

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
AGRONOMÍA**



**“MÉTODOS DE INOCULACIÓN DE DOS CEPAS DE
Azospirillum sp EN PLANTAS DE MAIZ MORADO (*Zea mays*
L.) EN HUANTA A 2650 msnm”**

**Tesis para obtener el Título Profesional de:
INGENIERA AGRÓNOMA**

**Presentado por:
Melina Herminia ESCALANTE MALCA**

**AYACUCHO - PERÚ
2014**

Tesis
Ag 1085
Esc
Ej-1

**“MÉTODOS DE INOCULACIÓN DE DOS CEPAS DE *Azospirillum*
sp. EN PLANTAS DE MAIZ MORADO (*Zea mays* L.) EN HUANTA
A 2650 msnm”**

Recomendado : 18 de agosto de 2014
Aprobado : 18 de setiembre de 2014

M. Sc. MARILENI CERDA GÓMEZ
Presidente del Jurado

Dra. NERY L. SANTILLANA VILLANUEVA
Miembro del Jurado

Mg. ROBERTA ESQUIVEL QUISPE
Miembro del Jurado

M. Sc. ALEJANDRO CAMASCA VARGAS
Miembro del Jurado

Dr. ROMULO AGUSTIN SOLANO RAMOS
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

A la creación divina, por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hizo realidad este sueño anhelado.

A mis padres, porque creyeron en mí y sacarme adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ellos, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera.

A mí amado hijo Mario por ser fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y luchar a cada instante.

A mi hermano Kevin por su apoyo en no dejarme decaer para seguir adelante y con perseverancia y cumpliera con mis ideales.

A las personas que han formado parte de mi vida profesional, por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida; y darles las gracias por formar parte mía y habérmelo brindado en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Máter, fuente de sabiduría y enseñanza; por haberme brindado la oportunidad para lograr mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía; por haberme brindado una formación integral y a los docentes que contribuyeron en mi carrera profesional.

A la Dra. Nery Santillana Villanueva por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia profesional, paciencia y motivación han hecho posible la culminación del presente trabajo de investigación.

A mis padres, por su sacrificio que me dieron la posibilidad de terminar con mis estudios profesionales y apoyarme de múltiples formas durante el desarrollo de la presente tesis, asimismo por su constante estímulo y enseñarme a superar los obstáculos con alegría, y perseverancia.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	03
1.1 CULTIVO DE MAÍZ	03
1.1.1 Origen y distribución geográfica	03
1.1.2 Clasificación del maíz	04
1.1.3 Ubicación taxonómica	07
1.1.4 Característica morfológica	07
1.1.5 Labores culturales	12
1.1.6 Control de plagas	21
1.1.7 Control de enfermedades	23
1.1.8 Composición química del grano del maíz	25
1.1.9 El maíz morado	26
1.2 <i>Azospirillum</i>	27
1.2.1 Definición	27
1.2.2 Mecanismos de acción de <i>Azospirillum sp</i> sobre el crecimiento vegetal	28
1.2.3 Fijación de nitrógeno	29
1.2.4 Efectos hormonales de <i>Azospirillum sp</i> en las plantas	33
1.2.5 Efecto de <i>Azospirillum sp</i> sobre las plantas	33
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	35
2.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	35
2.2. ANTECEDENTES DEL TERRENO	35
2.3. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO	36
2.4. CONDICIONES METEREOLÓGICAS	36
2.5. MATERIAL VEGETAL	37

2.6.	TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	37
2.7.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	40
2.8.	METODOLOGÍA	40
2.8.1	Diseño Experimental	40
2.9.	DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	41
2.10.	CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	42
2.11.	VARIABLES EVALUADAS	45
2.12.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	49
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		50
3.1.	FACTORES DE PRECOCIDAD	50
3.2.	FACTORES DE RENDIMIENTO	52
3.3.	ANÁLISIS ECONÓMICO	68
3.3.1	Mérito Económico	68
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		70
4.1.	CONCLUSIONES	70
4.2.	RECOMENDACIONES	71
RESUMEN		72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		73
ANEXO		76

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1:	Composición físico - químico del grano y la coronta del maíz morado (variedad morado canteño)	26
CUADRO N° 2:	Composición físico –químico proximal	26
CUADRO N° 3:	Análisis físico químico del suelo de Espíritu Santo Huanta	36
CUADRO N° 4:	Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2011 – 2012. Estación meteorológica de SENAMHI – Huanta.	38
CUADRO N° 5:	ANVA de los estados fenológicos de las variables de precocidad en los diferentes tratamientos en el cultivo de maíz morado. Huanta 2627 msnm	50
CUADRO N° 6:	cuadros medios del análisis de variancia para los factores de rendimiento de maíz morado. Huanta 2627 msnm.	54
CUADRO N° 7:	Análisis económico de la rentabilidad por tratamientos	69
CUADRO N° 8:	Días a la floración masculina	77
CUADRO N° 9:	Días a la floración femenina	77
CUADRO N° 10:	Días a la madurez fisiológica	77
CUADRO N° 11:	Altura de planta	78
CUADRO N° 12:	Altura de mazorca	78
CUADRO N° 13:	Número de mazorcas por planta	78
CUADRO N° 14:	Longitud de mazorca	78
CUADRO N° 15:	Diámetro de mazorca	79
CUADRO N° 16:	Número de hileras por mazorca	79
CUADRO N° 17:	Número de granos por mazorca	79
CUADRO N° 18:	Diámetro de coronta	79
CUADRO N° 19:	Peso de coronta	80
CUADRO N° 20:	Peso de 1000 semillas	80
CUADRO N° 21:	Índice de tinción	80
CUADRO N° 22:	% MS de la planta	80
CUADRO N° 23:	% MS de la mazorca	81
CUADRO N° 24:	Rendimiento de mazorca al 14 % H	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1:	Balance diagrama ombrotérmico de temperatura vs precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña 2011 – 2012, registrado en la estación meteorológica de SENAMHI – Huanta	39
GRÁFICO N° 2:	Histograma de la altura de planta	53
GRÁFICO N° 3:	Histograma de la altura de mazorca superior	55
GRÁFICO N° 4:	Histograma del número de mazorcas por planta	56
GRÁFICO N° 5:	Histograma de longitud de mazorca	57
GRÁFICO N° 6:	Histograma de diámetro de mazorca	58
GRÁFICO N° 7:	Histograma de número de hileras por mazorca	59
GRÁFICO N° 8:	Histograma de número de granos por mazorca	60
GRÁFICO N° 9:	Histograma de diámetro de tusa o marlo	61
GRÁFICO N° 10:	Histograma para peso de la tusa	62
GRÁFICO N° 11:	Histograma del peso de 1000 semillas	63
GRÁFICO N° 12:	Histograma del índice de tinción	64
GRÁFICO N° 13:	Histograma de materia seca de la planta	65
GRÁFICO N° 14:	Histograma de materia seca de la mazorca	65
GRÁFICO N° 15:	Histograma de rendimiento de mazorca	67

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N° 1:	Croquis del campo experimental	42
--------------	--------------------------------	----

PANEL DE FOTOGRAFÍAS

FOTO N° 1.	Evaluación de la altura de la mazorca	82
FOTO N° 2.	Picado de la planta para posteriormente ser secado en estufa	82
FOTO N° 3.	Planta y mazorca después de ser secados a estufa	82
FOTO N° 4.	Obtención de peso de la mazorca	82
FOTO N° 5.	Obtención de peso de la planta después de ser secado a la estufa	82
FOTO N° 6.	Obtención de peso de 100 semillas	83
FOTO N° 7.	Muestra de mazorcas de maíz morado	83

INTRODUCCIÓN

El maíz morado (*Zea mays* L.) es un cultivo constituido por tusa y grano de un color negruzco, por lo que algunos lo llaman maíz negro. Su contenido en pigmento antociánico (cianidina-3- b-glucosa) importante para la salud, se encuentra en mayor cantidad en la coronta o tusa.

El mercado nacional es el principal demandante de maíz morado, con preferencia a 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 la coronta para darle valor agregado. A nivel de subproductos exportables la coronta de maíz morado constituye el 26.3% del total de exportaciones de maíz morado y derivados, cuya demanda es por sus propiedades como colorante natural, en la industria de alimentos y bebidas, asimismo por su aplicación farmacéutica, por su alto contenido de antocianina. Le sigue en importancia, las exportaciones de concentrado de maíz morado (10% del total de exportación), extracto de maíz morado (6.2%) y jugo (4.5%).

Las exportaciones de maíz morado y derivados se encuentran altamente concentradas en dos países: EE.UU. (con el 54.2% del total en 2006) y Japón (32.2%); países que además de ser grandes en la economía del orbe, concentran gran cantidad de residentes peruanos. En el año 2006, España participó del 7.3% mostrando dinamismo al incrementar sus compras en 50.6%.

En la actualidad existe una demanda de producción de alimentos que utilice tecnologías menos contaminantes para el ambiente, la cual incluye la reducción del uso de fertilizantes químicos y búsqueda de alternativas a través de microorganismos benéficos para las plantas. Las bacterias del género *Azospirillum sp* son fijadoras de nitrógeno de vida libre que viven asociados con la rizósfera, caulósfera y filósfera de plantas de interés agrícola, son también productores de fitohormonas como la auxina (AIA), que causa cambios morfológicos en la raíz, y está relacionado con la absorción de minerales. Se ha demostrado que estas bacterias incrementan el desarrollo vegetal y promueven el rendimiento de cultivos en diferentes tipos de suelos.

Por las razones expuestas se ha realizado el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar diferentes métodos de inoculación de dos cepas de *Azospirillum sp* en plantas de maíz morado en Huanta a 2650 msnm.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto del tipo de soporte para *Azospirillum sp*.
- Evaluar el efecto de 2 cepas de *Azospirillum sp* en el crecimiento y rendimiento de maíz morado.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 CULTIVO DE MAÍZ

1.1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El maíz surgió aproximadamente entre los años 800 y 600 AC en México y América central, hoy en día su cultivo está difundido en diferentes países. Su origen no está muy claro pero se considera que es un cultivo de la zona de México, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron allí.

El ecosistema que dio lugar al maíz era de invierno seco estacional en alternancia con lluvias de verano y en una región montañosa, de cuevas empinadas y sobre roca caliza. Las propiedades anteriores también describen el área mayor ocupada por el género *Tripsacum*. Las tres vistas ampliamente sostenidas acerca del origen de maíz explican que provenía de:

- 1) Una forma de maíz silvestre
- 2) Un teocintle silvestre
- 3) Un antepasado desconocido (ni maíz silvestre ni teocintle).

Cada teoría deduce su evidencia apoyándose en diferentes campos de investigación, desde la arqueología, los análisis bioquímicos, isoenzimáticos y moleculares, así como los citogenéticos, morfológicos y taxonómicos. Durante los años 70, la idea más aceptada era la del maíz silvestre como ancestro de la forma doméstica. Sin embargo, en los años 80 la teoría más sostenida en este sentido es la del teocintle como progenitor del maíz. En la actualidad, aún el origen del maíz no se encuentra dilucidado y existen amplias investigaciones en este sentido.

De acuerdo con otros planteamientos; **LLANOS (1984)**, afirma que México es el centro primario de diversidad genética y la Zona Andina, el secundario, donde el cultivo del maíz ha tenido una rápida evolución. De las 50 razas encontradas en México, existen siete homólogas en Guatemala, seis en Colombia, cinco en Perú y dos en Brasil, lo que hace que indiscutiblemente México haya sido el centro de difusión de éstas, donde alrededor de 27 o más de la mitad de ellas han permanecido como variedades locales endémicas.

Es ampliamente aceptado que el centro primario de origen del maíz se ubica en Mesoamérica (regiones montañosas de México y Guatemala) y que los Andes centrales son el segundo centro de diversificación.

1.1.2 CLASIFICACIÓN DEL MAÍZ

MANRIQUE (1997), manifiesta que de acuerdo a su textura o estructura del endospermo del grano, el maíz se clasifica en siete grupos; considerando estas características, en el Perú existe un nuevo grupo, denominado “morocho”. Se describen a continuación los ocho grupos:

- a) **Maíz tunicado:** *Zea mays Tunicata*; este grupo de maíz es considerado como uno de los grupos más primitivos de los maíces cultivados, por lo tanto, son muy raros y se caracteriza por ser homocigoto, auto estéril. No tiene valor comercial y generalmente se encuentra al norte de Argentina y sur de Paraguay, y raras veces en el Perú.
- b) **Maíz reventón:** *Zea mays Everta*; Este grupo de maíz se caracteriza por presentar granos pequeños con endospermo cristalino, translúcido constituido preferentemente por almidón córneo; y tiene la particularidad de explotar cuando es sometido al calor. Su uso preferencial es como golosina en la producción de palomitas, a este grupo pertenecen la razas peruanas más antiguas, tales como todos los confites, se les cultiva preferentemente en la sierra y costa peruana.
- c) **Maíz Cristalino:** *Zea mays Indurata*; se caracteriza por presentar granos con endospermo vítreo duro, cristalino y translúcido, de color blanco o amarillo y pericarpio blanco y coloreado. Son maíces de precocidad media, resistente a plagas y enfermedades. En el Perú constituye la raza de maíz para gallina, se cultiva en climas tropicales de costa, selva y valles de la sierra.
- d) **Maíz Amiláceo:** *Zea mays Amilácea*; de color blanco, pericarpio de color blanco, coloreado. En el Perú este grupo constituye uno de los más antiguos maíces cultivados, generalmente se cultiva en zonas con climas templados de la sierra y en invierno en la costa. A este grupo de maíz se les utiliza para producir choclo y grano, entre ellos se encuentra el maíz blanco gigante del Cuzco.

- e) **Maíz Dentado: *Zea mays Identada***; se caracteriza por presentar granos con endospermo formado por almidón córneo cristalino, tanto exteriormente como en el interior, este tipo de maíz fue introducido al Perú del sur de los Estados Unidos, Arizona y México, se les usa para producir grano.
- f) **Maíz Dulce: *Zea mays Saccharata***; los maíces de este grupo son dulces y se caracteriza por presentar endospermo duro, cristalino, translúcido y completamente arrugado cuando está maduro. A este grupo pertenecen los llamados “chullpi” o maíces dulces el grano es usado por el poblador de la sierra como tostado o cancha.
- g) **Maíz ceroso: *Zea mays ceratina Kuf***; este grupo de maíz no lo encontramos en nuestro país, se caracteriza por presentar aspecto ceroso el endospermo, fue introducido probablemente de Asia.
- h) **Maíz morocho: *Zea mays Morocho Amilácea Indurata***, este grupo de maíz se encuentra cultivado en la sierra peruana, alrededor de los 3000 msnm y se caracterizan por presentar el endospermo, los dos tipos de almidón córneo.

1.1.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

CRONQUIST (1989), indica lo siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Orden	: Poales
Familia	: Poáceas
Tribu	: Andropogoneae
Género	: <i>Zea</i>
Especie	: <i>Zea mays</i> L.
Nº Cromosomas	: $2n = 20$

1.1.4 CARACTERÍSTICA MORFOLÓGICA

a) Raíz

PARSON (1981), afirman que esta planta presenta un sistema radicular fasciculado y muy extenso compuesto por cuatro tipos de raíces:

- ❖ La raíz seminal o principal. Está representada por un grupo de una a cuatro raíces, que pronto dejan de funcionar. Se originan en el embrión. Suministra nutrientes a las semillas en las dos primeras semanas.
- ❖ Raíces adventicias. El sistema radicular de una planta es casi totalmente de tipo adventicio. Puede alcanzar hasta dos metros de profundidad.
- ❖ Raíces de sostén o soporte. Se originan en los nudos cerca de la superficie del suelo. Estas raíces favorecen una mayor estabilidad y disminuyen en problemas de acame. Las raíces de sostén realizan la fotosíntesis.
- ❖ Raíces aérea. Son raíces que no alcanzan el suelo.

La raíz principal está representada por una o cuatro raíces seminales, pero éstas pronto dejan de funcionar como tales, ya que proceden directamente del cariósido y en su lugar, principian a desarrollarse una profusa cantidad de raíces fasciculadas o fibrosas; por lo tanto la raíz carece de raíz axonomorfa (pivotante). El sistema radicular fibroso se localiza en la corona para ramificarse en raíces secundarias, terciarias, hasta rematar en cada uno de los pelos radiculares.

MANRIQUE (1997), manifiesta que la raíz se origina en la radícula del embrión a partir del punto de crecimiento del hipocotilo, luego de la salida del coleoptilo por alargamiento del mesocotilo a los 8 días, en las coronas o nudos superpuestos de la base del tallo se inicia el desarrollo de los primordios radiculares que constituirán el sistema radicular fibroso definitivo, eliminando el sistema radicular seminal inicial.

LLANOS (1984), manifiesta que el maíz presenta un sistema radicular fasciculado formado por tres tipos de raíces:

- ❖ Las raíces primarias emitidas por la semilla, comprenden la radícula y las raíces seminales.
- ❖ Las raíces principales o secundarias que comienzan a formarse a partir de la corona, por encima de las raíces primarias, constituyen la casi totalidad del sistema radicular.
- ❖ Las raíces aéreas o adventicias que nacen en último lugar, en los nudos de la base del tallo, por encima de la corona.

b) Hojas

PARSON (1981), indica que la vaina de la hoja forma un cilindro alrededor del entrenudo, pero con los extremos desunidos. Su color usual es verde pero se pueden encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde púrpura. El número de hojas por planta varía entre 8 y 25.

LLANOS (1984), menciona que las hojas están dispuestas en posición alterna y varían de 20 a 30 por planta. Las hojas están conformadas por la vaina, que envuelve al tallo, el cuello o zona de transición entre la lámina y la vaina, y la lámina, que puede medir hasta 150 cm. de largo, posee nervaduras paralelas y su superficie es áspera y pubescente.

ROBLES (1979), manifiesta que el número de hojas por planta sin incluir hijuelos es variable, encontrándose plantas desde 8 hojas hasta alrededor de 21. El número más frecuente es de 12 a 18, con un promedio de 14; este número de hojas obviamente depende del número de nudos del tallo ya que en cada nudo emerge una hoja. Las hojas se desarrollan de los primordios foliares, hasta adquirir una forma característica larga y angosta con venación paralelinerve, y constituida por una vaina, lígula y limbo. La vaina es envolvente y con sus extremos no unidos, la lígula es incipiente. El limbo es sésil, plano y con longitud variable.

MANRIQUE (1997), señala que las hojas son generalmente largas y angostas, envainados formados por la vaina y limbo, con nervaduras lineales y paralelos a la nervadura central.

c) Tallos

PARSON (1981), manifiesta que el tallo es leñoso y cilíndrico. El número de los nudos varía de 8 a 25, con un promedio de 16.

LLANOS (1984), reporta que el tallo está compuesto por entrenudos separados por nudos más o menos distantes cerca del suelo, los entrenudos son muy cortos, y los nudos se originan de las raíces aéreas. El grosor de los tallos disminuye de abajo a arriba. Su sección es circular hasta la panícula o inflorescencia masculina que corona la planta.

ROBLES (1979), manifiesta que el tallo es más o menos cilíndrico, formado por nudos y entrenudos, el número de éstos es variable, generalmente es de 8 a 21, pero son más comunes las variedades con más o menos de 14 entrenudos. Los entrenudos de la base de la planta son cortos, y van siendo más largos a medida que se encuentran en posiciones más superiores hasta culminar con el entrenudo más largo que lo constituye la base de la espiga. Existe una tendencia similar respecto al grosor de los entrenudos, o sea, que los inferiores son de mayor diámetro que los superiores.

MANRIQUE (1997), considera que, cuando las plántulas tienen 40-60cm de altura, el punto de crecimiento sale del suelo con 8-10 hojas, en este estado, el tallo presenta la forma de un pequeño cilindro piramidal terminado en puntos, de 20cm de longitud y 2.5cm de diámetro aproximadamente a partir de esta etapa el tallo comienza a alargarse rápidamente iniciándose el periodo de crecimiento, formando una estructura longitudinal y cilíndrico muy frágil.

d) Inflorescencia

PARSON (1981), reporta que el maíz es monoico, es decir tiene flores masculinas y femeninas en la misma planta. Las flores son estaminadas y pistiladas. Las flores masculinas están representadas por las espigas. Las pistiladas o femeninas son las de mazorcas.

LLANOS (1984), las flores femeninas se reúnen en varias espigas (panoja o mazorca) que nacen de las axilas en las hojas del tercio medio de la planta. Presenta una ramificación lateral cubierta por brácteas foliadas. Sus estilos sobresalen de las brácteas que las cubren y alcanzan una longitud de 12 a 20 cm que comúnmente se conoce como barbas o pelos.

Por el contrario las flores masculinas tienen de 6 a 8 mm y salen por las parejas a lo largo de muchas ramas finas de aspecto plumoso, situados en la parte superior extremo del tallo. Cada flor masculina presenta tres estambres, largamente filamentosos.

ROBLES (1979), indica que en el maíz, la inflorescencia masculina (espiga) y femenina (mazorca) se encuentran en la misma planta, pero en sitios diferentes, por esto se dice que es monoica.

La inflorescencia masculina se ubica en el ápice del tallo, es ramificada y constituida por espiguillas que contienen las flores. Cuando las condiciones fisiológicas y ambientales lo permiten, las anteras liberan polen y se produce la polinización.

La inflorescencia femenina está formada por el raquis (tusa), en el cual van un par de glumas externas, dos yemas, dos paleas y dos flores, una de las cuales es estéril y la otra fértil. Por esto, el número de hileras de las mazorcas es par. El conjunto

de estilos forman la barba de la mazorca. Toda la inflorescencia femenina está protegida por las brácteas (hojas de las mazorcas) que tienen como función la protección del grano.

e) Fruto

LLANOS (1984), afirma que en un determinado periodo vegetativo, si la flor femenina es fecundada, dará lugar al fruto en forma de grano, de consistencia más o menos clara, lustrosa de color amarillo, negro, púrpura o blanco. Estos frutos quedan en grupos formando hileras al contorno de un eje grueso al que se le llama coronta.

ROBLES (1979), indica que la cubierta o capa de la semilla (fruto) se llama pericarpio. Es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona, que le da el color al grano (blanco, amarillo, morado) y contiene proteínas. El endospermo, constituye el 85 -90% del peso del grano. El embrión está formado por la radícula y la plúmula, ubicándose en el escutelo, localizado en la parte inferior del grano donde va adherido a la tusa.

1.1.5 LABORES CULTURALES

a) Selección del terreno

PARSON (1981), manifiesta que el maíz necesita suelos profundos y fértiles para dar una buena cosecha.

El suelo de textura franca es preferible para el maíz. Esto permite un buen desarrollo del sistema radicular con una mayor eficiencia de absorción de la

humedad y de nutrientes del suelo. Además se evitan problemas de acame o caída de las plantas.

Los suelos con estructura granular proveen un buen drenaje y retienen el agua.

Para el maíz, son preferibles suelos con un alto contenido de materia orgánica.

El maíz produce mejor, cuando la calidad y la acidez en el suelo están balanceadas. El pH óptimo se encuentra entre 6 y 7.

A continuación se mencionan los tipos de suelos que presentan las características adecuadas para el cultivo del maíz:

- ❖ Suelos aluviales, las que están cerca de las orillas del río.
- ❖ Suelos vírgenes y descansados por muchos años cubiertos por vegetación exuberante.
- ❖ Suelos de tipo franco y buena profundidad.

Para obtener buenas condiciones para el cultivo de maíz, se requiere un campo con las siguientes características:

- Libre de vegetación natural. Esta debe estar bien incorporada al suelo para su descomposición.
- Un suelo con una óptima permeabilidad.
- Suelo bien nivelado, para facilitar las labores y favorecer la penetración del agua de lluvia y de riego.
- Terreno suelto hasta 20 cm de profundidad; y de preferencia hasta 25 cm de profundidad.

b) Preparación del terreno

PARSON (1981), indica que la preparación del terreno incluye operaciones preliminares, la labranza primaria y la labranza secundaria.

Antes de efectuar las operaciones de labranza primaria y labranza secundaria, puede ser necesario efectuar operaciones preliminares. Esta incluye por ejemplo la limpieza de terreno y la incorporación en el suelo de la vegetación natural. La labranza primaria y secundaria incluye el barbecho, la nivelación del campo y las prácticas de conservación del suelo. Dichas labores sirven principalmente para facilitar una buena ejecución de las labores de labranza y operaciones de manejo de cultivo, así como para acumular humedad en el suelo.

BARTOLINI (1989), menciona que la preparación del terreno, es sin duda una de las cuestiones más importantes para el buen éxito del cultivo, puesto que tiene papel determinante en la primera fase de desarrollo de la planta, es decir la germinación y el enraizamiento.

c) Elección y selección de la semilla

PARSON (1981), reporta que en el mercado existe una gran variedad de semillas mejoradas y certificadas. La semilla certificada garantiza al comprador la variedad a que pertenece, un 85% de germinación, un 96 % de pureza y la seguridad de que está tratada con fungicidas que previene enfermedades. Si el productor no puede comprar esta semilla, debe seleccionar la mejor de la cosecha anterior. Después de seleccionar, el productor debe desinfectar la semilla.

BARTOLINI (1989), menciona que la elección de la calidad y la variedad es sin duda, un elemento fundamental a tener en cuenta, pero desafortunadamente es

frecuente que la decisión se tome apresuradamente pocas horas antes de la siembra o incluso que se deje al azar.

Es común oír decir a los agricultores de hoy en día, que todas las variedades son iguales. Es necesario prestar la atención debida a una correcta elección de la semilla a sembrarse, pues de ella depende en gran medida el resultado final que se obtenga en la cosecha. La elección de la semilla se debe efectuar de acuerdo a las características climáticas de la zona, del ciclo vegetativo del cultivo.

d) Siembra

PARSON (1981), manifiesta que, una buena siembra es uno de los requisitos fundamentales para obtener una buena cosecha. Por eso, antes de sembrar, se deben considerar aspectos tales como el tipo de semilla, la época y los métodos de siembra.

- ❖ La época de siembra del maíz varía de acuerdo a las condiciones de la región y a la variedad de la semilla. En climas templados, la siembra se efectúa después de las heladas. En climas semiáridos se siembra al inicio de la estación de lluvias.
- ❖ La densidad de siembra depende también del clima, de las condiciones del suelo y de la variedad de la semilla. La densidad varía de 40 000 plantas por hectárea para ejemplares grandes y hasta 120 000 plantas por hectárea para maíz forrajero. Se siembra a una distancia entre surcos de 75 a 100 cm dependiendo de la variedad y se coloca 3 a 4 semillas por golpe.

- ❖ La profundidad de siembra depende principalmente de la humedad del suelo y de la necesidad de anclaje de la planta que varía de 5 a 10 cm de profundidad.

MANRIQUE (1997), considera que, la época de siembra del maíz en cada una de estas regiones y sub regiones es distinta y depende de la temperatura, disponibilidad de agua y la incidencia de plagas y enfermedades.

FOPEX (1985), afirma que, en la sierra media (2200 a 2800 msnm) la mejor época de siembra, es entre los meses de setiembre y octubre, pudiendo sembrarse en ciertas zonas más tardíamente por la relativa precocidad de algunas variedades de maíz morado.

e) Abonamiento

PARSON (1981), manifiesta que el maíz requiere un manejo adecuado en cuanto a la fertilidad del suelo. Especialmente los híbridos necesitan gran cantidad de fertilizantes para que alcancen un alto rendimiento. Un cultivo de maíz, que produzca 4 toneladas de granos por hectárea, requiere las siguientes cantidades aproximadamente 110-40-80 kg de N-P-K. Las fuentes disponibles de fertilizantes son el estiércol, el abono verde y los fertilizantes inorgánicos.

El maíz necesita de nitrógeno para alcanzar su máximo rendimiento. El período de demanda máxima de este nutriente es 10 días antes de la floración hasta 25 días después de florecer. Los requerimientos de nitrógeno durante el segundo mes después de la siembra son bajos.

La cantidad de nitrógeno a aplicar depende de la densidad de siembra, de la condición del suelo, de la cosecha anterior. El suministro de nitrógeno puede



hacerse en dos aplicaciones; se aplica el 30% del total antes o durante la siembra y el 70% restante antes de la floración. El fósforo es necesario para el crecimiento de las plántulas, su deficiencia muestra desde la germinación hasta que la planta alcanza unos 75 cm de altura. El maíz requiere una cantidad de potasio relativamente alta, sobre todo tres semanas antes de la floración.

f) Aporque

PARSON (1981), considera que la operación del aporque consiste en arrimar, formar y apilar una cierta cantidad de tierra al pie de las plantas. Las ventajas del aporque en el cultivo del maíz son las siguientes.

- Elimina malezas
- Las raíces aéreas alcanzan a fijarse en el suelo.
- Evita que el epicotilo se dañe.
- Contrarresta el efecto de vientos fuertes.
- Facilita el riego en los surcos.

El aporque se puede realizar cuando las plantas de maíz se establecen 20-30 días después de la emergencia de éstas. Pero en climas tropicales y subtropicales 20 días después de emergencia, porque las malezas crecen rápidamente en estos climas, o bien, cuando las plantas tienen una altura aproximada de 80 cm.

g) Control de malezas

PARSON (1981), manifiesta que, durante las primeras etapas de crecimiento del maíz, el daño por malezas puede ser grande. Las malezas compiten ventajosamente con las plántulas en luz y nutrientes.

Para eliminar las malezas se puede efectuar un control químico o mecánico durante el período crítico, es decir, cuando el maíz sufre la mayor competencia de malezas. Esto ocurre durante las primeras 3-5 semanas después que ha germinado.

Para la selección del herbicida, se toma en cuenta las características de la maleza, el clima, el suelo y el método de aplicación.

h) Desahije

MANRIQUE (1997), considera que, para el maíz morado siembras en surcos distanciados a 80 cm y siembra entre golpes a 45 cm con 5 semillas cada uno, para dejar tres plantas, teniendo al final una población de 82 000 plantas/ha.

i) Riegos

PARSON (1981), reporta que, el cultivo de maíz exige agua abundante. La cantidad de agua que se debe suministrar por riego depende de los requerimientos de cultivo, del tipo de suelo y de la precipitación.

El cultivo de maíz tiene más exigencia de agua durante la etapa de germinación, y la etapa de la floración de la inflorescencia, hasta un poco después de la fecundación y la formación de los granos.

El riego se inicia normalmente con una lámina de 15 mm para favorecer la germinación. Durante el desarrollo del cultivo se suministra láminas de riego según las necesidades. En la aplicación del riego, se toma en cuenta las características del suelo y del cultivo. La aplicación de riego a cultivos de maíz se efectúa en general en surcos y por gravedad. El riego por aspersión tiene una aplicación limitada.

MANRIQUE (1997), menciona que, el maíz requiere aproximadamente 5000 metros cúbicos de agua/hectárea/campaña, y se recomienda no descuidar los riegos antes del segundo aporque. El riego al momento de la floración y madurez del grano no deben dejarse de aplicar por tratarse de períodos críticos donde no debe faltar la humedad del suelo.

j) Cosecha

BARTOLINI (1989), afirma que el momento de cosecha del maíz es cuando la parte basal de cariósipide, es decir la zona en el que se inserta la coronta, origina un callo de color oscuro llamado “blackleyer”, o punto negro. Desde el momento de la formación de este callo que corresponde a la maduración fisiológica de la planta, cesa la acumulación de sustancias nobles en el grano, pues a partir de este momento perderá sólo humedad.

El momento óptimo de cosecha es cuando el contenido de humedad del grano es de 25% como mínimo y un máximo de 28%.

k) Secado

MANRIQUE (1997), manifiesta que, después de la floración, aproximadamente a los 40 días se presenta la madurez fisiológica, es decir, la conversión de los azúcares en almidones; por lo tanto los granos pasan del estado lechoso a pastoso y finalmente a duro. Un grano duro indica que está completamente formado morfológicamente y fisiológicamente y se inicia el secado de la mazorca y grano.

En este periodo se concentran y estabilizan los pigmentos antocianicos del color morado. Por lo tanto, las mazorcas están listas para ser cosechadas, cuando los

granos presentan aproximadamente 30% de humedad; la pigmentación morada es la razón de la comercialización de este maíz, el secado debe seguir una tecnología que permita preservar y mantener la calidad de la pigmentación.

La alta humedad del grano y la alta temperatura, pueden inducir al desarrollo de enfermedades o pudriciones del grano y tuza. El secado debe ser rápido ya sea aplicando aire forzado o utilizando la energía solar en estructuras sencillas, como:

- Silos aéreos rectangulares caseros, de 5 m de longitud por 1.5 m de alto y de 60 cm de ancho, construido con malla de alambre y palos.
- Secado en silos con aire forzado caliente o frío, utilizando equipos de secado.
- Secado casero en colca, debe formar capas delgadas de mazorca y voltearlas diariamente.

1) Almacenamiento

MANRIQUE (1997), considera que, el almacenamiento se efectúa cuando las mazorcas tengan una humedad menor de 14% para su comercialización y/o almacenamiento.

Antes del almacenamiento se debe tomar en consideración la aplicación de insecticidas para el control de los insectos que atacan el grano, se debe usar ambientes muy bien ventilados y con baja temperatura de 10 C° y 60% de humedad relativa.

1.1.6 CONTROL DE PLAGAS

a) Plagas de maíz. TABA (2004)

a.1) **Gusano de tierra o gusanos cortadores.** Son plagas cosmopolitas, la *Copitarsia turbata* es la más frecuente en la sierra del Perú y sus infestaciones adquiere importancia económica cuando se siembra el maíz después de la papa, tomate y otras hortalizas. Los factores que permiten o favorecen a las plagas son las altas temperaturas, porque acortan el ciclo biológico, suelos arenosos porque facilitan la movilidad de la larva.

Síntomas: Los daños son de fácil detección en las primeras horas de la mañana, debido a que la actividad de la larva es nocturna y en el día se encuentra escondido en la superficie del suelo, cerca a la plántula.

Control: Se recomienda realizar riegos pesados con el fin de ahogar a las larvas, además desinfectar las semillas con Lannate (150 g para 25 Kg de semilla).

a.2) **Perforador de plantas tiernas (*Elasmopalpus lignosellus*).** Es una plaga que se encuentra en la costa y sierra. En la sierra las mayores infestaciones coinciden con las temporadas de lluvias y es inversamente proporcional con la altitud. A partir de los 2000 msnm, las temperaturas cálidas; altitudes menores a 2000 msnm, los suelos sueltos y el hábito subterráneo de la larva, son condiciones que favorecen el desarrollo larval.

Síntomas: La larva ataca al maíz desde el inicio de la germinación hasta un mes de edad, perforando a nivel del cuello.

El síntoma del daño se diferencia de los ocasionados por los gusanos de tierra en que el proceso de saneamiento de la planta es lento.

Control: Se recomienda realizar deshierbos adecuados en el campo, antes de la siembra, sobre todo erradicando la “grama china”. Además realizar riegos pesados cuando se observan las primeras plántulas atacadas. Impregnar la semilla con insecticidas antes de la siembra como se aplica para gusanos de tierra.

a.3) El Cogollero (*Spodoptera frugiperda*). En la costa los encontramos atacando el maíz desde los 10 cm hasta los 50 cm de altura, En los valles interandinos de la sierra, constituyen plagas importantes, alcanzando infestaciones económicas hasta los 2300 msnm. El cogollero es considerado plaga importante del maíz.

Síntomas: Las larvas pequeñas ocasionan simples raspados en las hojas, a partir del tercer estadio mascan y perforan el cogollo acumulando gran cantidad de excrementos, de tal manera que, cuando los cartuchos se despliegan aparecen con una serie de agujeros irregulares y con comeduras en los bordes.

Control: Refieren como límite de infestación, para efectuar una aplicación, 20% de plantas dañadas. En la fase inicial de crecimiento de la planta se puede realizar aplicaciones de Dipterex PM. 80% al 20%, en plantas con cogollo bien formado y con ataque fuerte de la plaga se puede aplicar granulado de Dipterex y Sevin.

a.4) El mazorquero (*Heliothis zea*). Esta plaga ocasiona daño en la costa además de infestaciones en algunas zonas de la sierra como en el callejón de Huaylas, Ayacucho y Cajamarca. Alcanzan niveles de hasta 100% de infestación, imposibilitando la comercialización del choclo y la producción del grano.

Síntomas: Las larvas inicialmente se alimentan de los pistilos frescos, dirigiéndose luego a la punta de la mazorca, donde se alimenta de los granos lechosos. Al completar su desarrollo larval, éstas abandonan la mazorca

perforando las brácteas y dejando un agujero que sirve de entrada a moscas, coleópteros y hongos secundarios que pudren por completo la mazorca.

Control: Es importante el uso de variedades precoces a fin de acortar la exposición de pistilos frescos para la ovoposición y ataque de la plaga. El control químico es relativo y requiere de varias aplicaciones para tener éxito; en la sierra es antieconómico, sin embargo, se puede hacer aplicaciones con productos químicos o caseros a base de tres gotas de aceite de consumo.

1.1.7 CONTROL DE ENFERMEDADES

a) Carbón del maíz

BARTOLINI (1989), menciona que, es causado por el hongo (*Ustilago maydis*), el que puede atacar a toda la planta como tallos, inflorescencia masculinas, mazorcas, vainas y hojas e incluso se pueden encontrar debajo del suelo.

AGRIOS (1998), afirma que el carbón del maíz (*Ustilago maydis*) aparece donde quiera que se cultiva esta planta. Sin embargo; aparece con mayor frecuencia en áreas cálidas y moderadamente secas, donde ocasiona daños graves en las variedades susceptibles y en especial en el maíz dulce. Esta enfermedad daña a las plantas y disminuye su producción, ya que forman agallas en cualquiera de sus granos aéreos, incluyendo mazorcas, espigas y hojas.

El carbón de maíz puede ser controlado hasta cierto grado haciendo uso de híbridos que posean alguna resistencia al hongo. Sin embargo, se deben remover las agallas del carbón antes de que se abran, también puede ser controlado, mediante la rotación de cultivos.

b) Tizón del maíz

FOPEX (1985), manifiesta que, son hongos necrotróficos que pueden estar presentes en la semilla y en restos de tejidos vegetales, y pueden infectar el cultivo en cualquier etapa del ciclo. Los daños por el *Helminthosporium turcicum*, se presentan sobre las hojas de plantas jóvenes como manchas. El atizonamiento temprano de las hojas determina caídas en el rendimiento y en la calidad de la semilla. Las plántulas provenientes de granos infectados pueden marchitarse y morir en 3-4 semanas posteriores a la siembra. El ataque temprano del raquis puede causar la muerte prematura de la espiga y su posible caída. Los granos afectados suelen cubrirse de un moho de color negruzco y pierden poder germinativo.

c) Podredumbre del tallo y raíces del maíz

FOPEX (1985), manifiesta que, son hongos necrotróficos que atacan las raíces y base del tallo de las plantas de maíz. Persisten en el suelo en restos de tejidos vegetales y tienen diferentes requerimientos ambientales para su desarrollo, los daños se presentan en plantas muertas y volcadas como consecuencia de la podredumbre radicular y del cuello. También, se suman las provocadas por el brotado y la pudrición de espigas en contacto con el suelo y la disminución del peso de los granos por muerte anticipada de la planta que no llega a completar su ciclo.

d) Roya común del maíz

FOPEX (1985), indica que, puede aparecer desde el comienzo del ciclo del maíz pero la intensidad de la infección se da alrededor de la floración. Produce daños en el rendimiento a través, de la reducción en el peso y/o el número de granos.

Aunque aparece frecuentemente en la zona de producción maicera, en general no causa perjuicios importantes.

e) Virosis del maíz:

Enanismo del maíz (MRDV): El punto de acción del virus consiste en la alteración del tejido floemático; cuyo vector es el *Laodelphax striatellus*, cicadélico que transmite el virus del maíz. Los síntomas que producen son una pigmentación intensa en la planta, enanismo, formación de agallas sobre las nervaduras y enrojecimiento precoz de las hojas.

Mosaico del maíz: Es otra enfermedad causada por virus que se transmite por la picadura de los Áphidos, pues pueden tomarlo de la planta sana en poco tiempo, y transmitirlo inmediatamente a otra planta en corto tiempo. Pierde su poder infectivo en una hora, si el pulgón permanece en ayunas; y en 20 minutos, si chupa de una planta no afectada por el virus. Las plantas afectadas presentan en la parte basal de las hojas más jóvenes, pequeñas manchas cloróticas, sobre todo en las proximidades de las nervaduras. En las hojas siguientes, son más numerosas y aparecen en la superficie de la hoja, formando estrías cloróticas a lo largo de la nervadura. **BARTOLINI (1989).**

1.1.8 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GRANO DEL MAÍZ

En la composición química del grano de maíz morado se destaca el contenido de carbohidratos y proteínas. La coronta tiene una importante fracción de fibra, carbohidratos y minerales. En relación a los minerales del grano, su contenido de fósforo y calcio es importante. El detalle de la composición del grano y coronta de maíz morado se presenta en los cuadros 1 y 2:

CUADRO N° 1: Composición físico - químico del grano y la coronta del maíz morado (variedad Morado Canteño)

Componente	Porcentaje	
	Grano	Coronta
Humedad	11.4	11.20
Proteínas	6.7	3.74
Gasa	1.5	0.32
Fibra	1.8	24.01
Cenizas	1.7	3.31
Carbohidratos	76.9	57.42
Total	100.00	100.00

Fuente: Delgado Espinoza, J. Tesis UNALM 1987.
Elaboración: Solid Perú

CUADRO N° 2: Composición físico -químico proximal Coronta y grano del maíz morado (100 g de la parte comestible)

Componentes mayores (g) menores (mg)	Maíz morado	Bebida (chicha)
Calorías	357.00 g	20.00 g
Agua	11.40 g	95.00 g
Proteínas	6.70 g	0.00 g
Carbohidratos	76.90 g	5.00 g
Fibra	1.80 g	-
Ceniza	1.70 g	0.10 g
Calcio	12.00 mg	24.00 mg
Fósforo	328.00 mg	4.00 mg
Hierro	0.02 mg	1.30 mg
Cianidina	0.06 mg	-
Tiamina	0.38 mg	0.00 mg
Riboflavina	0.02 mg	0.10 mg
Niacina	2.80 mg	0.04 mg
Ácido Ascórbico reducido	0.00 mg	0.00 mg

Fuente: Collazos (1962), mencionado por Araujo (1995).
Elaboración: Solid Perú

1.1.9 EL MAÍZ MORADO

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 y en menor

proporción en el pericarpio (cáscara) del grano. Este fruto está constituido en un 85% por grano y 15% por coronta.

El maíz morado es oriundo del Perú, es un producto consumido por los diversos sectores de la población peruana. En el Perú existen muchas variedades de maíz morado como: Morado Canteño, Morado Mejorado, Morado Caraz, Arequipeño, Cuzco Morado y Negro Junín. Sin embargo, la variedad más comercial es el maíz morado canteño porque se desarrolla bien entre 1800 a 2500 msnm. La floración es a los 110-125 días, es tolerante a plagas y enfermedades, se adapta por ser nativa a las diferentes zonas.

Un equipo de investigación de la universidad japonesa Doshisha Kyoto, comprobó que el extracto de maíz morado incrementa la actividad de un gen que regula la función de las células gasas, el cual previene las enfermedades cardíacas, obesidad y diabetes. Asimismo, según la revista *Nutraceuticals World*, es un protector de la retina y estimulador de la circulación sanguínea, así también, impide el desarrollo del cáncer colorrectal.

Según el doctor Hugo Malaspina, favorece la generación de tejidos, incrementa el flujo sanguíneo, retarda el proceso degenerativo y estimula la acción diurética.

CADENA PRODUCTIVA DEL MAIZ MORADO-SOLID PERU (2007).

1.2 AZOSPIRILLUM

1.2.1 Definición

SAURA Y FERNANDEZ (2003) indican que *Azospirillum sp* es el nombre científico con el que se designa a un grupo de bacterias que tienen la capacidad de promover el crecimiento de los cultivos y cuyas propiedades se han estudiado

intensamente en los últimos 20 años. Aunque no se sabe a ciencia cierta cómo funciona el mecanismo responsable del rápido desarrollo de las plantas, sí se ha comprobado que los cultivos en los que se aplica *Azospirillum sp* crecen mejor y de forma más rápida.

La primera especie de *Azospirillum sp* se aisló en Holanda por Beijerinck a partir de suelos arenosos pobres en nitrógeno, y originalmente se llamó *Spirillum lipoferum*. Se han aislado cepas de *Azospirillum sp* a partir de raíces de plantas de diversas familias, así como de suelos tropicales, subtropicales, templados y árticos.

El *Azospirillum sp* tiene la habilidad de tomar el nitrógeno atmosférico y transformarlo en un nutriente aprovechable por las raíces de la planta. A esto se suma el hecho de que la bacteria causa un ensanchamiento y elongación de las raíces, lo que aumenta significativamente la superficie de absorción de los nutrientes que se encuentran en el suelo.

Este tipo de tecnología microbiológica es interesante para la agricultura, ya que su aplicación implicaría una reducción en los costos de fertilizantes químicos y un beneficio directo para el medio ambiente.

1.2.2 Mecanismos de acción de *Azospirillum sp* sobre el crecimiento vegetal

BASHAN Y DUBROVSKY (1996), reportan que, no se ha definido el mecanismo principal por medio del cual *Azospirillum sp* promueve el crecimiento vegetal. Sin embargo, se han propuesto algunos mecanismos de acción: i) fijación de nitrógeno, lo cual contribuye con nitrógeno a la planta; ii) efectos hormonales, los cuales promueven el metabolismo y crecimiento vegetal; iii) incremento en el crecimiento del sistema completo de raíces, lo cual puede estar relacionado con

cambios hormonales y que origina una mayor capacidad de absorción de agua y minerales.

Se desconoce si estos mecanismos se expresan dependiendo de la cepa de *Azospirillum sp.* Sin embargo, ya que se ha demostrado que en la mayoría de los casos, las cepas alteran la proporción brotes/raíces (peso seco) de la planta; se propone que las bacterias de este género ejercen un efecto multiparamétrico sobre la planta. Se considera que uno de los principales mecanismos de acción del *Azospirillum sp* radica en su capacidad de producir sustancias promotoras durante la colonización de las raíces. Esto estimula la longitud, la densidad de las raíces laterales y el incremento del área superficial de las raíces. Estos y otros cambios fisiológicos favorecen la mayor absorción de agua y nutrientes minerales que ayudan al rápido crecimiento de las plantas. También, se plantea como factor decisivo la fijación no simbiótica de nitrógeno por parte de esta bacteria. Para lograr estos efectos positivos, el microorganismo debe infestar las raíces, esto se consigue cuando se garantiza un elevado número de bacterias por gramo del formulado a aplicar y una alta viabilidad del microorganismo en el suelo que le permita sobrevivir aún en condiciones adversas y colonizar las raíces.

1.2.3 Fijación de nitrógeno

Todas las cepas silvestres de *Azospirillum sp* fijan nitrógeno atmosférico, ya sea como bacterias libres o en asociación con plantas y participan en varias transformaciones relacionadas con el ciclo del nitrógeno. Después de la inoculación, hay un incremento en el nitrógeno total de brotes y granos de plantas inoculadas. De ahí que la fijación de nitrógeno fuera el primer mecanismo principal sugerido para explicar el incremento del crecimiento vegetal por

Además puede reducir otros substratos, como el acetileno, propiedad descubierta hacia 1965, que ha permitido el desarrollo de una técnica sencilla y sensible para estimar la actividad dinitrogenasa por cromatografía en fase gaseosa.

La dinitrogenasa, que en los sistemas simbióticos se encuentra exclusivamente en el microsimbionte, fue aislada por primera vez en 1960 a partir de la bacteria *Clostridium pasteurianum*, y desde entonces se ha demostrado su presencia en todos los microbios fijadores. Se trata de un complejo enzimático formado por un componente I, o molibdoferroproteína, componente II o ferro-proteína. El componente I tiene por misión la reducción de nitrógeno a amoníaco, y el componente II la transferencia al I de la energía necesaria para que éste pueda llevar a cabo aquella reducción.

Se puede hablar de una similitud entre las dinitrogenasas, cualquiera que sea el organismo del que procedan, hasta el punto de que puede formarse dicha enzima por combinación de los componentes I y II de distinto origen.

Para que tenga lugar la reducción de nitrógeno se necesita la presencia de ambos componentes, energía biológica en forma de adenosíntrifosfato (ATP), iones magnesio, poder reductor, protones y un ambiente anaerobio, ya que la dinitrogenasa es rápidamente inactivada por el oxígeno.

La fijación de nitrógeno consume una elevada cantidad de energía biológica, aproximadamente 28 moléculas de ATP por molécula de nitrógeno reducida, energía cuya formación en los sistemas simbióticos y en los microbios fotosintéticos depende de la luz solar.

Este alto consumo energético limita la importancia ecológica de los fijadores de nitrógeno. Además de proporcionar esa energía, los productos de la fotosíntesis o

fotosintatos van a ser utilizados como fuente de compuestos carbonados para la incorporación del amoníaco en su estructura química y también en el crecimiento, desarrollo de los nódulos y otros órganos.

Si tenemos en cuenta que el rendimiento fotosintético no es muy alto, se comprende fácilmente que la fotosíntesis sea un factor limitante, de hecho el principal, en la fijación de nitrógeno.

Por otro lado, la fotorrespiración, una aparente inversión de la fotosíntesis en la que se consume oxígeno y se libera dióxido de carbono en presencia de luz, puede consumir gran cantidad de la energía fijada fotosintéticamente hasta el 50% en algunas plantas de interés económico, lo que supone una seria reducción de la fotosíntesis neta, y por tanto, de la cantidad de fotosintato disponible para cubrir las necesidades de una fijación de nitrógeno activa.

Otra limitación que incide en gran medida en el rendimiento del proceso fijador la constituye la liberación del hidrógeno gaseoso (ver reacción A), paralela a la formación de amoníaco, lo que hace que se malgaste un alto porcentaje de la energía en una función sin interés aparente. En muchos casos existe una actividad hidrogenasa capaz de reciclar el hidrógeno y recuperar parte de esa energía.

El control de la biosíntesis de la dinitrogenasa se ejerce a través de la actividad de la Glutamina-sintetasa (GS), enzima implicado en la asimilación del amoníaco, de modo que a una mayor actividad GS corresponde, una mayor síntesis de dinitrogenasa. Por otro lado, el amoníaco que inhibe la GS es represor de la síntesis de la dinitrogenasa a nivel de transcripción del ADN (ácido desoxirribonucleico). Tal inhibición general para todos los fijadores libres no ocurre en simbiosis, pues el amonio formado se exporta en su casi totalidad hasta

la célula vegetal hospedadora, donde es metabolizado y transportado por los vasos del xilema a toda la planta.

1.2.4 Efectos hormonales de *Azospirillum sp* en las plantas

Las cepas de *Azospirillum sp* producen diversas hormonas vegetales cuando se cultivan en medios líquidos. Una de las principales es el ácido indol-3-acético (IAA). COLLADOS (2006).

Otras hormonas detectadas en concentraciones más bajas, pero biológicamente significativas, son el ácido indoláctico, ácido indol-3-butírico (IBA), indol-3-etanol, indol-3-metanol, y compuestos de indol no identificados. También varias giberelinas, ácido abscísico (ABA) y citoquininas.

1.2.5 Efecto de *Azospirillum sp* sobre las plantas

La inoculación de plantas con *Azospirillum sp* puede dar como resultado un cambio significativo en varios parámetros de crecimiento, los cuales pueden afectar o no el rendimiento de la cosecha. Los mecanismos de acción de *Azospirillum sp* sobre las plantas no han sido todavía delucidados. La mayoría de los estudios sobre la asociación *Azospirillum sp* se han llevado a cabo en cereales y pastos, en menor grado en otras familias de plantas

Los estudios han demostrado los siguientes resultados: i) incremento en peso seco total, concentración de nitrógeno en follaje y grano, número total de espigas, espigas fértiles, y mazorcas; ii) floración y aparición de espigas más temprana; iii) incremento en el número de espigas y granos por espiga; iv) plantas más altas e incremento en el tamaño de la hoja y v) tasas de germinación más altas

COLLADOS (2006). En algunos estudios de campo realizados con cereales se ha llegado a observar una promoción del crecimiento vegetativo. También se ha reportado un efecto a simple vista, sobre el crecimiento de varios vegetales como tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), berenjena (*Solanum melongena* L.), pimiento (*Capsicum annuum*) y algodón (*Gossypium barbadense*).

El incremento en el rendimiento total de plantas crecidas en el campo por efecto de la inoculación con *Azospirillum sp*, varía entre 10 y 30%. La inoculación de trigo con *Azospirillum sp* incrementó significativamente el rendimiento de la cosecha, desde 23% hasta 63%. En algunos trabajos se obtuvieron incrementos en el rendimiento total de la cosecha de 50 a 270% en relación con los controles con plantas no inoculadas. No obstante, en algunos casos se han reportado casos en el que no se han observado efectos positivos en las plantas inoculadas. Es así que concluyeron que se obtuvieron efectos positivos en el rendimiento de la cosecha en aproximadamente 65% de los experimentos realizados en el campo. En el 75% de los experimentos con cereales de verano se obtuvieron incrementos en el rendimiento; con trigo de primavera se obtuvo incremento significativo sólo en 50% de los experimentos.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se realizó en la localidad de Espíritu Santo, ubicado en la provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho; durante la campaña agrícola 2011. Se encuentra ubicado a 2650 msnm, cuyas coordenadas son 12°56'55" Latitud Sur y 74°14'13" Longitud Oeste, con una pendiente que varía de 1.5 a 3%.

2.2. ANTECEDENTES DEL TERRENO

El terreno utilizado para el presente trabajo de investigación, fue sembrado con maíz amiláceo, en la campaña anterior, con abonamiento, sólo de estiércol de vacuno.

2.3. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO

El análisis físico químico de suelo se realizó en el Laboratorio de Suelos y análisis foliar, “Nicolas Roulet”, del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. La muestra para el análisis fue tomado de una profundidad de 20 cm de la superficie del suelo, utilizando el método convencional de manera homogénea, cuyos resultados e interpretación se muestran en el cuadro N° 3.

CUADRO N° 3: Análisis físico-químico del suelo de Espíritu Santo – Huanta

COMPONENTES	CONTENIDO	MÉTODO	INTERPRETACIÓN
pH	7.35	Potenciómetro	Ligeramente alcalino
Materia Orgánica (%)	3.43	Walkley y Black	Medio
N total (%)	0.17	Kjeldahl	Pobre
P Disponible (ppm)	50.9	BrayKurtz I	Alto
K Disponible (ppm)	50.9	Turbidimétrico	Bajo
Arena (%)	26.1	Hidrómetro	-
Limo (%)	30.2	Hidrómetro	-
Arcilla (%)	43.7	Hidrómetro	-
Clase textural			Arcilloso

FUENTE: Laboratorio de suelo y análisis foliar, “Nicolas Roulet”-UNSCH

De acuerdo a la tabla de interpretación propuesta por IBÁÑEZ Y AGUIRRE (1983), podemos decir, que el contenido de materia orgánica (3.43%) es alto y la del nitrógeno (0.17%) es de un nivel pobre, mientras que el fósforo disponible (50.9 ppm) es alto y del potasio disponible (50.9 ppm) es de un nivel bajo. La textura del suelo es arcilloso.

2.4. CONDICIONES METEREOLÓGICAS

Los datos meteorológicos fueron registrados en la Estación Meteorológica de SENAMHI que se encuentra ubicado en la ciudad de Huanta y que es de tipo convencional.

Mediante el balance hídrico se determinó los meses de exceso y déficit de humedad que se muestran en el cuadro N° 4. En este cuadro se muestran también, los datos de temperatura media mensual (°C) y precipitación efectiva en m³ valores de temperatura media fueron óptimas y favorables para el cultivo del maíz. Según los valores de precipitación mensual m³, los meses de máxima precipitación fueron diciembre, enero, febrero y los meses de mínima precipitación, julio y agosto.

2.5. MATERIAL VEGETAL

Se utilizó semillas de maíz negro de la variedad Canteño. Esta variedad presenta las siguientes características:

- Se cultiva entre 500 a 2400 msnm
- Días al 50% de floración femenina: 110 a 125 días.
- Días al 50% de floración masculina, 90 a 100 días
- Altura de planta: 1.80- 2.50 m.
- Grano de color negro y tusa de color morado oscuro

2.6. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

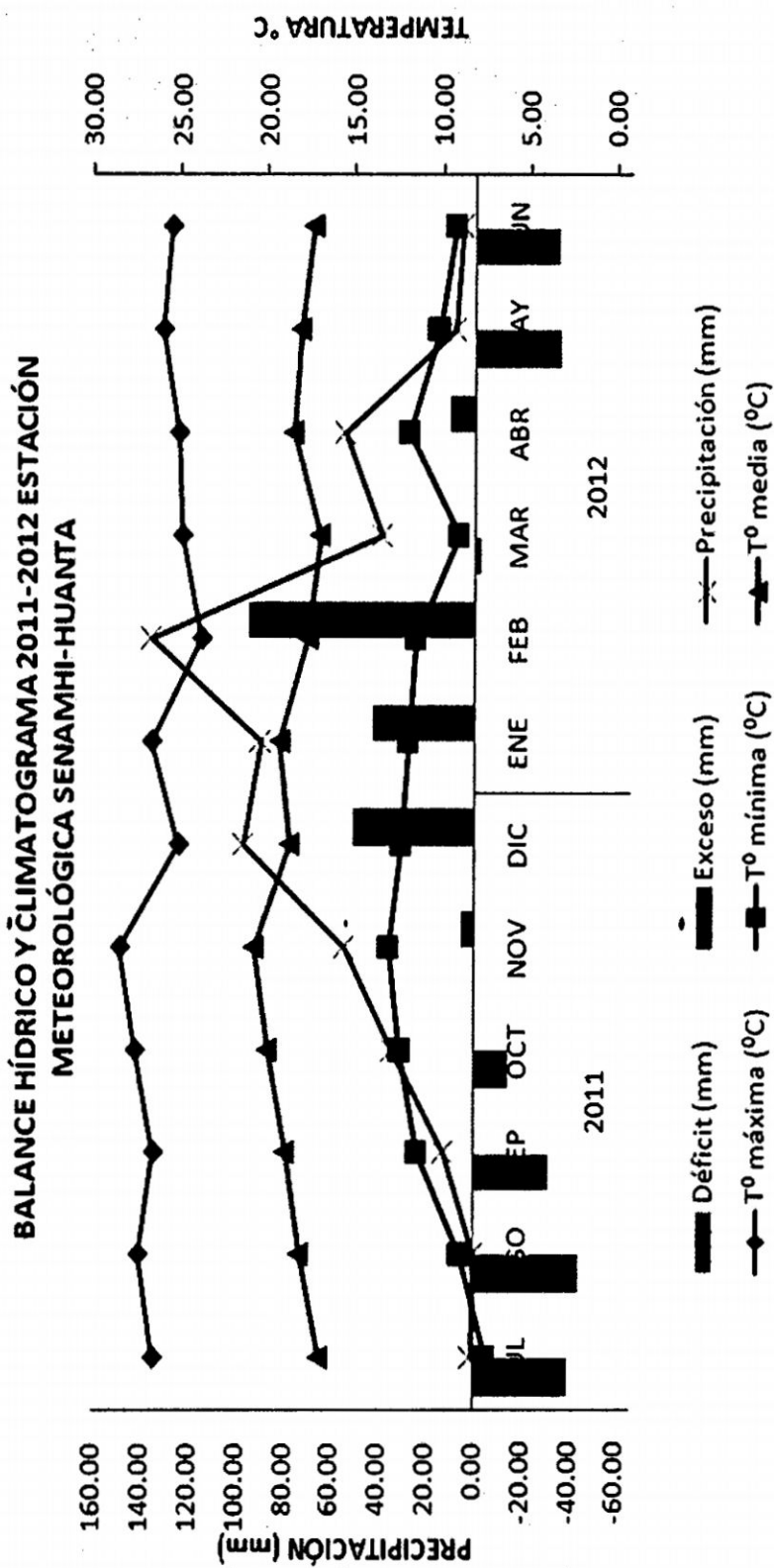
Los tratamientos en estudio fueron los siguientes:

- T1: *Azospirillum sp 1* en soporte líquido + Guano de isla.
- T2: *Azospirillum sp 1* en soporte sólido (turba) + Guano de isla.
- T3: *Azospirillum sp 2* en soporte líquido + Guano de isla.
- T4: *Azospirillum sp 2* en soporte sólido (turba) + Guano de isla.
- T5: Control + Guano de isla.
- T6: Fertilización química (100N-00P-30K)

CUADRO N° 4: Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2011 – 2012, de la Estación meteorológica de SENAMHI – Huanta.

AÑO	2011												2012						TOTAL	PROM
	MESES	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN							
T° máxima (°C)	26.59	27.42	26.56	27.62	28.49	25.15	26.70	23.85	25.00	25.18	26.08	25.58	314.21	26.18						
T° mínima (°C)	7.51	8.98	11.47	12.43	13.09	12.37	11.97	11.60	9.15	11.97	10.29	9.33	130.16	10.85						
T° media (°C)	17.05	18.20	19.01	20.02	20.79	18.76	19.33	17.72	17.07	18.58	18.19	17.46	222.18	18.52						
Factor	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.64	4.96	4.80	4.96	4.80								
Precipitación (mm)	1.30	0.20	12.80	34.10	54.40	97.00	89.90	135.70	38.60	54.34	8.30	5.70	532.34	44.36						
Evapotranspiración potencial (mm)	84.58	90.27	91.26	99.32	99.78	93.06	95.90	82.24	84.67	89.17	90.20	83.79	1084.23							
Factor de corrección	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49								
Evapotranspiración corregida (mm)	41.44	44.23	44.72	48.67	48.89	45.60	46.99	40.30	41.49	43.69	44.20	41.06								
H del suelo (mm)	-40.14	-44.03	-31.92	-14.57	5.51	51.40	42.91	95.40	-2.89	10.65	-35.90	-35.36								
Déficit (mm)	-40.14	-44.03	-31.92	-14.57					-2.89		-35.90	-35.36								
Exceso (mm)					5.51	51.40	42.91	95.40		10.65										

Gráfico N° 1: Diagrama Ombrotérmico de temperatura vs precipitación y Balance Hídrico correspondiente a la campaña 2011 – 2012, registrado en la estación meteorológica de SENAMHI – Huanta.



2.7. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Las cepas de *Azospirillum sp* fueron proporcionados por el laboratorio de Rhizobiología. Dichas cepas se multiplicaron en medio Agar nutritivo a 28°C, al término del cual se mezclaron con soporte esterilizado a base de turba, constituyendo el tratamiento en soporte sólido. El tratamiento con soporte líquido, fue utilizado tal cual luego de la multiplicación de las cepas.

Todos los tratamientos, excepto el T6 (fertilización química) fueron abonados con 250 kg de guano de isla/ha.

El tratamiento T6 (fertilización química) fue fertilizado con 300 kg/ha de Nitrato de amonio (50% en la siembra y 50% en el aporque) y con 50 kg de Cloruro de amonio corresponde al nivel de fertilización de 100N-00P-30K.

2.8. METODOLOGÍA

2.8.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el Diseño Bloque Completamente Randomizado DBCR, con seis tratamientos y tres repeticiones para cada tratamiento. El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = una observación en la unidad experimental i y la repetición j

μ = el promedio general

β_j = efecto de bloque (repetición) j

T_i = efecto de tratamiento i

ϵ_{ij} = error experimental

2.9. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

a) Unidad experimental

- Largo : 4 m
- Ancho : 3.75 m
- Área : 15 m²
- Tratamientos : 06
- Número de repeticiones : 03
- Distanciamiento entre plantas : 0.40 m
- Distanciamiento entre surcos : 0.75 m

b) Bloques

- Número parcelas en bloque : 06
- Número de surcos por parcela : 05
- Largo de bloques : 25 m
- Ancho de bloques : 4.0 m
- Área de bloque : 100 m²
- Área experimental : 375 m²

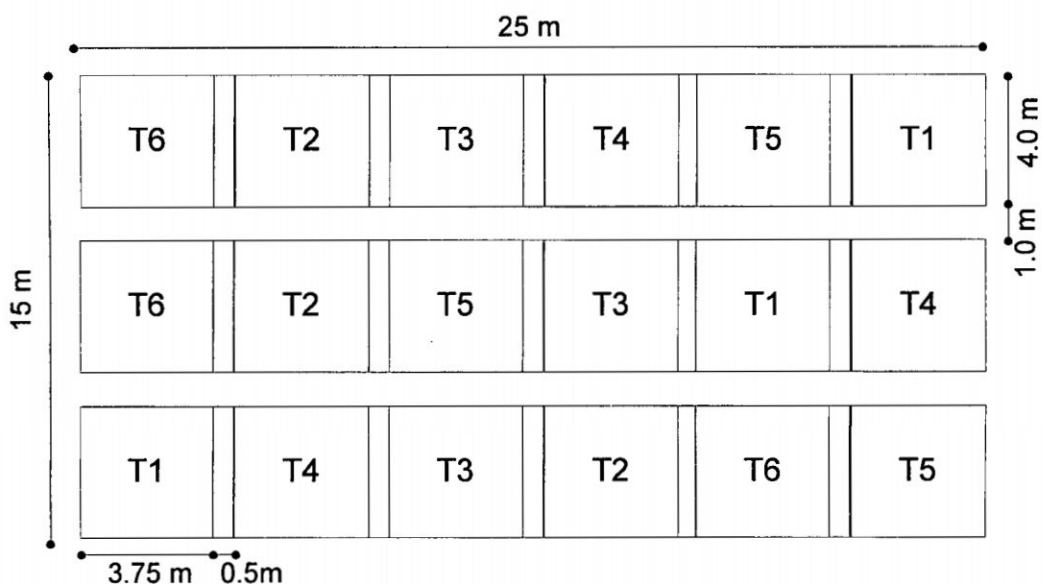


IMAGEN N° 1: Croquis del campo experimental

2.10. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

a. Aradura del suelo

La aradura del suelo se realizó con arado de discos, a una profundidad de 30 cm de la capa arable, esta operación se realizó el 25 de octubre del 2011.

b. Surcado

Una vez realizada la preparación del terreno, el surcado se realizó con yunta de toros, el 30 de octubre del 2011.

c. Demarcación del terreno

Concluido con el surcado se procedió a demarcar los bloques y las unidades experimentales, de acuerdo al croquis detallado en el diseño experimental. Esta labor se realizó el 30 de octubre del 2011.

d. Inoculación de la semilla

La inoculación de las semillas de maíz se realizó previamente, antes de la siembra; para el inoculante en soporte sólido se utilizó 20 g de inoculante

por kilo de semilla, diluido en 20 ml de agua azucarada al 10% y luego se mezcló con las semillas antes de proceder a la siembra.

El inoculante en soporte líquido (20 ml) se mezcló con un kilogramo de semilla, humedeciendo las semillas para luego proceder con la siembra.

e. Siembra

La siembra se llevó a cabo el 30 de octubre del 2011, colocando 3 a 4 semillas por golpe a una distancia de 40 cm, de acuerdo a la densidad de siembra y habiendo cubierto las semillas a una profundidad de 3 cm aproximadamente.

f. Fertilización

Los fertilizantes se distribuyeron a surco corrido y de acuerdo a las fórmulas calculadas. Los tratamientos inoculados (T1, T2, T3 y T4) y el tratamiento control fueron abonados con 600 g/parcela de guano de isla. El tratamiento con fertilización química recibió 500 g de nitrato de amonio y 62 g de cloruro de potasio por tratamiento. No fue necesario agregar fósforo, ya que el suelo presentaba niveles adecuados para el cultivo.

g. Riego

Los riegos se realizaron según el estado de desarrollo y necesidad de la planta durante su ciclo vegetativo, en el primer mes se regó con agua potable, con ayuda de una manguera por escases de lluvia y al no poder contar con agua de riego.

h. Deshierbo

Esta labor se realizó oportunamente durante el desarrollo del cultivo para evitar la competencia de las malezas con el cultivo, y la reducción del

rendimiento. El primer deshierbo se efectuó a los 45 días después de la siembra aprovechando el aporque y la aplicación de la segunda dosis de nitrógeno, posteriormente el siguiente deshierbo se efectuó a plena floración del maíz.

i. Aporque

Esta labor se realizó, con ayuda de un azadón, acumulando una cantidad de suelo alrededor de la planta, con el propósito de darle mayor estabilidad, evitar el tumbado por el viento y dar mayor anclaje a las raíces adventicias, y a la vez se aprovechó para la aplicación de la segunda fracción de fertilizante nitrogenado.

j. Control fitosanitario

Las principales plagas observadas durante el ciclo vegetativo de la planta fueron las siguientes: diabrotica (*Diabrotica speciosa*), cogollero (*Spodoptera frugiperda*) consideradas como plagas de mayor importancia, por su ataque persistente, especialmente cuando las plantas son tiernas. Las larvas se alimentan del cogollo, dejando gran cantidad de excrementos y las hojas muestran huecos irregulares en los bordes. Se controló esta plaga aplicando insecticidas como Tamarón y Lannate; respectivamente.

k. Cosecha

Fue una de las etapas de mayor importancia en la conducción del trabajo de investigación, ya que con los resultados obtenidos se realizaron los análisis estadísticos para su discusión y conclusiones. La cosecha se realizó el 5 de mayo del 2012, después de la madurez fisiológica.

La extracción de la mazorca se realizó con una humedad de 30% aproximadamente, con uso de despancadores y colocando las mazorcas en costales para luego ser trasladados para el secado, hasta lograr una humedad de 13 a 14% por un periodo de dos semanas.

2.11. VARIABLES EVALUADAS

2.11.1. Factores de precocidad

La precocidad se evaluó en número de días después de la siembra. El número de días se registró cuando el 50% de las plantas de cada unidad experimental evidenciaron el estado fenológico considerados para su evolución.

a) Floración Masculina

Se consideró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presentaron las panojas (inflorescencia masculina), desprendiendo polen.

b) Floración femenina

Se tomó en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presentaron las flores femeninas.

c) Madurez fisiológica

Se tomó en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de brácteas de la mazorca se tornaran a un color pajizo, con un 35% de humedad aproximadamente.

2.10.2 Factores de rendimiento

Los factores de rendimiento evaluados fueron los siguientes:

a) Altura de planta

Para evaluar este parámetro se procedió a medir con una wincha, la altura en cm de 10 plantas al azar, desde la raíz hasta la panoja de la planta muestra, en cada tratamiento en estudio.

b) Altura de mazorca superior

La altura de mazorca superior se midió con la ayuda de una wincha desde la base de la planta hasta el nudo donde nace la mazorca superior expresándose en metros, se consideró 10 plantas por tratamiento.

c) Número de mazorcas por planta

Este parámetro se evaluó en 10 plantas muestras al azar y en cada tratamiento en estudio.

d) Longitud de mazorca

Este parámetro se midió con la ayuda de una regla graduada, desde la base y hasta el ápice de la mazorca, expresado en centímetros. Se tomaron 10 mazorcas cosechadas muestreadas al azar por tratamiento en estudio.

e) Diámetro de mazorca

Se efectuó la medida en la parte media de la mazorca con ayuda de un vernier y expresados en cm. Se considerara 10 mazorcas por tratamiento.

f) Número de hileras por mazorca

Se determinó contando el número de hileras por mazorca de las 10 mazorcas muestreadas al azar, para luego cuantificar el número de granos de una mazorca para cada tratamiento en estudio.

g) Número de granos por mazorca

Este parámetro se determinó contando el número de granos por mazorca de 10 mazorcas muestreadas al azar, para cuantificar el número de granos de una mazorca por cada tratamiento en estudio.

h) Diámetro de tusa o marlo (coronta)

Esta variable se evaluó utilizando un vernier, midiendo perpendicularmente la longitud de la coronta, expresado en centímetros. Se evaluó 10 mazorcas muestreadas al azar.

i) Peso de tusa (coronta)

Se evaluó las 10 mazorcas desgarnadas (sin grano), procediéndose al pesado en una balanza analítica y expresada en gramos.

j) Peso de 1000 semillas

Se evaluó después de la cosecha, para lo cual se tomó al azar 4 grupos de 1000 semillas, luego fueron pesadas y obtenido los promedios, con este valor se calculó el peso de 1000 semillas.

k) Índice de tinción

Se evaluó la intensidad de color de la tusa, siendo de 4 a 5 la escala permisible que se obtiene a partir de la siguiente fórmula; para ello se tomó 10 muestra con 3 repeticiones.

$$I = (N_1 * 5 + N_2 * 4 + N_3 * 3 + N_4 * 0) / (N_1 + N_2 + N_3 + N_4)$$

Dónde:

N_1 = Número de mazorcas con tusa de color morado oscuro.

N_2 = Número de mazorcas con tusa de color morado.

N_3 = Número de mazorcas con tusa de color morado claro.

N_4 = Número de mazorcas con tusa de color blanco.

l) Rendimiento de mazorca

Se cosechó el maíz a la madurez de la cosecha. Se pesaron las mazorcas de las plantas de los dos surcos centrales de la parcela experimental y de las tres repeticiones de cada tratamiento en estudio, para luego inferir a una hectárea.

m) Materia seca de la planta

Una vez cosechado el maíz se tomó tres plantas al azar, cortados desde el cuello de la planta, picadas y secadas en una estufa durante 48 horas a una temperatura de 105 °C. Seguidamente se pesó la cantidad de materia seca correspondiente a cada unidad experimental y en cada uno de los tratamientos en estudio.

n) Materia seca de la mazorca

Las mazorcas de las plantas muestreadas fueron colocadas en una estufa durante 48 horas, a una temperatura de 105 °C. Luego se pesó la cantidad de materia seca de cada unidad experimental y para cada tratamiento en estudio.

2.10.3 Mérito Económico

Para realizar la evaluación económica se tomó como base los costos de producción y el valor de la venta de la cosecha obtenida. Para estimar los costos de producción se tomó en cuenta los costos directos e indirectos. Para la obtención del valor de venta se consideró como referencia el precio promedio fluctuante por kilogramo en el mercado.

2.12. ANALISIS ESTADISTICO

Los resultados fueron evaluados mediante el análisis de Variancia (ANVA), para determinar las diferencias entre los tratamientos en estudio.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. FACTORES DE PRECOCIDAD

Para la evaluación de los Factores de precocidad se han considerado los estados fenológicos que presentan las plantas de maíz, considerados como variables de precocidad. Estos estados fenológicos se observa en el ANVA del Cuadro N° 5.

Al realizar el análisis de variancia (Cuadro N° 5) no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, indicando que las bacterias aplicadas no afectaron los factores de precocidad.

CUADRO N° 5: ANVA de los Estados fenológicos de las variables de precocidad en los diferentes tratamientos en el cultivo de maíz morado. Huanta 2650 msnm.

FV	GL	Floración Masculina	Floración Femenina	Madurez Fisiológica
Bloque	2	0.667 ns	0.500 ns	0.167 ns
Tratamiento	5	0.500 ns	1.333 ns	1.033 ns
Error	10	0.467	0.633	1.100
Total	17			
CV		0.86	0.89	0.62

Fuente: Elaboración propia

184949

a) Días a la floración masculina

La aparición de la flor masculina, se observó entre los 79.7 y 80 días en los tratamientos T1 (C1 en soporte líquido) y T6 (fertilización química) respectivamente.

Al respecto, Enciso (2004) reporta que la floración masculina en el maíz morado, ocurre a los 72.83 días en promedio después de la siembra, este valor es inferior a la obtenida en el presente trabajo de investigación que varía de 79.50 a 80.00 (Anexo A). Mondalgo (2002) en un trabajo de investigación en maíz morado, en tres fórmulas de fertilización y dos densidades de siembra, observó que la floración masculina ocurre a los 78 a 78.5 días que también es inferior al del presente trabajo de investigación. De La Cruz (2009) en un estudio de determinación de la madurez fisiológica y calidad de semilla de maíz morado en dos densidades de plantas y dos momentos de siembra, encontró que la floración masculina del maíz morado ocurrió a los 92 y 93.5 días después de la siembra, estos valores superan a lo encontrado en el presente trabajo de investigación.

b) Días a la floración femenina

La floración de la flor femenina, en el presente trabajo de investigación se observó que ocurre entre los 88 y 89.7 días en los tratamientos T2 (C2 en soporte sólido) y T1 (C1 en soporte líquido) y T6 (fertilización química) respectivamente.

Mondalgo (2002) en una investigación realizada en INIA Canaán, en maíz morado con tres fórmulas de fertilización y dos densidades de siembra, la floración femenina ocurrió a los 87.5 días, resultado que es aproximado o igual al del presente trabajo de investigación. Huamán (2007) reporta que en un estudio de la influencia del guano de isla en la floración femenina para el maíz morado

variedad NEGRO INIA ocurrió a los 72.58 días, valor que es inferior al del presente trabajo de investigación. De La Cruz (2009) señala que la floración femenina para el maíz morado variedad NEGRO INIA I se produce a los 100.00 y 101.62 días después de la siembra, valores que supera a los del presente trabajo de investigación.

c) Días a la madurez fisiológica

En el presente trabajo, los días a la madurez fisiológica del maíz morado ocurrió entre los 167 y 168.7 días, con los tratamientos T2 (C1 en soporte sólido) y T1 (C1 en soporte líquido); respectivamente.

La madurez fisiológica del maíz es el estado más importante en el desarrollo de la planta, nos indica la precocidad de la variedad, tal como se mostró en el presente trabajo y de forma homogénea. Mondalgo (2002) señala que la madurez fisiológica se da entre 156 a 162 días, valores que son inferiores a lo encontrado en el presente trabajo de investigación, asimismo la madurez de cosecha ocurre a los 175 días, no presenta mayor diferencia y se asemeja a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación. Huamán (2007) al estudiar la influencia del guano de isla en maíz morado variedad NEGRO INIA observó que la madurez fisiológica ocurre a los 136.58 días; los resultados obtenidos son menores a lo encontrado en el presente trabajo de investigación. La variación de resultados se puede deber a diferentes factores como el medio ambiente, épocas de siembra y el factor intrínseco genético.

3.2. FACTORES DE RENDIMIENTO

En el cuadro N° 6 se presenta el ANVA de los factores de rendimiento, donde se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio.

Los coeficientes de variabilidad (CV) varía entre 2.91 y 19.85% dependiendo del factor de rendimiento.

a) Altura de planta

La altura de las plantas variaron entre 1.72 a 2.06. Los valores más altos corresponden a los tratamientos T2 (C1 en soporte sólido) y T6 (fertilización química), y los valores más bajas a los tratamientos T1 (C1 en soporte líquido) y T3 (C2 en soporte líquido) (Gráfico N° 2), los mayores valores corresponden a los tratamientos donde se aplicó la Cepa 1 en un medio de cultivo sólido y en el control donde se le agregó guano de isla.

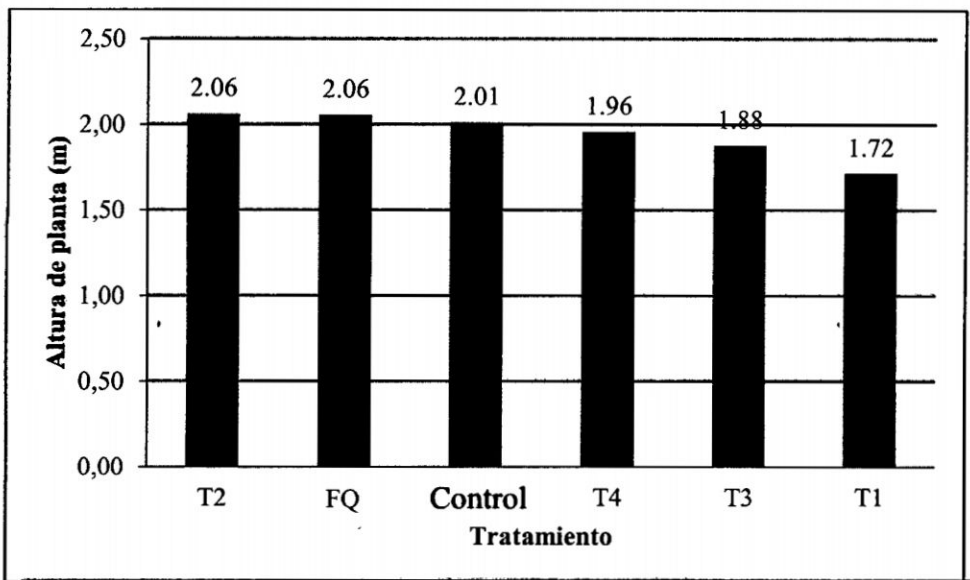


Gráfico N° 2: Histograma de la altura de planta

CUADRO N° 6: Cuadros medios del análisis de variancia para los factores de rendimiento de maíz morado. Huanta 2627 msnm.

FV	GL	Altura de Planta	Altura de Mazorca	N° de Mazorca por planta	Longitud Mazorca	Diámetro de Mazorca	N° de Hileras por Mazorca	N° granos permazorca	Diámetro de Coronta	Peso de Coronta	Peso de 1000 semillas	Índice de Tinción	Materia Seca de planta	Materia seca de mazorca	Rendimiento de mazorca
Bloque	2	0.024 ns	0.022 ns	0.004 ns	0.061 ns	0.008 ns	0.111 ns	300.028 ns	0.009ns	2.404 ns	32.855 ns	0.037 ns	244.866 ns	40.825 ns	6523510.456ns
Tratamiento	5	0.053 ns	0.025 ns	0.010 ns	0.697 ns	0.073 ns	0.200 ns	501.914 ns	0.013 ns	5.293 ns	2359.813 ns	0.021 ns	17.266 ns	32.290 ns	1080332.595 ns
Error	10	0.023	0.015	0.023	0.719	0.051	0.079	906.787	0.009	14.280	3293.201	0.154	18.633	25.077	1871249.183
Total	17														
CV		7.71	12.34	12.12	5.84	5.18	2.91	12.14	3.87	19.03	12.42	9.59	11.37	9.81	19.85

Fuente: Elaboración propia

Huamán (2007) señala, haber obtenido una altura promedio de 2.28 m. mientras que Velásquez (1999) obtuvo 2.32 m de altura. Pinto (2002) menciona haber obtenido para el maíz morado Negro INIA I un promedio de altura de planta de 2.27 m. Los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos en estudio son más bajos a lo encontrado por los diferentes autores mencionados esto puede deberse a la influencia de los factores extrínsecos en el crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz.

b) Altura de mazorca superior

La altura de mazorca superior en la planta de maíz morado varió entre 0.88 m el tratamiento T1 (C1 en soporte líquido) y 1.12 m en el tratamiento T6 (fertilización química) tal como se observa en el Gráfico N° 3. Se obtuvo la mayor altura de mazorca superior con la fertilización química.

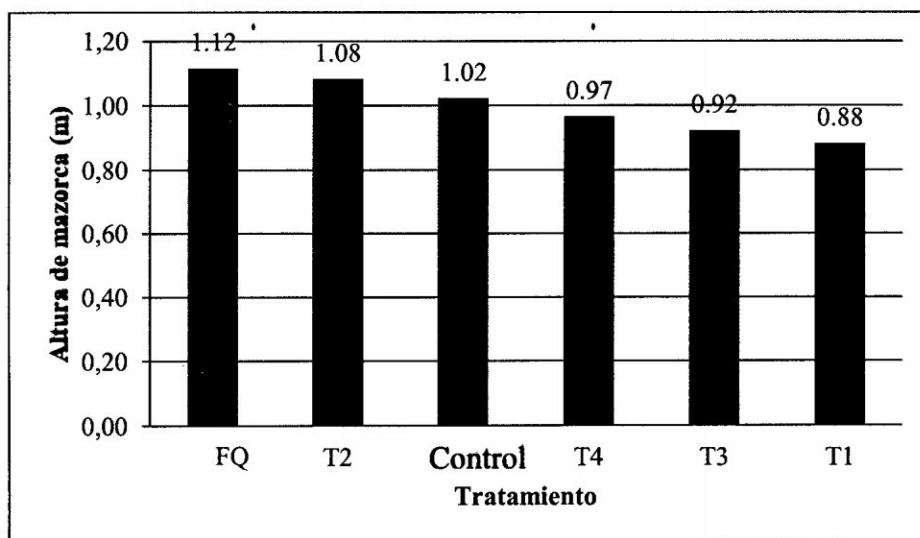


Gráfico N° 3: Histograma de la altura de mazorca superior

Para este parámetro Huamán (2007) al estudiar un genotipo de Huanta encontró un promedio de 1.30 m de altura mientras que Velásquez (1999) al evaluar el material genético de maíz morado encontraron valores entre 0.82 a 1.61 m. Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango que establece el autor. Pinto (2002) menciona haber obtenido para la altura de la mazorca un promedio de 1.39 m sustenta que siendo notablemente mayor las alturas encontradas en el presente trabajo de investigación.

c) Número de mazorcas por planta

El número de mazorcas para toda la población de maíz morado varió desde 1 a 2 mazorcas. Se obtuvo 1.17 mazorcas por planta en el tratamiento T1 (Cepa 1 en soporte líquido) y 1.30 en los tratamientos T2 (Cepa 2 en soporte sólido) y T5 (control) tal como se muestra en el Gráfico N° 4. Esta variable está muy relacionada con el rendimiento.

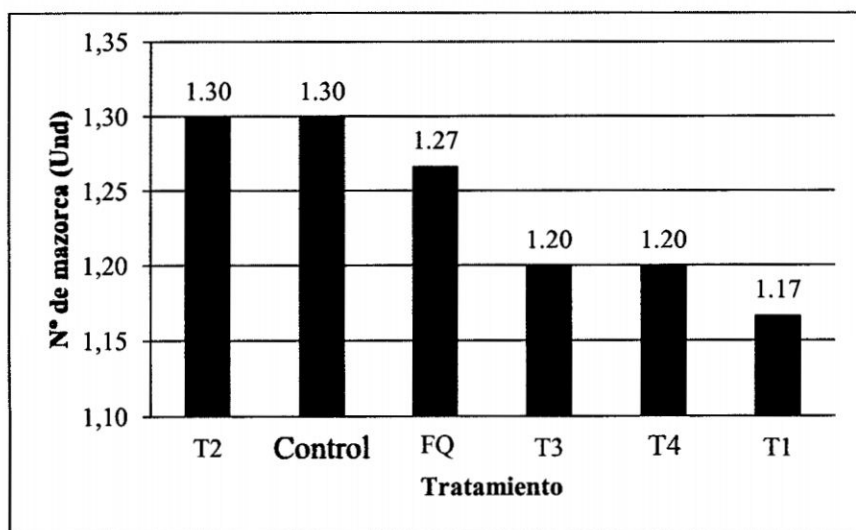


Gráfico N° 4: Histograma del número de mazorcas por planta

Enciso (2005), afirma haber obtenido 1.41 unidades de mazorca por planta en el cultivo de maíz morado variedad NEGRO INIA I. Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son inferiores, debido probablemente a los factores extrínsecos ambientales y genéticos.

d) Longitud de mazorca

La longitud de mazorca del maíz morado (Gráfico N° 5), encontrados en el presente trabajo de investigación varían entre 13.56 con el tratamiento T5 (control) y 14.83 cm con el tratamiento T6 (fertilización química).

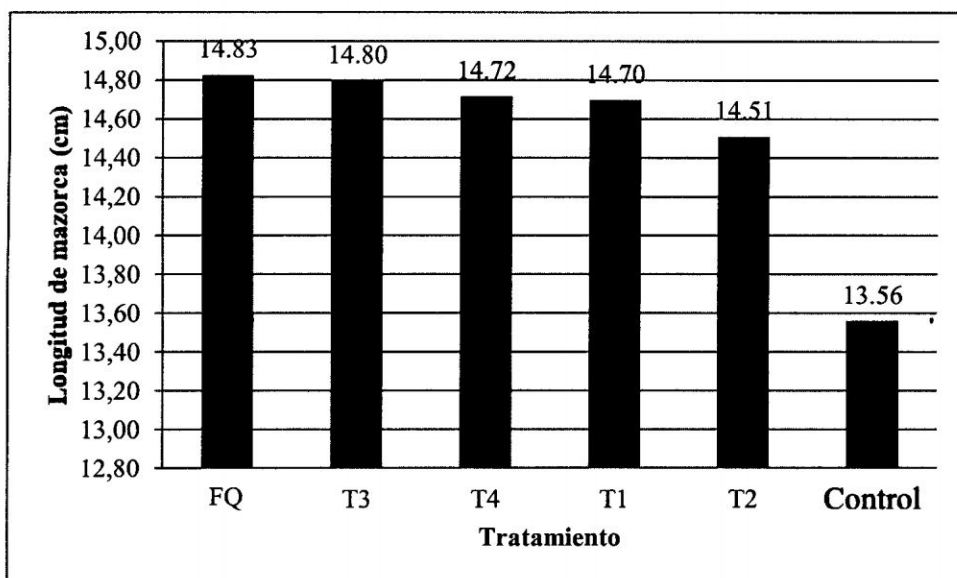


Gráfico N° 5: Histograma de longitud de mazorca

Velásquez (1999) al evaluar ecotipos de 06 entradas de maíz morado en Canaán, encontró valores que variaron entre 12.01 y 14.86 cm, estos resultados se asemejan a los encontrados en el presente trabajo. Por otro lado Huamán (2007) reporta un promedio de 14.10 cm de longitud de mazorca para el maíz morado

NEGRO INIA, el cual es inferior al promedio obtenido en el presente trabajo(14.54 cm).

e) Diámetro de mazorca

El diámetro de mazorca en los diferentes tratamientos en estudio varió entre 4.20 cm en el tratamiento T1 (cepa 1 en soporte líquido) y 4.51cm en los tratamiento T3 (cepa 2 en soporte líquido) y T6 (fertilización química), tal como se muestra en el Gráfico N°6.

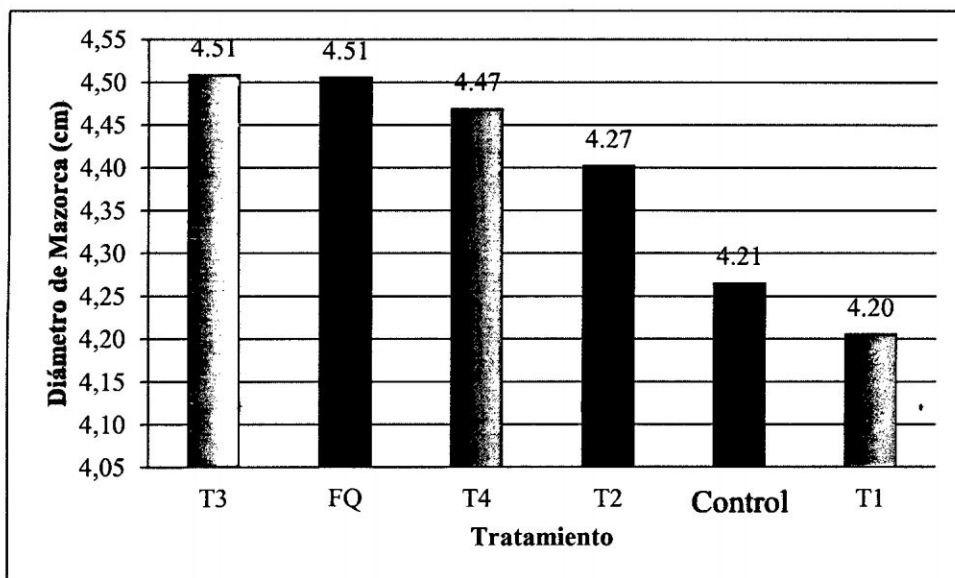


Gráfico N° 6: Histograma de diámetro de mazorca

Huamán (1999) reporta para el maíz morado procedente de Huanta, un diámetro promedio de 4.4 cm. De La Cruz (2009) del mismo modo encontró valores de 4.18 cm. y 3.68 cm para el diámetro de mazorca en dos densidades de siembra, los que se encuentran por debajo de los valores encontrados en el presente trabajo de investigación. Velásquez (1999) al evaluar mayores poblaciones de maíz morado

encontraron valores desde 2.04 a 4.44. Mondalgo (2002) obtuvo diámetros entre 5.15 y 4.92 cm para el maíz morado en dos densidades de siembra, los cuales son relativamente superiores a los resultados obtenidos en el presente trabajo, estas diferencias de valores encontrados y reportados puede deberse a factores extrínsecos e intrínsecos.

f) Número de hileras por mazorca

El número de hileras por mazorca (Gráfico N° 7) fue similar en todos los tratamientos, variando entre 9.23 y 9.90 unidad dado que correspondieran a los tratamientos T5 (control) y T1 (cepa 1 líquido) respectivamente.

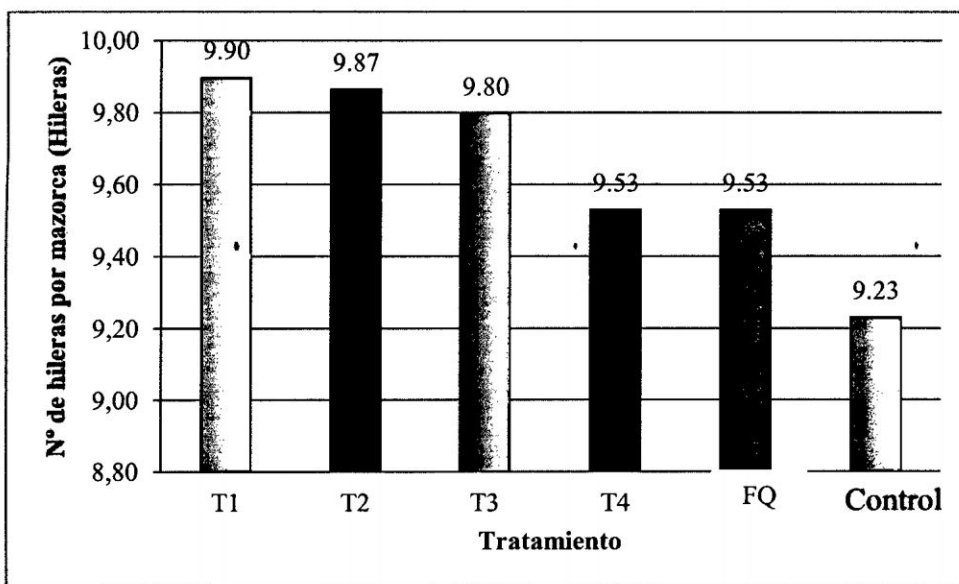


Gráfico N° 7: Histograma de número de hileras por mazorca

Pinto (2002) obtuvo en un experimento de maíz NEGRO INIA I un promedio de 10.45 hileras por mazorca; este valor supera a los valores obtenidos en la investigación. Para esta misma variedad Huamán (2007) manifiesta haber

obtenido para el maíz morado 10.83, al evaluar la mayor población de maíz morado encontró valores de 9.63 y 10.11 hileras por mazorca que supera ligeramente al valor más alto encontrado en el presente trabajo de investigación.

g) Número de granos por mazorca

Los resultados del número de granos por mazorca (Gráfico N° 8), muestra que se ha encontrado valores de 260.63 granos en el tratamiento T3 (cepa 2 en soporte líquido) y 260.10 granos en el tratamiento T4 (cepa 2 en soporte sólido). El valor más bajo fue de 225.45 granos que corresponde al tratamiento T5 (control).

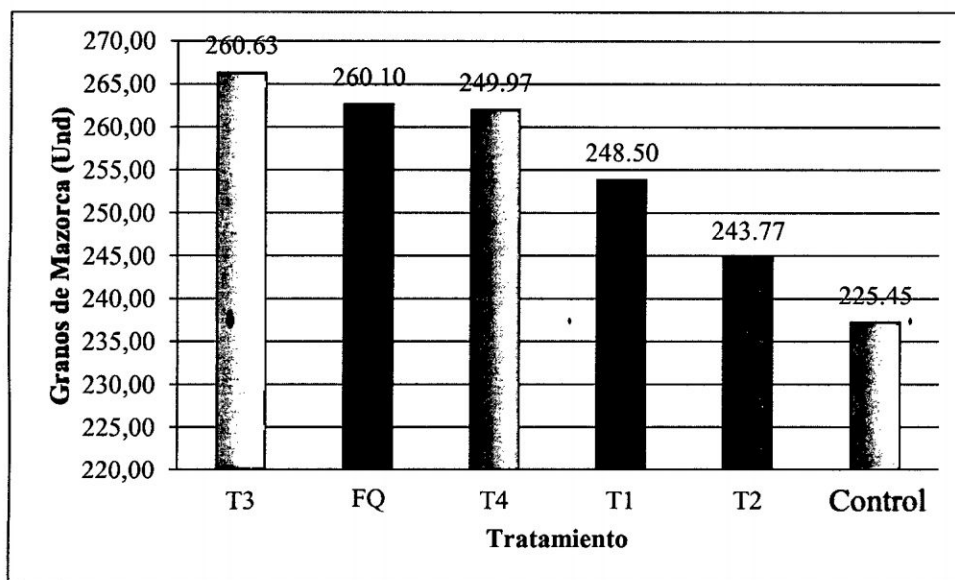


Gráfico N° 8: Histograma de número de granos por mazorca

De La Cruz (2009) reporta haber obtenido en un ensayo, un promedio de 191.11 granos por mazorca inferior a lo obtenido en el presente trabajo de investigación.

Enciso (2005) afirma haber obtenido 247 granos por mazorca en monocultivo y

257.25 granos en cultivo de maíz morado asociado con Ñuña, estos resultados están entre los rangos encontrados en el presente trabajo de investigación.

h) Diámetro de tusa o marlo (coronta)

El diámetro de mazorca (Gráfico N° 9) en los diferentes tratamientos en estudio varió entre 2.36 cm con el tratamiento T1 (cepa 1 en soporte líquido) hasta 2.54 cm con el tratamiento T3 (cepa 2 en soporte sólido).

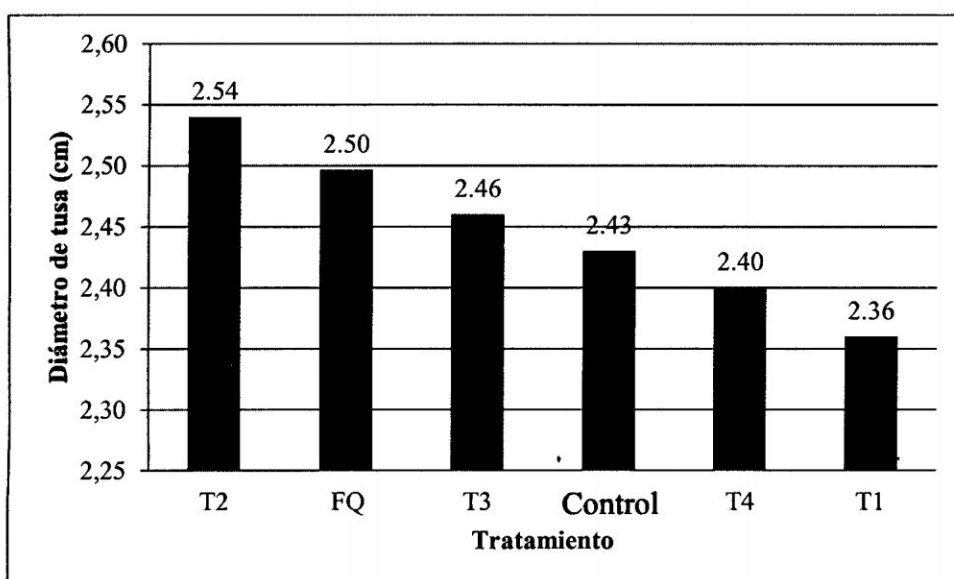


Gráfico N° 9: Histograma de diámetro de tusa o marlo

Mondalgo (2002) en un ensayo de dos densidades de siembra; encontró un valor promedio de 2.77 cm de diámetro de tusa, este resultado obtenido es similar a lo obtenido en el presente trabajo. De La Cruz (2009) encontró un promedio de 1.84 cm para el diámetro de mazorca, que es totalmente bajo con respecto a los valores encontrados en los diferentes tratamientos del presente trabajo de investigación.

i) Peso de tusa (coronta)

El Histograma (Gráfico N° 10) muestra que se obtuvo mayores valores en los tratamientos T3 (cepa 1 en soporte líquido) y T2 (cepa 1 en soporte sólido) con 21.54 g (17% de incremento) y 21.22 g (16% de incremento) respectivamente; mientras que el valor más bajo (18.40 g) se obtuvo en el tratamiento T5 (control).

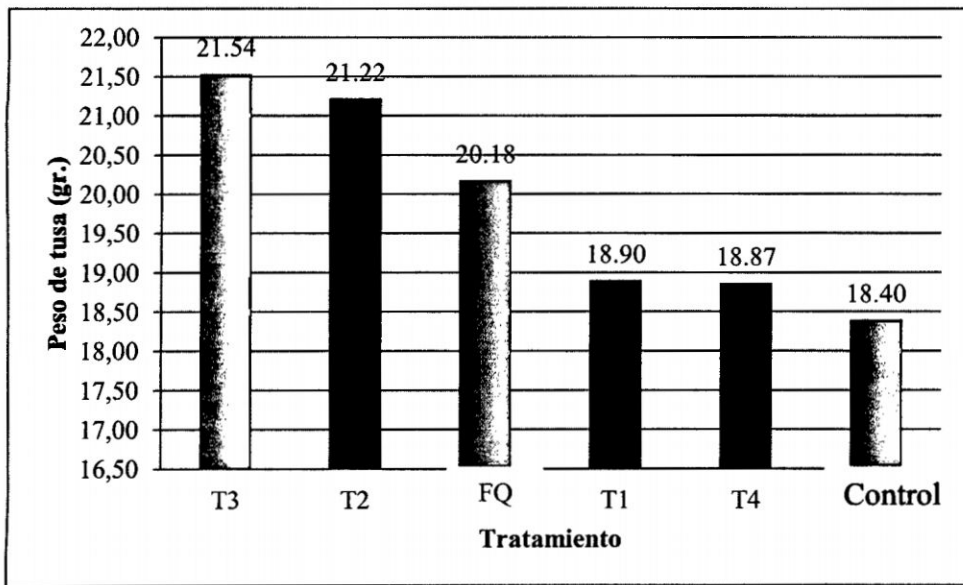


Gráfico N° 10: Histograma para peso de la tusa

Mondalgo (2002) al evaluar el rendimiento del maíz morado con tres fórmulas de fertilización y dos densidades de siembra, obtuvo 34.78 g, de peso de tusa; este valor es alto con respecto a lo encontrado en el presente trabajo de investigación, puede deberse a la influencia de los factores extrínsecos e intrínsecos.

j) Peso de 1000 semillas

El Histograma (Gráfico N° 11) para el peso de 1000 semillas, muestra valores entre 501.00 g en el tratamiento T3 (cepa 1 en soporte líquido) y 434.58g. en el

tratamiento T5 (control). Los mayores valores se obtuvieron en los tratamientos donde se realizó la inoculación de la semilla con la cepa 1 en soporte líquido más la aplicación de guano de isla al momento del aporque.

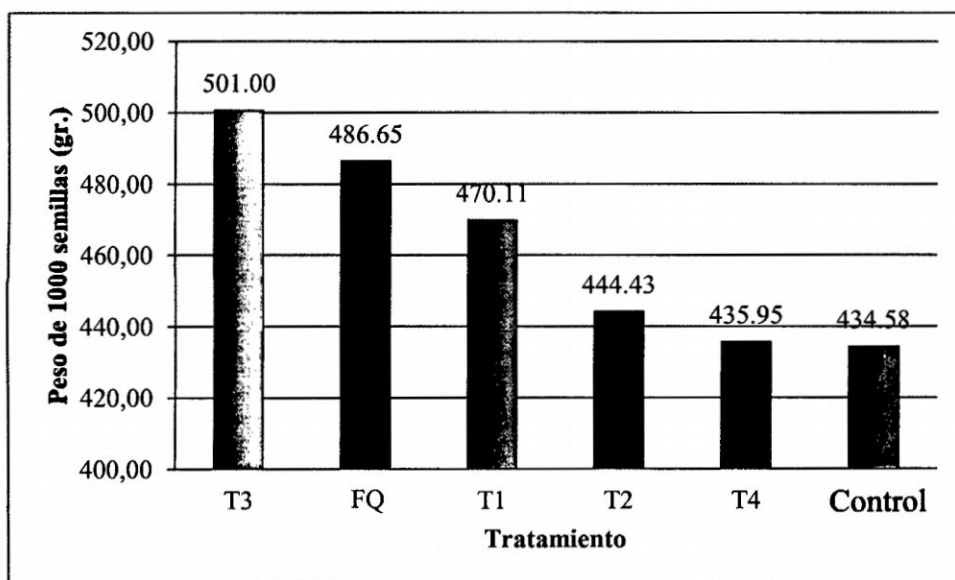


Gráfico N° 11: Histograma del peso de 1000 semillas

Mondalgo (2004) señala que el peso de 1000 semillas en mazorcas de primera alcanzó, valores entre 586.72 y 581.85 g; en mazorcas de segunda, 502.75 g, en mazorca de tercera, varían entre 443.75 y 533.50 g; estos valores superan a los del presente trabajo de investigación. De La Cruz (2009) obtuvo un promedio de 465 g para el peso de 1000 semillas en dos densidades de plantas; asimismo, Pinto (2001) para el maíz morado NEGRO INIA I, obtuvo un promedio de 452 g. Estos valores se encuentran entre los rangos de resultados encontrados en el presente trabajo de investigación.

k) Índice de tinción

El resultado de índice de tinción (Gráfico N° 12) nos muestra que los valores varían de 3.93 con el tratamiento T1 (cepa1 en soporte líquido), hasta 4.17 en el tratamiento T2 (cepa 1 en soporte sólido). La aplicación de la cepa 1 en soporte sólido tiene mayor influencia en el índice de tinción.

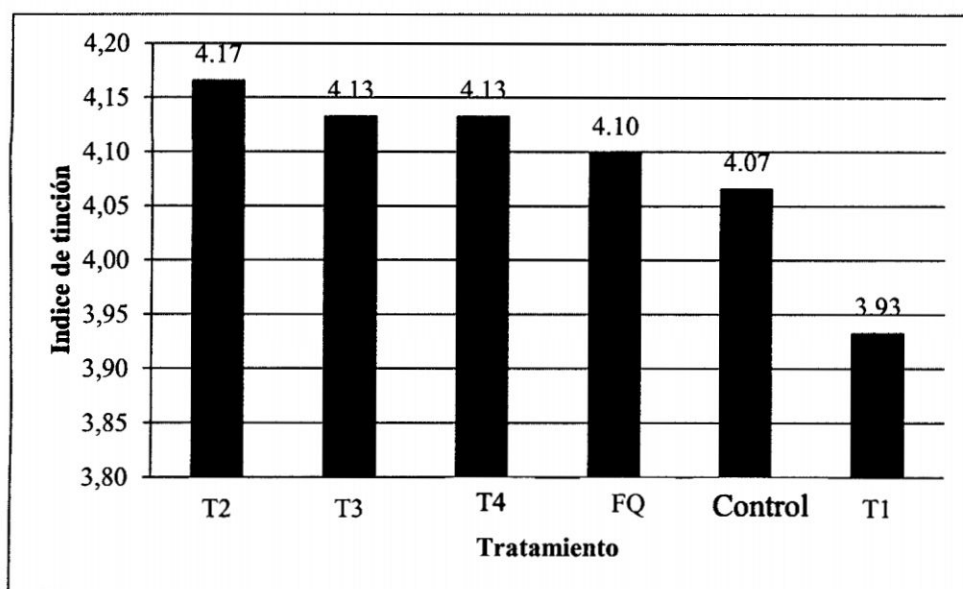


Gráfico N° 12: Histograma para el índice de tinción

Huamán (2007) un promedio de 4.45 para el índice de tinción por la influencia del guano de isla en la variedad NEGRO INIA; estos resultados obtenidos son mayores a las del presente ensayo; debido a la variedad utilizada (canteño) y Pinto (2002) obtuvo para el maíz NEGRO INIA I, un promedio de 4.71.

l) Materia seca de la planta

En el Gráfico N° 13, se muestra el contenido porcentual de materia seca de la planta que varía de 33.98 % con el tratamiento T5 (control), hasta 40.80% con el

tratamiento T3 (cepa 2 en soporte líquido), los resultados que dio mejores resultados fueron aquellos tratamientos donde se inocularon las semillas con la cepa 2 en soporte líquido.

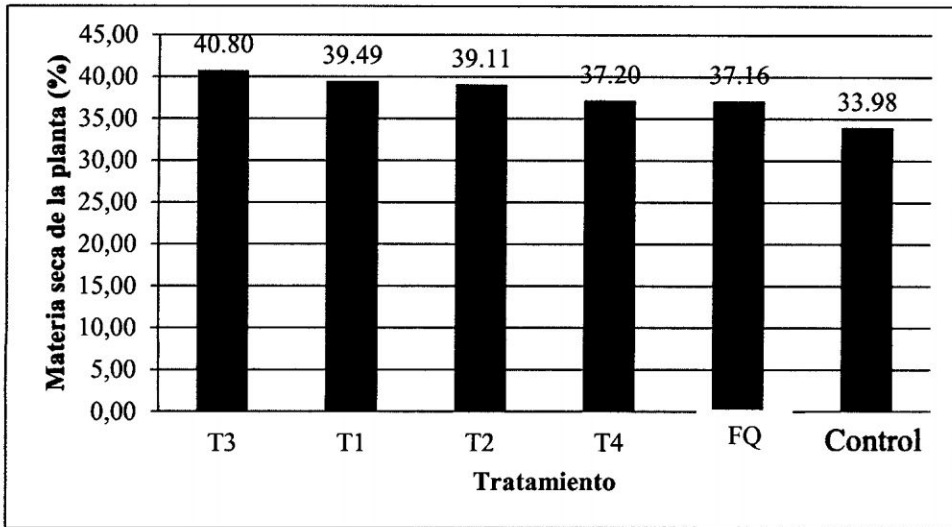


Gráfico N° 13: Histograma para materia seca de la planta

m) Materia seca de la mazorca

El contenido porcentual de materia seca en la mazorca (Gráfico N° 14), varió entre 46.12% con el tratamiento T6 (fertilización química) hasta 55.80% con el tratamiento T5 (control), los mejores resultados obtenidos puede atribuirse a la aplicación guano de isla al momento del aporque.

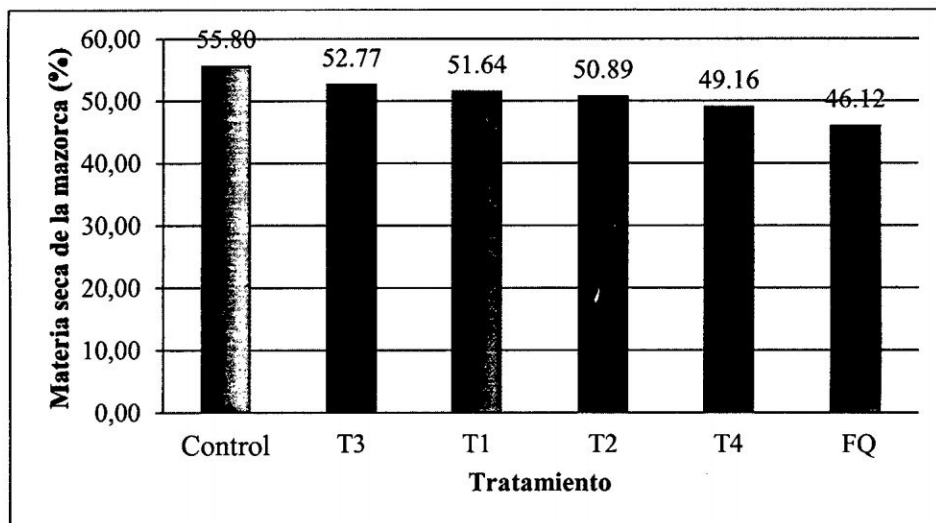


Gráfico N° 14: Histograma para materia seca de la mazorca

n) Rendimiento de mazorca

El rendimiento de mazorca al 14% de humedad (Gráfico N° 15) varía de 6188.12 kg/ ha en el tratamiento T5 (control) hasta 7761.11 kg/ha en el tratamiento T6 (fertilización química). Se puede observar que existe un mayor incremento en el rendimiento con los tratamientos T6 con fertilización química y T3, donde se utilizó un medio de soporte líquido por lo que se puede atribuir su influencia positiva en el rendimiento.

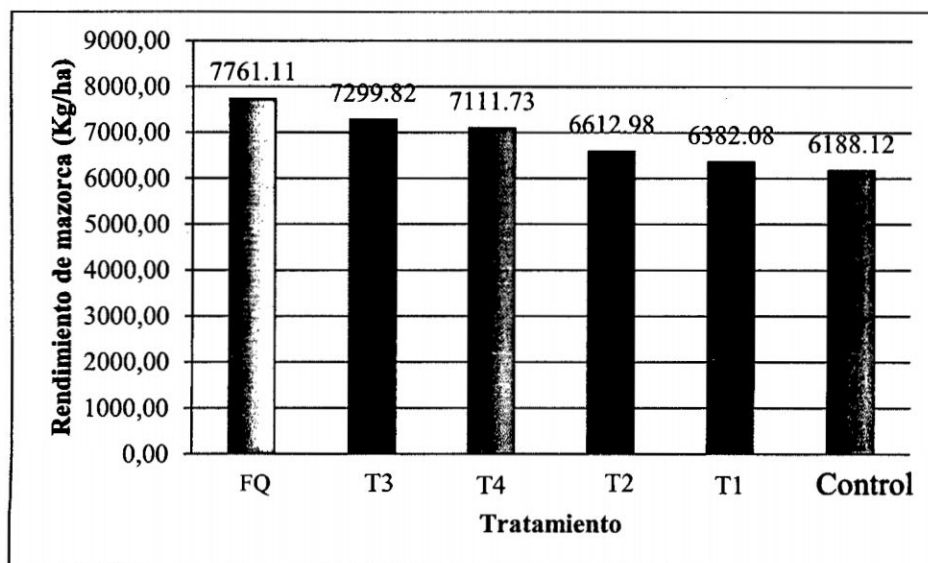


Gráfico N° 15: Histograma de rendimiento de mazorca

Enciso (2005) establece que el maíz morado al ser sembrado en forma asociada presenta un menor rendimiento (5647.4 kg/ha) en comparación a la siembra en monocultivo que presenta mayor rendimiento (7565.79 kg/ha). Este último resultado es similar al obtenido en el presente trabajo de investigación. Mondalگو (2004) reporta que para el rendimiento al 14 % de humedad ha obtenido una variación de 9.595 a 7.336 toneladas que superan a valores obtenidos en el presente trabajo. Huamán ((2007) obtuvo un rendimiento de 8900 kg/ha en de maíz morado variedad NEGRO INIA I; este valor igualmente supera a los valores encontrados.

Fernández H. en la tesis “Aplicación de Roca Fosfórica y Diatomita Incubadas en Microorganismos Efectivos, en el Cultivo de Maíz Morado (*Zea mayz* L.) Canaán-INIA 2750 msnm-Ayacucho” obtuvo una rendimiento entre 6341.80 y 8840.80 kg/ha. Los datos obtenidos en esta tesis son similares a los obtenidos en el presente trabajo de investigación.

Higa y Parr (1991) mencionan que los microorganismos tienen efectos en las condiciones químicas del suelo. Mejora la disponibilidad de nutrientes del suelo, solubilizándolos, separándolo las moléculas que las mantienen fijos, dejando elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radicular. Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación muestran valores aceptables por la influencia de los microorganismos.

3.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

3.3.1. MÉRITO ECONÓMICO

En el cuadro N° 7 se muestra el mérito económico en la rentabilidad de los tratamientos evaluados con la aplicación de microorganismos (*Azospirillum sp*) en el rendimiento de maíz morado (variedad canteño). Se deduce que el tratamiento T6 (fertilización química) obtiene mayor tasa de rentabilidad con 242.72%, esto debido a su mínimo costo de producción y que la fertilización química tiene un efecto positivo e inmediato en el desarrollo y crecimiento de la planta. En los tratamientos T3 y T4 también se obtuvieron resultados similares (207.18 y 205.48%), con el T5 (control) se obtuvo menor rentabilidad (174.04%).

Es importante mencionar que la aplicación de microorganismos en la producción de maíz morado es una alternativa para que el agricultor mejore su ingreso económico, sin contaminar el ambiente.

CUADRO N° 7: Análisis económico de la rentabilidad por tratamientos

Tratamientos	Costo de producción S/.	Rendimiento Kg/ha	Costo por Kilo S/.	Valor de producción S/.	Utilidad neta S/.	Rentabilidad %
T1	3311.32	6382.08	1.50	9586.12	6274.80	190.24
T2	3311.32	6612.98	1.50	9932.47	6621.15	200.74
T3	3311.28	7299.82	1.50	10949.70	7638.42	230.68
T4	3311.28	7111.73	1.50	10667.60	7356.32	222.16
T5	3272.40	6188.12	1.50	9282.18	6009.78	183.65
T6	3396.80	7761.11	1.50	11641.67	8244.87	242.72

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos bajo las condiciones en que se condujo el presente trabajo de investigación permiten establecer las siguientes conclusiones y recomendaciones.

4.1. CONCLUSIONES

1. No se encontró diferencias estadísticas entre tipos de soporte, tampoco entre cepas de *Azospirillum sp* sin embargo, la cepa 2 sobresalió en la mayoría de las variables.
2. Se observó diferencias numéricas entre los tratamientos inoculados y el control, en las variables: número de granos por mazorca, diámetro de mazorca, peso de 1000 semillas, materia seca de la planta, rendimiento y tasa de rentabilidad.
3. Los mayores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos T6 (fertilización química), T4 (cepa 2 en soporte sólido) y T3 (cepa 2 en

soporte líquido) que presentaron 7761.11, 7111.76 y 7299.82 Kg/ha respectivamente en comparación al control que presentó 6188.12 Kg/ha.

4. Las mayores tasas de rentabilidad se obtuvieron con los tratamientos T6 (F.Q), T4 (cepa 2 en soporte sólido) y T3 (cepa 2 en soporte líquido) con tasa de 242.72, 222.16 y 230.68 % respectivamente, mientras que el control presentó 183.65%.

4.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios de la aplicación de microorganismos benéficos en diferentes cultivos y suelos de la localidad, para reducir los costos de producción en beneficio de los agricultores y al mismo tiempo reducir el uso de fertilizantes químicos.
2. Realizar estudios para determinar el tipo de cepa de *Azospirillum sp* que mejor se adecúe al cultivo de maíz morado y nos proporcione mejores resultados en el rendimiento.

RESUMEN

Con la finalidad de determinar la influencia del soporte y cepa de *Azospirillum sp* en el incremento del rendimiento de maíz morado (variedad canteño), se realizó el trabajo de investigación en la localidad de Espíritu Santo, provincia de Huanta, ubicado a 2682 msnm. Antes de la siembra se tuvo que realizar el análisis químico y físico del suelo para determinar la cantidad de fertilizante a utilizar para los diferentes tratamientos, se inoculó la semilla con los inoculantes tanto en soporte líquido y sólido siguiendo el respectivo procedimiento minutos antes de la siembra. El cultivo se instaló en el campo el 30 de octubre del 2011 utilizando el Diseño Bloque Completamente Randomizado con seis tratamientos y tres repeticiones por cada uno y se cosechó el 05 de mayo del 2012. Los resultados encontrados permiten concluir lo siguiente: Los mayores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos T6 (fertilización química), T4 (cepa 2 en soporte sólido) y T3 (cepa 2 en soporte líquido) con 7761.11, 7111.73 y 7299.82Kg/ha respectivamente, se obtuvo mayor porcentaje de materia seca en mazorca con el T5 (control) con 55.80 % y la mejor materia seca de la planta se obtuvo con el tratamiento T3 (cepa 2 en soporte líquido) con 40.80 %, el índice de tinción fue mayor con el tratamiento T2 (cepa 1 en soporte sólido).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGRIOS, M.(1998). Fitopatología Agrícola.2da edic. México, Limusa.
2. ARTHUR, C. (1989). Introducción a la Botánica. 2da edic. México. C.E.C.S.A.
3. BARTOLINI, R. (1989). El Maíz. Ediciones Mundi Prensa. 2da edic. Madrid-España.
4. BASHAN, Y. y DUBROVSKY, J. (1996). Bacterias Promotoras de Crecimiento en Plantas y Microalgas Verdes. Canada.
5. COLLADOS, C. (2006). Impacto de Inoculantes Basados en *Azospirillum sp* Modificado Genéticamente sobre la diversidad y actividad de los Hongos de la Micorriza Arbuscular en Rizósfera de Trigo y Maíz. Tesis.Ganada.
6. DE LA CRUZ, M. (2009). Determinación de la madurez fisiológica y calidad de semilla de maíz morado (*Zea mays* L.) en dos densidades de plantas y dos momentos de siembra, Canaán 2750 msnm- Ayacucho. Tesis. Universidad Nacional San Cristóbal Huamanga. Ayacucho- Perú.
7. ENCISO, A. (2004). Influencia de la Densidad de Plantas en la Asociación de Maíz Morado (*Zea mays* L.) y Frijol Reventón (*Pasheolus vulgaris* L.) Canaán a 2760 msnm – Ayacucho, Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH – Ayacucho. Perú.
8. FOPEX, S.(1985). El maíz morado. Manual del Fondo de promoción de exportadores. Perú 46 p.
9. HIGA, T. y PARR, J. (1991). Microorganismos Efectivos (ME o EM). Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES).

10. HUAMÁN, C. (2007). Influencia del guano de isla en el rendimiento de dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán a 2750 msnm. Ayacucho. Tesis. Universidad Nacional San Cristóbal Huamanga. Ayacucho- Perú.
11. FERNANDEZ, H. (2009), Aplicación de Roca Fosfórica y Diatomita Incubadas en Microorganismos Efectivos, en el Cultivo de Maíz Morado (*Zea mayz* L.) Canaán-INIA 2750 msnm-Ayacucho. Tesis. Ayacucho - Perú.
12. IBÁÑEZ, R. y AGUIRRE, G. (1983). Manual de Prácticas de Fertilidad de Suelos. UNSCH. Ayacucho-Perú.
13. INIA (2006), Boletín Informativo del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria en “Producción de maíz morado en valles interandinos”.
14. LLANOS, M. (1984), El maíz, su cultivo y aprovechamiento. Editorial Mundi Prensa España. 318 p.
15. MANRIQUE, A. (1997). El maíz en el Perú. 2da Edic. CONCYTEC. Perú.
16. MONDALGO, M. (2002). Rendimiento del Maíz Morado (*Zea mays* L) con tres fórmulas de fertilización N-P-K y dos densidades de siembra Canaán A 2750 msnm Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH – Ayacucho.
17. OIA – AYACUCHO, (2000). Ministerio de Agricultura –Dirección Regional Agraria - Oficina de Información Agraria – Ayacucho
18. PARSON, D. (1981). Manuales para la educación agropecuaria. 1ra Edic. Trillas. México.
19. PINTO, A. (2002). Selección Mazorca Hilera Modificada en Maíz Morado.
20. ROBLES, S. (1979). Producción de Granos y Forrajes. Ed. Limusa. México.

21. RODRIGUEZ, C.; SEVILLANO, F. y SUBRAMANIAM, P. (1984). La Fijación de Nitrógeno Atmosférico una Biotecnología en la Producción Agraria. 1ra Edic. España.
22. SAURA, G.; FERNÁNDEZ, R. e HIDALGO, J. (2003). Fijador de nitrógeno *Azospirillum sp* Edit. FIAGO (Fundación para la Innovación Tecnológica Agropecuaria), El Salvador.
23. SOLID-PERÚ. (2007). Conociendo la Cadena Productiva del Maíz Morado en Ayacucho. Ayacucho-Perú.
24. TABA, S. (2004). Enfermedades del Maíz: Una guía para su identificación en el campo. Programa de maíz del CIMMYT.
25. VELÁSQUEZ, F., (1999). Estudio de rendimiento en grano y de las correlaciones entre caracteres biométricas en ocho genotipos de maíz. Tesis. UNSCH- Ayacucho.

ANEXO

ANEXO A: RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES DE LOS FACTORES DE PRECOCIDAD Y RENDIMIENTO.

CUADRO N° 8: DÍAS A LA FLORACIÓN MASCULINA

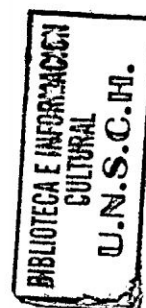
TRATAMIENTO BLOQUES	DÍAS A LA FLORACIÓN MASCULINA						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	81.000	79.000	80.000	79.000	80.000	80.000	479.000	79.833
Bloque II	79.000	79.000	78.000	80.000	79.000	80.000	475.000	79.167
Bloque III	80.000	79.000	79.000	80.000	80.000	79.000	477.000	79.500
Xi.	240.000	237.000	237.000	239.000	239.000	239.000	1431.000	
	0	0	0	0	0	0	0	
Promedio	80.000	79.000	79.000	79.667	79.667	79.667	79.500	

CUADRO N° 9: DÍAS A LA FLORACIÓN FEMENINA

TRATAMIENTO BLOQUES	DÍAS A LA FLORACIÓN FEMENINA						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	90.000	88.000	88.000	88.000	89.000	90.000	533.000	88.833
Bloque II	89.000	88.000	88.000	90.000	88.000	90.000	533.000	88.833
Bloque III	90.000	88.000	90.000	90.000	89.000	89.000	536.000	89.333
Xi.	269.000	264.000	266.000	268.000	266.000	269.000	1602.000	
Promedio	89.667	88.000	88.667	89.333	88.667	89.667	89.000	

CUADRO N° 10: DÍAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA

TRATAMIENTO BLOQUES	DÍAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	169.000	167.000	167.000	166.000	168.000	169.000	1006.000	167.667
Bloque II	168.000	167.000	167.000	169.000	168.000	169.000	1008.000	168.000
Bloque III	169.000	167.000	169.000	168.000	167.000	167.000	1007.000	167.833
Xi.	506.000	501.000	503.000	503.000	503.000	505.000	3021.000	
Promedio	168.667	167.000	167.667	167.667	167.667	168.333	167.833	



CUADRO N° 11: ALTURA DE PLANTA

TRATAMIENTO BLOQUES	ALTURA DE PLANTA (m)						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	1.590	2.210	2.010	1.990	2.070	2.080	11.950	1.992
Bloque II	1.810	1.950	1.960	2.200	1.920	2.030	11.870	1.978
Bloque III	1.750	2.030	1.670	1.690	2.050	2.060	11.250	1.875
Xi.	5.150	6.190	5.640	5.880	6.040	6.170	35.070	
Promedio	1.717	2.063	1.880	1.960	2.013	2.057	1.948	

CUADRO N° 12: ALTURA DE MAZORCA

TRATAMIENTO BLOQUES	ALTURA DE MAZORCA (m)						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Tratamiento I	0.810	1.130	1.120	1.030	1.080	1.120	6.290	1.048
Tratamiento II	0.990	1.000	0.980	1.080	0.930	1.130	6.110	1.018
Tratamiento III	0.850	1.120	0.670	0.790	1.060	1.100	5.690	0.932
Xi.	2.650	3.250	2.770	2.900	3.070	3.350	17.990	
Promedio	0.883	1.083	0.923	0.967	1.023	1.117	0.999	

CUADRO N° 13: NÚMERO DE MAZORCAS POR PLANTA

TRATAMIENTO BLOQUES	NÚMERO DE MAZORCAS POR PLANTA						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	1.300	1.200	1.300	1.200	1.200	1.100	7.300	1.217
Bloque II	1.100	1.200	1.200	1.300	1.500	1.300	7.600	1.267
Bloque III	1.100	1.500	1.100	1.100	1.200	1.400	7.400	1.233
Xi.	3.500	3.900	3.600	3.600	3.900	3.800	22.300	
Promedio	1.167	1.300	1.200	1.200	1.300	1.267	1.239	

CUADRO N° 14: LONGITUD DE MAZORCA

TRATAMIENTO BLOQUES	LONGITUD DE MAZORCA (cm)						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	16.110	13.780	14.840	14.330	13.050	14.770	86.880	14.480
Bloque II	13.270	14.430	14.670	15.680	13.530	15.070	86.650	14.442
Bloque III	14.710	15.320	14.880	14.140	14.100	14.640	87.790	14.632
Xi.	44.090	43.530	44.390	44.150	40.680	44.480	261.320	
Promedio	14.697	14.510	14.797	14.717	13.560	14.827	14.518	

CUADRO N° 15: DIÁMETRO DE MAZORCA

TRATAMIENTO BLOQUES	DIÁMETRO DE MAZORCA (cm)						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	4.520	4.470	4.510	4.660	4.470	4.420	27.050	4.508
Bloque II	3.980	4.250	4.810	4.470	4.140	4.450	26.100	4.350
Bloque III	4.120	4.490	4.210	4.280	4.190	4.650	25.940	4.323
Xi.	12.620	13.210	13.530	13.410	12.800	13.520	79.090	
Promedio	4.207	4.403	4.510	4.470	4.267	4.507	4.394	

CUADRO N° 16: NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA

TRATAMIENTO BLOQUES	NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	10.100	9.800	10.200	9.400	9.400	9.900	58.800	9.800
Bloque II	9.800	10.000	9.800	9.400	9.400	9.100	57.500	9.583
Bloque III	9.800	9.800	9.400	9.800	8.900	9.600	57.300	9.550
Xi.	29.700	29.600	29.400	28.600	27.700	28.600	173.600	
Promedio	9.900	9.867	9.800	9.533	9.233	9.533	9.644	

CUADRO N° 17: NÚMERO DE GRANOS POR MAZORCA

TRATAMIENTO BLOQUES	NÚMERO DE GRANOS POR MAZORCA						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	269.430	232.430	274.000	250.430	238.710	259.860	1524.860	254.143
Bloque II	232.140	246.710	277.290	276.710	242.140	248.290	1523.280	253.880
Bloque III	260.430	255.710	248.140	259.290	231.290	280.200	1535.060	255.843
Xi.	762.000	734.850	799.430	786.430	712.140	788.350	4583.200	
Promedio	254.000	244.950	266.477	262.143	237.380	262.783	254.622	

CUADRO N° 18: DIÁMETRO DE CORONTA

TRATAMIENTO BLOQUES	DIÁMETRO DE CORONTA (cm)						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	2.540	2.500	2.440	2.420	2.510	2.370	14.780	2.463
Bloque II	2.340	2.580	2.480	2.430	2.410	2.620	14.860	2.477
Bloque III	2.200	2.540	2.460	2.350	2.370	2.500	14.420	2.403
Xi.	7.080	7.620	7.380	7.200	7.290	7.490	44.060	
Promedio	2.360	2.540	2.460	2.400	2.430	2.497	2.448	

CUADRO N° 19: PESO DE CORONTA

TRATAMIENTO BLOQUES	PESO DE CORONTA (g)						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	25.490	18.210	23.050	18.230	18.400	16.430	119.810	19.968
Bloque II	15.400	20.630	21.530	22.600	18.040	24.320	122.520	20.420
Bloque III	15.820	24.830	20.040	15.780	18.750	19.800	115.020	19.170
Xi.	56.710	63.670	64.620	56.610	55.190	60.550	357.350	
Promedio	18.903	21.223	21.540	18.870	18.397	20.183	19.853	

CUADRO N° 20: PESO DE 1000 SEMILLAS

TRATAMIENTO BLOQUES	PESO DE 1000 SEMILLAS (g)						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	525.810	406.940	445.440	432.630	456.700	490.130	2757.650	459.608
Bloque II	428.320	508.390	586.180	447.890	390.430	424.220	2785.430	464.238
Bloque III	456.190	417.970	471.370	427.330	456.620	545.610	2775.090	462.515
Xi.	1410.320	1333.300	1502.990	1307.850	1303.750	1459.960	8318.170	
Promedio	470.107	444.433	500.997	435.950	434.583	486.653	462.121	

CUADRO N° 21: ÍNDICE DE TINCIÓN

TRATAMIENTO BLOQUES	ÍNDICE DE TINCIÓN						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Tratamiento I	3.800	4.500	4.700	4.100	3.900	3.700	24.700	4.117
Tratamiento II	4.200	3.700	3.600	3.900	4.400	4.200	24.000	4.000
Tratamiento III	3.800	4.300	4.100	4.400	3.900	4.400	24.900	4.150
Xi.	11.800	12.500	12.400	12.400	12.200	12.300	73.600	
Promedio	3.933	4.167	4.133	4.133	4.067	4.100	4.089	

CUADRO N° 22: %MS DE LA PLANTA

TRATAMIENTO BLOQUES	%MS DE LA PLANTA						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	34.070	27.780	30.660	29.690	30.170	33.210	185.580	30.930
Bloque II	35.230	46.570	44.630	36.460	34.100	40.150	237.140	39.523
Bloque III	49.170	42.970	47.100	45.460	37.660	38.130	260.490	43.415
Xi.	118.470	117.320	122.390	111.610	101.930	111.490	683.210	
Promedio	39.490	39.107	40.797	37.203	33.977	37.163	37.956	

CUADRO N° 23: %MS DE LA MAZORCA

TRATAMIENTO BLOQUES	%MS DE LA MAZORCA						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	46.960	49.370	53.180	48.080	52.080	39.360	289.030	48.172
Bloque II	46.930	56.140	53.790	50.400	63.160	49.000	319.420	53.237
Bloque III	61.040	47.160	51.350	49.000	52.170	50.000	310.720	51.787
Xi.	154.930	152.670	158.320	147.480	167.410	138.360	919.170	
Promedio	51.643	50.890	52.773	49.160	55.803	46.120	51.065	

CUADRO N° 24: RENDIMIENTO DE MAZORCA AL 14 % H

TRATAMIENTO BLOQUES	RENDIMIENTO DE MAZORCA AL 14 % H						X.j	Promedio
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque I	6566.875	6982.500	8755.723	9808.750	7980.000	7837.700	47931.548	7988.591
Bloque II	7203.945	8035.195	6327.500	7037.695	4211.450	7841.450	40657.235	6776.206
Bloque III	5375.417	4821.250	6816.250	4488.750	6372.920	7604.170	35478.757	5913.126
Xi.	19146.237	19838.945	21899.473	21335.195	18564.370	23283.320	124067.540	
Promedio	6382.079	6612.982	7299.824	7111.732	6188.123	7761.107	6892.641	

ANEXO B: PANEL DE FOTOGRAFIAS



FOTO N°2. Picado de la planta para posteriormente ser secado en estufa

FOTO N°1. Evaluación de la altura de la mazorca

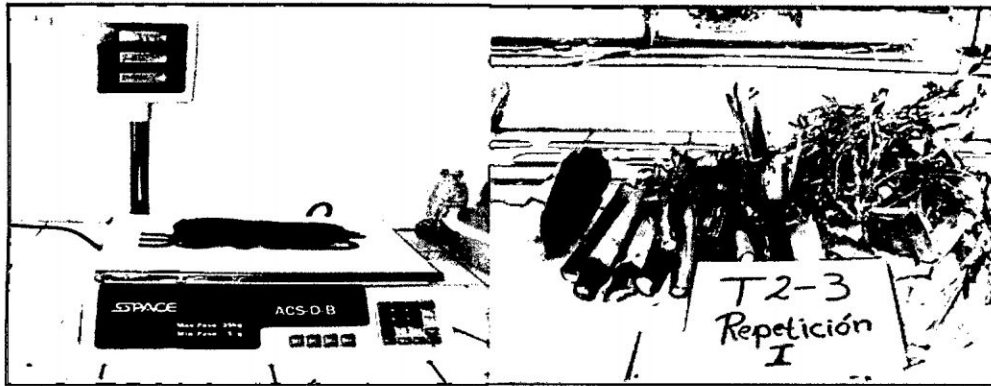


FOTO N°4. Obtención de peso de la mazorca

FOTO N°3. Planta y mazorca después de ser secados a estufa



FOTO N°5. Obtención de peso de la planta después de ser secado a la estufa

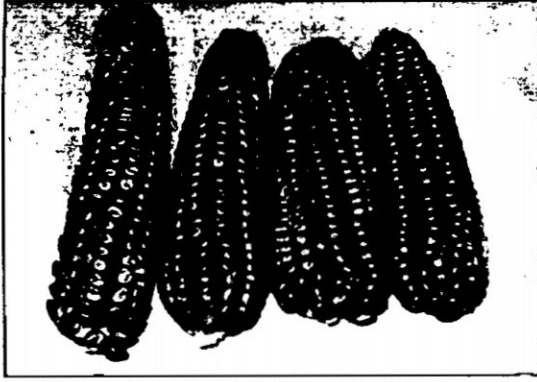


FOTO N°7. Muestra de mazorcas de maíz morado

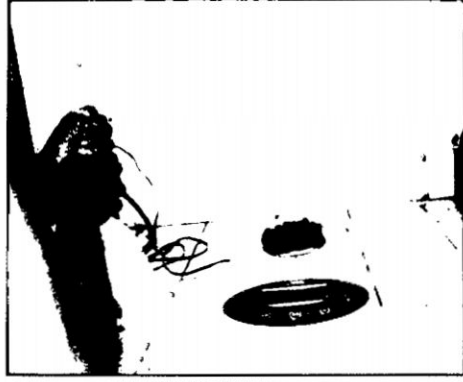


FOTO N°6. Obtención de peso de 1000 semillas

ANEXO C: COSTO DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ MORADO POR TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO 01

CULTIVO: Maíz Morado
 VARIEDAD: Cantefío
 EXTENSIÓN: 1.00 ha
 UBICACIÓN: 2650 msnm

MES DE SIEMBRA: Octubre 2011
 MES DE COSECHA: Mayo del 2012
 SISTEMA DE RIEGO: Gravedad
 TECNOLOGÍA: Media

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.(S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Alquiler de terreno	Ha	1	300.00	300.0
Aradura	H. Máq.	4	50.00	200.0
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	50.00	100.0
Yunta	H.Anim.	2	50.00	100.0
Arreglo de acequia	Jornal	2	25.00	50.0
Limpieza de terreno	Jornal	3	25.00	75.0
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.0
3. SIEMBRA				
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	3	25.00	75.0
Tapado de semillas	Jornal	3	25.00	75.0
Abonamiento (2 veces)	Jornal	6	25.00	150.0
4. LABORES CULTURALES				
Deshierbo	Jornal	5	25.00	125.0
Aporque	Jornal	10	25.00	250.0
Riego (6 veces)	Jornal	12	25.00	300.0
Control fitosanitario(2 veces)	Jornal	2	25.00	50.0
5. COSECHA				
despanque	Jornal	10	25.00	250.0
Selección y secado	Jornal	2	25.00	50.0
Almacenamiento	Jornal	2	25.00	50.0
6. INSUMOS				
Inoculante	Bolsa	2	12.00	24.0
Guano de isla	Saco	5	40.00	200.0
Semilla de maíz morado	Kg	35	6.00	210.0
Lannate	G	200	20.00	20.0
Tamaron	Lt	1	40.00	40.0
7. TRANSPORTE				
Transporte de insumos y otros	Contrata	1	300.00	300.0
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				3,066.0
TOTAL DE COSTOS PRODUCCIÓN(S/.)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.(S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				3,066.0
Sub total Costos Directos				3,066.0
B. COSTO INDIRECTO				245.28
Gastos Administrativos (3% A)			91.62	91.98
Imprevistos (5% A)			152.70	153.30
COSTO TOTAL (A + B)				3,311.28
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/ha)	Tn/Ha	6.3821	1.50	9,573.2
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	6382.08	1.50	9,573.2
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo total (S/.)				3,311.28
Venta total (S/.)				9,573.2
Utilidad neta (S/.)				6,274.80
Rentabilidad %				190.24%

TRATAMIENTO 02

CULTIVO: Maíz Morado
 VARIEDAD: Canteño
 EXTENSIÓN: 1.00 ha
 UBICACIÓN: 2650 msnm

MES DE SIEMBRA: Octubre 2011
 MES DE COSECHA: Mayo del 2012
 SISTEMA DE RIEGO: Gravedad
 TECNOLOGÍA: Media

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.(S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Alquiler de terreno	Ha	1	300.00	300.00
Aradura	H. Máq.	4	50.00	200.00
Grado y nivelación	H. Máq.	2	50.00	100.00
Yunta	H.Anim.	2	50.00	100.00
Arreglo de acequia	Jornal	2	25.00	50.00
Limpieza de terreno	Jornal	3	25.00	75.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	3	25.00	75.00
Tapado de semillas	Jornal	3	25.00	75.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	6	25.00	150.00
4. LABORES CULTURALES				
Deshierbo	Jornal	5	25.00	125.00
Aporque	Jornal	10	25.00	250.00
Riego (6 veces)	Jornal	12	25.00	300.00
Control fitosanitario(2 veces)	Jornal	2	25.00	50.00
5. COSECHA				
despanque	Jornal	10	25.00	250.00
Selección y secado	Jornal	2	25.00	50.00
Almacenamiento	Jornal	2	25.00	50.00
6. INSUMOS				
Inoculante	Bolsa	3	12.00	24.00
Guano de isla	Saco	5	40.00	200.00
Semilla de maíz morado	Kg	35	6.00	210.00
Lannate	G	200	20.00	20.00
Tamaron	Lt	1	40.00	40.00
7. TRANSPORTE				
Transporte de insumos y otros	Contrata	1	300.00	300.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				3,066.0
TOTAL DE COSTOS PRODUCCIÓN(S/.)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.(S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				3,066.0
Sub total Costos Directos				3,066.0
B. COSTO INDIRECTO				245.28
Gastos Administrativos (3% A)				91.62
Imprevistos (5% A)				152.70
COSTO TOTAL (A + B)				3,311.28
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/ha)	Tn/ha	6.6130	1.50	9,919.47
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	6612.98	1.50	9,919.47
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo total (S/.)				3,311.28
Venta total (S/.)				9,919.47
Utilidad neta (S/.)				6,621.15
Rentabilidad %				200.74%

TRATAMIENTO 03

CULTIVO: Maíz Morado
 VARIEDAD: Canteño
 EXTENSIÓN: 1.00 ha
 UBICACIÓN: 2650 msnm

MES DE SIEMBRA: Octubre 2011
 MES DE COSECHA: Mayo del 2012
 SISTEMA DE RIEGO: Gravedad
 TECNOLOGÍA: Media

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.(S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Alquiler de terreno	Ha	1	300.00	300.0
Aradura	H. Máq.	4	50.00	200.0
Grado y nivelación	H. Máq.	2	50.00	100.0
Yunta	H.Anim.	2	50.00	100.0
Arreglo de acequia	Jornal	2	25.00	50.0
Limpieza de terreno	Jornal	3	25.00	75.0
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				-
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.0
3. SIEMBRA				-
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	3	25.00	75.0
Tapado de semillas	Jornal	3	25.00	75.0
Abonamiento (2 veces)	Jornal	6	25.00	150.0
4. LABORES CULTURALES				-
Deshierbo	Jornal	5	25.00	125.0
Aporque	Jornal	10	25.00	250.0
Riego (6 veces)	Jornal	12	25.00	300.0
Control fitosanitario(2 veces)	jornal	2	25.00	50.0
5. COSECHA				-
despanque	Jornal	10	25.00	250.0
Selección y secado	Jornal	2	25.00	50.0
Almacenamiento	Jornal	2	25.00	50.0
6. INSUMOS				-
Inoculante	ml	3	12.00	36.0
Guano de isla	Saco	5	40.00	200.0
Semilla de maíz morado	Kg	35	6.00	210.0
Lannate	g	200	20.00	20.0
Tamaron	lt	1	40.00	40.0
7. TRANSPORTE				-
Transporte de insumos y otros	Contrata	1	300.00	300.0
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				3,066.0
TOTAL DE COSTOS PRODUCCIÓN(S/.)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.(S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				3,066.0
Sub total Costos Directos				3,066.0
B. COSTO INDIRECTO				245.28
Gastos Administrativos (3% A)			91.98	91.98
Imprevistos (5% A)			153.30	153.30
COSTO TOTAL (A + B)				3,311.28
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/ha)	Tn/Ha	7.2998	1.50	10,949.7
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	7299.82	1.50	10,949.7
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo total (S/.)				3,311.28
Venta total (S/.)				10,949.7
Utilidad neta (S/.)				7,638.42
Rentabilidad %				230.68%

TRATAMIENTO 04

CULTIVO: Maíz Morado
 VARIEDAD: Cantefío
 EXTENSIÓN: 1.00 ha
 UBICACIÓN: 2650 msnm

MES DE SIEMBRA: Octubre 2011
 MES DE COSECHA: Mayo del 2012
 SISTEMA DE RIEGO: Gravedad
 TECNOLOGÍA: Media

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.(S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Alquiler de terreno	Ha	1	300.00	300.00
Aradura	H. Máq.	4	50.00	200.00
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	50.00	100.00
Yunta	H.Anim.	2	50.00	100.00
Arreglo de acequia	Jornal	2	25.00	50.00
Limpieza de terreno	Jornal	3	25.00	75.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	3	25.00	75.00
Tapado de semillas	Jornal	3	25.00	75.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	6	25.00	150.00
4. LABORES CULTURALES				
Deshierbo	Jornal	5	25.00	125.00
Aporque	Jornal	10	25.00	250.00
Riego (6 veces)	Jornal	12	25.00	300.00
Control fitosanitario(2 veces)	jornal	2	25.00	50.00
5. COSECHA				
despanque	Jornal	10	25.00	250.00
Selección y secado	Jornal	2	25.00	50.00
Almacenamiento	Jornal	2	25.00	50.00
6. INSUMOS				
Inoculante	botella	3	12.00	36.00
Guano de isla	Saco	5	40.00	200.00
Semilla de maíz morado	Kg	35	6.00	210.00
Lannate	g	200	20.00	20.00
Tamaron	lt	1	40.00	40.00
7. TRANSPORTE				
Transporte de insumos y otros	Contrata	1	300.00	300.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				3066.00
TOTAL DE COSTOS PRODUCCIÓN(S/.)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.(S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				3066.00
Sub total Costos Directos				3066.00
B. COSTO INDIRECTO				245.28
Gastos Administrativos (3% A)			91.28	91.28
Imprevistos (5% A)			153.30	153.30
COSTO TOTAL (A + B)				3311.28
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/ha)	Tn/ha	7.1117	1.50	10667.60
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	7111.73	1.50	10667.60
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo total (S/.)				3311.28
Venta total (S/.)				10667.60
Utilidad neta (S/.)				7356.32
Rentabilidad %				222.16%

TRATAMIENTO 05

CULTIVO: Maíz Morado
 VARIEDAD: Canteño
 EXTENSIÓN: 1.00 ha
 UBICACIÓN: 2650 msnm

MES DE SIEMBRA: Octubre 2011
 MES DE COSECHA: Mayo del 2012
 SISTEMA DE RIEGO: Gravedad
 TECNOLOGÍA: Media

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.(S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Alquiler de terreno	Ha	1	300.00	300.00
Aradura	H. Máq.	4	50.00	200.00
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	50.00	100.00
Yunta	H.Anim.	2	50.00	100.00
Arreglo de acequia	Jornal	2	25.00	50.00
Limpieza de terreno	Jornal	3	25.00	75.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	3	25.00	75.00
Tapado de semillas	Jornal	3	25.00	75.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	6	25.00	150.00
4. LABORES CULTURALES				
Deshierbo	Jornal	5	25.00	125.00
Aporque	Jornal	10	25.00	250.00
Riego (6 veces)	Jornal	12	25.00	300.00
Control fitosanitario(2 veces)	jornal	2	25.00	50.00
5. COSECHA				
despanque	Jornal	10	25.00	250.00
Selección y secado	Jornal	2	25.00	50.00
Almacenamiento	Jornal	2	25.00	50.00
6. INSUMOS				
Guano de isla	Saco	5	40.00	200.00
Semilla de maíz morado	Kg	35	6.00	210.00
Lannate	g	200	20.00	20.00
Tamaron	lt	1	40.00	40.00
7. TRANSPORTE				
Transporte de insumos y otros	Contrata	1	300.00	300.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				3030.00
TOTAL DE COSTOS PRODUCCIÓN(S/.)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.(S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				3030.00
Sub total Costos Directos				3030.00
B. COSTO INDIRECTO				242.40
Gastos Administrativos (3% A)			90.9	90.9
Imprevistos (5% A)			151.50	151.50
COSTO TOTAL (A + B)				3272.40
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/ha)	Tn/ha	6.1881	1.50	9282.18
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	6188.12	1.50	9282.18
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo total (S/.)				3272.40
Venta total (S/.)				9282.18
Utilidad neta (S/.)				6009.78
Rentabilidad %				183.65%

TRATAMIENTO 06

CULTIVO: Maíz Morado
 VARIEDAD: Cantefío
 EXTENSIÓN: 1.00 ha
 UBICACIÓN: 2650 msnm

MES DE SIEMBRA: Octubre 2011
 MES DE COSECHA: Mayo del 2012
 SISTEMA DE RIEGO: Gravedad
 TECNOLOGÍA: Media

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.(S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Alquiler de terreno	Ha	1	300.00	300.00
Aradura	H. Máq.	4	50.00	200.00
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	50.00	100.00
Yunta	H.Anim.	1	50.00	50.00
Arreglo de acequia	Jornal	2	25.00	50.00
Limpieza de terreno	Jornal	3	25.00	75.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	3	25.00	75.00
Tapado de semillas	Jornal	3	25.00	75.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	6	25.00	150.00
4. LABORES CULTURALES				
Deshierbo	Jornal	5	25.00	125.00
Aporque	Jornal	10	25.00	250.00
Riego (4 veces)	Jornal	8	25.00	200.00
Control fitosanitario(2 veces)	jornal	2	25.00	50.00
5. COSECHA				
despanque	Jornal	10	25.00	250.00
Selección y secado	Jornal	2	25.00	50.00
Almacenamiento	Jornal	2	25.00	50.00
6. INSUMOS				
Nitrato de amonio	Saco	6	70.00	420.00
Cloruro de potasio	Saco	1	90.00	90.00
Semilla de maíz morado	Kg	35	6.00	210.00
Lannate	g	200	20.00	20.00
Tamaron	lt	1	40.00	40.00
7. TRANSPORTE				
Transporte de insumos y otros	Contrata	1	300.00	300.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				3190.00
TOTAL DE COSTOS PRODUCCIÓN(S/.)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.(S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				3190.00
Sub total Costos Directos				3190.00
B. COSTO INDIRECTO				206.80
Gastos Administrativos (3% A)				77.55
Imprevistos (5% A)				129.25
COSTO TOTAL (A + B)				3396.80
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/ha)	Tn/ha	7.7611	1.50	11641.67
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	7761.11	1.50	11641.67
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo total (S/.)				3396.80
Venta total (S/.)				11641.67
Utilidad neta (S/.)				8244.87
Rentabilidad %				242.72%