

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**MICROORGANISMOS EFICACES EN LA PRODUCTIVIDAD DE MAÍZ
CHOCLERO INÍA 603 (*Zea mays* L.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL
AGRARIA – BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA**

T E S I S

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller:

MARTIN CABRERA CARUAJULCA

Asesores:

Ing. M. Sc. JESÚS HIPÓLITO DE LA CRUZ ROJAS

Ing. M. Sc. ALICIA ELIZABETH MEDINA HOYOS

CAJAMARCA – PERÚ

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a primer día del mes de junio del año dos mil veintitrés, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según Resolución de Consejo de Facultad N° 316-2022-FCA-UNC, de fecha 25 de octubre del 2022, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "MICROORGANISMOS EFICACES EN LA PRODUCTIVIDAD DE MAÍZ CHOGLERO INIA 603 (*Zea mays* L.) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA - BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA", realizada por el Bachiller MARTIN CABRERA CARUAJULCA para optar el Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO.

A las doce horas y diez minutos, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conllevan a la obtención del Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO.

A las trece horas y treinta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
PRESIDENTE

Dr. Wilfredo Palma Rojas
SECRETARIO

Ing. Urias Mostacero Plasencia
VOCAL

Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas
ASESOR

DEDICATORIA

A mi Madre Orfelinda, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ti he logrado llegar hasta aquí y convertirme en profesional. Ha sido y es un orgullo ser tu hijo, eres la mejor.

A mi hermana Brigitte por estar siempre presente, acompañándome y ser mi motivación, a lo largo de esta etapa de mi vida.

A mi amado hijo Iker Matheo por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que mi trabajo de tesis se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

El autor

AGRADECIMIENTO

A la Ing. Alicia Medina Hoyos. Asesora del presente trabajo usted formó parte importante de este logro con sus orientaciones y aportes en el área académica y por guiarme a la búsqueda del conocimiento.

Al Ing. Hipólito De La Cruz Rojas, Gracias por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, sus orientaciones rigurosas y precisas, así como su dedicación y tolerancia.

Al Ing Peter Chris Piña Díaz, Gracias por estar siempre allí amigo y compañero, no puedo dejar de agradecer tu apoyo y orientación, desde el inicio hasta la culminación de este trabajo experimental.

A mi madre Orfelinda Usted ha sido siempre el motor de mis días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre ha sido mi mejor guía de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, te agradezco este logro, como una meta más conquistada. Orgulloso de tenerte como mi madre y que estés a mi lado en este momento tan importante.

Gracias por ser quienes son y por creer en mí

El autor

ÍNDICE

CONTENIDO	Página
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos de la investigación	2
1.1.1. Objetivo general	2
1.1.2. Objetivo específico	2
1.2. Hipótesis y variables en estudio	2
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. Antecedentes de la investigación	3
2.2. bases teóricas	5
2.2.1 Aspectos Generales del maíz (<i>Zea mays</i> L.)	5
2.2.2. Clasificación taxonómica del maíz	6
2.2.3. Variedad INIA 603 choclero	7
2.3. Manejo de cultivo	9
2.3.1. Fertilización	9
2.4. Agricultura orgánica	11
2.4.1. materia orgánica	11
2.4.2. abonos orgánicos	11
2.4.3. tipos de abonos orgánicos	12
2.5. microorganismos Eficaces (EM)	13
2.5.1. Historia	13
2.5.2. EM (Microorganismos Eficaces)	13
2.5.3. Modo de acción de los microorganismos eficaces	14
2.5.4. Tipos de organismos presentes	15
2.5.5. Aplicaciones de microorganismos eficaces	16
2.5.6. Relación de microorganismos con la planta	17
2.5.7. Efectos de los microorganismos sobre las plantas	18
2.5.8. Efectos de microrganismos eficaces sobre el crecimiento y	

producción de las cosechas	19
----------------------------	----

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS	20
-----------------------------	----

3.1. Ubicación del experimento	20
--------------------------------	----

3.1.1. Ubicación geográfica	20
-----------------------------	----

3.2. Análisis físico - químico del suelo	20
--	----

3.3. Materiales	21
-----------------	----

3.3.1. Material biológico	21
---------------------------	----

3.3.2. Insumos	21
----------------	----

3.4. Metodología	22
------------------	----

3.4.1. Número de plantas	23
--------------------------	----

3.4.2. Días a la floración femenina	23
-------------------------------------	----

3.4.3. Días a la floración masculina	23
--------------------------------------	----

3.4.4. Altura de planta	23
-------------------------	----

3.4.5. Altura de mazorca	23
--------------------------	----

3.5. Evaluaciones	23
-------------------	----

3.5.1. Peso de campo	23
----------------------	----

3.5.2. Pudrición	23
------------------	----

3.5.3. Muestra para determinar humedad	24
--	----

3.5.4. Diseño experimental	24
----------------------------	----

3.5.5. Distribución del experimento en campo	24
--	----

3.6. análisis de varianza	25
---------------------------	----

3.6.1. Manejo del Software IBM	25
--------------------------------	----

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION	26
-------------------------------	----

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
---------------------------------------	----

Conclusiones	29
--------------	----

Recomendaciones	29
-----------------	----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
-----------------------------------	----

ANEXOS	33
---------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

		Página
1.	Resultados del análisis físico - químico de la muestra de suelo de las parcelas experimentales	22
2.	Escala de evaluación de la pudrición de la mazorca	24
3.	Análisis de varianza para el diseño en bloques completos randomizados.	27
4.	Rendimiento en kg ha ⁻¹ de 4 tratamientos de fertilizantes y microorganismos eficientes en la variedad de maíz amiláceo INIA 603.	29
5.	Análisis de varianza de rendimiento en kg ha ⁻¹ de 4 tratamientos de fertilizantes y microorganismos eficientes en la variedad de maíz amiláceo INIA 603.	29
6.	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para rendimiento en kg ha ⁻¹ de 4 tratamientos de fertilizantes y microorganismos eficientes en la variedad de maíz amiláceo INIA 603.	30
7.	Datos tomados en evaluación de campo	39
8.	Resumen de procesamiento de datos en IBM SPSS	40

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
1.	Diseño experimental	26
2.	Rendimiento en kg ha ⁻¹ , de los 4 tratamientos en estudio en 4 repeticiones	29

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó, entre los meses de noviembre del 2021 a junio del 2022, a una altitud de 2670 m, en parcelas de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca, departamento de Cajamarca. Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar DBCA con cuatro tratamientos: Tratamiento 1 (T1): EM y E se aplicó el tratamiento 1 a la emergencia del cultivo (10 días después de la siembra), el tratamiento 2 (T2): EM + 20P se aplicó el tratamiento 20 días después de la siembra, tratamiento 3 (T3): Testigo y tratamiento 4 (T4): abonamiento químico N - P₂O₅ - K₂O, 90 - 45 - 45 (Urea, Fosfato di amónico y Cloruro de potasio), cada una de las parcelas experimentales consta de 10 surcos con 4 repeticiones haciendo un área de experimento neto de 704 m², de los cuales solo se tomaron datos de los 6 surcos centrales, con el objetivo de poder determinar el rendimiento en kg ha⁻¹. El rendimiento fue determinado con la fórmula de grano seco al 14%, en hoja de cálculo Excel. Los resultados muestran que el tratamiento T4 (Abono químico) destaca por su rendimiento con 2773.72 kg ha⁻¹, sin embargo, no es estadísticamente significativo con los tratamientos 1 y 2 pero si con el testigo que presenta un rendimiento de 1295.47 kg ha⁻¹.

Palabras claves: Maíz, rendimiento, microorganismos eficaces.

ABSTRACT

The present research work was carried out with, between the months of November 2021 to June 2022, at an altitude of 2670 m, in plots of the Baños del Agrarian Experimental Station. Inca, department of Cajamarca. The DBCA Randomized Complete Block Design was used with four treatments 1 (T1): EM and E was applied to crop emergence (10 days after planting), treatment 2 (T2): EM + 20P the treatment was applied 20 days after sowing treatment 3 (T3): control and treatment 4 (T4): chemical fertilizer N - P₂O₅ - K₂O 90 - 45 - 45 (Urea, diammonium phosphate and potassium chloride), each of the experimental plots consists of 10 furrows with 4 repetitions making a net experiment area of 704 m², of which data were only taken from the 6 central furrows, with the aim of being able to determine the yield in kg ha⁻¹. The yield was determined with the dry grain formula at 14%, in an Excel spreadsheet. The results show that treatment T4 (chemical fertilizer) stands out for its yield with 2773.72 kg ha⁻¹, however, it is not statistically significant with treatments 1 and 2 but with the control that presents a yield of less than 1295.47 kg ha⁻¹.

Keywords: Corn, yield, effective microorganisms

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es un cereal de importancia económica y social a nivel mundial, debido al papel que desempeña en la alimentación humana y animal y como materia prima para elaborar un gran número de productos industriales. (INIA, 2020).

En el Perú se siembran a nivel nacional 211 507 ha de maíz amiláceo, de los cuales el 17.4% (36 824 ha) corresponden a la región Cajamarca, siendo las provincias de mayor área de siembra, Chota 8 616 ha (23.4 %), Cutervo 6 579 (17.9 %), Santa Cruz 5 181 ha (14.1 %), Hualgayoc, 4 245 ha (11.5 %) (MIDAGRI, 2021).

La fertilización representa una práctica agronómica esencial para el desarrollo de las plantas, para obtener mejores y mayores producciones. En la actualidad el mal manejo de fertilizantes no sólo afecta a la economía, sino el empobrecimiento y degradación de los suelos. El empleo de productos como los Microorganismos Eficaces (EM) es una buena alternativa sana y limpia para los agricultores. (Chauca, 2014).

En tal sentido el presente trabajo de investigación “Microorganismos eficaces en La productividad de maíz INIA 603 – choclero (*Zea mays* L.) En La Estación Experimental Agraria – Baños Del Inca, Cajamarca”, tiene como finalidad determinar el rendimiento del cultivo de Maíz Choclero aplicando dos tratamientos de Microorganismos Eficaces (EM), el tratamiento químico que usa el INIA usualmente en sus parcelas y un testigo. Los resultados que se obtengan están dirigidos a la comunidad científica, productores de maíz Choclero, profesionales, técnicos, así como para la ciudadanía interesada en el tema.

1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1. Objetivo general

Evaluar la productividad de maíz Choclero INIA 603 (*Zea mays* L.), con la aplicación de Microorganismos eficaces (EM), en el ámbito de la Estación Experimental Agraria – Baños del Inca - Cajamarca.

1.1.2. Objetivo específico

- Determinar el mejor rendimiento de maíz amiláceo INIA 603, con la aplicación de tratamientos de Microorganismos Eficaces (EM), frente a un tratamiento químico y un testigo absoluto.

1.2. Hipótesis y variables en estudio

Uno de los tratamientos es superior en rendimiento kg ha^{-1} respecto a los otros.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Flores (2022) en su investigación Microorganismos eficientes en la producción del maíz morado (*Zea mays* L), analiza el resultado de tres niveles de aplicación de microorganismos eficientes (EM) en la producción de grano y tusa del maíz morado (*Zea Mays* L.), investigación que fue ejecutado en el INIA estación experimental agraria Donoso, en Huaral, Lima, Perú en el periodo agrícola 2019 - 2020. Se aplicaron tres tratamientos: T1= 01 L EM, T2= 03 L EM, T3 = 06 L EM y uno control 00 L EM, con cuatro replicas en un diseño experimental, de bloques completamente aleatorizado (DBCA). Los resultados concluyen que las dosis de EM aplicados al maíz morado variedad PMV 581, tienen un efecto estadísticamente significativo ($p\text{-value} < 0.05$) en el rendimiento de grano con valores para el control de $3.54 \pm 0.77 \text{ t ha}^{-1}$, con incrementos en el (T1) a $5.05 \pm 0.54 \text{ t ha}^{-1}$, en el (T2), con $5.64 \pm 0.33 \text{ t ha}^{-1}$ y el (T3) con $6.53 \pm 0.77 \text{ t ha}^{-1}$. En los resultados de producción de tusa es similar logrando resultados para el (control) $1.09 \pm 0.24 \text{ t ha}^{-1}$, incrementando en el (T1) $1.26 \pm 0.27 \text{ t ha}^{-1}$, en el (T2) $1.45 \pm 0.28 \text{ t ha}^{-1}$ y el (T3) con $1.74 \pm 0.30 \text{ t ha}^{-1}$. y se concluye que, si hay efecto en el rendimiento de grano y tusa de maíz morado, dando como resultado que el (T3) = 06 L EM, logro mejor rendimiento medio en granos y tusa de maíz morado, frente al tratamiento control.

Carbonelli (2021) En su trabajo de investigación titulado “Microorganismos eficientes en la fenología y rendimiento del maíz morado (*Zea mays* L.) en Huaral– Lima”, correspondiente a la línea de investigación: Recursos hídricos, Agricultura, Silvicultura y Pecuaria Sostenible. Tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en la fenología y rendimiento del maíz morado (*Zea mays* L), 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^{-1} , 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 $3.54 \pm 0.77 \text{ t ha}^{-1}$ para el control, incrementándose a $5.05 \pm 0.54 \text{ t ha}^{-1}$ para T1, $5.64 \pm 0.33 \text{ t ha}^{-1}$ para T2, y a dosis de 6 L de EM ha^{-1} en T3, se obtuvo rendimiento medio de $6.53 \pm 0.77 \text{ t ha}^{-1}$, duplicándose el rendimiento, del mismo modo sucedió para el peso de la tusa, presentando alta correlación positiva.

Rochina (2020) en su experimentación “Efecto de concentraciones de humus y microorganismos eficientes (EM) aplicados al suelo, en la producción de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Simón Bolívar”. La cual fue realizada en los predios de la finca “ROCHINA”, en el cantón Simón Bolívar, en la provincia del Guayas. Se investigó el híbrido de maíz “Somma”, empleando dos fuentes de humus líquidos y microorganismos eficientes, en tres repeticiones. El objetivo del trabajo fue evaluar la aplicación de concentraciones de humus líquido y microorganismos eficientes (EM) al suelo. La siembra de maíz se hizo manualmente en parcelas experimentales de 20 m^2 . Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño bloques completos al azar (BCA). La andeva determinó la significancia estadística y evaluación de medias se realizó con la prueba de significancia de Tukey al 5 %. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, altura de inserción, días a floración, días a cosecha, diámetro de mazorcas, longitud de mazorcas, peso de grano, rendimiento por hectárea y análisis económico. Los resultados muestran que el tratamiento $1,0 \text{ l ha}^{-1}$ Humus 27,0 % + $1,5 \text{ l ha}^{-1}$ EM presentó mayores promedios en las variables: altura de plantas, altura de inserción, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, peso de grano y número de granos. El mayor rendimiento se logró en el tratamiento $1,0 \text{ l ha}^{-1}$ Humus 27,0 % + $1,5 \text{ l ha}^{-1}$ EM ($9577,96 \text{ kg ha}^{-1}$). Además, el tratamiento $1,0 \text{ l ha}^{-1}$ Humus 27,0 % + $1,5 \text{ l ha}^{-1}$ EM tuvo la mayor utilidad y beneficio Neto ($\$ 1498,74$ y $2,11$).

Ñaupari (2015) en su trabajo de investigación “Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (ME) en cultivo de *Zea mays* L. (Maíz amarillo duro) en la zona de Satipo”. El cual consistió en cultivar 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.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aspectos Generales del maíz (*Zea mays* L.)

Origen y expansión del maíz (*Zea mays* L.)

De acuerdo a su origen podemos decir que es una planta de origen americano, el cual fue cultivado por los antiguos pobladores en donde alcanzó una gran especialización evolutiva, especialmente en las regiones de Perú y México. (INIA, 2020).

Maíz INIA 603 - Choclero, En 1990, en la EEA Baños del Inca, se inició un proceso de selección recurrente por la recombinación de las 9 mejores familias de hermanos completos derivados del CPII. El cual básicamente está formado en un 50 % por colecciones tipo Blanco Urubamba de Cusco; el otro 50 % por germoplasma integrado por colecciones de maíz Blanco Imperial de Cajamarca, variedades mejoradas, del PCIM (PCIM 561, PMC 562, PMC 568) y Colecciones de los departamentos de Ancash, Apurímac y Ayacucho. se formó la variedad INIA 603 Choclero, que fue lanzada como variedad comercial el 21 de agosto de 2001. (INIA, 2004).

Importancia del Maíz

El maíz es el principal cereal cultivado en el ámbito mundial, ya que cuando aún la superficie cosechada con trigo en promedio de los últimos 5 años en todo el mundo supero a la del maíz en alrededor de un 28%, la producción de maíz promedio obtenida en los últimos cinco años en el mundo supero a la media del mismo periodo registrada en el cultivo del trigo en un 23 % (FAO, 2017)

Bajo condiciones climáticas adecuadas o mediante el aporte del riego, el maíz es el más productivo de los cereales. Aunque es una especie originaria de zonas semiáridas, las variedades mejoradas actuales sólo resulta rentable cultivarlas en climas con unas precipitaciones suficientes o bien en regadío. Bajo estas condiciones de humedad, el maíz es uno de los cultivos más importantes en gran parte de las regiones templadas, subtropicales y tropicales (INIA, 2020).

La importancia social del maíz radica principalmente en el número de familias que se dedican a su cultivo, estimadas en cerca del 52 % del total de productores a nivel nacional. Dado que, en promedio en el Perú, cada hectárea de maíz requiere entre 80 y 120 jornales, se estima que en el 2011 las 518,863 hectáreas cosechadas emplearon aproximadamente 52 millones de jornales temporales equivalentes a 144 mil puestos de trabajo permanente ese año. (ENAHO, 2015)

A partir del año 2010 las exportaciones de maíz amiláceo se incrementaron en 121.62 %, pasando de USD 11.7 a 25.93 millones en 2018. La exportación de maíz Blanco Gigante creció de USD 4.98, en 2010, hasta 13.58 millones, en 2018, sin embargo, en el año 2019, las exportaciones de maíz Blanco Gigante de Cusco tuvieron una caída, pasando de 6.9 a 6.73 mil toneladas, una reducción del 7 %, lo que llevó a una reducción de la exportación de USD 13.3 a 12.3 millones y caída de precio, de USD 1.93 a 1.83 el kg, frente al año anterior. España fue el país que más importó este tipo de maíz (60 % del total con USD 7.4 millones) seguido de Japón (22 %), Estados Unidos (12 %) y China (5 %) (Agrodata Perú, 2020)

2.2.2. Clasificación taxonómica del maíz

Reyno	:	Vegetal
División	:	Tracheophyta
Subdivisión	:	Pterapsidae

Clase	:	Angiosperma.
Sub Clase	:	Monocotiledoneae.
Orden	:	Graminales.
Familia	:	Gramineae.
Tribu	:	Maydeae.
Género	:	<i>Zea</i> .
Especie	:	<i>mays</i>
Nombre científico:		<i>Zea mays</i> L. (Reyes 1990).

Características generales de la planta de maíz

El maíz es una planta monoica, es decir con flores masculinas ubicadas en la panoja que se encuentra en la parte apical del tallo y con flores femeninas agrupadas en mazorcas ubicadas casi siempre en la parte media de la planta. Presenta tallo formado por nudos y entrenudos; hojas arregladas en forma alterna que nacen de yemas ubicadas en los nudos. Es protándrica, ya que la floración masculina o emisión de polen ocurre normalmente antes de la floración femenina o emisión de pistilos (barbas). Es una planta alógama, de polinización cruzada o libre, es decir, que las flores femeninas son fertilizadas por polen proveniente de otras plantas. (INIA, 2020).

Órganos Vegetativos

Raíz: El maíz presenta dos tipos de raíces: las raíces principales (nodales o coronarias), que son las más profundas, y las raíces adventicias o de anclaje. Las raíces principales nacen de la semilla durante la germinación. El crecimiento inicial de estas raíces es paralelo a la superficie del suelo para luego dirigirse hacia abajo. Las raíces principales son muy importantes durante los primeros estadios de crecimiento de la plántula, hasta que se establecen plenamente las raíces adventicias permanentes o de anclaje (INIA, 2020).

Tallo: Es cilíndrico y hueco (constituido de un tejido suberoso o tipo corcho), proporciona soporte a la planta, transporta nutrientes y almacena carbohidratos. Está formado por nudos y entrenudos que varían entre 20 a 30, según la variedad. La formación de los nudos y entrenudos ocurre en la etapa inicial de crecimiento y desarrollo de la plántula; el crecimiento del tallo se produce por el alargamiento de las células de los

entrenados, por esta razón en ambientes desfavorables como el de una sequía, este alargamiento es limitado reduciéndose el tamaño final de la planta (INIA, 2020).

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 (INIA, 2020).

Órganos Reproductivos

Flor masculina panoja o panícula: Es una espiga ubicada en el ápice o parte terminal del tallo y está compuesta por un eje central (raquis) y ramificaciones laterales primarias y secundarias. Tanto en el eje como en las ramificaciones se distribuyen espiguillas en pares. Cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas que a su vez contienen tres estambres donde se desarrollan los granos de polen (INIA, 2020).

Floración femenina: La inflorescencia femenina es una estructura única llamada mazorca (Risco, 2007). Sólo de algunas yemas que se encuentran en las axilas de las hojas nace la inflorescencia femenina o espiga, conocida como mazorca que incluye el eje central o coronta y donde se insertan las flores que darán origen a los granos (Tapia y Fries, 2007).

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 (INIA, 2020).

2.2.3. Variedad INIA 603 choclero

Es una variedad de polinización libre, con buena adaptación a las condiciones de los valles interandinos de la sierra entre 2 600 y 3 000 m de altitud. Las plantas son de porte mediano a alto, con buena arquitectura, tallo medianamente grueso, con una o dos mazorcas ubicadas en el tercio medio. La mazorca es de forma cilindro cónica, con 8 a 10 hileras de granos grandes, amiláceos y de color blanco cremoso. Su potencial de rendimiento en grano seco es de 6 t ha⁻¹. A los 170 días de la siembra se pueden cosechar 40 000 choclos de primera, con buenos precios (INIA, 2004)

2.3. Manejo de cultivo

Es similar al que se realiza en los demás tipos de maíces, variando en muy pocos aspectos.

2.3.1. Fertilización.

Aguirre (2017), la fertilización es importante especialmente cuando se emplea híbrido o cultivares mejorados para aprovechar al máximo su alta capacidad de rendimiento.

Nitrógeno: Es el elemento que da vigor a las plantas, favorece la fotosíntesis, el crecimiento y la acumulación de proteínas en el grano. El N en el suelo se encuentra en forma orgánica, y para ser absorbido por la planta es necesario la mineralización de los residuos orgánicos, la cual es realizada por microorganismos del suelo. Su absorción se realiza en todo el ciclo vegetativo, sin embargo, es mayor en la etapa de floración. Por esta razón, se recomienda aplicarlo en forma fraccionada, para el mejor aprovechamiento por la planta (INIA, 2021)

Fósforo: Es el elemento que le da energía a la planta, favorece el desarrollo de las raíces y la formación de las mazorcas. El P se encuentra en la planta de maíz en cantidades menores que el nitrógeno y el potasio. Está distribuido en toda la planta (80 % en la semilla y el 20 % restante distribuidos en el tallo, hojas y brácteas). La mayor exigencia de P ocurre durante la floración. Para que el P sea absorbido, este nutriente debe estar disponible en la solución del suelo, donde su concentración normalmente es muy baja. No obstante, a medida que es absorbido se da la reposición por parte del P lábil (fósforo adsorbido, en equilibrio con el fósforo de la solución) (INIA, 2021).

Potasio: Es el catión más abundante en la planta que brinda consistencia al tallo y hojas, generando tolerancia o resistente al tumbado, al ataque de enfermedades, heladas y sequía, mejorando la calidad de granos. Su absorción es relativamente lenta hasta los 30 días después de la emergencia de la plántula, aumentando considerablemente a partir de ese período y manteniéndose constante durante 20 a 25 días, que coincide con la floración. Su deficiencia genera quemaduras de coloración café en el borde de las hojas próximas al suelo y en etapas avanzadas, se observa la ausencia de granos en la punta de las mazorcas que serán de poco valor comercial (INIA, 2021).

Nutrientes secundarios y micronutriente: Los micronutrientes son tan importantes para las plantas como los nutrientes primarios y secundarios, a pesar de que la planta los

requiere solamente en cantidades muy pequeñas. La ausencia de cualquiera de estos macro y micronutrientes en el suelo, limita el crecimiento de la planta (Torres, 2005)

Cosecha: La cosecha se realiza cuando las plantas muestren más de 70 % de hojas secas, mejor aún si llega al 100 %. El corte (calcheo) debe realizarse cuando el grano tiene entre 20 a 25 % de humedad o cuando en la base del casquete (nariz) se encuentre una capa marrón o negro (Catalán, 2012).

2.4. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es una técnica de cultivo y producción que privilegia la tierra y todo lo que signifique aumentar su fertilidad natural, por ello la agricultura orgánica se propone como una técnica sostenible y económica a la vez (Marca, 2017).

La agricultura orgánica es una visión holística de la agricultura, que toma como modelos a los procesos que ocurren de manera espontánea en la naturaleza. En ese contexto la agricultura orgánica evita la utilización de agroquímicos para la producción y controlar las plagas y enfermedades (Montoro, 2007)

2.4.1. Materia orgánica

La materia orgánica incorporada en forma adecuada al suelo representa una estrategia básica para darle vida al suelo, ya que sirve de alimento a todos los organismos que viven en él, particularmente a la microflora responsable de realizar una serie de procesos de gran importancia en la dinámica del suelo, en beneficio de las plantas (Montoro, 2007)

2.4.2. Abonos orgánicos

De los suelos ricos en materia orgánica se obtienen los mejores rendimientos de cosecha. El abono orgánico, además de aportar macro, micro nutriente y algunos nutrientes para el crecimiento riguroso y saludable de las plantas contribuye en una buena labranza de suelo y capacidad para absorber el agua de la lluvia o riego. Estas condiciones al proporcionar humus, que aumenta la capacidad de retención de los suelos arenosos, mejoran la estructura de labranza y el drenaje de los suelos arcillosos (Montoro, 2007).

La finalidad del empleo de los abonos orgánicos es para complementar los nutrientes que la planta es capaz de extraer del suelo con el fin de incrementar el rendimiento de los cultivos sin que quede perjudicada su calidad (Lampkin, 2001).

2.4.3. Tipos de abonos orgánicos

a. El humus

El humus es la materia orgánica del suelo, en un estado más o menos avanzado de descomposición. No se encuentra de una forma definida, sino en una serie de productos intermedios de transformación, hasta llegar a la mineralización de sus componentes bajo la acción del agua, oxígeno y principalmente de los microorganismos del suelo. Además, el humus como materia orgánica en estado de descomposición, es el estado orgánico que actúa como fuente o aporte de carbohidratos para la vida de la microflora y fauna del suelo (Marca, 2017)

b. Compost

Es un abono orgánico que resulta de la composición del estiércol de animales con residuos vegetales, los cuales han sido mezclados y se deja en reposo por algún tiempo, para que actúen sobre los millones de microorganismos que descomponen estos residuos. Este material tiene un color oscuro, con un agradable olor a mantillo de bosque. Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces (Montoro, 2007).

d. Los bíoles

El bíol es una fuente de fitorreguladores que se obtienen como producto de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. Siendo el bíol una fuente orgánica de fitorreguladores, a diferencia de los nutrientes en pequeñas cantidades, es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para actividades agronómicas como: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en aumento significativo de las cosechas (Marca, 2017).

e. Estiércol

El estiércol es una fuente excelente de materia orgánica, pero es relativamente bajo en nutrientes, el valor del abono depende del tipo de animal, la calidad de la dieta, la clase y la cantidad de cobertura usada, y la manera en que el abono es almacenado y aplicado. El estiércol mejora las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos (Montoro, 2007)

2.5. Microorganismos Eficaces (EM)

2.5.1. Historia

EM es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), la tecnología EM, Microorganismos Eficaces, fue desarrollada por Teruo Higa, Ph. D., profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. A comienzos de los años sesenta, el profesor Higa comenzó la búsqueda de una alternativa que reemplazara los fertilizantes y pesticidas sintéticos, popularizados después de la segunda guerra mundial para la producción de alimentos en el mundo entero. Inicialmente el EM fue utilizado como un acondicionador de suelos. Hoy en día EM es usado no solo para producir alimentos de altísima calidad, libres de agroquímicos, sino también para el manejo de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, la industria de procesamiento de alimentos, fábricas de papel, mataderos y municipalidades entre otros. El EM es usado en los 5 continentes, cubre más de 120 países, haciendo parte de la estrategia gubernamental de desarrollo sostenible de varias naciones (Correa, 2005).

2.5.2. EM (Microorganismos Eficaces)

El EM es una combinación de varios microorganismos naturales benéficos encontrados en alimentos. Contiene organismos benéficos de tres géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias del ácido láctico y levadura. Estos microorganismos eficaces secretan sustancias benéficas tales como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y antioxidantes cuando entran en contacto con la materia orgánica. El EM consiste en cultivos mixtos de microorganismos benéficos y naturales que coexisten en un medio líquido. Cuando se aplican inoculadores microbianos a la basura orgánica o se introducen en el medio ambiente, su efecto benéfico individual se multiplica en forma sinérgica. (Correa, 2005).

Los EM vienen únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. No es un fertilizante, ni un químico. Este se utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza. Dichos microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos secundarios de microorganismos eficientes (Hurtado, 2001).

2.5.3. Modo de acción de los microorganismos eficaces

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 (Hurtado, 2001).

Cuando los Microorganismos Eficaces incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos (FUNDASES & EMRO, 2008).

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

2.5.4. Tipos de organismos presentes

a. Bacterias Ácido Lácticas

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica. Ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca (Biosca, 2001).

b. Bacterias Fotosintéticas

Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de

energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas (Biosca, 2001).

Los metabolitos hechos por estos microorganismos son absorbidos directamente por las plantas y actúan como sustrato para el incremento poblacional de microorganismos benéficos. En la rizosfera las micorrizas vesicular y arbuscular (VA), se incrementan gracias a la disponibilidad de compuestos nitrogenado (aminoácidos) que son secretados por las bacterias fototrópicas, las micorrizas incrementan la solubilidad de fosfato en el suelo ello otorga fosforo que no era disponible a las plantas, las micorrizas VA pueden coexistir con azotobacter y rizobium, incrementando la capacidad de las plantas para fijar nitrógeno atmosférico (Marca, 2017).

c. Levaduras

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomicetos (Biosca, 2001). La levadura ayuda a fermentar la materia orgánica y contiene vitaminas y aminoácidos.

d. Actinomicetos

Los actinomicetos funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos bioestáticos y biocidas). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas (Biosca, 2001).

e. Hongos de Fermentación

Los hongos de fermentación como el *Aspergillus* y el Penicilina actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, esteres y sustancias antimicrobianas. Esto es lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales (APNAN, 2003).

2.5.5. Aplicaciones de microorganismos eficaces

Con la aplicación de EM el suelo retiene más agua. Los principales beneficios para los cultivos se originan en el mantenimiento de la materia orgánica durante la etapa de crecimiento. Los macro y micronutrientes solubles están más disponibles a causa de la rápida descomposición de las macromoléculas que los liberan (IDIAF, 2009).

En los semilleros

- Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
- Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizo bacterias promotoras del crecimiento vegetal.
- Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas (IDIAF, 2009).

a. En las plantas

Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, 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, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar (Silva, 2009).

b. En los suelos

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas biológicas.

- **Efectos en las condiciones físicas del suelo**

Acondicionador, 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 (Silva, 2009).

- **Efectos en las condiciones químicas del suelo**

Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical (Silva, 2009).

- **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 (Silva, 2009).

2.5.6. Relación de microorganismos con la planta

Está demostrado que, en contacto con las raíces y los pelos absorbentes, las poblaciones de microorganismos son muy elevadas. La tierra adherida a la superficie de las raíces contiene cantidades de microorganismos entre 10 y 50 veces superiores al resto del suelo (Marca, 2017).

Los ápices de crecimiento radicular están, generalmente, libres de microorganismos, pero la zona de crecimiento situada a continuación del ápice, mantiene una importante población bacteriana.

La población bacteriana de la rizósfera es diferente de la del resto del suelo, contiene una proporción mayor de bacterias amonificadoras, nitrificadoras, desnitrificadoras y degradadoras aerobias de la celulosa. Las exigencias en nutrientes de la población de la rizósfera son más exigentes en aminoácidos simples (Marca, 2017).

2.5.7. Efectos de los microorganismos sobre las plantas

El crecimiento de las plantas está relacionado con la actividad de los seres vivos, así se conoce la influencia de la población microbiana de la rizósfera en la absorción del fósforo, pero la influencia más importante y conocida es la fijación del nitrógeno atmosférico.

El nitrógeno de la atmósfera se encuentra en estado libre y no puede ser asimilado por las plantas superiores. Ciertos microorganismos del suelo tienen la facultad de

tomar este elemento del aire y utilizarlo en la formación de sus células; esto constituye una fijación del nitrógeno, ya que es incorporado al suelo de donde será tomado por las plantas.

Son principalmente bacterias de los géneros *Clostridium* (anaeróbicas) y *Azotobacter* (aeróbicas) y algas verde-azules. (Marca, 2017).

Las cantidades de nitrógeno fijadas de esta forma son extraordinariamente variables, entre 5 (o menos) y 30 kg N ha⁻¹ año. Las cantidades mayores corresponden a suelos con abundante materia orgánica en climas templados (Montoro, 2007).

La micorriza tiene su función más destacable el incremento de la asimilabilidad del fósforo, aunque aumentan también la absorción de otros nutrientes como: potasio, azufre, cobre y zinc. Las micorrizas capacitan a las plantas para establecerse en condiciones difíciles y aumentan su resistencia a las enfermedades, por mecanismos como la producción de hormonas y el estímulo directo del crecimiento (Montoro, 2007).

Se reconoce el papel protector de las micorrizas frente a diversos hongos, bacterias y nematodos del suelo, como: *Phytophthora*, *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Meloidogyne* (Montoro, 2007).

2.5.8. Efectos de EM sobre el crecimiento y producción de Las cosechas

EM mejora el crecimiento y la producción de cultivos incrementando la población de microorganismos beneficiosos en el suelo y aportando nutrientes a la planta, inhibiendo otras bacterias y organismos nocivos, disminuye el grado de contaminación de agroquímicos; así también brinda mayor floración; aplicaciones de EM son buenas para las plantas, debido a que mejoran el crecimiento radicular y los contenidos totales de nitrógeno en el suelo y clorofila en las hojas, por consecuencia incrementan el crecimiento del cultivo. Hoy en día, la tecnología EM se constituye como una herramienta importante para la obtención de una agricultura sostenible (Fernández, 2008).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El presente estudio se llevó a cabo en el lote 1 de La Estación Experimental Agraria – Baños del Inca, cuyas coordenadas geográficas son: 7°10' S y 78°30' W, a 2670 m de altitud. en el distrito de Baños Del Inca, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca.

3.1.1. Ubicación geográfica

Departamento : Cajamarca
Provincia : Cajamarca
Distrito : Baños del Inca
Región geográfica : Sierra Norte

3.2. Análisis químico del suelo

Las características químicas del suelo se determinaron en el Laboratorio de Análisis de suelo de la EEA - INIA, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1.

Resultados del análisis químico de la muestra de suelo de las parcelas experimentales

Descripción	Determinación					Recomendación N - P ₂ O ₅ – K ₂ O
	P	K	pH	M.O.	N total	
	(ppm)	(ppm)	(%)	(%)	(%)	
Lote 1	30,52	280	6,0	5.32	90 - 45 - 45

Fuente: Laboratorio de Suelos - EEA. Baños del Inca – INIA

Según la Tabla 1, La recomendación de abonamiento (del laboratorio) fue 90 de N, 45 de P₂O₅ y 45 de K₂O kg ha⁻¹.

3.3. Materiales

3.3.1. Material biológico

- Se utilizó semilla de la variedad mejorada de maíz INIA 603 - Choclero, procedentes de la Estación Experimental Agraria - INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria) - Baños del Inca - Cajamarca.
- Microorganismos eficaces (EM -1)

a) Microorganismos eficaces (EM - 1)

Es una mezcla de diferentes tipos de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos. La Tecnología. fue desarrollada en la década de los años ochenta en Okinawa Japón (Marca 2017). El contenido se detalla:

Bacterias Ácido Lácticas (*Lactobacillus spp.*)

Levaduras (*Saccharomyces spp.*)

Bacterias Fotosintéticas (*Rhodopseudomonas spp.*) (Ficha técnica, BIOEM)

3.3.2. Insumos

- Insecticida fosforado (Tifón) para controlar gusano cogollero- (*Spodoptera frugiperda Smit*).
- Aceite comestible para control de gusano mazorquero (*Helicoverpa zea*).

3.3.3. Equipos

- Laptop
- Memoria USB de 4 GB
- Cámara fotográfica digital
- calculadora

3.3.4. Herramientas

- Palanas
- Balanza
- Baldes
- Pico

3.3.5. Otros materiales

- Etiquetas

- Cucuruchos
- Letrero de identificación
- Estacas
- Cadena graduada
- Costales
- Rafia
- Wincha

3.4. Metodología

El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de noviembre de 2021 a junio del 2022, para ello se utilizó la variedad de maíz amiláceo INIA 603, microorganismos eficaces (EM -1), abonamiento químico (N - P₂O₅ – K₂O) y un testigo (sin aplicaciones). El EM-1 se aplicó el tratamiento 1 a la emergencia (10 días después de la siembra), el tratamiento 2 (20 días después de la siembra), tratamiento 3 abonamiento químico 90 – 45 – 45, CH₄N₂O – (NH₄)₂HPO₄ – KCL, (Urea, Fosfato di amónico y Cloruro de potasio) en 4 repeticiones.

Aplicación de microorganismos

La aplicación fue mediante pulverización al follaje y suelo (drench) con buena cobertura, las aplicaciones del producto se realizaron por las tardes con la finalidad de propiciar su inoculación, la dosis utilizada fue al 5%. Las aplicaciones se iniciaron a los 10 días (emergencia del cultivo) en el caso del primer tratamiento y a los 20 días para el segundo tratamiento.

Evaluaciones: Toma de datos biométricos en pre cosecha

3.4.1. Número de plantas: Se obtuvo contando la cantidad de plantas que hubo en cada unidad experimental al momento de la cosecha. Este dato es importante para corregir el rendimiento de grano seco por fallas (INIA, 2007).

3.4.2. Días a la floración femenina: Se evaluó en los 6 surcos centrales de cada tratamiento. Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta el estado cuando más del 50 % de plantas comenzaron a florear (Paucarima, 2007).

3.4.3. Días a la floración masculina: Se evaluó en los 6 surcos centrales de cada tratamiento. Se consideró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 por ciento de las plantas presentaron las panojas desprendiendo polen (Paucarima, 2007).

3.4.4. Altura de planta: Se realizó medidas en cada unidad experimental tomadas en los 6 surcos centrales, desde el cuello de la planta, hasta el nudo de la última hoja, expresado en cm. (Estrada et al., 2006). Se tomaron altura de 10 plantas al azar de la parcela por tratamiento.

3.4.5. Altura de mazorca: Se efectuaron mediciones de plantas tomadas en los 6 surcos centrales, desde el nivel del suelo de planta hasta la posición de la mazorca superior en cm, (Estrada et al., 2006). De igual manera se tomó 10 plantas al azar de cada parcela por tratamiento.

3.4.6 Evaluaciones: Toma de datos biométricos en cosecha

Cosecha:

Esta práctica consiste en la recolección de las mazorcas, arrancándolas de la planta y separando de su envoltura o "panca". El maíz se puede cosechar cuando el grano tiene una humedad de 30 por ciento aproximadamente (INIA, 2020).

La cosecha es una de las últimas fases del cultivo de maíz y su tiempo oportuno es de suma importancia, permite obtener un producto de alta calidad, así como reducir la pérdida de mazorcas en cosechas tardías (INIA, 2020).

El estado fenológico para cosecha fue a R6 madurez fisiológica (Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35 %) (CIMMYT, 2004).

3.4.7. Peso de campo: Consiste en colocar las mazorcas cosechadas de los 6 surcos centrales de cada unidad experimental en baldes y con la ayuda de una balanza de reloj, se obtiene el peso correspondiente de cosecha en fresco, que servirá luego para determinar el rendimiento al corregir 14 % de humedad (INIA, 2007).

3.4.8. Pudrición: Consiste en ubicar todas las mazorcas de los 6 surcos centrales de cada unidad experimental distribuidas en forma ordenada de menor a mayor según el porcentaje (grado) de pudrición que presenta cada una de ellas; luego se cuenta el número

de mazorcas dependiendo el grado de pudrición. Se considera para ello la escala determinada por. (CIMMYT, 1996), constituida por grados del 1 al 6; donde:

Tabla 2.

Escala de evaluación de la pudrición de la mazorca

GRADO	PORCENTAJE DE PUDRICIÓN (%)	PROMEDIO
1	Mazorcas sanas	0
2	1 – 10	5.5
3	11 – 25	18
4	26 – 50	38
5	51- 75	63
6	76 -100	88

Desarrollándose de la siguiente manera: $PPP = [(N^\circ \text{ de mazorcas podridas grado1} * \text{Promedio de grado 1}) + (N^\circ \text{ de mazorcas podridas} * \text{Promedio de grado 2}) + \dots (N^\circ \text{ de mazorcas podridas} * \text{Promedio de grado 6})/N^\circ \text{ de mazorcas}.$

Esta información permite realizar el cálculo Promedio Ponderado de Pudrición (PPP).

3.4.9. Muestra para determinar humedad: De cada unidad experimental se recogió 10 mazorcas al azar; de las cuales se extrajo 2 hileras de grano de cada una; de esta muestra se pesó 100 g (peso húmedo) y se colocó en bolsas de papel, para luego identificarlas y colocarlas en una estufa con una temperatura de 105 °C por 24 horas para luego determinar el porcentaje de humedad con que fue cosechado el producto.

100 g inicial – peso obtenido después de 24 horas = humedad.

3.4.10. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones en la estación experimental Baños del Inca, y haciendo uso del modelo estadístico lineal según (Vásquez, 2014).

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

$i = 1, 2, \dots, 4$ (tratamientos)

$j = 1, 2, \dots, 4$ (bloques)

Dónde:

Y_{ij} = Valor observado en la j – ésima repetición del i – ésima población.

μ = El verdadero efecto medio.

β_j = El verdadero efecto en la j – ésima repetición

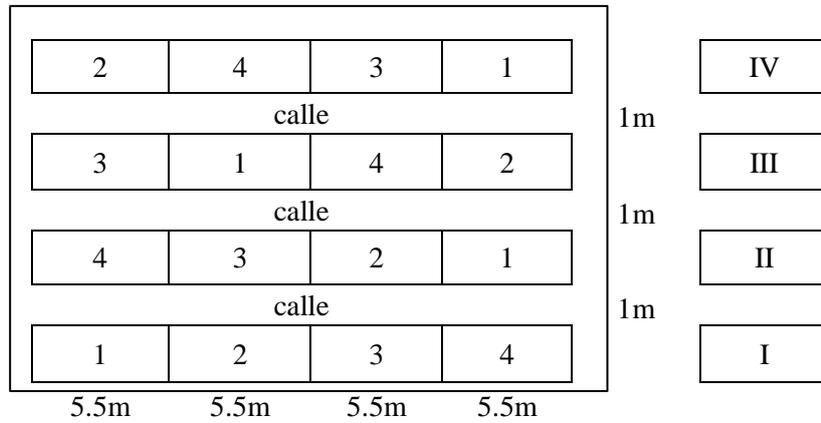
ρ_i = el verdadero efecto i – ésima población.

ϵ_{ij} = El verdadero efecto de la unidad experimental en j – ésimo bloque que está sujeto Del i – ésimo población (error experimental).

• **Características del diseño experimental**

Número de parcelas/repetición	: 04
Número total de parcelas	: 16
Número de variedades	: 01
Número de repeticiones	: 04
Ancho de calles	: 1.0 m
Número de calles	: 03
Largo de los surcos	: 5.5 m
Distancia entre surcos	: 0.80 m.
Distancia entre golpes	: 0.5 m.
Número de surcos por unidad experimental	: 10
Área de cada unidad experimental	: 44 m ²
Área del experimento (total)	: 770 m ²
Área neta del experimento	: 704 m

3.4.11. Distribución de tratamiento en el campo experimental



leyenda	
1	EM + E
2	EM + 20 P
3	Testigo
4	Abono químico

Tratamientos

- Tratamiento 1 (T1): EM y E se aplicó el tratamiento 1 a la emergencia del cultivo (7 días después de la siembra).
- El tratamiento 2 (T2): EM + 20P se aplicó el tratamiento 20 días después de la siembra,
- Tratamiento 3 (T3): Testigo
- Tratamiento 4 (T4): abonamiento químico N - P₂O₅ - K₂O, 90 - 45 - 45 (Urea, Fosfato di amónico y Cloruro de potasio)

3.5. Análisis de varianza

Tabla 3.

Análisis de varianza para el diseño en bloques completos randomizados.

F.V.	G.L.	C.M.E.
Repeticiones	r-4	$\sigma^2 + p \sum_j (B_j)^2 l(r-4)$
Tratamientos	t-4	$\sigma^2 + r \sum_i (t_i)^2 l(t-1)$
Error	(t-1) (r-1)	σ^2
Total	tr - 1	

Hipótesis

a) Respecto a los tratamientos

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_{10}$$

Ha: Al menos la media de un tratamiento es diferente

3.6. Manejo del Software IBM SPSS versión 2.5

El Software es importante para la obtención de los resultados estadísticos, resultados de varianzas, para las pruebas de homogeneidad de varianzas, prueba de medias, para realizar el análisis estadístico individual, análisis estadístico combinado, igualmente para las pruebas de Duncan.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Promedio de rendimiento de maíz

Tabla 4.

Promedio de rendimiento en kg ha⁻¹ de maíz amiláceo INIA 603, en función a los tratamientos.

Tratamiento	Descripción	Repetición				Total	Promedio (kg ha ⁻¹)
		I	II	III	IV		
T1	EM y E	1790.1	2296.8	2142.9	2367.9	8597.7	2149.43
T2	EM + 20 P	2993.7	2157.9	2045.7	1659.0	8856.3	2214.08
T3	TESTIGO	1205.1	1446.1	1325.6	1205.1	5181.9	1295.48
T4	ABONAMIENTO QUÍMICO	3409.7	2330.9	3209.9	2144.4	11094.9	2773.73

La tabla 5 muestra el promedio de los 4 tratamientos en evaluación, donde evidencia la superioridad del T4 con 2773.73 kg ha⁻¹ seguido por T2 con 2214.08 kg ha⁻¹ luego el T1 con 2149.43 kg ha⁻¹ y por último el T3 (testigo) 1295.48 kg ha⁻¹.

4.2. Análisis de varianza

Los datos en (kg ha⁻¹) del presente estudio se hizo según DBCA (Diseño de Bloque Completamente al Azar) con un nivel de significancia de 0.05. Para la prueba de comparación múltiple se utilizó Duncan. La hipótesis planteada en los experimentos fue que al menos un tratamiento presenta efectos en el incremento del rendimiento en kg ha⁻¹

Tabla 5.

Análisis de varianza para el rendimiento en kg ha⁻¹ de la variedad de maíz amiláceo INIA 603.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculada	Sig.
Tratamientos	4,465,417,860	3	1,488,472,620	7,528*	,004*
Dentro de grupos	2,372,824,370	12	197,735,364		
Total	6,838,242,230	15			

CV: 30%

R²: 0.27

Significativo (*), altamente significativo (**), no significativo (NS).

El análisis estadístico tabla (6) indica que es significativo estadísticamente, valor ($p=0.004 < \alpha=0.05$) para la fuente de variación tratamientos, el cual nos indica que existe diferencias reales entre los promedios de rendimiento de los tratamientos evaluados.

El coeficiente de variación (30 %) resulta un tanto elevado, pero no limita continuar con la interpretación de los resultados, dado que el experimento se realizó en condiciones de campo abierto (Vásquez, 1990)

4.3. Prueba Duncan

Tabla 6.

Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para rendimiento en kg ha^{-1} de la variedad de maíz amiláceo INIA 603.

Tratamiento	Repetición	Rendimiento (kg ha^{-1})	DUNCAN
ABONAMIENTO QUÍMICO	4	2773.72	a
EM + 20 P	4	2214.07	a
EM y E	4	2149.42	a
TESTIGO	4	1295.47	b

La prueba de rango múltiple Duncan con $\alpha=0.05$ que se muestra en la (tabla 7), nos indica que el mejor comportamiento en rendimiento lo obtuvo el T4 con $2773.73 \text{ kg ha}^{-1}$ sin embargo no es estadísticamente significativo (\neq) con T1 y T2, pero si con el testigo el cual obtuvo un rendimiento de $1295.47 \text{ kg ha}^{-1}$.

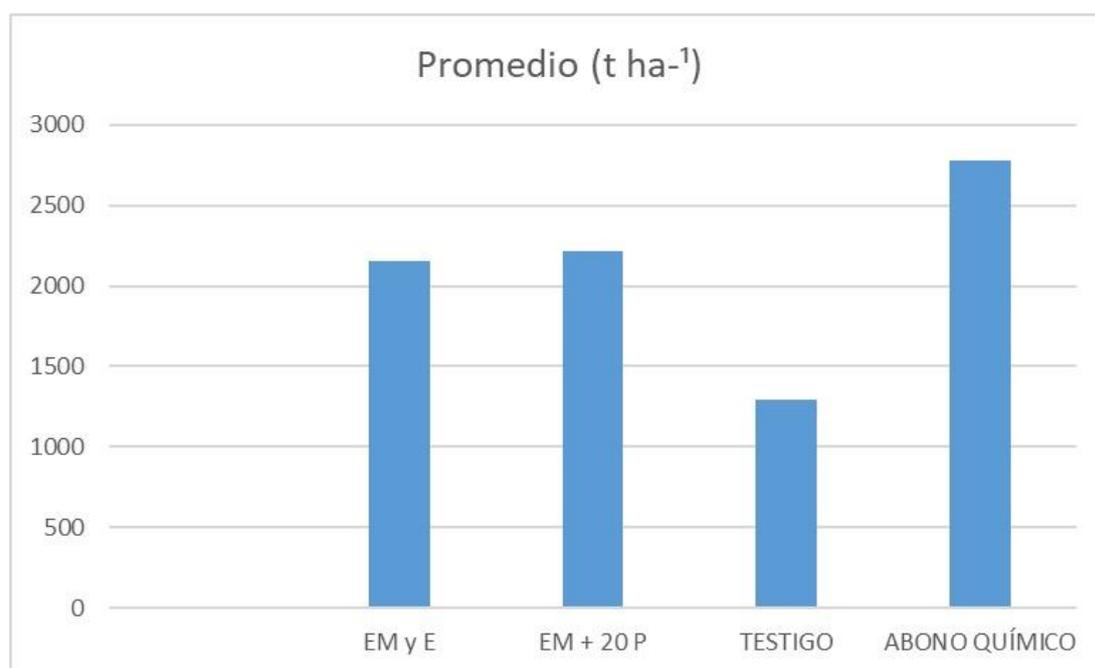
Podemos decir entonces que el abonamiento químico, EM + 20 P y EM y E, tienen efectos similares en el rendimiento de maíz.

Los resultados obtenidos son inferiores en rendimiento a los reportados por Flores (2022) que en su trabajo de investigación denominado Microorganismos eficientes en la producción del maíz morado (*Zea mays* L), investigación que fue ejecutado en el INIA estación experimental agraria Donoso, en Huaral, Lima, Perú en el periodo agrícola 2019 - 2020. El cual tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de tres dosis de microorganismos eficientes en la fenología y rendimiento del maíz morado (*Zea mays* L) analiza el resultado de tres niveles de aplicación de microorganismos eficientes (EM) en la producción de grano y tusa del maíz morado (*Zea Mays* L.), Se aplicaron tres

tratamientos: T1= 01 L. EM, T2= 03 L. EM, T3 = 06 L EM y uno control 00 L. EM, con cuatro replicas en un diseño experimental, de bloques completamente aleatorizado (DBCA). Los resultados concluyen que las dosis de EM aplicados al maíz morado variedad PMV 581, tienen un efecto estadísticamente significativo ($p\text{-value} < 0.05$) en el rendimiento de grano con valores para el control de $3.54 \pm 0.77 \text{ t ha}^{-1}$, con incrementos en el (T1) a $5.05 \pm 0.54 \text{ t ha}^{-1}$, en el (T2), con $5.64 \pm 0.33 \text{ t ha}^{-1}$ y el (T3) con $6.53 \pm 0.77 \text{ t ha}^{-1}$. En los resultados de producción de tusa es similar logrando resultados para el (control) $1.09 \pm 0.24 \text{ t ha}^{-1}$, incrementando en el (T1) $1.26 \pm 0.27 \text{ t ha}^{-1}$, en el (T2) $1.45 \pm 0.28 \text{ t ha}^{-1}$ y el (T3) con $1.74 \pm 0.30 \text{ t ha}^{-1}$. y se concluye que, si hay efecto en el rendimiento de grano y tusa de maíz morado, dando como resultado que el (T3) = 06 L EM, logro mejor rendimiento medio en granos y tusa de maíz morado, frente al tratamiento control.

Figura 2.

Promedio en el rendimiento en t ha^{-1} de la variedad de maíz choclero INIA 603 en función a los tratamientos en estudio



La figura 2, nos muestra objetivamente, la superioridad de los tratamientos abonamiento químico, EM + E y EM + 20 P; superando al testigo. Lo cual significa que, si hay beneficio por la aplicación de los microorganismos, en la siembra o a los 20 días después de la misma.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. El mejor rendimiento de maíz amiláceo INIA 603 es el que se obtuvo al aplicar el tratamiento con abonamiento químico para completar la dosis de N - P₂O₅ - K₂O en estudio con un resultado de 2773.73 kg ha⁻¹.
2. En los dos tratamientos con Microorganismos Eficientes el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento fue el tratamiento 2 EM + 20P aplicados a los 20 días después de la siembra con 2214.08 kg ha⁻¹, a diferencia del que fue aplicado a la emergencia de planta EM + E con 2149.50 kg ha⁻¹

Recomendaciones

Se recomienda repetir el estudio en otras condiciones ambientales, con la finalidad de contar con más información del efecto de los microorganismos eficaces.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrodataperu (2020). Exportaciones Agropecuarias Perú. Recuperado el 17 de marzo de 2020 de <https://www.agrodataperu.com/exportaciones>
- APNAN. (2003). Red de Agricultura natural para la Región Asia/Pacífico. Manual de Aplicación J. Micorrizas. En: Biología vegetal. Libro de investigación y Ciencia. Prensa científica: España. 100 pp.
- Barea, J. (1988). Impacto de las micorrizas en la calidad del suelo y la productividad vegetal y espacios naturales. Recuperado de: <https://www.bashanfoundation.org>
- BELLAPART V., CARLOS. 1996. Nueva agricultura biológica Madrid, España. Ed. Mundi-Prensa. 76 77p.
- Biosca, A. (2001). Qué son los microorganismos eficientes recuperado de: <http://es.answers.yahoo.com/question/index>
- CAMASCA, A. 1994. Horticultura práctica. CONCYTEC, primera ed. Ayacucho, Perú.
- Catalán, W. 2012. Guía técnica "Manejo integrado en el cultivo de maíz amiláceo" Cusco, Perú. OAEPS-UNALM y Agrobanco. 30 p.
- Carbonelli, Z. 2021. Microorganismos eficientes en la fenología y rendimiento del maíz morado (*Zea mays* L.) en Huaral- Lima. 229 p.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 2004. Etapas de crecimiento del maíz. México. (En línea). Disponible en <http://maizedoctor.cimmyt.org/index.php/es/empezando/9?task=view>.
- Correa, M. s.f. Microorganismos Eficaces (en línea). Okinawa, JP. Consultado 27 dic. 2005. Disponible en <http://www.fundases.com/emos.html>
- Chauca, V. (2014). Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces sobre la calidad de compost de residuos orgánicos de mercados de Sapallanga-Huancayo. tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Estación Experimental Baños del Inca – INIA – Cajamarca. (2007). Siembra de Variedades Mejoradas de Maíz.
- FAO 2017. Composición química y valor nutritivo del maíz. En: el maíz en la nutrición humana (colección FAO: alimentación y nutrición N° 25). Disponible a partir de: <http://www.fao.org/docrep/018/i1466e/i1466e.pdf>. Consultado 2022 14 de abril.
- Fernández, M. (2008). Aplicación del EM - 1 en diferentes cultivos Suing Agro y NUTRIKALC PLUS. 150 pp.

- Flores, N. (2022). investigación Microorganismos eficientes en la producción del maíz morado (*Zea mays* L) – Perú 6 p.
- Fundación de Asesorías para el Sector Rural Ciudad de Dios. FUNDASES, (2014), Principales microorganismos EM.Tecnología EM., Recuperado el 25 de febrero de 2022 de <http://www.fundases.net/#!biotecnologas/c24wy>
- FUNDASES. (2008). (Fundación de Asesorías para el Sector Rural) Y EMRO (EM-Research Organization) – JAPÓN. Manual Modo de acción de los microorganismos eficaces. 55 pp.
- Gruneber, P.H. 1966. “Nutrición y Fertilización del Maíz”. Boletín N° 9, Alemania. 46 pág.
- GUERRERO, J. 1993. Abonos orgánicos: tecnología para el manejo ecológico de suelos. Lima, s.e.250 p.
- Hurtado, M. (2001). ¿Qué son microorganismos eficientes? Recuperado de <http://es.answers.yahoo.com>
- IDIAF. (2009). Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales 2009. Beneficios de los microorganismos eficientes en la agricultura.: <http://www.idiaf.org.do/noticias/detallemain.php?recordID=971>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2020). Manual Técnico del cultivo de Maíz Amarillo Duro Lima, Perú. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/1057>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. (2021). Manual de producción de maíz amiláceo. Estación experimental agraria. Baños del Inca –. Cajamarca.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2004). Maíz INIA 603 Choclero, nueva variedad para una producción rentable. Estación Experimental Agraria Baños del Inca - Cajamarca. Plegable s/n. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/717>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. (2007). Manual del cultivo de Maíz en la Sierra Norte del Perú. Estación experimental agraria. Baños del Inca –. Cajamarca.
- LAMPKIN, N. 2001. Agricultura ecológica. México, Ed. Mundi-Prensa. 235p
- Llanqui, A. (2019). “Efecto de microorganismos eficientes (EM) en la asimilación del Fosforo en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.)” – Perú. 110p.
- Manrique, CH. A. (1997). El maíz en el Perú. 1Edición Editorial EDIGRAF. Lima – Perú. 344 p.
- Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI. Sistema Integrado de Estadística Agraria – SIEA. (2021). Calendario de siembras. Recuperado de <https://siea.midagri.gob.pe/portal/calendario>
- Montoro, P. (2007). Efecto de tres niveles de EM microorganismos eficaces en el rendimiento de cultivo de espinaca (*Spinaceae oleracea* L.) – Perú. 72 p

- Núñez, H. G. (1993). Producción, ensilaje y valor nutricional del maíz para forraje. In: El maíz en la década de los 90. Primer Simposium Internacional. Memorias. Zapopan, Jalisco. 1993. pp. 305-309.
- Ñaupari, E. (2015). Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (ME) en cultivo de *Zea mays* L. (Maíz amarillo duro) en la zona de Satipo. – Perú. 63 p.
- Reyes C., P. 1990. El Maíz y su cultivo. Primera Edición. AGT Editor S.A México 460 P.
- Risco, M. 2007. Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho. Solid -Perú. 88 p.
- Rochina, F. (2020). Efecto de concentraciones de humus y microorganismos eficientes (EM) aplicados al suelo, en la producción de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Simón Bolívar. – Ecuador. 57 p.
- Sánchez, R. 1985. Abonos orgánicos y lombricultura. Lima, Edit. Servilibros. 60 p.
- Silva, M. (2009). Microbiología General. Recuperado de: <http://microbiologiageneral.blogspot.com/2009/05/microorganismoseficientes.html>
- Suquilanda, M. 1996. Agricultura orgánica. Quito, Edit. Fundación para el Desarrollo Agropecuario. 654 p.
- Takhtajan, A (1980). Outline of classification of flowering plants (Magnoliophyta). The Botanical Review. New York, Estados Unidos. 46: 225 – 226, 316 – 318.
- Tapia, M. y Fries, A. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. LimaPerú .209 p. Primera Edición. Buenos Aires, Argentina.
- Wild, A. (1996). Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Rusell. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 186 pp.
- Sanchez, C.H. 1976. Variedades mejoradas del maíz para el valle de Motupe. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. APROSECEN. 9 p.
- Torres, C. 2005. Nutrimientos esenciales en los cultivos funciones y efectos. Guatemala.
- Vásquez, A. 2019 “Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) en tres localidades del distrito de Cutervo, 2016-2017”. Revisado. https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/5019/V%C3%A1squez_Aguilar_Atilano.pdf?sequence=5&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1: Libro de campo

Tabla 7: Datos tomados en evaluaciones de campo

PARCELA	DESCRIPCIÓN	Trt	Rep	FLORACIÓN				ALTURAS		ACAMES		No. Ptas	Peso de campo	Humedad	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Prolif. (No. Mza/Pl)	PPP (%)	No. De Mazorcas
				Femenina		Masculina		Planta	Mazorca	Raiz	Tallo							
				Fecha	Días	Fecha	Días											
101	EMS y E	1	1	18-Mar	106	10-Mar	98	2.5	1.25	2	0	85	15.12	44	1790.1	1.08	13.93	92
102	QUÍMICO	4	1	17-Mar	105	12-Mar	100	2.89	1.36	3	0	100	25.6	37	3409.7	1.27	13.36	127
103	EMS 20 P	2	1	18-Mar	106	12-Mar	100	2.51	1.39	3	3	85	24	41	2993.7	1.38	16.77	117
104	TESTIGO	3	1	30-Mar	118	12-Mar	100	2.52	1.33	5	0	70	10	43	1205.1	1.19	19.20	83
201	QUÍMICO	4	2	26-Mar	114	08-Mar	96	2.65	1.38	3	0	74	17.5	37	2330.9	1.31	17.46	97
202	EMS y E	1	2	21-Mar	109	09-Mar	97	2.51	1.15	2	0	57	19.4	44	2296.8	1.51	14.85	86
203	EMS + E + 20P	2	2	20-Mar	108	09-Mar	97	2.58	1.31	3	1	64	17.3	41	2157.9	1.45	11.44	93
204	TESTIGO	3	2	15-Mar	103	10-Mar	98	2.51	1.29	1	0	100	12	43	1446.1	0.99	11.33	99
301	TESTIGO	3	3	16-Mar	104	09-Mar	97	2.35	1.15	8	0	95	11	43	1325.6	1.07	21.22	102
302	EMS y E	1	3	16-Mar	104	08-Mar	96	2.6	1.1	4	0	74	18.1	44	2142.9	1.32	9.81	98
303	QUÍMICO	4	3	24-Mar	112	10-Mar	98	2.51	1.36	8	0	101	24.1	37	3209.9	1.21	12.05	122
304	EMS + E + 20P	2	3	30-Mar	118	08-Mar	96	2.57	1.23	3	1	60	16.4	41	2045.7	1.40	13.70	84
401	EMS y E	1	4	26-Mar	114	10-Mar	98	2.68	1.41	0	2	48	20	44	2367.9	2.23	19.47	107
402	QUÍMICO	4	4	29-Mar	117	12-Mar	100	2.66	1.47	3	1	70	16.1	37	2144.4	1.24	12.81	87
403	TESTIGO	3	4	22-Mar	110	09-Mar	97	2.27	1.12	0	2	60	10	43	1205.1	1.00	13.22	60
404	EMS + E + 20F	2	4	19-Mar	107	09-Mar	97	2.27	1.05	1	0	56	13.3	41	1659.0	1.32	11.31	74

Anexo 2: Datos estadísticos

Figura 5:

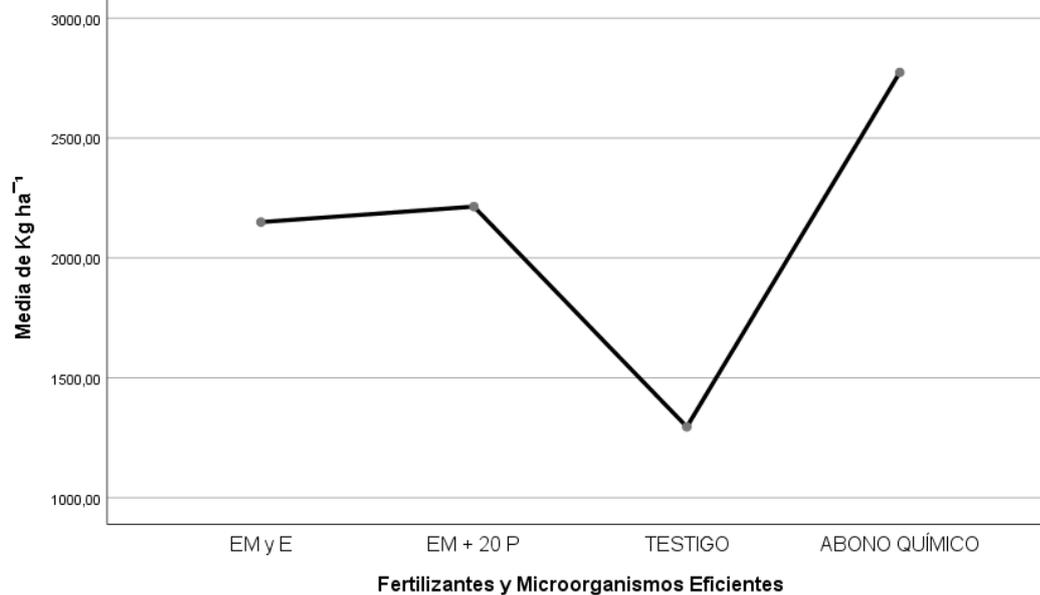


Tabla 8: Resumen de procesamiento de datos en IBM SPSS

Descriptivos

Fertilizantes y Microorganismos Eficientes		Estadístico	Dev. Error			
Kg ha ⁻¹	EM y E	Media	2149,4250	128,64931		
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1740,0055		
			Límite superior	2558,8445		
		Media recortada al 5%	2157,2500			
		Mediana	2219,8500			
		Varianza	66202,583			
		Desv. Desviación	257,29863			
		Mínimo	1790,10			
		Máximo	2367,90			
		Rango	577,80			
		Rango intercuartil	471,83			
		Asimetría	-1,282	1,014		
		Curtosis	1,270	2,619		
		EM + 20 P		Media	2214,0750	280,98475
				95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1319,8561
Límite superior	3108,2939					
Media recortada al 5%	2201,6000					
Mediana	2101,8000					
Varianza	315809,722					
Desv. Desviación	561,96950					
Mínimo	1659,00					
Máximo	2993,70					
Rango	1334,70					
Rango intercuartil	1029,08					
Asimetría	1,119			1,014		
Curtosis	2,047			2,619		
TESTIGO				Media	1295,4750	57,68498
				95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1111,8956
		Límite superior	1479,0544			
		Media recortada al 5%	1292,1278			
		Mediana	1265,3500			
		Varianza	13310,229			
		Desv. Desviación	115,36997			
		Mínimo	1205,10			
		Máximo	1446,10			
		Rango	241,00			
		Rango intercuartil	210,88			
		Asimetría	,855	1,014		
		Curtosis	-1,289	2,619		
		ABONO QUÍMICO		Media	2773,7250	314,49123
				Límite inferior	1772,8736	

95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	3774,5764	
Media recortada al 5%		2773,3556	
Mediana		2770,4000	
Varianza		395618,922	
Desv. Desviación		628,98245	
Mínimo		2144,40	
Máximo		3409,70	
Rango		1265,30	
Rango intercuartil		1168,73	
Asimetría		,011	1,014
Curtosis		-5,086	2,619

Imagen 1: Resultados de Análisis de Suelo de Laboratorio

Estación Experimental Agraria Baños del Inca

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

Nombre : **PI SUELOS**

Procedencia: **BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA**

Fecha: **19/10/2021**

NOMBRE Y UBICACIÓN PARCELA

Parcela	Laboratorio	Longitud	Latitud	msnm	Tipo de Análisis
Sede BI	Varios				Fertilidad

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS

Descripción	Codigo del Laboratorio	pH	Al	M.O.	P	K	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textura
			mg/100g	%	ppm	ppm	%	%	%	
Lote 1	SU0831-EEBI-21	6,0	--	5,32	30,52	280				
Lote 2	SU0832-EEBI-21	6,1	--	3,36	10,49	285				
Lote 3A	SU0833-EEBI-21	6,1	--	3,53	16,22	290				
Lote 3B	SU0834-EEBI-21	6,2	--	3,28	11,45	295				
Lote 4A	SU0835-EEBI-21	5,5	--	2,10	19,55	255				
Lote 4B	SU0836-EEBI-21	6,8	--	3,02	15,74	320				
Lote 4C	SU0837-EEBI-21	6,3	--	2,91	8,59	295				
Lote 5A	SU0838-EEBI-21	6,2	--	2,44	22,42	290				
Lote 5B	SU0839-EEBI-21	6,0	--	2,38	17,65	280				
Lote 5C	SU0840-EEBI-21	6,4	--	2,91	10,02	300				

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a sembrar: **Maiz**

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
Lote1	90	45	45								

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES :

Jr. WIRACÓCHA SIN BAÑOS DEL INCA CAJAMARCA
T: 076348386
Email: binca@inia.gob.pe
www.minagri.gob.pe

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA
Estación Experimental Agraria Baños del Inca
Ing. Juan Enrique Churruarín
LABORATORIO DE SUELOS



BICENTENARIO
PERÚ 2021

Anexo 3: Labores agronómicas en el cultivo de maíz amiláceo.

1



2



3



4



Foto 1: Fertilización a base de NPK y Microorganismos Eficientes

Foto 2: Desahije de la variedad de maíz INIA 603 - Choclero

Foto 3 y 4: Toma de dato de altura de planta y mazorca

Fotos: Piña D. P.C

5



6



7



8



Foto 5: Evaluación de floración.

Foto 6: Aplicación de aceite doméstico para control de *Helicoverpa zea*.

Foto 7: Cosecha en R6 (madurez fisiológica) de 4 tratamientos.

Foto 8: Secado en almacén del Programa Nacional de maíz (INIA)

Fotos: Valladares V. P

9



10



11



12



Foto 9: Cosecha del tratamiento 1 - ME + E
Foto 10: Cosecha del tratamiento 2 - ME + 20 P
Foto 11: Cosecha del tratamiento 3 - testigo
Foto 12: Cosecha del tratamiento 4 - químico

Fotos: Cabrera C. M

Anexos 4: Producto de Microorganismos Eficaces.

13

Suelos sanos para una vida sana

¿QUÉ ES LA TECNOLOGÍA EM® ?



Dr. Teruo Higa

El **EM® (Microorganismos Eficaces®)** es una mezcla de diferentes tipos de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos. La Tecnología **EM®** fue desarrollada en la década de los años ochenta por el Dr. Teruo Higa en Okinawa Japón.

Actualmente la tecnología **EM® (Microorganismos Eficaces®)**, es usado en mas de 143 países en todo el mundo; como una alternativa sostenible al uso de agroquímicos.

¿POR QUÉ USAR TECNOLOGÍA EM® ?

- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Optimiza el crecimiento de las plantas y previene la presencia de plagas y enfermedades.
- Acelera la descomposición natural de la materia orgánica.
- Es una solución auténtica, económica, fácil de usar y 100% orgánica certificada .

CONTENIDO



Bacterias Ácido Lácticas
(*Lactobacillus spp.*)



Levaduras
(*Saccharomyces spp.*)



Bacterias Fotosintéticas
(*Rhodospseudomonas spp.*)

“Deje que nuestros microorganismos trabajen para usted”



Lactobacillus spp.
Saccharomyces spp.
Rhodospseudomonas spp.

Síguenos:
 EM-Microorganismos Eficaces Perú
 PROEM1 Probiótico


 J. Nicolás Alcázar N°764,
 Pucallpa, Loreto, Lima
 051448121 / 043003740 / 962086964
 01-4020328
 administracion@bioem.com.pe
 www.bioem.com.pe | www.emorgan.com

Producto aprobado para su uso en agricultura orgánica.



Dr. Higa's Original
EM-1®
Microorganismos Eficaces®

EM 1® es un inoculante biológico, elaborado a base de microorganismos con acción simbiótica. El contacto con este producto no afecta al ambiente ni a la salud de las personas o animales.

ACTIVACION

Los microorganismos en **EM-1®** se encuentran concentrados y en estado de latencia, actívalos antes de usarlo:

1. Mezclar 1 litro de melaza (1%) en 18 litros de agua (99%) y agregar 1 litro de **EM-1®** (5%).
2. Colocar la mezcla en un envase plástico, limpio y con tapa que permita su cierre hermético (sin aire).
3. Dejar fermentar la mezcla bajo sombra entre 5 a 7 días.

1 litro de **EM-1®** rendirá 20 litros de **EM-1® Activado (EMA)**.
 Debe usarse antes de los 30 días de activado.

DOSIS

- 1 litro de **EM-1® Activado** por bomba de fumigación de 20 litros.
- 10 litros de **EM-1® Activado** por cilindro de 200 litros.

FRECUENCIA DE APLICACION

- Se recomienda hacer aplicaciones semanales según las necesidades del cultivo.

MODO DE APLICACION

- Aplicar con bomba de fumigación.
- Lavar bien los equipos previos al uso; para evitar residuos de agroquímicos.

BENEFICIOS

- Promueve el desarrollo foliar y la óptima floración y fructificación de los cultivos.
- Incrementa la capacidad fotosintética de la planta.
- 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 los suelos.

COMPATIBILIDAD

- Puede mezclarse con fertilizantes y adherentes.
- Para mezclas con herbicidas e insecticidas consultar con nuestro equipo técnico.

14



Foto 13: Ficha técnica del producto Microorganismos Eficaces utilizados
 Foto 14: Microorganismos Eficaces de 20 litros

Fotos: Cabrera C. M



Foto 15: Variedad INIA 603 – Choclero expuesta en la “XXIV Reunión Latinoamericana de Maíz”

Fotos: Cabrera C. M