fenológica	Trat.	Litros de EM	Media	Desv	Max	Min
Rendimiento de granos (TM/Ha)	T1	1	5.1	0.5	6.1	4.1
	T2	3	5.6	0.3	6.2	4.7
	T3	6	6.5	0.8	8.3	5.3
	Control	---	3.5	0.8	5.1	2.0

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

b.2. Efecto de las dosis de microorganismos eficientes en la producción de tusa

Los resultados en la producción de tusa se muestran en la Tabla 52, de ella se desprende que T3 reportó mayor valor medio 1.7 (TM/Ha), máxima de

2.2 (TM/Ha) y mínima de 1.3 (TM/Ha), seguido de T2 1.5 (TM/Ha), para T1 fue de 1.3 (TM/Ha), mientras que para el control se reportó 1.1 (TM/Ha), con una mínima de 0.5 (TM/Ha), vale decir que los EM incrementan la producción de tusa.

Tabla 52 – Datos estadísticos de la producción de tusa por dosis de EM1

Característica fenológica	Trat.	Litros de EM	Media	Desv	Max	Min
Producción de tusa (TM/Ha)	T1	1	1.3	0.3	1.8	0.6
	T2	3	1.5	0.3	1.9	0.9
	T3	6	1.7	0.3	2.2	1.3
	Control	---	1.1	0.2	1.7	0.5

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

5.3. Contratación de hipótesis

5.3.1. Contrastación de la hipótesis general

Con el fin de probar la hipótesis estadística general, planteada de la siguiente manera:

Hipótesis nula: Las dosis de EM1 no muestran efecto significativo en la fenología y rendimiento del maíz morado (*Zea mays L*), en Huaral Lima.

Hipótesis Alternativa: Las dosis de EM1 muestran efecto significativo en la fenología y rendimiento del maíz morado (*Zea mays L*), en Huaral Lima.

Para probar las hipótesis planteadas se aplicó un ANOVA, a un nivel de significancia del 5%, para los datos fenológicos y rendimiento del maíz morado, cuyos resultados se muestran en la Tabla 53, de ella se desprende que las características fenológicas como altura de tallo, diámetro de tallo, porcentaje de floración, porcentaje de maduración pastosa, porcentaje de maduración cornea, longitud de mazorca, y número de mazorcas por planta mostraron diferencia significativa, es decir $p\text{-value} < 0.05$, lo que significa que se rechaza la hipótesis nula, que quiere decir que la dosis de EM1, si mostro efecto significativo, ya que

a mayor dosis se observó que incrementaban considerablemente los valores de las características mencionadas.

Tabla 53 – Valores de significancia determinados a través de ANOVA para las características fenológicas y rendimiento del maíz morado

Característica	p-value		
	Tratamiento	Bloque	Bloque-Tratamiento
% Emergencia	0.501	0.369	0.921
% Primeras hojas	0.846	0.598	0.721
Altura de tallo	0.000	0.369	0.005
Diámetro de tallo	0.000	0.053	0.000
Numero de hojas	0.373	0.001	0.168
% Floración	0.000	0.442	0.698
% Maduración lechosa	0.258	0.332	0.991
% Maduración pastosa	0.000	0.981	0.585
% Maduración cornea	0.000	0.221	0.431
Longitud de mazorca	0.000	0.705	0.021
Mazorcas por planta	0.020	0.287	0.690
Rendimiento de granos	0.000	0.382	0.010
Producción de tusa	0.000	0.017	0.401

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

Asimismo, se observó que el porcentaje de emergencia, porcentaje de primeras hojas, numero de hojas, y porcentaje de maduración lechosa no mostraron cambios significativos con el tratamiento control, es decir se aceptó la hipótesis nula, ya que $p\text{-value} > 0.05$, es decir la adición de EM1 no afecta significativamente estas características.

En cuanto al rendimiento de granos, y producción de tusa, se observó que estas son afectadas considerablemente por la dosis de EM1, es decir a mayor dosis mayor rendimiento, por lo que se rechaza la hipótesis nula, ya que $p\text{-value} < 0.05$.

Por otra parte, se apreció que, dentro de los bloques para cada características fenológicas y rendimiento, no hubo diferencia significativa, es decir al adicionar EM1, los valores reportados son iguales estadísticamente, por lo que se acepta la

hipótesis nula, ya que $p\text{-value} > 0.05$, a excepción del número de hojas y la producción de tusa, que reportaron valores de $p\text{-value} < 0.05$.

5.3.2. Contrastación de Hipótesis Específica

a. Contrastación para emergencia por tratamiento

Para contrastar la diferencia en la emergencia se contrastó la hipótesis:

H₀: La media de la emergencia de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

H_a: La media de la emergencia de los tratamientos muestran diferencia significativa.

La contratación de hipótesis a un nivel de significancia del 5% a través de test de Tukey, se muestra en la Tabla 54, en ella se aprecia que no existe diferencia significativa, ya que la agrupación de tratamientos muestra letras iguales "A", es decir se acepta la hipótesis nula. Tal como se evidenció en la Tabla 10 ($p\text{-value} > 0.05$) antes indicada,

Tabla 54 – Comparación de Tukey para la emergencia (%) por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	24	94.17	A
Control	24	93.83	A
T2	24	93.83	A
T1	24	92.67	A

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

b. Contrastación para las primeras hojas por tratamiento

Para contrastar la diferencia en las primeras hojas se contrastó la hipótesis:

H₀: La media de las primeras hojas de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

Ha: La media de las primeras hojas de los tratamientos muestran diferencia significativa.

La contratación de hipótesis a un nivel de significancia del 5% a través de test de Tukey, se muestra en la Tabla 55, en ella se aprecia que no existe diferencia significativa, ya que la agrupación de tratamientos muestra letras iguales "A", es decir se acepta la hipótesis nula, tal como se evidenció en la Tabla 12 ($p\text{-value} > 0.05$) mencionada anteriormente.

Tabla 55 – Comparación de Tukey para las primeras hojas (%) por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	24	70.5	A
Control	24	69.5	A
T3	24	69.3	A
T2	24	68.7	A

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

c. Contrastación para la altura de tallo por tratamiento

Para contrastar la diferencia en las primeras hojas se contrasto la hipótesis:

H0: La media de la altura de tallo de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

Ha: La media de la altura de tallo de los tratamientos muestran diferencia significativa.

La contratación de hipótesis a un nivel de significancia del 5% a través de test de Tukey, se muestra en la Tabla 56, en ella se aprecia que existe diferencia significativa, ya que la agrupación de tratamientos muestra letras diferentes, es decir se rechaza la hipótesis nula, tal como se evidencio en la Tabla 14 ($p\text{-value} < 0.05$), es decir la adición de dosis de EM1 muestra efecto en la altura de tallo.

Tabla 56 – Comparación de Tukey para la altura de tallo por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	40	35.9	A
T2	40	34.0	A,B
T1	40	31.8	B,C
Control	40	30.6	C

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

d. Contrastación para el diámetro de tallo por tratamiento

Para contrastar la diferencia en las primeras hojas se contrasto la hipótesis:

H₀: La media del diámetro de tallo de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

H_a: La media del diámetro de tallo de los tratamientos muestran diferencia significativa.

La contratación de hipótesis a un nivel de significancia del 5% a través de test de Tukey, se muestra en la Tabla 57, en ella se aprecia que existe diferencia significativa, ya que la agrupación de tratamientos muestra letras diferentes, es decir se rechaza la hipótesis nula, tal como se evidencio en la Tabla 16 ($p\text{-value} < 0.05$), es decir la adición de dosis de EM1 muestra efecto en el diámetro de tallo.

Tabla 57 – Comparación de Tukey para el diámetro de tallo por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	40	0.649	A
T2	40	0.575	B
T1	40	0.515	B,C
Control	40	0.492	C

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

e. Contrastación para el número de hojas por tratamiento

Para contrastar la diferencia en el número de hojas se contrasto la hipótesis:

H0: La media del número de hojas de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

Ha: La media del número de hojas de los tratamientos muestran diferencia significativa.

La contratación de hipótesis a un nivel de significancia del 5% a través de test de Tukey, se muestra en la Tabla 58, en ella se aprecia que no existe diferencia significativa, ya que la agrupación de tratamientos muestra letras iguales “A”, es decir se acepta la hipótesis nula, tal como se evidencio con los datos de en la Tabla 18 ($p\text{-value} > 0.05$), es decir la adición de dosis de EM1 no muestra efecto en el diámetro de tallo.

Tabla 58 – Comparación de Tukey para el número de hojas por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2	40	7.425	A
T3	40	7.150	A
T1	40	7.125	A
Control	40	7.025	A

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

f. Contrastación para la floración por tratamiento

Para contrastar la diferencia en la floración se contrasto la hipótesis:

H0: La media de la floración de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

Ha: La media de la floración de los tratamientos muestran diferencia significativa.

La contratación de hipótesis a un nivel de significancia del 5% a través de test de Tukey, se muestra en la Tabla 59, en ella se aprecia que existe diferencia significativa, ya que la agrupación de tratamientos muestra letras diferentes, es decir se rechaza la hipótesis nula, tal como se evidencio en la Tabla 20 ($p\text{-value} < 0.05$), es decir la adición de dosis de EM1 muestra efecto en la floración.

Tabla 59 – Comparación de Tukey para la floración por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	24	86.67	A
T2	24	83.33	A,B
T1	24	81.00	B,C
Control	24	77.50	C

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

g. Contrastación para la fructificación por tratamiento

Para contrastar la diferencia en la fructificación se contrasto la hipótesis:

H0: La media de la fructificación de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

Ha: La media de la fructificación de los tratamientos muestran diferencia significativa.

La contratación de hipótesis a un nivel de significancia del 5% a través de test de Tukey, se muestra en la Tabla 60, en ella se aprecia que existe diferencia significativa, ya que la agrupación de tratamientos muestra letras diferentes, es decir se rechaza la hipótesis nula, tal como se evidencio en la Tabla 22 ($p\text{-value} < 0.05$), es decir la adición de dosis de EM1 muestra efecto en la fructificación.

Tabla 60 – Comparación de Tukey para la floración por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	24	73.67	A
T1	24	71.67	A,B
Control	24	67.33	B
T2	24	66.67	B

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

h. Contrastación para la maduración lechosa por tratamiento

Para contrastar la diferencia en la maduración lechosa se contrastó la hipótesis:

H₀: La media de la maduración lechosa de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

H_a: La media de la maduración lechosa de los tratamientos muestran diferencia significativa.

La contratación de hipótesis a un nivel de significancia del 5% a través de test de Tukey, se muestra en la Tabla 61, en ella se aprecia que no existe diferencia significativa, ya que la agrupación de tratamientos muestra letras iguales “A”, es decir se acepta la hipótesis nula, tal como se evidencio en la Tabla 24 ($p\text{-value} > 0.05$), es decir la adición de dosis de EM1 no muestra efecto en la maduración lechosa.

Tabla 61 – Comparación de Tukey para la maduración lechosa por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	24	77.17	A
T1	24	74.17	A
T2	24	72.83	A
Control	24	71.33	A

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

i. Contrastación para la maduración pastosa por tratamiento

Para contrastar la diferencia en la maduración pastosa se contrasto la hipótesis:

H0: La media de la maduración pastosa de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

Ha: La media de la maduración pastosa de los tratamientos muestran diferencia significativa.

La contratación de hipótesis a un nivel de significancia del 5% a través de test de Tukey, se muestra en la Tabla 62, en ella se aprecia que existe diferencia significativa, ya que la agrupación de tratamientos muestra letras diferentes, es decir se rechaza la hipótesis nula, tal como se evidencio en la Tabla 26 ($p\text{-value} < 0.05$), es decir la adición de dosis de EM1 mostró efecto en la maduración pastosa.

Tabla 62 – Comparación de Tukey para la maduración pastosa por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	24	83.67	A
T2	24	76.33	B
T1	24	73.50	B,C
Control	24	67.50	C

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

j. Contrastación para la maduración cornea por tratamiento

Para contrastar la diferencia en la maduración cornea se contrasto la hipótesis:

H0: La media de la maduración cornea de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

Ha: La media de la maduración cornea de los tratamientos muestran diferencia significativa.

La contratación de hipótesis a un nivel de significancia del 5% a través de test de Tukey, se muestra en la Tabla 63, en ella se aprecia que existe diferencia significativa, ya que la agrupación de tratamientos muestra letras diferentes, es decir se rechaza la hipótesis nula, tal como se evidencio en la Tabla 28 ($p\text{-value} < 0.05$), es decir la adición de dosis de EM1 mostró efecto en la maduración cornea.

Tabla 63 – Comparación de Tukey para la maduración cornea por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	24	82.67	A
T2	24	77.50	A,B
T1	24	74.67	B
Control	24	72.33	B

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

k. Contrastación para la longitud de mazorca por tratamiento

Para contrastar la diferencia en la longitud de mazorca se contrasto la hipótesis:

H₀: La media de la longitud de mazorca de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

H_a: La media de la longitud de mazorca de los tratamientos muestran diferencia significativa.

La contratación de hipótesis a un nivel de significancia del 5% a través de test de Tukey, se muestra en la Tabla 64, en ella se aprecia que existe diferencia significativa, ya que la agrupación de tratamientos muestra letras diferentes, es decir se rechaza la hipótesis nula, tal como se evidencio en la Tabla 30 ($p\text{-value} < 0.05$), es decir la adición de dosis de EM1 mostró efecto en la longitud de mazorca.

Tabla 64 – Comparación de Tukey para la longitud de mazorca por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	40	20.025	A
T2	40	18.750	B
T1	40	18.350	B
Control	40	14.300	C

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

I. Contrastación para el número de mazorcas por tratamiento

Para contrastar la diferencia en el número de mazorcas se contrastó la hipótesis:

H₀: La media del número de mazorcas de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

H_a: La media del número de mazorcas de los tratamientos muestran diferencia significativa.

La contratación de hipótesis a un nivel de significancia del 5% a través de test de Tukey, se muestra en la Tabla 65, en ella se aprecia que existe diferencia significativa, ya que la agrupación de tratamientos muestra letras diferentes, es decir se rechaza la hipótesis nula, tal como se evidencio en la Tabla 32 ($p\text{-value} < 0.05$), es decir la adición de dosis de EM1 mostró efecto en el número de mazorcas.

Tabla 65 – Comparación de Tukey para el número de mazorcas por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	40	2.175	A
T2	40	1.700	A,B
T1	40	1.675	A,B
Control	40	1.625	B

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

m. Contrastación para el rendimiento de producción de granos por tratamiento

Para contrastar la diferencia en el rendimiento de producción de granos se contrasto la hipótesis:

H₀: La media del rendimiento de producción de granos de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

H_a: La media del rendimiento de producción de granos de los tratamientos muestran diferencia significativa.

La contratación de hipótesis a un nivel de significancia del 5% a través de test de Tukey, se muestra en la Tabla 66, en ella se aprecia que existe diferencia significativa, ya que la agrupación de tratamientos muestra letras diferentes, es decir se rechaza la hipótesis nula, tal como se evidencio en la Tabla 34 ($p\text{-value} < 0.05$), es decir la adición de dosis de EM1 mostró efecto en el número el rendimiento de producción de granos.

Tabla 66 – Comparación de Tukey para el rendimiento de producción de granos por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	40	6.530	A
T2	40	5.644	B
T1	40	5.050	C
Control	40	3.541	D

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

n. Contrastación para el peso de tusa por tratamiento

Para contrastar la diferencia en el peso de tusa se contrasto la hipótesis:

H₀: La media del peso de tusa de los tratamientos no muestran diferencia significativa.

Ha: La media del peso de tusa de los tratamientos muestran diferencia significativa.

La contratación de hipótesis a un nivel de significancia del 5% a través de test de Tukey, se muestra en la Tabla 67, en ella se aprecia que existe diferencia significativa, ya que la agrupación de tratamientos muestra letras diferentes, es decir se rechaza la hipótesis nula, tal como se evidencio en la Tabla 36 ($p\text{-value} < 0.05$), es decir la adición de dosis de EM1 mostró efecto en el peso de tusa.

Tabla 67– Comparación de Tukey para el peso de tusa por tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	40	1.738	A
T2	40	1.453	B
T1	40	1.258	C
Control	40	1.087	D

Fuente: Elaboración propia, a través de MINITAB 17

5.4. Correlación de las características fenológicas y el rendimiento del maíz morado

La evaluación de la correlación de las características fenológicas y el rendimiento de producción del maíz morado con las dosis de EM, se evaluó a través de la determinación del coeficiente de Pearson (R_s), cuyo criterio es el siguiente:

Si el valor de R_s :

- Es -1, hay una correlación negativa perfecta
- se encuentra entre -1 y -0.5, hay una fuerte correlación negativa
- se encuentra entre -0.5 y 0, hay una débil correlación negativa
- se encuentra entre 0 y 0.5, hay una débil correlación positiva
- se encuentra entre 0.5 y 1, hay una fuerte correlación positiva
- es 1, hay una correlación positiva perfecta.

Los resultados se muestran en la Tabla 37, en ella se aprecia que la dosis de microorganismos eficientes (EM), presentaron fuerte correlación positiva con la altura de tallo (C), diámetro de tallo (D), es decir el incremento de la dosis de EM hace que sea mayor la altura y el diámetro, por lo que la dosis presentaría efecto significativo, del mismo modo se observó que el porcentaje de floración (F), porcentaje de maduración lechosa (H), porcentaje de maduración pastosa (I), porcentaje de maduración cornea (J), longitud de mazorca (K) y número de mazorcas/planta (L) mostraron relación positiva significativa, es decir la adición del EM mejora estas cualidades.

Del mismo modo, se observó que la adición de EM mejoró considerablemente el rendimiento de producción de maíz morado ($R_s = 0.93$), el mismo hecho sucedió para la producción de tusa ($R_s = 0.99$).

Por otra parte, se pudo apreciar que la emergencia (A) y número de hojas (E) no tienen efecto significativo con la dosis de EM, por el contrario, disminuyen el porcentaje de brote de primeras hojas ($R_s = -0.42$).

Otro aspecto a considerar es que el rendimiento de producción de maíz morado muestra buena correlación con la altura de tallo (C), diámetro de tallo (D), porcentaje de floración (F), porcentaje de maduración lechosa (H), porcentaje de maduración pastosa (I), porcentaje de maduración cornea (J), longitud de mazorca (K) y L número de mazorcas/planta, mayores a 0.79, lo que indica buena correlación.

Asimismo, la altura de tallo (C) y diámetro de tallo (D), presentaron alta correlación con los aspectos fenológicos del cultivo de maíz morado, en las parcelas experimentales.

Tabla 68 – Correlación de las características fenológicas, rendimiento de producción del maíz morado con las dosis de EM

	DOSIS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A	0.56													
B	-0.42	-0.82												
C	0.99	0.52	-0.47											
D	1.00	0.58	-0.45	0.99										
E	0.36	0.16	-0.65	0.50	0.39									
F	0.97	0.37	-0.33	0.99	0.97	0.47								
G	0.57	-0.13	0.50	0.49	0.54	-0.35	0.59							
H	0.86	0.16	0.11	0.81	0.84	0.02	0.87	0.91						
I	0.98	0.37	-0.27	0.98	0.97	0.38	1.00	0.66	0.92					
J	1.00	0.51	-0.37	0.99	1.00	0.35	0.98	0.61	0.89	0.99				
K	0.82	0.03	-0.11	0.87	0.82	0.53	0.94	0.61	0.84	0.92	0.85			
L	0.93	0.53	-0.18	0.86	0.92	-0.01	0.85	0.76	0.92	0.90	0.93	0.68		
M	0.93	0.25	-0.26	0.96	0.92	0.52	0.99	0.59	0.87	0.98	0.94	0.98	0.79	
N	0.99	0.48	-0.38	0.99	0.99	0.41	0.99	0.58	0.87	0.99	1.00	0.88	0.90	0.96

Dónde: A porcentaje de emergencia, B porcentaje de primeras hojas, C altura de tallo, D diámetro de tallo, E número de hojas, F porcentaje de floración, G porcentaje de fructificación, H porcentaje de maduración lechosa, I porcentaje de maduración pastosa, J porcentaje de maduración cornea, K longitud de mazorca, L número de mazorcas/planta, M rendimiento de granos, N peso de tusa.

5.5. Discusión

Después de la ejecución del trabajo de investigación, realizado las evaluaciones y el procesamiento de datos, los resultados encontrados en la investigación se acepta la hipótesis general e hipótesis específicos. Para la discusión se establece la comparación de los resultados con otros autores.

5.5.1. Discusión sobre las características fenológicas del maíz morado

Evaluación de la emergencia:

Para los hallazgos en las parcelas o bloques que presentaron el tratamiento T3 con dosis de 6L de EM/Ha, reporto mayor porcentaje de emergencia ($94.2 \pm 2.9\%$), y que esta disminuye ligeramente a menor dosis de EM, mientras que T2 reporto ($93.8 \pm 3.5\%$); así de igual forma para T1 ($92.7 \pm 3.9\%$), y el tratamiento control reporto ($93.8 \pm 3.7\%$) con variabilidades similares. Por lo tanto, no influye significativamente las dosis de EM; los cuales concuerdan con los hallazgos de Ñaupari (2015), que estable que las emergencias no son influenciadas significativamente por la aplicación de las dosis de microorganismos eficientes.

Evaluación del porcentaje de primeras hojas

En los resultados se observa que las plántulas tratadas con T1 presentaron mayor porcentaje de primeras hojas ($70.5 \pm 7.7\%$), logro superar ligeramente a las muestras del control ($69.5 \pm 7.0\%$), mientras T2 y T3 no lograron superar al control; de otra parte, se observó en T3 menor variabilidad (8.8%), es decir el número de primeras hojas en las plántulas fue similar en todas las parcelas, en comparación de los otros tratamientos incluido el control donde la variabilidad estuvo alrededor de 10%. Es decir, la adición de EM no afecta significativamente en el porcentaje de primeras hojas en las plántulas de maíz morado. Los cuales concuerdan con los resultados de Quillca y Rubelo (2012), que establece que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Evaluación de la altura de tallo

En los resultados se observa que la altura oscila entre 28.8 a 33.1 cm para el tratamiento T1, mientras que para T2 entre 32.8 a 35.1 cm, y para T3 entre 33.9 a 37.4 cm, en tanto que para el control o testigo esta osciló entre 25.8 a 33.4 cm, así en forma general la altura de las plántulas correspondientes al tratamiento T3 (con dosis de 6 L EM/Ha) reportaron una media mayor (35.9 ± 4.9 cm) y que la altura disminuye a menor dosis de EM, es decir la altura de las plántulas está influenciada por la aplicación de EM. Los cuales concuerdan con Ñaupari (2015), que la altura del tallo está influenciada significativamente por la aplicación de las dosis de microorganismos eficientes.

Evaluación del diámetro de tallo

En los resultados se observó que la dosis de EM presento efecto significativo (p-value < 0.05,) en el diámetro de los tallos, es decir el incremento de EM permitió el incremento del diámetro del tallo. Es decir que el diámetro del tallo está influenciado por la aplicación de EM-1. Los cuales concuerdan con Ñaupari (2015), que manifiesta que al aplicar dosis de microorganismo eficientes incrementan el diámetro de tallo hasta una dosis de 4 litros por hectárea.

Evaluación del número de hojas

En los hallazgos se observa que en la muestra control, las plantas mostraron 7 primeras hojas, mientras que para en el tratamiento T1 esta se encuentra entre 7 a 8, en tanto que para T2 se reportó entre 7 a 9, y que para T3 se encontró en el rango de 7 a 8, observándose que los porcentajes de primeras hojas en los bloques para los diferentes tratamientos no muestran diferencia significativa (p-value > 0.05) evaluados a través del ANOVA. Los cuales concuerdan con Ñaupari (2015), que manifiesta que el número de hojas no está influenciado significativamente por la aplicación de las dosis de microorganismos eficientes.

Evaluación del porcentaje de floración

De los resultados se puede observar que T3 osciló entre 86.0 a 88.0 %, con una media de $(86.7 \pm 4.8 \%)$, mientras que el control osciló entre 73.3 a 80.7 %, con una menor media $(77.5 \pm 5.5\%)$, mostrando diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$). De esta manera se observó que la dosis de EM presento efecto significativo, es decir el incremento de EM permitió el incremento el porcentaje de floración. Aunque no coincide con la literatura consultada, tal es el caso de León (2015), que establece que los días de floración no detectó significancia estadística y según Tukey todos los tratamientos originaron promedios estadísticamente iguales entre sí. Puede deberse a la adición de biol a los EM, factores climatológicos o variedad de maíz.

Evaluación del porcentaje de fructificación

De los resultados de la evaluación del porcentaje de fructificación se observa que para el tratamiento T3 osciló entre 72.0 a 75.3 %, con una media de $(73.7 \pm 6.1 \%)$, mientras que los tratamientos T1 y T2 con una media menor y mayor variabilidad, mientras que el control osciló entre 66.0 a 69.3 %, con una menor media $(67.3 \pm 7.2\%)$, mostrando diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$). Aunque no coincide con la literatura consultada, tal es el caso de León (2015), que establece que el porcentaje de la maduración no detectó significancia estadística y según Tukey todos los tratamientos originaron promedios estadísticamente iguales entre sí. Puede deberse a la adición de biol, factores climatológicos o variedad de maíz.

Porcentaje de maduración lechosa

De los resultados de la evaluación del porcentaje de maduración lechosa se observa que para el tratamiento T3 osciló entre 74.7 a 81.3 %, con una media de $77.2 \pm 10.9 \%$, T1 osciló entre 70.0 a 78.0 %, con una media de $74.2 \pm 9.4 \%$, asimismo T2 osciló entre 70.0 a 76.7 % con media de $72.8 \pm 10.0\%$, mientras que el control

osciló entre 70.0 a 72.7 %, con una menor media ($71.3 \pm 9.7\%$), mostrando diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$).

Aunque no coincide con la literatura consultada, tal es el caso de León (2015), que establece que el porcentaje de la maduración no detectó significancia estadística y según Tukey todos los tratamientos originaron promedios estadísticamente iguales entre sí. Puede deberse a la adición de biol, factores climatológicos o variedad de maíz.

Porcentaje de maduración pastosa

En los hallazgos de los resultados de la evaluación del porcentaje de maduración pastosa se observan que para el tratamiento T3 osciló entre 80.0 a 86.7 %, con una media de ($83.7 \pm 8.7\%$), T2 osciló entre 74.0 a 81.3 % con media de ($76.3 \pm 8.9\%$) y T1 osciló entre 69.3 a 76.0 %, con una media de ($73.5 \pm 9.9\%$), el tratamiento control osciló entre 64.7 a 69.3 %, con una menor media ($67.5 \pm 6.7\%$), mostrando diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$). Aunque no coincide con la literatura consultada, tal es el caso de León (2015), que establece que el porcentaje de la maduración no detectó significancia estadística y todos los tratamientos originaron promedios estadísticamente iguales entre sí. Esta puede deberse a que solo evaluó la maduración en general o por factores como la adición de biol, factores climatológicos o variedad de maíz.

Evaluación de la maduración cornea

En los hallazgos de los resultados de la evaluación del porcentaje de maduración cornea se observa que para el tratamiento T3 osciló entre 79.3 a 85.3 %, con una media de ($82.7 \pm 7.7\%$), T2 osciló entre 73.3 a 82.7 % con media de ($77.5 \pm 7.9\%$), T1 osciló entre 72.7 a 80.0 %, con una media de ($74.7 \pm 9.2\%$), mientras que para el tratamiento control osciló entre 68.7 a 74.7%, con una menor media ($72.3 \pm 6.6\%$), mostrando diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$). Aunque no coincide

con la literatura consultada, tal es el caso de León (2015), que establece que el porcentaje de la maduración no detectó significancia estadística y todos los tratamientos originaron promedios estadísticamente iguales entre sí. Esta puede deberse a que solo evaluó la maduración en general o por factores como la adición de biol, factores climatológicos o variedad de maíz.

Evaluación de la longitud de mazorca

De los hallazgos se observan los resultados de la evaluación de longitud de la mazorca se que para el tratamiento T3 osciló entre 19.3 a 21.2cm, con una media de $(20.0 \pm 1.7\text{cm})$ T2 osciló entre 18.3 a 19.8cm con media de $(18.8 \pm 1.8 \text{ cm})$, T1 osciló entre 17.4 a 19.2 cm, con una media de $18.4 \pm 1.8 \text{ cm}$, mientras que el control osciló entre 13.8 a 14.8cm, con una menor media $(14.3 \pm 1.7\text{cm})$, mostrando diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$). los cuales coinciden con León (2015), que estable que el tamaño de mazorca del análisis de varianza determinó significancia estadística para los tratamientos, es decir a mayores dosis de microorganismo incrementa el tamaño de la mazorca. Asimismo, Ñaupari (2015), establece que la adición de microorganismo eficientes incrementa, el diámetro de mazorca hasta una dosis de 4 litros por hectáreas.

Evaluación del número de mazorcas por planta

De los hallazgos en la evaluación del número de mazorcas se observa que para el tratamiento T3 osciló entre 1.8 a 2.6 unidades, con una media de $(2.2 \pm 1.0 \text{ unidades})$ mostro una media mayor frente a los tratamientos T1 osciló entre 1.4 a 1.8 unidades, con una media de $(1.7 \pm 0.8 \text{ unidades})$, asimismo T2 osciló entre 1.5 a 2.0 unidades con media de $(1.7 \pm 0.9 \text{ unidades})$, mientras que, mientras que el control osciló entre 1.5 a 1.9 unidades, con una menor media $(1.6 \pm 0.7 \text{ unidades})$, mostrando una ligera diferencia significativa ($p\text{-value} < 0.05$,). Aunque no coincide con la literatura consultada, tal es el caso de Ñaupari (2015), que establece que el número de mazorcas, no son influenciados significativamente por

la aplicación de las dosis de microorganismos eficientes, así mismos León (2015) establece que el número de mazorca por planta no detectó significancia estadística y según Tukey todos los tratamientos originaron promedios estadísticamente iguales entre sí. Esta puede deberse a factores como la adición de biol, factores climatológicos o variedad de maíz.

5.5.2. Análisis de la evaluación del rendimiento del maíz morado

Evaluación del rendimiento del peso de granos

De los hallazgos de la investigación se observa que para el control se obtuvo un rendimiento que osciló entre 3.19 a 3.99 TM/Ha, con media de $(3.54 \pm 0.77$ TM/Ha), mientras que para el tratamiento T1 osciló entre 4.75 a 5.40 TM/Ha y un rendimiento medio de $(5.05 \pm 0.54$ TM/Ha), incrementándose a 5.64 ± 0.33 TM/Ha con la dosis de 3 L de EM/Ha en el tratamiento T2, y para T3 (dosis de 6 L de EM/Ha) se obtuvo rendimiento medio de 6.53 ± 0.77 TM/Ha. Existiendo mayor rendimiento en el tratamiento T3, es decir que a mayor dosis de EM incrementa el rendimiento del peso de granos. El cual concuerda con León (2015). que establece que, en el peso de 100 de granos, el análisis de varianza determinó significancia estadística para los tratamientos.

Evaluación de la producción de tusa

De los hallazgos se observan que para el control se obtuvo un rendimiento que osciló entre 0.99 a 1.13 TM/Ha, con media de $(1.09 \pm 0.24$ TM/Ha), mientras que para el tratamiento T1 osciló entre 1.08 a 1.36 TM/Ha y un rendimiento medio de $(1.26 \pm 0.27$ TM/Ha), incrementándose a 1.29 a 1.58 TM/Ha con la dosis de 3 L de EM/Ha en el tratamiento T2, y para T3 (dosis de 6 L de EM/Ha) se obtuvo rendimiento medio de 1.74 ± 0.30 TM/Ha. Existiendo diferencia significativa es decir que las dosis de microorganismos influyen en el incremento de la producción

de tusa. Aunque no coincide con la literatura consultada, tal es el caso de Ñaupari (2015) que establece que el diámetro de tuzas, no son influenciados significativamente por la aplicación de las dosis de microorganismos eficientes. Esta puede deberse a los factores climatológicos o variedad de maíz.

Estimado de costos de producción de maíz morado con adición de EM

Los costos de producción en los cultivos instalados en los valles costeros, son mecanizados en la preparación de suelos básicamente, para la presente investigación de una extensión de 1,300 m², desde las labores previas de la aradura, surcado, siembra, labores culturales y cosecha, se ha gastado S/1,550.00 y movilidad S/250.00, asimismo específicamente en las 6 aplicaciones de EM con tres mochiladas en promedio por aplicación, mano de obra S/180.00 y EM para todo el experimento S/400.00, sumados S/2,380.00

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- La aplicación de los microorganismos eficientes en el cultivo de maíz morado, presento efecto significativo ($p\text{-value} < 0.05$) en las características fenológicas y en el rendimiento de maíz morado, observándose que a dosis de 6 L de EM/Ha, presenta mejores características.
- Se observó que la dosis de microorganismos eficientes (EM), presentaron efecto significativo positivo ($p\text{-value} < 0.05$) en la altura de tallo, diámetro de tallo, el porcentaje de floración, porcentaje de maduración lechosa, porcentaje de maduración pastosa, porcentaje de maduración cornea, longitud de mazorca y número de mazorcas/planta, y que estas características fenológicas presentan fuerte correlación positiva entre ellas.
- Se observó que la adición de EM mejoró considerablemente el rendimiento de producción de maíz morado, reportándose 3.54 ± 0.77 TM/Ha para el control, incrementándose a 5.05 ± 0.54 TM/Ha para T1, 5.64 ± 0.33 TM/Ha para T2, y a dosis de 6 L de EM/Ha. en T3, se obtuvo rendimiento medio de 6.53 ± 0.77 TM/Ha, duplicándose el rendimiento, del mismo modo sucedió para el peso de la tusa, presentando alta correlación positiva.

6.2. Recomendaciones

- Para desarrollar una agricultura alternativa libre de agroquímicos se recomienda utilizar los microorganismos eficientes, que son fáciles de manipular y no son dañinos, ni tóxicos para la salud.
- Si la siembra se desarrolla en la sierra considerar la variabilidad climática y los pisos ecológicos, y sembrar de acuerdo a la época de siembra.
- La activación de los microorganismos eficientes debe realizarse con anticipación entre 8 a 20 días antes de la siembra.
- Aplicar los microorganismos eficientes activado vía foliar cada 15 días, a partir de la siembra, no afecta si se aplica al suelo.
- Aplicar los microorganismos eficientes en un área agrícola libre de agroquímicos, porque afectaría a su efectividad.
- Los microorganismos eficientes se pueden utilizar con otras enmiendas orgánicas en la investigación de hortalizas, frutales y otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Águila, N. y Enríquez, C. (1999). *Elaboración de Bioabonos y su evaluación en un cultivar de brócoli brassica olerácea L., var. Botrytis* Tesis Ing. Agr. Laja, Ec, Universidad Nacional de Laja, Facultad de Ciencias Agrícolas. 83 p.
- Aguirre Pajuelo Elisabet Bernaldina (2016) *Efecto de la aplicación de humatos de potasio y de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz morado CV. Prosemillas (Zea Mays L.) Bajo Rlaf: Goteo*, Tesis Para Optar El Título de Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional Agraria La Molina Lima-Perú
- Agraria, pe (2018) Agencia Agraria de Noticias. Recuperado de: <http://agraria.pe/noticia.php?url=exportaciones-de-maiz-morado-llegan-a-valores-de-us-802-mil&id=17636>
- AGRODATAPERU, Maíz morado exportación abril 2018. Disponible en: <https://www.agrodataperu.com/2018/05/maiz-morado-peru-exportacion-2018-abril.html>.
- Aldrich, S. y Leng R. (1974). Producción moderna de Maíz. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- APNAN (Asia Pacific Natural Agriculture Network) (1995). “EM Application Manual for APNAN Countries”, Primera Edición. Consultado el 12 de junio del 2011. Disponible en: <http://www.agriton.nl/apnanman.html>.
- AUTODEMA. (1999). Boletín de programación de riego por goteo. Programación de riego para maíz morado

- Azcón – Bieto J y M. Talon. (1993). Fisiología y bioquímica vegetal. Primera Edición. Impreso en España.
- Bayron P. (2004). “Evaluación de diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (ME) en el cultivo de pepino (*Cucumissativus*) híbrido Atar Ha-435”. Consultado el 12 de junio del 2011. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2418/1/4762.pdf>.
- Begazo Torres Jorge Luis (2013) Marco de Siembra en el Rendimiento de Maíz Morado (*Zea Mays L.*) “Ecotipo Arequipeño” en la Irrigación Majes 2012-2013, Tesis Para Optar El Título Profesional de Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa – Perú.
- Bernabé, G. (1996). Bases biológicas y ecológicas de la acuicultura. Editorial Acribia S.A. España.
- Bolaños Jorge y Edmeades Gregory O. (1993), La Fenología y Fisiología del Maíz, material usado para fines exclusivos de capacitación en cursos de CIMMYT y/o PRM., Mexico. Publicado en Síntesis de Resultados Experimentales DELPRM 1992, VOL. 4 p. 2,51-261.
- Cabrera Castañeda Cynthia Rosemarie. (2016) Tres láminas de riego en el rendimiento de cuatro variedades de maíz morado (*Zea MaysL.*) bajo riego por goteo. Tesis Para Optar El Título de Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional Agraria La Molina Lima – Perú
- Catalán, W. (2012). Guía técnica "Manejo integrado en el cultivo de maíz amiláceo" Cusco, Perú. OAEPS-UNALM y Agrobanco.30 p.
- Carhuapoma y López. (2008). Maíz Morado moléculas bioactivas antioxidantes y anticancerígenas. CONCYTEC. Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Primera Edición. Lima. Perú.

- Celina H. y Campo A. (2005), “Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach”, Revista colombiana de psiquiatría, vol. XXXIV, número 004, Asociación Colombiana de Psiquiatría, Bogotá, Colombia, pp. 572 – 580, disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/806/80634409.pdf>
- CIMMYT, (2004). Programa de Maíz del CIMMYT. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. México: Cuarta edición. D.F.: CIMMYT.
- Constanza Corrales Lucia, Antolinez Romero Diana Marcela, Bohórquez Macías Johanna Azucena, Corredor Vargas Aura Marcela (2015) Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Bogotá, Colombia.
- Curtis H., (2000). Invitación a la Biología, Ed. Panamericana. Bs.As.
- Cruz, Linda, (2018) Investigación Empírica: Características, Métodos y Criterios <https://www.lifeder.com/investigacion-empirica/>
- EMPROTEC (2011), EM Producción y Tecnología S,A, Guía de la Tecnología EM, San Juan de Tibás, Costa Rica,C.A. emprotec@racsa.co.cr
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). (2012). Los fertilizantes y su uso. Segunda edición. Roma, Italia. 77 p.
- Fernández, L. (2009). Identificación de razas de maíz (*Zea mays* L) presentes en el germoplasma cubano. Tesis Doctor en Ciencias Biológicas. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” INIFAT. República de Cuba. 172 p.

- Fernández, N. (1995). Estudio de la Extracción y Pre-Purificación de Antocianinas de Maíz Morado (*Zea mays* L.). Tesis. UNALM.
- Flores C. (2004). “Evaluación de tres tipos de abonos orgánicos en cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria Ltda” Chanchamayo Junín.
- FUNIBER (2017), Fundación Universitaria Americana, extraído del sitio <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/MAIZ-MORADO-SIN-CORONTA-4>
- García F. (2007). Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. Requerimiento de nutrientes para producir una tonelada de granos de maíz.
Recuperado de <http://www.fertilizando.com/articulos/criterios-manejo-fertilizacion-cultivo-maiz.pdf>
- García, G. (2013). Guía técnica "manejo integrado de plagas del cultivo de maíz amiláceo blanco. Quispicanchis, Cusco. PE. AGROBANCO. 22 p.
- Gamarra Astohuaman Guillermo, Rivera Espinoza Tito Armando, Wong Cabanillas Francisco Javier, Pujay Cristobal Oscar Eugenio (2015) Estadística e Investigación con aplicaciones de SPSS, Editorial San Marcos, Lima Perú
- Hans G. Schelegel (1997) Microbiología General EDICIONES OMEGA, S.A. Plató, 26 - 08006 Barcelona – España.
- Hernández Sampieri R, y otros, 2003, “Metodología de la Investigación”, Editorial Mc. Graw Hill, México D.F.
- Higa y Wididana (1991). Tipos de microorganismos. En: <http://www.EME.com>. (consulta 16 de octubre del 2008) /<http://www.agroterra.com/p/em-1-microorganismos-efectivos-de-teruo-higa-12869/12869>. 22/12/2009.

- INIA (2010). Instituto Nacional de Innovación Agraria, Informe de Prioridades del Instituto Nacional de Innovación Agraria. Oficina General de Planificación. Edición: Marzo, 2010 Diseño, Av. La Molina N° 1981, Lima 12 - Perú
- INIA, 2012 (1). Instituto Nacional de Innovación Agraria, Ficha técnica: maíz morado. Recuperado de <http://www.inia.gob.pe/SIT/consPR/adjuntos/2131.pdf>
- INIA (2012) (2) Instituto Nacional de Innovación Agraria, Manejo Agronómico Del Maíz Morado En Los Valles Interandinos el Perú. La Molina – Lima.
- INIA (2016) Guía de Producción Comercial de Maíz Morado; Basado en el Trabajo del Proyecto IEPARC - *Proyecto "Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores en la Región Cajamarca - IEPARC" ejecutado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), y la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) por parte de Japón para el mejoramiento de vida de los pequeños productores en la zona sierra.* 1ª. Edición - Julio 2016 Cajamarca – Perú
- ITACAB, (2012). Centro de recursos para la transferencia tecnológica. Siembra de maíz morado. Recuperado de http://www.itacab.org/adminpub/web/index.php?mod=ficha&ficha_id=279
- Justiniano Aysanoa Erasmo (2010). *"Fenología e Intensidad de Color en Corontas del Maíz Morado (Zea Mayz L.) en sus Diferentes Estados de Desarrollo en la Localidad de La Molina"* Tesis Para Optar El Grado de: Magíster Scientiae Especialidad Producción Agrícola – Universidad Nacional Agraria La Molina Lima- Perú
- La Rotta Mendoza Jesús Enrique y Celis Torres, Esteban, (2020) CIEFIM; Centro de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación. Escuela de Formación Infantería de Marina. ciefim@efim.armada.mil.co. <https://sites.google.com/site/ciefim/investigaci%C3%B3nexperimental>.

- León M., Erwin. (2015). *El Efecto de Biol más Microorganismos Eficientes (EM) sobre el Comportamiento Agronómico del Maíz (Zea mays L.)* Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Carrera Ingeniería Agropecuaria. Quevedo – Los Ríos – Ecuador.
- López Ezequiel y Gonzales Byron (2013), *Diseño y Análisis de Experimentos: Fundamentos y aplicaciones en Agronomía*. 2da Edición Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- López Ezequiel y Gonzales Byron (2015), *Estadística: Fundamentos y aplicaciones en Agronomía y Ciencias Afines*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Macuri Núñez Edwin Raúl (2016) “*Estudio de la diversidad fenotípica del maíz (Zea mays L) en la sierra baja y media del Perú*” Tesis de título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima Perú.
- Manrique, A. (1998). *El Maíz en el Perú*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima, Perú. 362 Pgs. Manrique,. 2da Edición. Fondo del libro del Banco Agrario del Perú. Lima-Perú. Tesis ingeniero agrónomo UNALM.
- Manrique A. (1988). *El Maíz en el Perú*. Editado por el Banco Agrario del Perú. Lima, Perú
- Manrique, A. (2001) “*Maíz Morado Peruano (Zea mays L. amilaceaest.)*”. *Agro Enfoque*, Lima. Perú. Año XVI-N° 126. Agosto.
- MINAGRI (2017). *Ministerio de Agricultura y Riego Maíz Morado, de la Biodiversidad del maíz amiláceo, el moradito*, Dirección General Agrícola.
- Nakamura, K (2010). *Arequipa tiene potencial para producir maíz morado*. *Mi querida Arequipa*. Publicado el 4 de mayo del 2011. Recuperado de: <http://miqueridaarequipa.com/arequipa-tiene-potencial-para-producir-maiz-morado/>

- Ñaupari Alcoser, Edith (2015), *Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (ME) en cultivo de Zea mays L. (Maíz amarillo duro) en la zona de Satipo*, Universidad de Centro del Perú. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4021>
- Okumoto Cascante. (2006). “Manejo de microorganismos en la agricultura orgánica”. Proyecto de Agricultura Orgánica. UCR-JOCV-INA. Costa Rica. 228 p.
- Paliwal, R. L. (2001). Introducción al Maíz y su importancia. Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal 28. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Italia: Roma.
- Paliwal, R. L.; Granados, G.; Lafitte, H. R.; Violic, A. D. Y Marathée J. P. (2001). Morfología del maíz. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal 28. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Parsons D. (2010). “Abonamiento con Microorganismos Eficientes” sexta reimpresión, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María – Perú.
- Petroza, Henry (1993). Fundamentos de Experimentación Agrícola, Editora Arte pp 264 Managua- Nicaragua.
- Pinedo Taco Rember Emilio (2015), *Niveles de fertilización en dos variedades de Maíz Morado (Zea Mays L.) en la Localidad de Canaan Ayacucho*, Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Producción Agrícola Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima Perú
- Quillca Delgado, Abrahan; Rubelo Cárdenas, Arturo (2012) Efecto de microorganismos efectivos en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* l.) asociado al trébol

(*medicago hispida*), en condiciones de secado, Universidad Nacional de Huancavelica.

Quispe R. (2010). *Análisis de la cadena productiva del maíz morado en el valle de majes-Arequipa*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.

Risco, M. (2007). Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho. Solid -Perú. 88 p.

Salhuana, W. (2004). Diversidad y descripción de las razas de maíz en el Perú. En: Cincuenta años del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM). UNALM. Lima-Perú. p. 204-251.

Sevilla, R. y Valdez, A (1985). Estudio de Factibilidad del cultivo de maíz morado. Fondo de Promoción y Exportación (Fopex). Lima, Perú.

SOLID PERÚ (2007), Organización Privada de Desarrollo, Conociendo la Cadena Productiva de Maíz Morado en Ayacucho, Edición, Solid Perú. Disponible en: info@soliperu.com, www.solidperu.com

Suni L. (2010). *Dos densidades de siembra bajo riego por goteo en condiciones áridas de Arequipa*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.

Takhtajan, A, (1980). Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). *The botanical review*. New York, Estados Unidos.

Toalombo Iza Rita Maribel, (2012) Trabajo de investigación “*Evaluación de Microorganismos Eficientes Autóctonos Aplicados en el Cultivo de Cebolla Blanca (Allium fistulosum)*”

Para optar el Título de Ingeniera Agrónoma, Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Agronómica Cevallos – Ecuador.

Villagarcía, S. y Aguirre, G. (2012). Manual de uso de fertilizantes. UNALM, departamento académico de suelos. Lima Perú. 231 p. Disponible en: <http://www.bioem.com.pe/productos/em-1/> Consultado el 15 Julio del 2019.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de aleatoriedad

Asignación de números aleatorios

Bloques			
I	II	III	IV
0.24	0.39	0.98	0.33
0.11	0.04	0.00	0.47
0.94	0.85	0.57	0.60
0.73	0.82	0.67	0.19

Unidades experimentales asignadas aleatoriamente

Bloques							
I		II		III		IV	
T1	5	T2	7	T4	16	T3	6
T4	3	T3	2	T2	1	T1	8
T3	15	T4	14	T1	9	T4	10
T2	12	T1	13	T3	11	T2	4

Anexo 2. Datos del análisis de homogeneidad de varianza

Indicador de la Variable	Test Levene	p-value
Porcentaje de emergencia	1.04	0.38
Porcentaje de primeras hojas	0.48	0.70
Altura de tallos	2.52	0.05
Diámetro de tallo	2.61	0.06
Número de hojas	0.38	0.76
Porcentaje de floración	1.02	0.39
Porcentaje de fructificación	2.23	0.09
Porcentaje de maduración lechosa	0.73	0.54
Porcentaje de maduración pastosa	1.25	0.30
Porcentaje de maduración cornea	0.77	0.52
Longitud de mazorca	0.21	0.89
Número de mazorcas por planta	0.72	0.54
Rendimiento de peso de granos	2.71	0.07
Producción de tusa	1.09	0.35

Anexo 3. Datos del análisis de normalidad

Valores del test de Shapiro-Wilks para los indicadores de la variable s de estudio por tratamiento

Indicador de la Variable	Tratamiento	W	p-value	Indicador de la Variable	Tratamiento	W	p-value
Porcentaje de emergencia	T1	0.95	0.71	Porcentaje de maduración lechosa	T1	0.97	0.86
	T2	0.79	0.09		T2	0.96	0.76
	T3	0.70	0.04		T3	0.86	0.27
	T4	0.83	0.16		T4	0.95	0.71
Porcentaje de primeras hojas	T1	0.99	0.95	Porcentaje de maduración pastosa	T1	0.89	0.40
	T2	0.88	0.35		T2	0.78	0.06
	T3	0.94	0.68		T3	0.98	0.90
	T4	0.76	0.05		T4	0.86	0.27
Altura de tallos	T1	0.75	0.04	Porcentaje de maduración cornea	T1	0.69	0.01
	T2	0.96	0.77		T2	0.98	0.89
	T3	0.97	0.84		T3	0.82	0.14
	T4	0.88	0.32		T4	0.86	0.27
Diámetro de tallo	T1	0.84	0.21	Longitud de mazorca	T1	0.99	0.94
	T2	0.94	0.67		T2	0.91	0.46
	T3	0.94	0.64		T3	0.88	0.36
	T4	0.92	0.53		T4	0.98	0.90
Número de hojas	T1	0.95	0.72	Número de mazorcas por planta	T1	0.79	0.09
	T2	0.93	0.57		T2	0.93	0.58
	T3	0.93	0.59		T3	0.90	0.41
	T4	0.98	0.91		T4	0.79	0.09
Porcentaje de floración	T1	0.95	0.69	Rendimiento de peso de granos	T1	0.99	0.94
	T2	0.95	0.71		T2	0.96	0.80
	T3	0.83	0.16		T3	0.98	0.90
	T4	0.94	0.65		T4	0.91	0.47
Porcentaje de fructificación	T1	1.00	1.00	Producción de tusa	T1	0.87	0.31
	T2	0.99	0.93		T2	0.93	0.57
	T3	0.91	0.49		T3	0.92	0.54
	T4	0.93	0.58		T4	0.77	0.06

Donde W, es el factor del test Shapiro-Wilks

Anexo 4. Numero de emergencia de maíz morado

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
	CEB	CEB	CEB	CEB
T1	24	24	24	24
T1	24	24	24	24
T1	24	22	24	23
T1	22	24	22	24
T1	24	24	23	24
T1	24	21	22	22
T1	23	23	22	23
T1	24	24	24	24
T2	23	23	22	23
T2	22	24	23	24
T2	24	22	24	24
T2	24	21	24	24
T2	24	24	23	23
T2	24	24	24	22
T2	24	23	24	24
T2	24	24	24	23
T3	24	22	24	22
T3	24	24	23	23
T3	24	24	24	24
T3	22	24	24	24
T3	24	22	24	23
T3	24	24	24	24
T3	23	24	22	23
T3	24	23	24	22
Testigo	23	24	24	23
Testigo	24	24	21	24
Testigo	24	21	23	24
Testigo	24	23	24	24
Testigo	24	24	24	22
Testigo	24	24	24	24
Testigo	23	23	23	24
Testigo	24	24	24	23

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Emergencia, Término = Tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	24	94.17	A
Control	24	93.83	A
T2	24	93.83	A
T1	24	92.67	A

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Emergencia, Término = Bloque

Bloque	N	Media	Agrupación
B1	24	94.5	A
B4	24	94	A
B3	24	93.17	A
B2	24	92.83	A

Anexo 5. Numero de primeras hojas en el maíz morado

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
	CEB	CEB	CEB	CEB
T1	18	19	19	18
T1	20	18	19	21
T1	19	17	20	15
T1	19	20	14	16
T1	20	18	16	17
T1	17	16	17	18
T1	14	18	16	18
T1	16	19	17	16
T2	18	21	17	17
T2	17	18	18	21
T2	17	17	19	19
T2	15	15	16	18
T2	18	17	14	17
T2	18	18	18	14
T2	16	15	20	17
T2	19	21	17	18
T3	21	20	18	16
T3	20	18	20	19
T3	16	17	17	18
T3	18	14	16	16
T3	17	18	16	14
T3	17	19	17	18
T3	18	18	18	17
T3	20	21	19	19
Testigo	17	18	19	18
Testigo	18	19	17	16
Testigo	15	19	16	15
Testigo	18	17	17	19
Testigo	17	19	17	21
Testigo	19	18	15	17
Testigo	20	16	14	18
Testigo	17	17	17	20

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Primeras hojas, Término = Tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1	24	70.5	A
Control	24	69.5	A
T3	24	69.3	A
T2	24	68.7	A

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Primeras hojas, Término = Bloque

Bloque	N	Media	Agrupación
B1	24	70.5	A
B4	24	69.8	A
B2	24	69.8	A
B3	24	67.8	A

Anexo 6. Altura de tallo en el maíz morado

Tratamiento	Planta	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
		SEB	SEB	SEB	SEB
T1	1	30	38	43	25
T1	2	36	30	35	20
T1	3	34	30	32	30
T1	4	32	38	40	40
T1	5	33	40	30	30
T1	6	31	30	24	30
T1	7	34	28	35	30
T1	8	32	35	30	25
T1	9	30	30	30	30
T1	10	32	30	32	28
T2	1	35	34	40	30
T2	2	35	30	32	32
T2	3	40	35	30	30
T2	4	38	38	35	38
T2	5	35	35	35	34
T2	6	30	30	30	34
T2	7	38	33	32	32
T2	8	30	38	40	30
T2	9	38	35	32	35
T2	10	32	32	35	33
T3	1	43	40	42	42
T3	2	40	34	40	40
T3	3	40	35	40	40
T3	4	40	30	30	40
T3	5	41	40	42	40
T3	6	33	30	40	32
T3	7	30	30	30	33
T3	8	28	30	30	40
T3	9	40	40	30	35
T3	10	30	30	33	32
Testigo	1	32	40	40	35
Testigo	2	35	38	28	40
Testigo	3	33	40	30	30
Testigo	4	34	30	20	30
Testigo	5	28	30	20	30
Testigo	6	30	30	30	32
Testigo	7	26	32	20	30
Testigo	8	30	24	20	30
Testigo	9	32	40	30	35
Testigo	10	30	30	20	30

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Altura de tallo, Término = Tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	40	35.9	A
T2	40	34.0	A,B
T1	40	31.8	B,C
Control	40	30.6	C

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Altura de tallo, Término = Bloque

Bloque	N	Media	Agrupación
B1	40	33.8	A
B2	40	33.6	A
B4	40	32.8	A
B3	40	32.2	A

Anexo 7. Diámetro de tallo en el maíz morado

Tratamiento	Planta	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
		SEB	SEB	SEB	SEB
T1	1	0.474	0.518	0.697	0.697
T1	2	0.722	0.493	0.604	0.287
T1	3	0.744	0.599	0.516	0.425
T1	4	0.584	0.55	0.606	0.613
T1	5	0.741	0.37	0.577	0.425
T1	6	0.387	0.464	0.701	0.407
T1	7	0.397	0.333	0.458	0.59
T1	8	0.461	0.367	0.452	0.394
T1	9	0.528	0.46	0.54	0.515
T1	10	0.456	0.506	0.563	0.366
T2	1	0.564	0.709	0.826	0.647
T2	2	0.58	0.658	0.575	0.662
T2	3	0.354	0.579	0.728	0.465
T2	4	0.766	0.725	0.723	0.587
T2	5	0.456	0.547	0.61	0.577
T2	6	0.406	0.587	0.627	0.46
T2	7	0.419	0.441	0.514	0.638
T2	8	0.439	0.402	0.815	0.57
T2	9	0.392	0.697	0.72	0.466
T2	10	0.612	0.353	0.557	0.546
T3	1	0.856	0.816	0.663	0.737
T3	2	0.696	0.47	0.751	0.862
T3	3	0.763	0.581	0.744	0.896
T3	4	0.76	0.371	0.727	0.895
T3	5	0.76	0.531	0.685	0.428
T3	6	0.592	0.513	0.857	0.821
T3	7	0.403	0.512	0.853	0.545
T3	8	0.538	0.391	0.628	0.585
T3	9	0.55	0.503	0.834	0.854
T3	10	0.403	0.494	0.658	0.442
Testigo	1	0.604	0.675	0.678	0.675
Testigo	2	0.411	0.724	0.295	0.552
Testigo	3	0.365	0.719	0.584	0.443
Testigo	4	0.356	0.525	0.328	0.363
Testigo	5	0.424	0.535	0.235	0.516
Testigo	6	0.523	0.439	0.395	0.484
Testigo	7	0.581	0.601	0.365	0.562
Testigo	8	0.593	0.348	0.41	0.517
Testigo	9	0.514	0.631	0.347	0.666
Testigo	10	0.523	0.233	0.482	0.444

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Diámetro de tallo, Término = Tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	40	0.649	A
T2	40	0.575	B
T1	40	0.515	B,C
Control	40	0.492	C

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Diámetro de tallo, Término = Bloque

Bloque	N	Media	Agrupación
B3	40	0.5982	A
B4	40	0.5656	A,B
B1	40	0.5424	A,B
B2	40	0.5243	B

Anexo 8 Número de hojas en el maíz morado

Tratamiento	Planta	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
		SEB	SEB	SEB	SEB
T1	1	8	6	7	6
T1	2	9	7	8	5
T1	3	8	7	7	5
T1	4	9	6	8	7
T1	5	10	8	9	7
T1	6	6	8	7	7
T1	7	8	8	5	9
T1	8	7	7	7	7
T1	9	6	8	6	7
T1	10	8	6	6	5
T2	1	11	7	8	7
T2	2	8	8	6	6
T2	3	9	8	7	6
T2	4	7	4	8	8
T2	5	8	7	7	7
T2	6	7	8	8	6
T2	7	8	7	7	8
T2	8	9	7	8	7
T2	9	8	7	8	6
T2	10	10	8	7	6
T3	1	8	8	7	8
T3	2	9	5	8	6
T3	3	7	8	8	8
T3	4	7	7	7	7
T3	5	8	6	7	7
T3	6	8	7	8	5
T3	7	6	8	7	6
T3	8	7	7	9	8
T3	9	8	7	7	6
T3	10	6	6	8	6
Testigo	1	6	7	9	7
Testigo	2	7	7	8	8
Testigo	3	9	8	7	7
Testigo	4	7	8	6	5
Testigo	5	5	7	6	8
Testigo	6	7	8	6	6
Testigo	7	9	7	8	8
Testigo	8	6	6	5	7
Testigo	9	8	8	6	8
Testigo	10	7	7	6	6

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Número de hojas, Término = Tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2	40	7.425	A
T3	40	7.150	A
T1	40	7.125	A
Control	40	7.025	A

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Número de hojas, Término = Bloque

Bloque	N	Media	Agrupación
B1	40	7.725	A
B3	40	7.175	A,B
B2	40	7.1	B
B4	40	6.725	B

Anexo 9. Floración en el maíz morado

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
	CEB	CEB	CEB	CEB
T1	20	21	20	22
T1	19	21	20	19
T1	21	20	18	20
T1	21	19	21	21
T1	19	20	19	20
T1	22	21	20	21
T1	21	23	20	20
T1	20	20	20	19
T2	22	19	21	20
T2	21	19	20	20
T2	21	20	23	21
T2	20	20	21	22
T2	22	22	21	19
T2	21	21	21	20
T2	21	21	21	22
T2	19	21	22	21
T3	22	20	21	21
T3	20	23	20	23
T3	22	23	23	21
T3	22	23	22	20
T3	22	22	21	22
T3	23	21	23	23
T3	20	20	20	21
T3	21	22	21	19
Testigo	17	22	20	17
Testigo	21	21	19	19
Testigo	20	17	17	18
Testigo	20	16	20	20
Testigo	19	21	19	19
Testigo	21	21	19	20
Testigo	20	20	18	20
Testigo	21	19	18	19

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Porcentaje de floración, Término = Tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	24	86.67	A
T2	24	83.33	A,B
T1	24	81.00	B,C
Control	24	77.50	C

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Porcentaje de floración, Término = Bloque

Bloque	N	Media	Agrupación
B1	24	83.17	A
B2	24	82.50	A
B4	24	81.83	A
B3	24	81.00	A

Anexo 10. Fructificación en el maíz morado

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
	CEB	CEB	CEB	CEB
T1	18	18	14	18
T1	17	20	18	18
T1	16	19	16	19
T1	18	16	19	20
T1	17	18	20	21
T1	17	20	15	18
T1	17	16	18	17
T1	17	17	19	16
T2	21	15	16	17
T2	13	19	18	16
T2	18	20	18	16
T2	14	14	17	15
T2	14	17	16	19
T2	15	13	19	20
T2	18	14	20	17
T2	17	15	19	18
T3	16	22	19	15
T3	17	21	18	19
T3	21	18	16	20
T3	20	19	19	18
T3	19	17	19	19
T3	17	18	20	17
T3	18	15	17	20
T3	15	17	18	19
Testigo	21	21	18	17
Testigo	14	13	19	15
Testigo	17	16	18	19
Testigo	18	17	17	20
Testigo	17	19	16	16
Testigo	16	18	15	16
Testigo	19	17	14	18
Testigo	13	16	16	17

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Porcentaje de fructificación, Término = Tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	24	73.67	A
T1	24	71.67	A,B
Control	24	67.33	B
T2	24	66.67	B

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Porcentaje de fructificación, Término = Bloque

Bloque	N	Media	Agrupación
B4	24	72.17	A
B3	24	70.33	A
B2	24	69.00	A
B1	24	67.83	A

Anexo 11. Maduración lechosa en el maíz morado

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
	CEB	CEB	CEB	CEB
T1	18	18	20	17
T1	17	17	23	20
T1	18	20	17	22
T1	17	22	18	23
T1	19	17	14	17
T1	19	18	17	17
T1	15	20	20	18
T1	17	23	19	17
T2	23	18	19	18
T2	22	22	18	20
T2	19	17	17	23
T2	17	20	20	22
T2	17	19	19	17
T2	18	15	17	15
T2	17	14	14	18
T2	18	17	12	20
T3	17	20	19	18
T3	23	22	23	22
T3	22	23	22	19
T3	17	18	20	23
T3	18	15	17	22
T3	15	17	18	19
T3	17	17	17	17
T3	17	19	20	21
Testigo	17	18	20	19
Testigo	19	14	18	17
Testigo	20	19	19	20
Testigo	17	22	15	12
Testigo	14	17	17	18
Testigo	18	19	17	20
Testigo	17	17	20	22
Testigo	15	20	17	23

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Porcentaje de maduración lechosa, Término = Tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	24	77.17	A
T1	24	74.17	A
T2	24	72.83	A
Control	24	71.33	A

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta Porcentaje de maduración lechosa, Término = Bloque

Bloque	N	Media	Agrupación
B4	24	77.17	A
B2	24	73.50	A
B3	24	72.83	A
B1	24	72.00	A

Anexo 12. Maduración pastosa en el maíz morado

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
	CEB	CEB	CEB	CEB
T1	17	20	19	19
T1	20	19	22	18
T1	20	22	18	23
T1	18	17	14	17
T1	18	18	15	14
T1	17	17	18	23
T1	20	17	17	19
T1	19	20	23	21
T2	22	22	18	20
T2	22	17	23	19
T2	17	19	20	17
T2	20	20	22	17
T2	19	17	17	18
T2	17	17	17	19
T2	17	23	23	21
T2	19	19	20	23
T3	18	19	20	19
T3	22	20	17	20
T3	19	23	23	22
T3	23	22	17	18
T3	22	22	23	24
T3	22	19	22	24
T3	19	19	18	22
T3	19	18	22	17
Testigo	17	19	20	20
Testigo	14	18	17	17
Testigo	17	17	18	14
Testigo	17	15	20	18
Testigo	20	19	15	17
Testigo	15	18	17	17
Testigo	14	17	17	17
Testigo	20	11	19	20

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Porcentaje de maduración pastosa,
Término = Tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	24	83.67	A
T2	24	76.33	B
T1	24	73.50	B,C
Control	24	67.50	C

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta Porcentaje de maduración pastosa, Término
= Bloque

Bloque	N	Media	Agrupación
B4	24	75.83	A
B2	24	75.33	A
B3	24	75.00	A
B1	24	74.83	A

Anexo 13. Maduración cornea en el maíz morado

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
	CEB	CEB	CEB	CEB
T1	22	19	20	20
T1	18	20	19	22
T1	19	23	17	23
T1	17	17	17	22
T1	17	17	18	19
T1	19	18	17	17
T1	19	14	22	17
T1	17	19	24	18
T2	20	20	19	19
T2	19	19	21	17
T2	19	17	18	22
T2	17	17	19	19
T2	22	18	20	18
T2	23	19	19	20
T2	24	20	17	21
T2	21	20	22	21
T3	18	20	19	20
T3	20	23	20	19
T3	22	17	21	22
T3	22	20	18	23
T3	20	19	22	22
T3	19	18	24	22
T3	18	22	23	20
T3	22	24	22	18
Testigo	21	20	19	17
Testigo	17	17	19	20
Testigo	17	18	14	17
Testigo	17	20	17	19
Testigo	19	22	20	18
Testigo	18	17	17	19
Testigo	19	18	16	19
Testigo	17	14	15	18

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Porcentaje de maduración cornea, Término = Tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	24	82.67	A
T2	24	77.50	A,B
T1	24	74.67	B
Control	24	72.33	B

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta Porcentaje de maduración cornea, Término = Bloque

Bloque	N	Media	Agrupación
B4	24	79.50	A
B1	24	76.83	A
B3	24	75.83	A
B2	24	75.00	A

Anexo 14. Longitud de mazorca en el maíz morado

Tratamiento	Planta	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
		SEB	SEB	SEB	SEB
T1	1	20	17	16	20
T1	2	19	19	18	18
T1	3	19	19	22	18
T1	4	20	20	17	15
T1	5	17	20	20	16
T1	6	20	18	19	17
T1	7	20	23	19	18
T1	8	16	18	18	19
T1	9	19	19	14	16
T1	10	17	19	18	17
T2	1	19	16	19	23
T2	2	20	18	20	19
T2	3	21	19	18	19
T2	4	16	18	17	18
T2	5	19	20	16	20
T2	6	18	21	17	20
T2	7	19	18	16	21
T2	8	21	16	21	22
T2	9	18	18	20	17
T2	10	17	17	19	19
T3	1	20	19	22	20
T3	2	18	23	20	20
T3	3	22	23	23	19
T3	4	21	18	21	22
T3	5	18	16	20	20
T3	6	20	19	21	18
T3	7	19	22	20	19
T3	8	18	20	20	18
T3	9	18	20	23	20
T3	10	19	19	22	21
Testigo	1	14	15	15	10
Testigo	2	15	16	14	14
Testigo	3	16	16	14	12
Testigo	4	16	14	14	16
Testigo	5	12	10	14	14
Testigo	6	14	15	15	17
Testigo	7	15	15	16	13
Testigo	8	13	14	12	15
Testigo	9	14	16	17	13
Testigo	10	12	17	14	14

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Longitud de mazorca, Término = Tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	40	20.025	A
T2	40	18.750	B
T1	40	18.350	B
Control	40	14.300	C

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Longitud de mazorca, Término = Bloque

Bloque	N	Media	Agrupación
B3	40	18.025	A
B2	40	18.000	A
B1	40	17.725	A
B4	40	17.675	A

Anexo 15. Número de mazorcas por planta

Tratamiento	Planta	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
		SEB	SEB	SEB	SEB
T1	1	1	2	1	1
T1	2	1	2	2	1
T1	3	2	3	2	2
T1	4	2	2	1	3
T1	5	2	2	1	1
T1	6	1	1	4	1
T1	7	3	1	1	1
T1	8	1	3	1	2
T1	9	3	1	2	1
T1	10	2	1	2	1
T2	1	1	1	1	4
T2	2	2	1	1	4
T2	3	2	2	1	1
T2	4	1	1	3	1
T2	5	1	3	2	2
T2	6	1	4	2	1
T2	7	2	2	2	2
T2	8	3	1	1	2
T2	9	2	1	1	2
T2	10	1	1	1	1
T3	1	2	3	1	1
T3	2	3	2	2	1
T3	3	2	2	1	2
T3	4	4	1	1	1
T3	5	2	1	2	1
T3	6	2	4	1	3
T3	7	3	4	4	3
T3	8	3	3	3	2
T3	9	1	1	2	1
T3	10	4	3	2	3
Testigo	1	1	1	1	2
Testigo	2	2	1	1	2
Testigo	3	2	1	1	1
Testigo	4	2	3	2	1
Testigo	5	2	2	2	1
Testigo	6	1	2	2	2
Testigo	7	2	2	3	1
Testigo	8	4	2	1	3
Testigo	9	2	1	1	1
Testigo	10	1	1	1	1

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Número de mazorcas por planta, Término = Tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	40	2.175	A
T2	40	1.700	A,B
T1	40	1.675	A,B
Control	40	1.625	B

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Número de mazorcas por planta, Término = Bloque

Bloque	N	Media	Agrupación
B1	40	1.975	A
B2	40	1.875	A
B4	40	1.675	A
B3	40	1.65	A

Anexo 16. Rendimiento de producción de granos (TM/Há)

Tratamiento	Planta	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
		SEB	SEB	SEB	SEB
T1	1	6.013	4.313	4.743	4.650
T1	2	4.693	5.046	5.650	4.428
T1	3	4.496	5.497	4.760	4.867
T1	4	4.713	5.872	4.866	5.338
T1	5	4.889	5.480	5.010	5.822
T1	6	4.872	6.131	5.481	4.957
T1	7	4.580	5.699	5.738	4.640
T1	8	5.691	4.646	4.613	4.087
T1	9	5.103	5.236	5.013	4.428
T1	10	4.583	6.033	5.012	4.314
T2	1	5.643	5.638	5.757	5.403
T2	2	5.709	5.715	5.425	4.706
T2	3	5.143	6.142	5.299	5.649
T2	4	5.277	5.840	5.699	6.053
T2	5	5.328	5.249	6.074	5.756
T2	6	5.452	5.730	6.007	5.452
T2	7	5.725	5.639	5.593	5.655
T2	8	6.115	5.943	5.861	5.337
T2	9	6.198	5.677	5.721	5.823
T2	10	5.747	4.874	5.973	5.737
T3	1	5.404	6.170	6.527	8.236
T3	2	5.724	6.902	6.816	7.838
T3	3	6.504	7.043	5.934	8.260
T3	4	5.723	7.356	5.818	5.823
T3	5	6.074	6.141	6.127	6.074
T3	6	5.858	5.926	6.693	6.549
T3	7	7.698	5.326	6.448	7.667
T3	8	6.203	7.349	7.674	6.206
T3	9	6.724	6.600	6.981	5.650
T3	10	5.836	6.726	5.747	6.856
Testigo	1	5.080	4.385	4.267	2.996
Testigo	2	4.782	2.034	2.998	2.137
Testigo	3	3.838	3.297	2.931	3.450
Testigo	4	4.091	3.908	2.686	3.853
Testigo	5	3.284	4.543	3.831	4.263
Testigo	6	4.282	3.334	2.700	3.845
Testigo	7	2.459	4.138	3.058	3.003
Testigo	8	4.388	3.981	3.359	2.091
Testigo	9	3.064	4.627	3.001	3.597
Testigo	10	4.622	2.971	3.022	3.466

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Rendimiento de granos, Término = Tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	40	6.530	A
T2	40	5.644	B
T1	40	5.050	C
Control	40	3.541	D

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Rendimiento de granos, Término = Bloque

Bloque	N	Media	Agrupación
B2	40	5.3289	A
B1	40	5.1901	A
B4	40	5.124	A
B3	40	5.1228	A

Anexo 17. Peso de tusa (TM/Há)

Tratamiento	Planta	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
		SEB	SEB	SEB	SEB
T1	1	1.095	0.879	1.415	1.450
T1	2	0.975	0.811	1.355	1.446
T1	3	0.626	1.311	1.333	1.421
T1	4	1.334	1.650	1.305	1.293
T1	5	1.225	1.528	1.008	1.441
T1	6	1.322	1.761	1.363	1.448
T1	7	0.841	1.848	1.793	1.019
T1	8	1.247	1.246	1.361	0.801
T1	9	1.009	1.295	1.247	1.316
T1	10	1.144	1.253	1.242	0.879
T2	1	1.196	1.725	1.145	1.634
T2	2	1.028	1.571	1.702	0.935
T2	3	0.963	1.513	1.058	1.722
T2	4	1.540	1.744	1.119	1.443
T2	5	0.998	1.114	1.546	1.504
T2	6	1.669	1.519	1.634	1.724
T2	7	1.074	1.238	1.574	1.647
T2	8	1.552	1.660	1.664	1.527
T2	9	1.635	1.653	1.764	1.769
T2	10	1.241	0.936	1.558	1.878
T3	1	1.590	2.189	1.256	1.981
T3	2	1.480	1.256	1.650	1.852
T3	3	1.253	2.144	1.668	1.314
T3	4	1.539	2.103	1.769	1.662
T3	5	2.042	1.979	2.038	2.033
T3	6	1.509	1.855	1.753	1.824
T3	7	1.252	2.213	1.828	1.444
T3	8	2.055	2.001	1.914	2.166
T3	9	1.851	1.546	1.734	1.275
T3	10	1.791	1.665	1.785	1.258
Testigo	1	0.942	0.935	1.008	1.344
Testigo	2	1.725	0.902	1.376	0.988
Testigo	3	0.968	0.501	1.280	0.622
Testigo	4	1.032	1.003	1.030	0.894
Testigo	5	1.018	1.313	0.958	0.991
Testigo	6	1.159	1.628	1.200	0.940
Testigo	7	0.741	1.331	1.144	1.282
Testigo	8	1.001	1.209	1.283	0.925
Testigo	9	1.126	1.200	0.990	0.928
Testigo	10	1.322	1.198	1.025	1.013

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Peso de tusa, Término = Tratamiento

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T3	40	1.738	A
T2	40	1.453	B
T1	40	1.258	C
Control	40	1.087	D

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Peso de tusa, Término = Bloque

Bloque	N	Media	Agrupación
B2	40	1.461	A
B3	40	1.422	A,B
B4	40	1.376	A,B
B1	40	1.278	B

Anexo 18. Matriz de consistencia

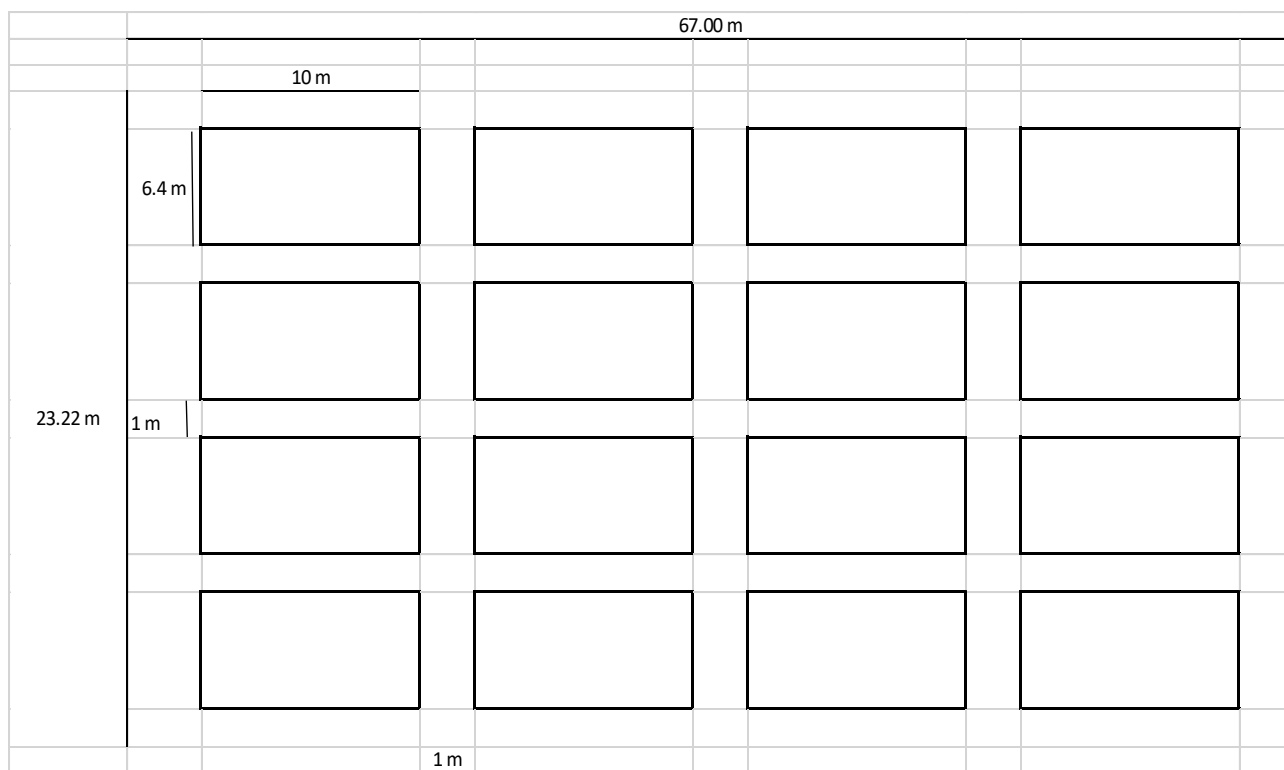
Título: “MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA FENOLOGÍA Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ MORADO (*Zea mays* L) EN HUARAL– LIMA”

I. PROBLEMA	II. OBJETIVOS	III. HIPÓTESIS	IV. VARIABLES
¿Cuál es el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en la fenología y rendimiento del maíz morado (<i>Zea mays</i> , L) variedad PMV 581 en Huaral - Lima?	Evaluar el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en la fenología y rendimiento del maíz morado (<i>Zea mays</i> , L), en Huaral - Lima.	El uso de tres dosis de microorganismos eficientes tendrá un efecto significativo en la fenología y rendimiento de maíz morado (<i>Zea mays</i> , L).	Variable Independiente: Dosis de Microorganismos Eficientes.
¿Cuál es el efecto de tres dosis de microorganismo Eficientes en fenología del Maíz morado (<i>Zea mays</i> L) variedad PMV 581? ¿Cuál es el efecto de tres dosis de Microorganismos Eficientes en el rendimiento del cultivo de Maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) variedad PMV 581?	Evaluar el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en la fenología del maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) variedad PMV 581. Evaluar el efecto de tres dosis de Microorganismos Eficientes en el rendimiento del maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) variedad PMV 581.	Existe variación significativa en el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en la fenología del maíz morado (<i>Zea mays</i> , L.) Variedad PMV 581. Al menos uno de las dosis de microorganismos eficientes tendrá mayor efecto en el rendimiento del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) Variedad PMV 581.	Variable Dependiente: Fenología del maíz morado Rendimiento del maíz morado

Anexo 19. Características del área del campo experimental

Características	Unidades
Distancia entre plantas	0.40 m
Numero de surcos por unidad experimental	8
Número de plantas por surco	25
Número de plantas por unidad experimental	200
Número de plantas por tratamiento	800
Número de plantas total	3200
Área de la unidad experimental	64.00 m ²
Área de caminos	531.74 m ²
Área de tratamientos y evaluación	1024.00 m ²
Área total del experimento	1555.74

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20. Croquis del experimento

Anexo 21. Fichas de recojo de información

Ficha 1 – Etapa vegetativa: Emergencia y panojado

Título: “MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA FENOLOGÍA Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ MORADO (*Zea mays* L) EN HUARAL– LIMA”

Bloque N°..... Tratamiento:..... Fecha:.....

Toma de datos N° :..... Temperatura:..... Humedad:.....

Variable: Germinación, crecimiento y Floración

N° Planta	Días de Emergencia	Crecimiento					Floración	
		Formación de primeras hojas		Formación de tallos		Diámetro del tallo	Hojas por Planta	Espigado
	Cantidad	Días	Cant.	Días	cm	Cm	Cantidad	%
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
X								

Observaciones:

.....

.....

Ficha 2 – Etapa reproductiva Espigado y Maduración

Título: “MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA FENOLOGÍA Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ MORADO (*Zea mays* L) EN HUARAL– LIMA”

Bloque N°..... Tratamiento:..... Fecha:.....

Toma de datos N° :..... Temperatura:..... Humedad:.....

Variable: Fructificación y maduración

N° Planta	Fructificación		Maduración lechosa		Maduración pastosa	Maduración Cornea	Maduración Fisiológica	
	Formación de Granos				Longitud de grano	Mazorcas Por planta	Longitud Mazorca	Mazorcas por Planta
	Días	%	Días	%	%	%	CM	Cantidad
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
X								

Observaciones:

.....

.....

Ficha 3 – Rendimiento**Título: “MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA FENOLOGÍA Y
RENDIMIENTO DEL MAÍZ MORADO (*Zea mays* L) EN HUARAL– LIMA”**

Bloque N°..... Tratamiento: Fecha:

Toma de datos N°: Temperatura: Humedad:

Variable: Rendimiento

N° Planta	Peso de grano	Peso de tusa	Peso total de pesos
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
X			

Observaciones:

.....

.....

Anexo 22. Análisis de suelos.

"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"



LABORATORIO DE SUELOS

ANÁLISIS COMPLETO DE SUELOS

NOMBRE: ZULMA CARBONELLI MOSQUEIRA
DIRECCION: EEA. DONOSO - HUARAL

FECHA: 15-02-2019
LOTE Nº 08

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 g suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
202-205	0.46	7.96	1.73	0.09	50	197	8.36	22.58	0.23	0.04	0.50	23.36

TEXTURA			
ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	CLASE
54.92	31.64	13.44	Franco Arenosa

MICROELEMENTOS			
Fe ppm	Zn ppm	Cu ppm	B ppm
45.10	1.38	0.75	0.84

REACCIÓN DEL SUELO (pH) : Moderadamente alcalino
SALINIDAD (C.E.) : Sin peligro de sales
MATERIA ORGANICA (M.O.) : Bajo
NITROGENO (N) : Bajo
FOSFORO DISPONIBLE (P) : Alto
POTASIO DISPONIBLE (K) : Medio
CARBONATO DE CALCIO (CaCO3): Alto
SUGERENCIAS:

HIERRO (Fe) : Bajo
ZINC (Zn) : Deficiente
COBRE (Cu) : Bajo
BORO (B) : Bajo

CULTIVO	MAIZ MORADO		
	N	P2O5	K2O
kg/ha	220	60	100

OBSERVACIONES:

Proceder a fertilizar e incorporar aprox. 20 tm/ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombris o guano de isla.

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGARIA
ESTACION EXPERIMENTAL HUARAL DONOSO HUARAL

 DRA. BEATRIZ SALES DÁVILA
Responsable del Laboratorio de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANALISIS MICROBIOLÓGICO
ACTIVIDAD MICROBIANA**

SOLICITANTE : ZULMA CARBONELLI MOSQUEIRA

MUESTRA : SUELO

PROCEDENCIA: LIMA/ HUARAL/ INIA DONOSO

REFERENCIA : H.R.69325

BOLETA : 3319

FECHA : 02/08/2019

Código de muestra	Código de Campo	Humedad Gravimétrica (%)	Organismos mesófilos totales (UFC / g de suelo seco)			Respiración Microbiana	Biomasa Microbiana
			Bacterias	Actinomicetos	Hongos	mg CO ₂ / g de suelo seco/ día	mg C / g de suelo seco
249		16.75	2.2 x 10 ⁷	2.0 x 10 ⁶	1.35 x 10 ⁶	0.12	0.13



Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe de Laboratorio de Microbiología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : ZULMA CARBONELLI MOSQUEIRA

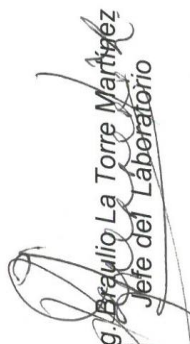
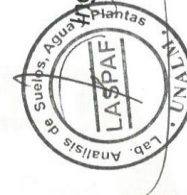
Departamento : LIMA
 Distrito :
 Referencia : H.R. 69216-090C-19

Provincia : HUARAL
 Predio : INIA DONOSO
 Fecha : 25/07/19

Bolt.: 3293

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes Bases	% Sat. De Bases		
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺			Al ⁺³ + H ⁺	
6080	-	8.45	0.63	12.00	1.43	25.5	211	66	12	22	Fr.Ar.A.	8.80	5.75	2.00	0.65	0.40	0.00	8.80	8.80	100

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


Dr. Braulio La Torre Martínez
 Jefe del Laboratorio


METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 o en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcio total (CaCO₃): método gaseo-volumétrico utilizando un calcimetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio, %M.O. = %Cx1.724.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.5M, pH 8.5.
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃ · COONH₄) N, pH 7.0.
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃ · COOH) N; pH 7.0.
10. Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH₃ · COONH₄) N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.
11. Al³⁺, H⁺: método de Yuan. Extracción con KCl, N
12. Iones solubles:
 - a) Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
 - b) Cl, Co₃, HCO₃, NO₃ solubles: volumetría y colorimetría, SO₄ turbidimetría con cloruro de Bario.
 - c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
 - d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:
 1 ppm=1 mg.kilogramo
 1 milimho (mmho/cm) = 1 decSiemens/metro
 1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+) /kg
 Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes
 CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad	CE(es)	Clasificación	Materia Orgánica %	Fósforo disponible ppm P	Potasio disponible ppm K	Relaciones Catiónicas
Clasificación del Suelo						
*muy ligeramente salino	<2	*bajo	<2.0	<7.0	<100	Clasificación
*ligeramente salino	2 - 4	*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*Normal
*moderadamente salino	4 - 8	*alto	>4.0	>14.0	>240	*defc. Mg
*fuertemente salino	>8					*defc. K
						*defc. Mg
						>10

Reacción o pH	Clases Texturales	Distribución de Cationes %
Clasificación del Suelo		
*fuertemente ácido	Fr,Ar,A = franco arcillo arenoso	Ca ²⁺ = 60 - 75
*moderadamente ácido	Fr,Ar = franco arcilloso	Mg ²⁺ = 15 - 20
*ligeramente ácido	Fr,Ar,L = franco arcilloso limoso	K ⁺ = 3 - 7
*neutro	Ar,A = arcilloso arenoso	Na ⁺ = <15
*ligeramente alcalino	Fr,L = franco limoso	
*moderadamente alcalino	Ar,L = arcilloso limoso	
*fuertemente alcalino	Ar. = arcilloso	

Anexo 23. Ubicación del campo experimental

Ubicación	Localidad
Departamento	Lima
Provincia	Huaral
Distrito	Huaral Llamada capital de la Agricultura
Sector	INIA Donoso Huaral
Latitud sur	11° 29' 77"
Latitud oeste	77° 12' 15"
Altitud	188 msnm

Fuente: INIA, 2010

Anexo 24 Características agroecológicas del Campo Experimental

Ubicación	Localidad
Zona agroecológica	Costa sub tropical
Franja latitudinal	Sub tropical
Grupo ecológico	Desiertos
Zona de vida	dd-s (desierto desecado-Subtropical)
Cuenca hidrográfica	Chancay
Temperatura	Bordea los 30 C O en verano y que fluctúan entre 15,9 C y O 19,9 C en invierno

Fuente: INIA, 2010

Anexo 25. Antecedentes del campo experimental

Campaña agrícola	Cultivos agrícolas
2013-2014	Maíz amarillo
2014-2015	Maíz amarillo
2015- 2016	Maíz amarillo
2016-2017	Yuca
2017 -2018	Sin siembra
2019	Maíz morado

Fuente: Elaboración propia

Anexo 26. Procedimiento y duración del experimento (fechas de siembra y cosecha)

Instalación y actividades de campo	Fecha
Etapa I. Ubicación y demarcación.	19/06/2019
Etapa II. Análisis de suelo	19/06/2019
Etapa III. Limpieza del terreno	19/06/2019
Etapa IV Trazado y distribución de parcelas	20/06/2019
Etapa V Preparación de terreno y siembra	
Preparación de terreno.	30/06/2019
Siembra	03/07/2019
Etapa VI. Aplicación de microorganismos eficientes (M.E)	
Activación del EM-1	27/06/2019
Aplicación del EM	03/07/2019
Etapa VII. Manejo agronómico	
Desahijé:	14/07/2019
Aporque:	05/08/2019 12/08/2019
Control de malezas:	1 vez por semana Todo el periodo del cultivo.
Control fitosanitario:	
Cosecha:	15/11/2019
Evaluaciones	
Las variables a evaluar son la fenológica y el rendimiento del maíz morado.	
Emergencia:	10/07/2019
Crecimiento: En esta etapa fenológica, se tomara en cuenta:	
– Formación primeras hojas,	15/07/2019
– Formación de tallos,	25/07/2019
– Diámetro del tallo.	25/07/2019
– Numero de hojas.	25/07/2019
Floración:	27/08/2019
Fructificación:	12/09/2019
Maduración Lechosa:	21/09/2019
Maduración Pastosa:	01/10/2019
Maduración Cornea:	13/10/2019
Madurez Fisiológica: En esta etapa fenológica, se tomara en cuenta:	
– Presencia de coloración de la mazorca,	23/10/2019
– Mazorcas por plantas:	23/10/2019
Rendimiento	25/11/2019

Anexo 27. Costo de producción de maíz morado

COSTO DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ

Variedad: Maíz morado PMV 581

Época de siembra: Julio - Noviembre

Rendimiento: 6000 kg./Ha

ITEMS	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
	A. COSTOS DIRECTOS				
1	PREPARACIÓN DEL TERRENO				720.00
	Maquinaria y equipos				
	Arado	Hora/tractor	4	90.00	360.00
	Rastrado	Hora/tractor	2	90.00	180.00
	Surcado	Hora/tractor	2	90.00	180.00
2	SIEMBRA Y LABORES AGRÍCOLAS				2820.00
	Mullido	Jornal	3	60.00	180.00
	Aplicación de abonos	Jornal	3	60.00	180.00
	Aplicación de EM-1	Jornal	6	60.00	360.00
	Siembra	Jornal	3	60.00	180.00
	Retape	Jornal	2	60.00	120.00
	Deshierbe y aporque	Jornal	6	60.00	360.00
	Riegos	Jornal	10	60.00	600.00
	Cosecha	Jornal	6	60.00	360.00
	Desgranado	Jornal	6	60.00	360.00
	Manipuleo	Jornal	2	60.00	120.00
3	INSUMOS Y FERTILIZANTES				3222.00
	Semilla				
	Variedad Maíz Morado PMV 581	Kg.	40	6.00	240.00
	Fertilizantes				
	Guano de isla	TM	1.5	1300.00	1950.00
	Microorganismo eficientes				
	EM-1	Litro	10	70.00	700.00
	Materiales, herramientas y otros				
	Sacos	Unidad	70	1.00	70.00
	Rafia	Rollo	1	12.00	12.00
	Herramientas	Global	1	150.00	150.00
	Materiales (envases e instrumentos)	Global	1	100.00	100.00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				6762.00
	B COSTOS INDIRECTOS				
	Gastos administrativos	% C/D	3%		202.86
	Gastos financieros	% C/D	7%		473.34
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS				676.20
	COSTO TOTAL				7438.20

Rendimiento:	6000.00
Precio en chacra /kg	1.70
Valor de venta	10200.00
Costo de Producción	7438.20
Utilidad	2761.80
Relación costo beneficio	0.37

Por cada sol invertido se gana S/. 0.37 céntimos

Anexo 28. Panel fotográfico

Arado o roturado de la parcela



Surcado de la parcela



Riego de la parcela



Trazado de parcelas



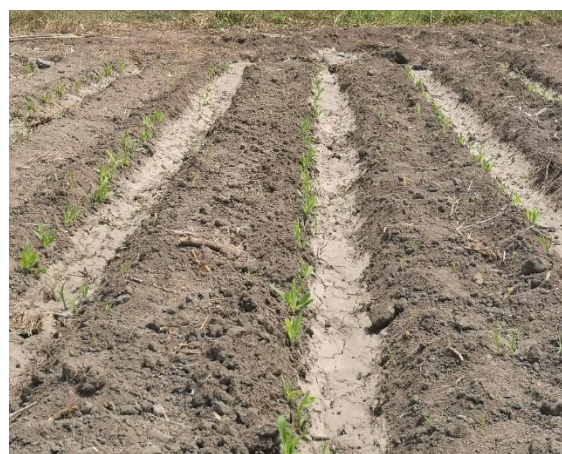
Aplicación del EM antes de la siembra



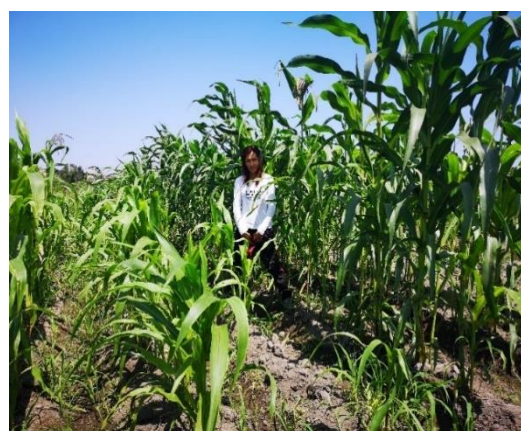
Siembra del maíz morado



Evaluaciones



Aplicaciones de EM



Labores culturales



Evaluaciones



Evaluaciones

