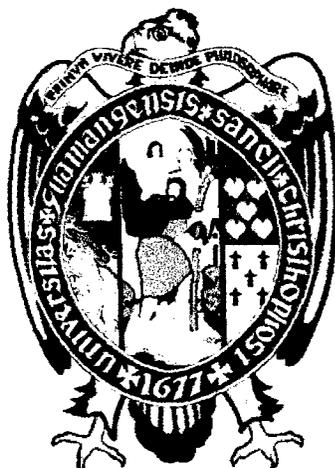


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE
HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“APLICACIÓN DE ROCA FOSFÓRICA Y DIATOMITA
INCUBADAS EN MICROORGANISMOS EFECTIVOS, EN EL
CULTIVO DE MAÍZ MORADO (*Zea mays* L.), CANAÁN-INIA
2750 msnm - AYACUCHO”**

**Tesis para obtener el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

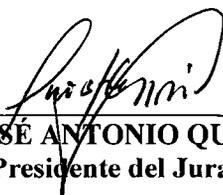
**Presentado por:
Honorato FERNÁNDEZ QUISPE**

AYACUCHO - PERÚ

2009

**“APLICACIÓN DE ROCA FOSFÓRICA Y DIATOMITA INCUBADAS EN
MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN EL CULTIVO DE MAIZ MORADO
(*Zea mays L.*), CANAAN – INIA 2750 msnm – AYACUCHO”**

Recomendado : 06 de mayo de 2010
Aprobado : 14 de mayo de 2010



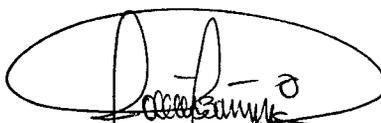
M.Sc. ING. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO
Presidente del Jurado



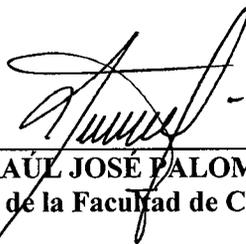
ING. ALEX LAZARO TINEO BERMÚDEZ
Miembro del Jurado



Dra. NERY LUZ SANTILLANA VILLANUEVA
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. ROLANDO BAUTISTA GÓMEZ
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

Con cariño a mis padres: Félix y Teodora, quienes con su amor, esfuerzo y sacrificio hicieron posible lograr mis objetivos y aspiraciones.

A mi hijo Leonel André por ser fuente de estímulo para el logro de mis objetivos.

A mis hermanos: Epifanio, Félix, Rodolfina y Rosa, por el constante aliento que me brindaron para escalar un peldaño más en el camino del saber.

A mis familiares y amigos por su apoyo constante en mi esfuerzo por lograr mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

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

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía y su plana docente quienes me brindaron los sabios conocimientos y enseñanzas durante mi formación profesional.

A la Estación Experimental Canaán INIA – Ayacucho, por haberme permitido y confiado la conducción del presente trabajo de investigación. Asimismo al Bach. Florencio Requis Varillas por su constante apoyo práctico e inculcarme sus sabias experiencias.

Mi sincero agradecimiento al M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez, por su asesoramiento, aporte y colaboración en la planificación, desarrollo y culminación del presente trabajo.

A mis amigos y familiares que me brindaron su apoyo y colaboración en la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE

	Página.
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	01
1.1 CULTIVO DE MAÍZ	01
1.1.1 Origen y distribución geográfica	01
1.1.2 Ubicación taxonómica	02
1.1.3 Características morfológicas	03
1.1.4 Labores culturales	04
1.1.5 Control de plagas	11
1.1.6 Control de enfermedades	14
1.1.7 Análisis bromatológico	15
1.1.8 El maíz morado como un milagro	16
1.1.9 Superficie sembrada y rendimiento del maíz morado	18
1.2 LOS MICROORGANISMOS EFECTIVOS (ME)	21
1.2.1 Definición	21
1.2.2 Tipo de microorganismos	22
1.2.3 Modo de acción de los microorganismos	24
1.2.4 Aplicaciones del ME	24
1.2.5 Los ME y su acción solubilizante	26
1.3 EL FÓSFORO	27

1.3.1	El fósforo en el suelo	29
1.3.2	El fósforo en la solución del suelo	30
1.3.3	El fósforo en la planta	30
1.3.4	Roca fosfórica o fosfatos naturales	33
1.4	LA DIATOMITA	37
1.4.1	Composición y propiedades	37
1.4.2	Origen y formación geológica	38
1.4.3	El sílice	39
1.4.4	Aplicación de silicatos	42
	CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	44
2.1	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	44
2.2	ANTECEDENTES DEL TERRENO	45
2.3	ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO	45
2.4	CONDICIONES CLIMÁTICAS	46
2.5	MATERIAL VEGETAL	50
2.6	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	51
2.6.1	Factores en estudio	51
2.6.2	Diseño experimental	51
2.6.3	Análisis estadísticos	53
2.6.4	Características del campo experimental	54
2.7	INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	55
2.7.1	Solución con Microorganismos Efectivos Naturales (MEN).	55

2.7.2	Molienda de la diatomita.	56
2.7.3	Roca fosfórica y diatomita incubadas en Microorganismo Efectivos Naturales.	56
2.7.4	Conducción del experimento	57
2.8	VARIABLES EVALUADAS	59
2.8.1	Factores de precocidad	59
2.8.2	Factores de rendimiento	60
2.8.3	Determinación del fósforo disponible en el incubado	63
2.8.4	Mérito económico	64
	CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
3.1	FACTORES DE PRECOCIDAD	65
3.2	FACTORES DE RENDIMIENTO	68
3.3	DETERMINACIÓN DEL FÓSFORO DISPONIBLE EN EL INCUBADO	93
3.4	MÉRITO ECONÓMICO	96
	CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
4.1	CONCLUSIONES	99
4.2	RECOMENDACIONES	100
	RESUMEN	101
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
	ANEXOS	109

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que ocasiona los bajos rendimientos del maíz morado en nuestra región, es la pobreza nutricional de los suelos; y sumado a esto los altos costos de los fertilizantes sintéticos. Hoy en día es sabido que los fertilizantes sintéticos, producen daños en los ecosistemas del suelo, trayendo como consecuencia graves desequilibrios y pérdidas de fertilidad biológica y física del mismo. Ante estos hechos es necesario proponer tecnologías alternativas, las cuales existen y se encuentran en constante desarrollo. Una de estas técnicas es la denominada "Microorganismos Efectivos Naturales" (MEN), desarrollada en la década de los ochenta por el Doctor Teruo Higa en Okinagua, Japón.

La roca fosfórica o fosfato de Bayobar, es una fuente natural de fósforo, posee un 30% de P_2O_5 ; sin embargo ha sido considerado siempre como un fertilizante de segundo orden, debido a su largo período de solubilización, por lo cual es usada solo en cultivos perennes, en suelos ácidos y raras veces en cultivos anuales. La solubilización de distintas rocas fosfatadas y de otras fuentes de fósforo inorgánico por los microorganismos del suelo es una alternativa fundamental para incrementar la cantidad de fósforo disponible para planta.

La diatomita, roca sedimentaria de origen orgánico, principalmente está constituida por la acumulación de caparzones microscópicos silíceas de las diatomeas. El silicio aunque no se le considere un nutriente, es removido

anualmente por los cultivos, el uso de los MEN en la diatomita podría mejorar la disponibilidad del SiO_2 .

En el presente trabajo de investigación, se plantea reducir el período de solubilización de la roca fosfórica y diatomita, por acción de los microorganismos presentes en la solución de MEN.

Por estas consideraciones se realizó el presente estudio con los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Determinar el efecto de una solución de Microorganismos Efectivos Naturales en la solubilidad del fosfato de la roca fosfórica y del sílice de la diatomita, y la influencia de la aplicación de dosis crecientes de estos insumos en el rendimiento de maíz morado

Objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto de la solución de MEN en la solubilización del fosfato de la roca fosfórica y del sílice de la diatomita, incubadas durante 15 días.
2. Evaluar el efecto de niveles crecientes de roca fosfórica y diatomita, incubadas durante 15 días en una solución de MEN, en el rendimiento de maíz morado.
3. Determinar las dosis de aplicación de roca fosfórica y diatomita incubadas, que optimicen el rendimiento de maíz morado; y el estudio económico de los tratamientos.

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 CULTIVO DE MAÍZ

1.1.1 Origen y distribución geográfica

POELMAN (1983), sostiene que el maíz es una de las plantas cultivadas mas antiguas, ya que no sobrevive en forma silvestre y solo se produce bajo cultivo. El autor menciona lugares como posible origen del maíz en los valles interandinos del Perú, Ecuador, Bolivia, Región Sur de México y América Central.

LLANOS (1984), afirma que el mismo hecho de haberse encontrado granos de polen fósil en el valle de México, establece que la posibilidad del origen de esta planta sea América Central, si embargo otras evidencias también hacen pensar que su origen podría encontrarse en Sudamérica, por

las razones siguientes:

- La existencia de gran diversidad de maíces en los altiplanos peruanos.
- Presencia de formas de maíz tunicado en los valles orientales de los andes así como algunas razas primitivas de maíz.
- Toda la gama de colores del pericarpio del maíz que se conoce en el mundo puede llenarse en el departamento de Ancash - Perú.

Todas las evidencias indican como centro de origen a los altiplanos del Perú, Ecuador y Bolivia; sin embargo el hallazgo de granos de polen de maíz así como de mazorcas de maíz en México, hacen pensar a muchos autores la hipótesis de que este cultivo tenga un origen en el valle central de México.

1.1.2 Ubicación taxonómica

MANRRIQUE (1985), indica lo siguiente:

División	: Angiospermas
Clase	: Monocotiledónea
Orden	: Gramineales
Familia	: Gramíneae
Género	: Zea
Especie	: <i>Zea mays</i> L.
N. Cromosomas	: $2n = 20$

1.1.3 Características morfológicas

a) Raíz

LLANOS (1984), afirma que esta planta presenta un sistema radicular fasciculado y muy extenso compuesto por tres tipos de raíces:

- Raíces primarias, que son emitidos por la semilla y que forma parte de la radícula y las raíces seminales
- Raíces principales, que comienzan a formarse a partir de la corona.
- Raíces aéreas o adventicias, que nacen en último lugar en los nudos de la base del tallo.

b) Hojas

LLANOS (1984), sostiene que es una planta anual que presenta de 15 a 30 hojas abrasadoras y alargadas de borde bastante áspero finamente ciliado y algo ondulado. En tanto **TOCAGNI (1982)**, dice que la cantidad de hojas es variable y nacen de cada nudo, son de color verde intenso. Cuanto más rico en elementos es el suelo tanto mas verde es la hoja.

c) Tallos

TOCAGNI (1982), afirma que consta de una caña maciza, vertical de altura variable que puede ir de 0.80m a 2.50 m y en climas tropicales hasta 4.0 m la cantidad de nudos varia de 8 – 14.

LLANOS (1984), afirma que esta 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.

d) Inflorescencia

LLANOS (1984), considera como una planta monoica por presentar tanto las flores masculinas y femeninas en la misma planta. 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 – 20 cm que comúnmente se conoce como barbas o pelos.

Por el contrario las flores masculinas tienen de 6 - 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 3 estambres, largamente filamentosos.

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.

1.1.4 Labores culturales

a) Selección del terreno

PARSONS (1981), afirma que el maíz requiere suelos fértiles y profundos para dar una buena cosecha, pues requiere preferentemente

suelos de textura franca, el cual permitirá un buen desarrollo radicular, con una mayor eficiencia de absorción de la humedad y los nutrientes presentes en el suelo además de evitar problemas de acame. A continuación se mencionan los tipos de suelos que presentan las características adecuadas para el cultivo de maíz.

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

Para obtener buenas condiciones en 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

LLANOS (1984), el autor considera esta labor como un laboreo secundario. Su objetivo es dejar la superficie del suelo en mejor estado de agregación y limpia de malas hierbas para realizar la siembra en el momento en que la humedad de la tierra lo permita.

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

c) Elección y selección de la semilla

PARSONS (1981), menciona que existen semillas diversas que puedan ser mejorados o certificadas. Las semillas certificadas brindan garantías al comprador sobre la calidad y variedad a la que pertenece. Un 85 % de germinación, un 96 % de pureza y la seguridad de que esta curada con fungicidas que las prevengan de enfermedades. En caso que el agricultor no pueda acceder a esta semilla, debe seleccionar lo mejor de la cosecha anterior y posteriormente desinfectarlos.

BARTOLINI (1989), menciona que la elección de la calidad y 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 la 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 etc.

d) Siembra

LLANOS (1984), menciona que el momento de la siembra va a ser determinado por las condiciones climáticas del año en conjunción con el ciclo de la variedad que se está utilizando.

En términos generales, las siembras tempranas suelen dar mejores resultados que las tardías, pues está comprobado que las siembras tempranas ofrecen ventajas con relación a una siembra media o tardía. Estas pueden ser:

- Las plantas irrigan mejor y desarrollan un sistema de raíz más profundo que hacen más fácil resistir a una eventual falta de agua durante el ciclo.
- El maíz se desarrolla con un porte más bajo, da las espigas a mejor altura y generalmente está menos expuesto al encamado.
- La madurez se anticipa y es más fácil llegar a cosechar un grano más seco y de mejor peso específico. Para conseguir una buena vegetación y un buen aprovechamiento del terreno no debe sembrarse a menos de 25 cm entre plantas en línea ni a más de 40 cm y la separación entre líneas puede ir de 50 – 100 cm pero recomienda reducir esta última distancia pasándose de los 60 cm.

e) Abonamiento

PARSONS (1981), menciona que el maíz requiere una fertilidad de suelo adecuado para garantizar una buena producción. Pues para obtener 4

toneladas de grano limpio/ha, las plantas requieren aproximadamente de 110 - 40 - 80 Kg de N – P - K.

El maíz requiere buenas cantidades de nitrógeno para lograr su máximo rendimiento. El periodo en el que requiere mayor demanda de este elemento es 10 días antes de la floración hasta 25 días después de ella. La cantidad de nitrógeno a aplicarse depende de la densidad de plantas y las condiciones del suelo. El fósforo es necesario para el crecimiento de las plántulas y su deficiencia se muestra en la germinación hasta que la planta alcanza aproximadamente 75 cm de altura, de igual forma el maíz requiere de una cantidad de potasio relativamente alto sobre todo tres semanas antes de la floración.

El centro de investigación agropecuaria del **MINAG (1992)**, recomienda una fórmula de abonamiento de 120 – 80 - 40 de N – P - K.

f) Aporque

PARSONS (1981), menciona que la operación del aporque consiste en acumular y apilar cierta cantidad de tierra al pie de la planta cuando estas tengan una altura de 30 cm; las ventajas del aporque son las siguientes:

- Eliminar las malezas.
- Para facilitar que las raíces aéreas alcancen a fijarse en el suelo.
- Contrarrestar el efecto de los vientos fuertes.
- Facilita el riego en surco.

g) Control de malezas

Para deshacerse de las malezas, se puede efectuar mecánicamente o químicamente durante el periodo crítico, es decir cuando las plantas de maíz sufren la mayor competencia de las malezas. Esto ocurre durante los tres o cinco semanas después de haber germinado.

Durante las primeras etapas de crecimiento del maíz, el daño por malezas puede ser grande, estas compiten ventajosamente con las plántulas en espacio, luz y nutrientes presentes en el suelo. **PARSONS (1981)**

h) Desahije

MANRRIQUE (1997), considera que para el maíz morado conseguir altas densidades, con siembras en surcos distanciados a 80 cm y siembra entre golpes a 45 cm con 5 semillas cada uno para dejar al aporque tres plantas. Teniendo al final una población de 82000 plantas/ha.

i) Riegos

BARTOLINI (1989), afirma que para el maíz morado como para otra cualquier planta, el agua es un factor fundamental para su buen desarrollo vegetativo; el buen conocimiento de la fisiología del maíz permite realizar un riego racional e ideal que consiste en proporcionar a la planta toda el agua que necesita para cubrir su periodo vegetativo.

MANRRIQUE (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 periodos 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 la cariósida, es decir la zona en el que se inserta en el surco o coronta, de un callo de color oscuro llamado "black leyer", 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 solo 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

MANRRIQUE (1997), menciona que la humedad excesiva del grano así como las altas temperaturas favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas o pudriciones que atacan tanto al grano como a la tusa; por lo que se recomienda efectuar un rápido secado, utilizando la energía solar o aire forzado, esto con la finalidad de preservar la pigmentación oscura de este tipo de maíz que viene a ser la razón de la comercialización, por tanto es necesario preservar y mantener la pigmentación.

l) Almacenamiento

MANRRIQUE (1997), considera que 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 en la aplicación de insecticidas para el control de los insectos que atacan el grano, se debe de usar ambientes muy bien ventilados y con baja temperatura de 10 grados centígrados y 60 % de humedad relativa.

1.1.5 Control de plagas

a) Plagas del maíz

a.1) Gusano de tierra o gusanos cortadores. Son plagas cosmopolitas, pero 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, por que acorta el ciclo biológico además de suelos sueltos arenosos que facilitan la movilidad de la larva y no así en suelos arcillosos y duros.

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

Por otro lado el *Agrotis sp*, pasa la mayor parte de su vida enterrados en el suelo, inactivos en el día y activos en la noche. En este periodo sale a la superficie del suelo para alimentarse; en cambio en el día

es posible encontrarlos enterrados en el suelo en forma de “rosquilla”.

Síntomas. En la primera edad del cultivo, las larvas cortan las plantitas a la altura del cuello de la misma, o raspan los tallos destruyéndolos hasta la médula en las plantas desarrolladas. El daño lo realizan en la noche porque en el día se le encuentra comiendo partes subterráneas de la planta o enrollados en espiral, muy cerca al pie de la planta bajo la superficie del suelo.

Control. Eliminar las fuentes de infestación (malezas); realizar buena preparación del terreno, riegos pesados, aporques eficientes, deshierbos oportunos y cosecha oportuna. Se puede utilizar trampas de luz para capturar adultos. En plantas tiernas cuando la infestación es alta se puede realizar aplicaciones dirigidas al cuello de la planta. Se puede preparar cebos en base a Dipterex 230 g + 46 Kg de coronta molida + un galón de melaza ó 4 Kg de azúcar rubia + agua en cantidad suficiente hasta que la pasta sea trabajable y no se pegue a la mano. El cebo se coloca en montones en la tarde, cerca al pie de la planta afectada.

a.2) El cogollero (*Spodoptera frugiperda*). En la costa lo encontramos atacando al maíz desde los 10 cm hasta los 50 cm de altura, mientras que en los valles interandinos de la sierra constituyen plagas importantes, alcanzando infestaciones económicas hasta los 3200 msnm. El cogollero es considerado como plaga más importante del maíz, no sólo por la intensidad de sus daños, sino por la cantidad con que se presenta.

Síntomas. Las larvas pequeñas ocasionan simples raspados en las hojas;

pero 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 cuando existen un 20 % de plantas dañadas. En la fase inicial de crecimiento de la planta se puede realizar aplicaciones de Driptrex PM. 80 % al 0.2 % en plantas con cogollo bien formado y con ataque fuerte de la plaga se puede aplicar granulado de Driptrex y Sevin. **(SARMIENTO 1965).**

a.3) El mazorquero (*Heliothis zea*). Esta plaga ocasiona daño en la costa además de infestaciones en algunas zonas de la sierra como el Callejón de Huaylas, Ayacucho y Cajamarca alcanzan niveles de hasta 100 %, imposibilitando la comercialización del choclo y 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, esta abandonan la mazorca perforando las brácteas y dejando un agujero que sirven 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 oviposición y ataque de la plaga. El control químico es relativo y requiere de varias aplicaciones para tener éxito; en la sierra es antieconómica, sin embargo se puede hacer aplicaciones

tropicales con productos químicos o caseros a base de 3 gotas de aceite de consumo.

1.1.6 Control de enfermedades

a) Carbón del maíz

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

AGRIOS (2007), afirma que el carbón del maíz 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 disminuyen su producción, ya que forman agallas en cualquiera de sus granos aéreos, incluyendo mazorcas, espigas y hojas.

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

b) Virosis del maíz

b.1) Enanismo del maíz (MRDV). El punto de acción del virus consiste en la alteración del tejido floemático; cuyo vector es el *Laodelphax striatellus*, que es un cicadélido el que transmite el virus del maíz.

Síntomas. Produce una pigmentación intensa en la planta, enanismo y

formación de agallas sobre las nervaduras y enrojecimiento precoz de las hojas.

b.2) Mosaico del maíz. Es otra enfermedad causada por virus que se transmite por la picadura de los Áphidos, pues pueden tomarlo de la planta en poco tiempo y transmitirlo inmediatamente a otra planta sana, pero 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.

Síntomas. Las plantas afectadas presentan en la parte basal de las hojas más jóvenes pequeñas manchas cloróticas, sobretodo 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 (1990).**

1.1.7 Análisis bromatológico

INIA (2009), reporta el análisis bromatológico en materia seca de grano y tusa del maíz morado.

Cuadro 1.1. Resultados del análisis bromatológico de grano y tusa de maíz morado INIA 615 – Negro Canaán

Componentes	Resultados	
	Grano	Tusa
Humedad (%)	1.673	2.33
Proteínas totales (Nx6.25) (%)	9.26	4.375
Extracto Etéreo (%)	22.18	30.55
Carbohidratos totales (%)	65.011	62.395
Cenizas totales (%)	1.886	0.35
Energía (kcal/100 g.)	496.704	694.53
Análisis sensorial: olor, sabor	SUIGÉNERIS	SUIGÉNERIS
Sustancias Extrañas	NEGATIVO	NEGATIVO

Laboratorio de Bromatología y Nutrición de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

1.1.8 El maíz morado como un milagro

El maíz, fruto sagrado de los incas, sigue dando sorpresas. Esta vez se trata de la variedad morada, aquella que es base de nuestra famosa chicha morada y su hermana la mazamorra. En la Universidad de Nagoya, Japón, un grupo de investigadores de la Facultad de Medicina, encabezados por el profesor Tomoyuki Shirai, ha establecido que el pigmento del maíz morado evita la aparición del cáncer de intestino grueso.

El estudio no puede ser más promisorio para la sostenida batalla contra el cáncer, si no también por su impacto en la economía nacional. El Perú es el único país con sembríos comerciales de maíz morado. Se estima en 5000 a 6000 las hectáreas sembradas con una producción de 3 a 6

toneladas por hectárea. Sin embargo; estas cifras resultan ínfimas si se les compara con las 27000 hectáreas de maíz amarillo, por ejemplo.

El programa de maíz de la Universidad Nacional Agraria La Molina viene trabajando desde hace 20 años en el mejoramiento de la especie morada habiendo logrado dos variedades, una para siembra en costa y sierra alta; y la segunda para alturas de 2600 a 3000 msnm en las que se ha aumentado el tinte y mejorado la productividad lo que nos pone en inmejorable condiciones para potenciar el recurso.

La información sobre el hallazgo de Nagoya la dio el diario japonés Mainichi Shimbun. En pruebas de laboratorio con ratas, se les dio comida mezclada con una sustancia cancerígena natural que se encuentra en las partes quemadas de la carne y el pescado asado, junto con un 5% de pigmento de maíz morado. El resultado fue de que de las 20 ratas a las que se les dio solo la sustancia cancerígena, 17 (el 85 %) desarrollaron cáncer de intestino grueso.

Según la agencia de investigación en cáncer de Japón, la capacidad de sustancias cancerígenas contenidas en las zonas quemadas de los alimentos sería suficiente para causar cáncer en las personas.

San - Ei Gen, Empresa de Osaka, fabricante de aditivos para alimentos que ha participado en la investigación ha declarado que en Japón y otros países desarrollados los cánceres de intestino grueso van en aumento. De allí que desean continuar con los estudios del pigmento del maíz morado y su uso en alimentos medicinales.

El cáncer rectal es el segundo más letal de todos los cánceres. El que ataca al intestino grueso (colon) es más frecuente en mujeres, mientras que el de recto lo es en hombres. Cuando el mal no puede ser controlado con cirugía, se aplica quimioterapia, pero las posibilidades de curación son escasas. La cirugía disminuye algunos síntomas pero la supervivencia es aproximadamente de 7 meses. Como medidas preventivas se recomienda comidas ricas en fibra y bajas en proteína animal y grasas. En esta lista se podría ya incluir al maíz morado cuyas propiedades como, regulador de la presión alta son reconocidos por nuestra farmacopea natural.

(WWW.caretas.com.pe/2001/1685/articulos/maiz.phtml.19k)

1.1.9 Superficie sembrada y rendimiento del maíz morado

La **DRAA (2009)**, en el cuadro 1.2 y 1.3 muestra la superficie sembrada y rendimiento de maíz morado de las provincias de la región de Ayacucho del año 1997 al 2008.

Cuadro 1.2: Superficie sembrada de maíz morado por provincias (Ha)

PROVINCIAS	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	PROMEDIO
Huamanga	28	34	28	126	20	2			6	4	2	20	23
Cangallo	5	8	8	9	2								6
Huanta	20	35	28	48	47	49	58	93	208	163	200	231	98
La Mar	12	14	12	19	7	1							11
Víctor Fajardo	4	3	5	12	9								7
Vilcas Huamán	12	19	9	13	7		5						11
Huanca Sancos													0
Sucre	4	4	4	4	2	6							4
Lucanas	5	21	23	31	40	30	29	11	21	6	10	21	21
Parinacochas	7	7	12	12									10
Paucar del Sara Sara	9	10	7	7	4								7

Fuente: DRAA - AYACUCHO

Cuadro 1.3: Rendimiento de maíz morado por provincias (Kg. Ha⁻¹)

PROVINCIAS	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	PROMEDIO
Huamanga	2391	2172	2143	2841	2500	2500			4167	4000	3000	3064	2878
Cangallo	2000	1875	2778	2000									2163
Huanta	2636	2771	2964	3021	2936	3354	3052	3793	3947	3969	4020	3995	3372
La mar	2429	2500	2583	2789	2571	3000					3000		2696
Víctor Fajardo	1000	1000	1000	2417	2566								1597
Vilcas Huamán	1333	1105	1000	2923	2714	2333		1400					1830
Huanca Sancos													0
Sucre	1500	1000	1000	2750	2000	2667							1820
Lucanas	2000	1714	1957	2710	2725	2467	3483	3273	2190	2667	2200	2667	2504
Parinacochas	750	1333	1417	2667									1542
Parícar del Sara Sara	1000	1000	1000	2714	3000								1743

Fuente: DRAA – AYACUCHO

1.2 LOS MICROORGANISMOS EFECTIVOS NATURALES (MEN)

1.2.1 Definición

CHUJO (2004), indica que el EM significa Microorganismos Eficientes. Contiene organismos beneficiosos de 3 géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias de ácido láctico y levadura. Estos microorganismos efectivos, cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatos y antioxidantes. Cambian el micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades,

Los microorganismos eficientes fueron desarrollados en forma líquida a lo largo de muchos años por el Prof. Teruo Higa, de la Universidad de Ryukus, y el estudio se completó en 1982. Al principio, EM era considerado una alternativa para químicos agrícolas. Pero su uso ahora se ha extendido a aplicaciones en los campos ambiental, industrial y de la salud. Sin embargo, se debe enfatizar que EM no es ni un químico sintético ni una medicina.

HIGA y PARR (1991), menciona que los EM, es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros.

FAO (2007), señala que los ME son una mezcla de todos los tipos de microbios que ocurren de manera natural, como los fijadores de N,

solubilizadores de P, productores de hormonas/vitaminas, descomponedores de la celulosa, organismos controladores de enfermedades, etc. y que se emplean para elevar la productividad del cultivo

1.2.2 Tipo de microorganismos

HIGA y PARR (1991), afirma que los principales grupos de microorganismos presentes en el EM son: bacterias fototrópicas, bacterias ácido lácticas, levaduras. **SUQUILANDA (2001)**, indica que los microorganismos del EM son: bacterias ácido lácticas, levaduras, bacterias fotosintéticas, actinomicetos.

Bacterias fototrópicas. Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros Microorganismos Eficaces.

Bacterias ácido lácticas. Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de

los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso.

Levaduras. Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas.

Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para Microorganismos Eficaces como bacterias ácido lácticas y actinomicetos.

Actinomicetos. Funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocidas). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas.

GALVEZ (2009), reporta un análisis básico de los microorganismos existentes en la solución de MEN y del capturador de microorganismos (arroz impregnado de microorganismos) la existencia de bacterias en mayor cantidad y hongos en menor cantidad. Encontrando diversas colonias de bacterias las cuales son Gram positivas y Gram negativas, y poseen mayormente las formas cocobacilares y cocos. En los hongos observó las hifas y conidias.

1.2.3 Modo de acción de los microorganismos

HIGA y PARR (1991), indican que:

Los diferentes tipos de microorganismos en el EM, toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo.

Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los Microorganismos Eficaces para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

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

1.2.4 Aplicaciones del ME

HIGA y PARR (1991), indican las siguientes aplicaciones del ME en la agricultura:

Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar:

En semilleros:

- Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.

- Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.
- Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

En las plantas:

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

En los suelos:

- Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los

elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

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

1.2.5 Los ME y su acción solubilizante:

ALEXANDER (1981), menciona que los microorganismos no solo asimilan el fósforo, si no que también hacen solubles una gran proporción de ellos, liberando en cantidades superiores, actúan solubilizando sales de Fe, Al, Mg, Mn y otros fosfatos. El principal mecanismo de solubilización se debe a la producción microbiana de ácidos orgánicos, que disuelven los fosfatos inorgánicos haciéndolos asimilables para las plantas.

Muchos microorganismos del suelo producen ácido láctico, glicólico, acético, cítrico, fórmico, etc; que pueden solubilizar fosfatos tricálcicos y apatitos naturales.

FAO (2007), menciona que las bacterias, hongos y actinomicetos pueden solubilizar formas insolubles de fósforo. Las bacterias solubilizadoras de P (BSP) incluyen *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum*, *Bacillus polymyxa*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas striata*, *Agrobacterium* sp; *Acetobacter diazotrophicus*, etc. Los hongos solubilizadores del P (HSP) incluyen: *Aspergillus awamori*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium belaji*,

levadura (*Saccharomyces* sp.) etc. Los actinomicetos solubilizadores de P (ASP) incluyen a *Streptomyces* sp, *Nocardia* sp.

Generalmente los microorganismos solubilizantes del fósforo secretan ácidos orgánicos que disuelven el fosfato insoluble. Estos microbios ayudan en la solubilización del P de la roca fosfórica y otras formas escasamente solubles del P del suelo, mediante la disminución del tamaño de sus partículas, reduciéndolas a formas casi amorfas.

ALEXANDER (1981), indica que la degradación no es inhibida por el fósforo inorgánico, por lo que la mineralización se lleva a cabo rápidamente aun con sitios con suficiente fósforo, siendo las enzimas encontradas con más frecuencia las llamadas fosfatasas. El proceso predominante de mineralización e inmovilización está determinada por el % de P y su relación C:P en los residuos vegetales en descomposición y los requerimientos nutricionales de la población de microorganismos. La relación C:P que produce la inmovilización es 300:1 y se producirá una mineralización neta cuando la relación C:P sea 200:1. Si su concentración excede al requerimiento de los microorganismos el exceso aparece como fosfato inorgánico, si es inadecuado, el efecto neto será la inmovilización.

1.3 EL FÓSFORO

BUCKMAN (1985), menciona que exceptuando al nitrógeno, ningún elemento es tan decisivo para el crecimiento de las plantas, como el fósforo.

FASSDBENDER (1984), señala que el fósforo es relativamente estable en los suelos, no presenta compuestos inorgánicos como los nitrogenados que

pueden ser lixiviados y volatilizados. Esta estabilidad se debe a su baja solubilidad, que a veces causa deficiencias de disponibilidad para las plantas.

Los fosfatos se originan del mineral "Apatita", que está constituido 90% de fosfato tricálcico, conteniendo F y Ca en forma de sal doble, cierta cantidad de ácido sílico y en ciertas ocasiones Fe y Mn. Los cristales de apatita se encuentran en la mayoría de las rocas ígneas y metamórficas, que al meteorizarse, la apatita y su fosfato componente se incorporan al suelo.

FAO (2007), menciona que el fósforo es un macro nutriente esencial a las plantas. Peso atómico 31.0. Es absorbido por las raíces principalmente como H_2PO_4^- y en menor grado como $\text{HPO}_4^{=}$. El contenido en la materia seca de las plantas es 0.1 - 0.4%. Se menciona en el mercado de los fertilizantes como P_2O_5 (pentóxido de fósforo) ($\text{P} \times 2.29 = \text{P}_2\text{O}_5$). El fósforo en las plantas está involucrado en la transferencia de energía, división celular, desarrollo de tejido y en el crecimiento. Es un constituyente del ADN, ARN, así como de las moléculas portadoras de energía ADP, ATP, etc. Juega un papel importante en la promoción del crecimiento de la raíz, desarrollo del grano y la sincronización de la maduración. Después del N, es el nutriente más importante.

La condición asociada con el nivel insuficiente de P en el sistema suelo - planta, se refiere como deficiencia de P. Retarda el crecimiento del cultivo, desarrollo de las raíces y demora la maduración. Los síntomas de deficiencia comienzan a aparecer en las hojas más viejas. Se desarrolla un color verde - azulado a rojizo que puede conducir a tintes bronceados y color

rojo. La deficiencia de fósforo en los suelos alcalinos neutros se indica por menos de 10 Kg P/ha en la capa arable, mediante la extracción con bicarbonato de sodio (Olsen).

TUME (2005), indica que en todas las formas de vida, los fosfatos desempeñan un papel esencial en los procesos de transferencia de energía, como el metabolismo, la fotosíntesis, la función nerviosa y la acción muscular. Los ácidos nucleicos, que entre otras cosas forman el material hereditario (los cromosomas), son fosfatos, así como cierto número de coenzimas. Los esqueletos de los animales están formados por fosfato de calcio.

1.3.1 El fósforo en el suelo

BLACK (1975), indica que el fósforo en el suelo se encuentra casi exclusivamente como ortofosfato, derivándose todos los compuestos de ácido fosfórico. Puede clasificarse como orgánico e inorgánico, dependiendo de la naturaleza en el que se halla.

La fracción inorgánica puede clasificarse por su naturaleza física, mineralógica o química y/o por combinación de ellas en formas cristalizadas con el Fe, Al, F, y Ca; así como fosfatos amorfos y ocluidos.

FASSBENDER (1984), menciona que factores como la temperatura, precipitación, grado de desarrollo de los suelos, acidez, actividad biológica; determinan la participación de las fracciones orgánicas e inorgánicas del fósforo.

1.3.2 El fósforo en la solución del suelo

THOMSON (1974), los iones fosfato en la solución suelo a pH de 2 y 7, predominan los iones H_2PO_4^- y entre 7 a 12, iones HPO_4^{2-} . La concentración del fosfato monobásico es máximo a pH 4 y mínimo a pH de 9, lo contrario ocurre con el fosfato di básico. Los dos iones se encuentran en equilibrio a un pH de 7.2.

Entre el pH 5.5 a 6.0, la solución acuosa del suelo contiene la máxima concentración de fosfato monobásico; estando en equilibrio con los fosfatos de Fe, Al y Ca.

1.3.3 El fósforo en la planta

a) Absorción del ácido fosfórico.

BLACK (1975), señala que la absorción de iones ortofosfato, están influenciados por otros aniones minerales; disminuye cuando aumenta en la solución del suelo las concentraciones de los iones NO_3^- y SO_4^{2-} , aumenta en presencia del catión NH_4^+ .

DOMINGUEZ (1984), afirma que las plantas absorben elementos nutritivos por contacto directo de las raíces con las partículas sólido del suelo, pequeñas cantidades de fósforo; pero lo hacen mayormente por difusión de la solución del suelo en forma de ión ortofosfato monobásico y en menor cantidad como ión ortofosfato dibásico. También pueden absorber moléculas de iones fosfatos orgánicos.

b) Distribución del ácido fosfórico en la planta.

RUSSELL (1968), menciona que el ácido fosfórico es un componente

esencial de las plantas, se encuentra combinado con otras sustancias o con cuerpos simples, formando fosfatos minerales o en la mayoría de los casos son sustancias complejas, que forman combinaciones orgánicas (lecitinas, fitinas, ácido nucleico, fosfolípidos y metabolitos fosforilados).

El ácido fosfórico abunda en los órganos jóvenes de las plantas, se almacena en las semillas en forma de sustancias de reserva. Las plantas lo absorben sobre todo durante el período de crecimiento activo y al final de la vegetación, se aprecia el traslado del ácido fosfórico hacia los órganos de reserva de la planta.

c) Rol del fósforo en la planta.

TISDALE y NELSON (1987), declaran que los compuestos citados anteriormente y otros orgánicos fosforados, son los responsables de la mayoría de los cambios de energía en los procesos de vida aeróbicos y anaeróbicos. Estos compuestos fosfóricos son esenciales para la fotosíntesis, la interconversión de carbohidratos y compuestos afines: glicólisis, metabolismo del azufre oxidaciones biológicas y otros procesos.

El fósforo es un elemento esencial y constituyente de los procesos de transferencia de energía tan vitales para la vida y en crecimiento de las plantas.

El fósforo en la planta, constituye e interviene favorablemente en las siguientes funciones:

- División celular y crecimiento.
- Floración, fructificación y formación de la semilla.

- Desarrollo radicular.
- Robustecimiento de la paja de los cereales, contrarrestando el acame.
- Mejora la calidad de las cosechas.
- En las leguminosas favorece el desarrollo de los nódulos.
- Incrementa el peso y el tamaño de los cultivos que se explota por sus raíces y tubérculos.
- Desarrollo rápido y vigoroso de las plantas jóvenes.
- Confiere a las plantas precocidad al acelerar la floración y fructificación.

d) Síntomas de deficiencia de fósforo.

DEVLIN (1970); BLACK (1975); TISDALE y NELSON (1987), expresan, que la deficiencia en fósforo en los cultivos, muestran los siguientes síntomas:

- Lento crecimiento y desarrollo de la planta.
- Poco desarrollo del xilema y floema.
- Escasa floración y fructificación.
- Retrazo en la maduración de las cosechas.
- Las hojas, muestran una coloración verde oscura con matices rojizos (antocianina).
- Menor peso y tamaño de las plantas.
- Tallos pequeños, delgados y débiles (maíz).
- Los granos pequeños no germinan.

- Bajo rendimiento en grano, frutos y semillas.

1.3.4 Roca fosfórica o fosfatos naturales

ALARCÓN (1993) citado por **GALVEZ (2009)**, basado en fuentes del Laboratorio Químico de la Universidad de Piura, menciona que en el desierto de Sechura (Piura), se encuentra ubicada uno de los yacimientos más ricos del mundo. Posee una reserva de unos 4500 millones de toneladas, con una ley de 8 a 12 % de P_2O_5 ; dentro de ésta, cuenta unos 2000 millones de toneladas, con una concentración de 25 a 28 % de P_2O_5 .

Esta reserva geológica es de origen marino, se halla mezclada con capas de arena y diatomita, otras sales minerales marina. En la Unidad de Producción de Bayóbar, se obtiene mediante procesos físicos naturales, el fosfato concentrado denominado "FOSBAYOVAR" tiene una capacidad de trabajo de 2000 Tm/año de producción de roca fosfatada, de 30 % de P_2O_5 , que por flotación y lavado se concentra a 30.5 % de P_2O_5 . La molienda es a malla de 200 Mesh; el Fosbayóvar es el más reactivo del mundo, el 100 % de fósforo soluble total en la tercera extracción en ácido cítrico 2 %.

Sus características y composición son las siguientes:

Aspecto	: Arenoso.
Color	: Marrón claro.
P_2O_5	: 30.5 %, malla 100 – 60 %
CaO	: 46.9 %
Azufre	: 1.7 %
Magnesio	: 0.6 %

Materia Orgánica	: 3.2 %
K ₂ O	: 0.1 %
SiO ₂	: 6.08 %
SO ₄	: 5.0 %
Al ₂ O ₃	: 0.79 %
F	: 2.98 %

<u>Solubilidad:</u>	<u>%</u>
P ₂ O ₅ Sin pulverizar, soluble en ácido cítrico al 2 %	12.1
P ₂ O ₅ Pulverizado, soluble en ácido cítrico al 2 %	15.3

Fuente: Laboratorio Químico de U. P. de Bayóbar.

FAO (2007), menciona que es un mineral que sirve como materia prima (fuente de P) para la producción de fertilizantes de fósforo. Consiste en varios tipos de apatitas (fosfato tricálcico) y contiene entre 15 - 35 % P₂O₅. La calidad de RF depende de su edad, tamaño de partícula, grado de sustitución en la estructura del cristal y solubilidad en los ácidos. Las rocas reactivas también pueden emplearse directamente como fertilizantes de P en los suelos ácidos.

El fosfato rocoso también contiene varios micronutrientes, con un promedio de 42 ppm de Cu, 90 ppm de Mn, 7 ppm de Mo, 32 ppm de Ni y 300 ppm de Zn. El contenido de cadmio de la roca fosfórica varía desde 1 a 87 mg/Kg (con un contenido de P₂O₅ de 30 %, el Cd también puede expresarse como 8 - 665 mg/Kg de P ó 3 - 290 mg/Kg de P₂O₅). En los

fosfatos rocosos para la aplicación directa, el contenido de Cd (un metal pesado potencialmente tóxico) no deberá exceder preferiblemente los 90 mg de Cd/Kg de P₂O₅ (o alrededor de 27 mg/Kg de RF).

FASSBENDER (1986) y BORNEMISZA (1987), indican que la solubilidad de la roca fosfórica es ínfima. En estudios realizados se han encontrado gran dependencia del pH, el cual se explica a partir del producto de solubilidad de las apatitas hidroxidadas. Al aumentar el pH del suelo, su solubilidad aumenta en forma exponencial. La velocidad de disolución varía con el grado de finura y el grado de calcinación.

FASSBENDER (1987) y BORNEMISZA (1987), señalan que en América del Sur los depósitos de roca fosfórica, se hallan concentrados en Brasil, Venezuela, Chile y Perú (Sechura – Piura); siendo la riqueza de P₂O₅ del fosfato de Sechura o fosfato de Bayóbar de 25 a 28 %.

FINCK (1985) y RODRÍGUEZ (1982), indican que cuando la roca fosfórica se utiliza como fertilizante su eficiencia depende de ciertas características del suelo; como del contenido de M.O, formas y disponibilidad de fosfatos nativos; de su reacción, del contenido de Fe y Al, de la humedad; temperatura; cultivos, etc. Así mismo de las características inherentes de la roca fosfórica como son: contenido de fosfatos, su solubilidad, su disolución, su localización, dosis, finura y su dureza.

FINCK (1985) y CATEDRA IX (1982), menciona que la roca fosfórica se compone de diversos apatitos (fosfatos de calcio), de origen

en parte magmático y en parte orgánico; pero generalmente son de origen marino. Los cuales dieron lugar a la acumulación de apatitas a partir de minerales primarios o restos de animales que contengan fósforo, luego de procesos climáticos extremos y transformaciones en la corteza terrestre.

RODRÍGUEZ (1982), indica que la roca fosfórica es una materia prima indispensable, para la industria del ácido fosfórico. La forma usual de producir fertilizantes fosfatados es tratando la roca fosfatada con ácido sulfúrico o fosfórico; este hecho hace que se incremente el costo de este fertilizante.

THOMSON (1974), menciona que la roca fosfatada, se encuentra bajo la forma de fosfato tricálcico; contiene de 18 % a 81 % de fosfato tricálcico y pequeñas cantidades de compuestos nitrogenados.

Posiblemente se haya formado como consecuencia de los procesos químicos y biológicos del despojo de los animales prehistóricos, acumulados en grandes cantidades, dado que los dientes y huesos aún pueden reconocerse en los yacimientos. Tales acumulaciones podrían haberse formado en los depósitos marinos, que posteriormente quedaron al descubierto, cuando los cambios de clima y otras alteraciones violentas, causaron la muerte súbita de gran número de animales.

TUME (2005), sobre el origen de los fosfatos de Bayóvar indica que son; de origen sedimentario marino. Se trata de depósitos secundarios originados por sedimentos de origen animal y vegetal, peces y algas hace millones de años. El depósito de Sechura presenta una estructura de capas

sedimentarias uniformes, casi horizontales y próximas a la superficie, lo que facilita la extracción de roca.

1.4 LA DIATOMITA

1.4.1 Composición y propiedades

La diatomita es una roca silíceas de origen sedimentario, presentando diversos grados de consolidación; principalmente está constituida de restos fosilizados de diatomeas. La diatomita representa una forma única de sílice por cuanto no se ha encontrado en la naturaleza o haya sido producida por la manufactura de arte, que tenga sus características de estructura física. La diatomita pura esta formada por sílica opalina o hídrica, presentando en solución sólida o como una parte esencial del complejo de ópalo, pequeñas cantidades de componentes inorgánicos asociados – alumina, hierro, tierras alcalinas, metales alcalinos y otros constituyentes menores. La diatomita también contiene cantidades inusuales de agua libre, la cual puede variar de 10 a 60 % o más. Los depósitos más importantes del mundo, se caracterizan por ser depósitos del tipo seco, en donde la diatomita se presenta como material de peso liviano. La densidad aparente (base seca) in situ varía de 0.32 a 0.64 Tm/m³.

El valor de la diatomita sin tratamiento se basa principalmente en la naturaleza de las partículas diatomáceas, contenido de sílice, carbonatos, argellita o impurezas solubles y el grado de compactación del manto o estrato. Estos factores se reflejan en la densidad aparente, capacidad de absorción, friabilidad y conformación potrográfica del manto. En general la

diatomita es extremadamente porosa, baja conductividad de calor y electricidad, químicamente inerte; capaz de absorber y retener gran cantidad de líquidos con los cuales tiene grandes superficies de contacto.

El depósito Tarucani en el departamento de Arequipa presenta un potencial estimado de 50 MM de Tm. La composición representativa es la siguiente:

SiO ₂	69.2 %
Al ₂ O ₃	5.2 %
Fe ₂ O ₃	2.2 %
CaO	4.68 %
MgO	6.5 %
K ₂ O	1.04 %
Na ₂ O	1.18 %
TiO ₂	0.34 %

Cerca de Arequipa también se explota las diatomitas de Polobaya. La diatomita en la formación Ayacucho tiene 85 a 98 % de ópalo (SiO₂ amorfo).

(<http://www.minem.gob.pe/archivos/dgm/publicaciones/public03/diatomitas.htm>.)

1.4.2 Origen y formación geológica

La diatomita es una roca formada por caparazones de algas unicelulares llamadas diatomeas con dimensiones microscópicas. Estas

plantas aparecieron durante el tránsito del cretáceo al terciario, formando colonias en agua dulce o salobre de acuerdo con su especie. Los caparazones, formado por sílice amorfa (ópalo) y acumulados a considerables profundidades, sufrieron subsecuente compactación convirtiéndose en depósitos potenciales de diatomitas. Cuando se elevan por encima de los niveles de agua, expuestos a lixiviación y erosión, tales sedimentos constituyen los depósitos actuales de interés.

La abundancia extraordinaria de diatomitas en el Perú está vinculada con la intensa actividad hidrotermal durante el terciario y principios del cuaternario que aportó la sílice para los caparazones de diatomeas. Las rocas ricas en diatomeas marinas abundan en los departamentos de Ica, Piura y Tumbes; los sedimentos constituidos presentan grosores de algunos cientos de metros. Los depósitos del mioceno, existentes en la costa, están íntimamente vinculados con los de fosfatos. Los depósitos con diatomeas lacustres se conocen en los departamentos de Cajamarca, Ancash, Junín, Ayacucho, Cuzco y Arequipa. La diatomita en la formación Ayacucho tiene 85 a 98 % de ópalo (SiO_2 amorfo).

(<http://www.minem.gob.pe/archivos/dgm/publicaciones/public03/diatomitas.htm>)

1.4.3 El sílice

a) Sílice en el suelo

QUERO (2004), indica que el silicio se encuentra en la parte sólida de los suelos, como componente de una gran diversidad de minerales

primarios (MP), creando concentraciones de 25 a 28 % de silicio elemental o bien de 700 a 800 Tm.Ha⁻¹ en la capa arable de 25 cm. La liberación a la fracción soluble del suelo forma parte del proceso productivo de los cultivos, teniendo impactos en la certidumbre de cosecha y mejoras en el rendimiento, sanidad del cultivo y calidad de cosecha. Adicionalmente se conoce que la diversidad y desarrollo de la flora microbiana benéfica del suelo, es estimulada por la presencia del silicio soluble, el ácido ortosilícico (H₂SiO₄). El H₂SiO₄ soluble forma complejos con los cationes que componen los minerales, promoviendo la movilización, distribución y asimilación por el área radicular de la cubierta vegetal. Estos son los inicios de la agricultura productiva, especialmente la orgánica. Este proceso inicial conocido como intemperización, debe ser incorporado como una práctica benéfica en el proceso productivo agrícola, siempre y cuando se mantengan niveles adecuados de MP en el suelo a través de su mineralización.

De 40 a 300 kg de silicio por hectárea de suelo cultivado, son extraídos anualmente por las cosechas. La falta de ácidos monosilícicos y la disminución de silicio amorfo conducen a la destrucción de los complejos órgano - minerales, se aceleran la degradación de la materia orgánica del suelo y se empeora la composición mineral. La aplicación de fertilizantes minerales con silicio es obligatoria para una agricultura sustentable y altamente efectiva en cualquier tipo de suelo.

b) Silicio en la solución del suelo y forma de absorción

SALISBURY (1994), menciona que el silicio existe en la solución del

suelo como ácido silícico (H_2SiO_4), y se absorbe en esta forma. Se acumula sobre todo como polímeros de sílice hidratado amorfo ($SiO_2 \cdot nH_2O$), de manera mas abundante en las paredes de células epidérmicas, pero también en las paredes primarias y secundaria de otras células de raíz, tallo y hojas; así como en inflorescencias de pastos. También se acumula en el interior de células epidérmicas conocidas como células silíceas.

El maíz acumula niveles de silicio de hasta 1 – 4 % de peso seco, como muchos otros pastos; mientras que el arroz y *Equisetum arvense* (cola de caballo) contiene hasta 16 % de silicio. El silicio cumple las siguientes funciones:

- Al acumularse en las paredes de células epidérmicas, hace disminuir la transpiración así como las infecciones causadas por hongos.
- En las células del xilema el silicio proporciona rigidez y limita la compresión.

De hecho, es bien conocido que los cultivos de granos de cereal con deficiencia de silicio se echan (tienden a perder la verticalidad con la lluvia o con el viento) con mayor facilidad que aquellos con la cantidad de silicio adecuado.

HINRICH (1993), sostiene que el silicio es un elemento útil para reforzar la pared celular de los vegetales y forma un molde en la estructura de la pared celular. La pared celular permanece intacta en los suelos como “fitolitas” de sílice amorfo, después de que muere el vegetal. El silicio es esencial sólo para los animales y solo en cantidades mínimas.

QUERO (2004), señala que el silicio juega un papel importante en la planta. Este elemento controla el desarrollo del sistema radicular, la asimilación y distribución de nutrientes minerales, incrementa la resistencia de la planta al estrés abiótico (alta y baja temperatura, viento, alta concentración de sales y metales pesados, hidrocarburos, aluminio, etc.) y biótico (insectos, hongos, enfermedades). El silicio forma parte de la estructura de los tricomas, en plantas de frijol, caña de azúcar, papa, ají, tomate, el silicio incrementa el número y tamaño de tricomas estructurales y glandulares, ya que forma parte de su estructura, y este puede ser el mecanismo por el cual el silicio mejora e incrementa la resistencia de los cultivos al ataque de insectos, hongos y bacterias.

1.4.4 Aplicación de silicatos

FASBENDER (1987), menciona que la aplicación de silicatos solubles al suelo antes de la fertilización fosfatada, tiene la ventaja de que los iones de silicato son fijados en él, en vez de los iones de fosfato, lográndose así un enmascarado de la capacidad de fijación. La aplicación de fertilizantes silicofosfatados (escorias Thomas y fosfato de Renania) tiene la ventaja, además, de aumentar el pH del suelo.

QUERO (2004), indica que la fertilización con silicio puede optimizar el aprovechamiento del agua de riego en un 30 a 40 % y ampliar los intervalos del riego sin efectos negativos sobre las plantas. Adicionalmente al sistema irrigación - drenaje, la fertilización con minerales de silicio activo, permiten completar la rehabilitación de suelos afectados por sales,

compactación y bajos niveles de pH.

Empleando materiales ricos en silicio para la reducción de la toxicidad del aluminio y optimización del pH, mejoran también la nutrición con fósforo, hierro, potasio y zinc, ya que el silicio activa el intercambio catiónico y la movilización de nutrientes. El silicio aumenta la nutrición del fósforo en las plantas de un 40 a 60 % e incrementa la eficiencia de la aplicación de roca fosfórica de un 100 a 200 %, esto mediante la fertilización con minerales ricos en silicio que promueve la transformación del fósforo no disponible para la planta en formas asimilables y previene la transformación de fertilizantes ricos en fósforo en compuestos inmóviles. Fertilizantes de lenta liberación se pueden fabricar con materiales ricos en silicio.

La acción de agentes abióticos, temperatura, lluvia (agua) y el CO₂ disuelto con el agua en al forma de ácido carbónico (H₂CO₃/CO₂), actúan sobre los minerales arcillosos y liberan el ácido silícico a una concentración de 1 a 50 mg/Kg, al mismo tiempo liberan elementos minerales, formándose silicatos de calcio, magnesio, potasio, zinc, hierro, incrementando grandemente la capacidad de intercambio catiónico de los suelos y el pH del suelo se torna básico, en niveles de 7.5 a 8.5. En estas condiciones de pH y capacidad de intercambio catiónico los suelos son altamente productivos. En estos suelos se encuentran de 100 a 200 mg/Kg de estas formas de silicio soluble.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se desarrolló en dos etapas, por lo que se ocupó dos ambientes diferentes.

- La fase de la incubación se realizó en el invernadero ubicado en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en Pampa del Arco - Ayacucho a 2760 msnm cuyas coordenadas son 13°09'56" Latitud Sur y 74°13'40.2" Longitud oeste.
- La instalación, conducción y la evaluación del experimento se ejecutó en la Estación Experimental Canaán del INIA – Ayacucho a 2750 msnm, cuyas coordenadas son 13° 08' 14" Latitud Sur y 74°

13' 14" Longitud Oeste, con una pendiente variable de 1,5 a 2,0 %.

2.2 ANTECEDENTES DEL TERRENO

En el terreno utilizado para el presente trabajo de investigación, durante la campaña anterior se sembró achita variedad centenario, con fórmula de abonamiento 80 – 80 - 20 de NPK y utilizaron adicionalmente 10 sacos de guano de isla.

2.3 ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

El análisis químico del suelo, se realizó en el Laboratorio de suelo y análisis foliar, "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyos resultados e interpretación se muestra en el cuadro 2.1

Cuadro 2.1: Resultados del análisis químico del suelo de Canaán - INIA
2750 msnm – Ayacucho.

COMPONENTES	CONTENIDO	MÉTODO	INTERPRETACIÓN
pH	7.39	Potenciómetro	Ligeramente alcalino
Materia Orgánica (%)	1.38	Walkley y Black	Pobre
N total (%)	0.06	Kjedahl	Pobre
P Disponible (ppm)	50.1	Bray – Kurtz	Muy alto
K Disponible (ppm)	235.8	Turbimetría	Alto

De acuerdo a los resultados del análisis químico del suelo se encontró que: el contenido de materia orgánica y el nitrógeno total son de un nivel

pobre; en tanto que el fósforo disponible es muy alto y el potasio disponible es alto. El pH es ligeramente alcalino el cual esta dentro de lo recomendable para el cultivo de maíz.

2.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS

En el cuadro 2.2 se muestra los datos mensuales de temperatura (mínimas, máximas y promedios), precipitaciones promedios mensuales y total anual registrados en la estación meteorológica de Pampa del Arco a 2772 msnm, situado en las coordenadas de 74°13'06" longitud oeste y 13°08'51" latitud sur, datos que sirvieron para elaborar el balance hídrico, según la metodología propuesta por la ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales), cuyos resultados se resumen en el cuadro 2.2 y gráfico 2.1.

La precipitación total anual registrada desde agosto del 2008 a julio del 2009 fue de 565.4 mm con una distribución irregular. Los meses de alta precipitación fueron enero y febrero del 2009, indicándonos que hubo exceso de humedad en el suelo. Los riegos se realizaron en los meses de menor precipitación que corresponden a marzo, abril y mayo del 2009 con la finalidad de evitar que el cultivo sufra estrés por falta de humedad.

En el cuadro 2.2, se muestra que las temperaturas promedio mensual máxima, mínima y promedio son 25.28, 8.78 y 17.03 °C respectivamente, siendo los meses mas calidos los meses setiembre y noviembre del 2008 asimismo los meses mayo y junio del 2009. La

temporada mas fría registró durante los meses de mayo, junio y julio del 2009.

En los meses correspondientes del ciclo vegetativo (diciembre del 2008 – junio del 2009) la temperatura máxima y mínima registrada fue 25.9 y 4.0 °C en el mes de diciembre del 2008 y mayo del 2009, respectivamente.

Cuadro 2.2: Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico correspondiente al periodo 2008 – 2009 de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco, 2772 msnm - Ayacucho.

AÑO	2008					2009							TOTAL	PROM.
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul		
T° máxima (°C)	26.5	26.8	26.3	27.7	25.9	24.1	24.2	23.6	24.0	25.0	25.2	24.0	303.3	25.28
T° mínima (°C)	6.6	7.8	10.4	10.4	10.8	11.6	11.0	11.6	9.5	6.3	4.0	5.4	105.4	8.78
T° media (°C)	16.6	17.3	18.4	19.1	18.4	17.9	17.6	17.6	16.8	15.7	14.6	14.7	204.4	17.03
Precipitación (mm)	0.0	39.1	25.5	37.9	76.2	134.4	126.2	60.1	46.4	12.0	0.0	7.6	565.4	47.12
Evapotranspiración potencial (mm)	82.1	83.0	91.0	91.4	91.0	88.5	78.8	87.3	80.4	77.6	70.1	72.9	994.3	82.86
Factor de corrección	0.569	0.569	0.569	0.569	0.569	0.569	0.569	0.569	0.569	0.569	0.569	0.569		
Evapotranspiración corregida (mm)	46.7	47.2	51.8	52.0	51.8	50.3	44.8	49.6	45.7	44.1	39.9	41.5		
Exceso de humedad en el suelo (mm)	-	-	-	-	24.4	84.1	81.4	10.5	0.7	-	-	-		
Déficit de humedad en el suelo (mm)	46.7	8.1	26.3	14.1	-	-	-	-	-	32.1	39.9	33.9		

BALANCE HÍDRICO Y CLIMATOGRAMA 2008-2009 ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE PAMPA DEL ARCO

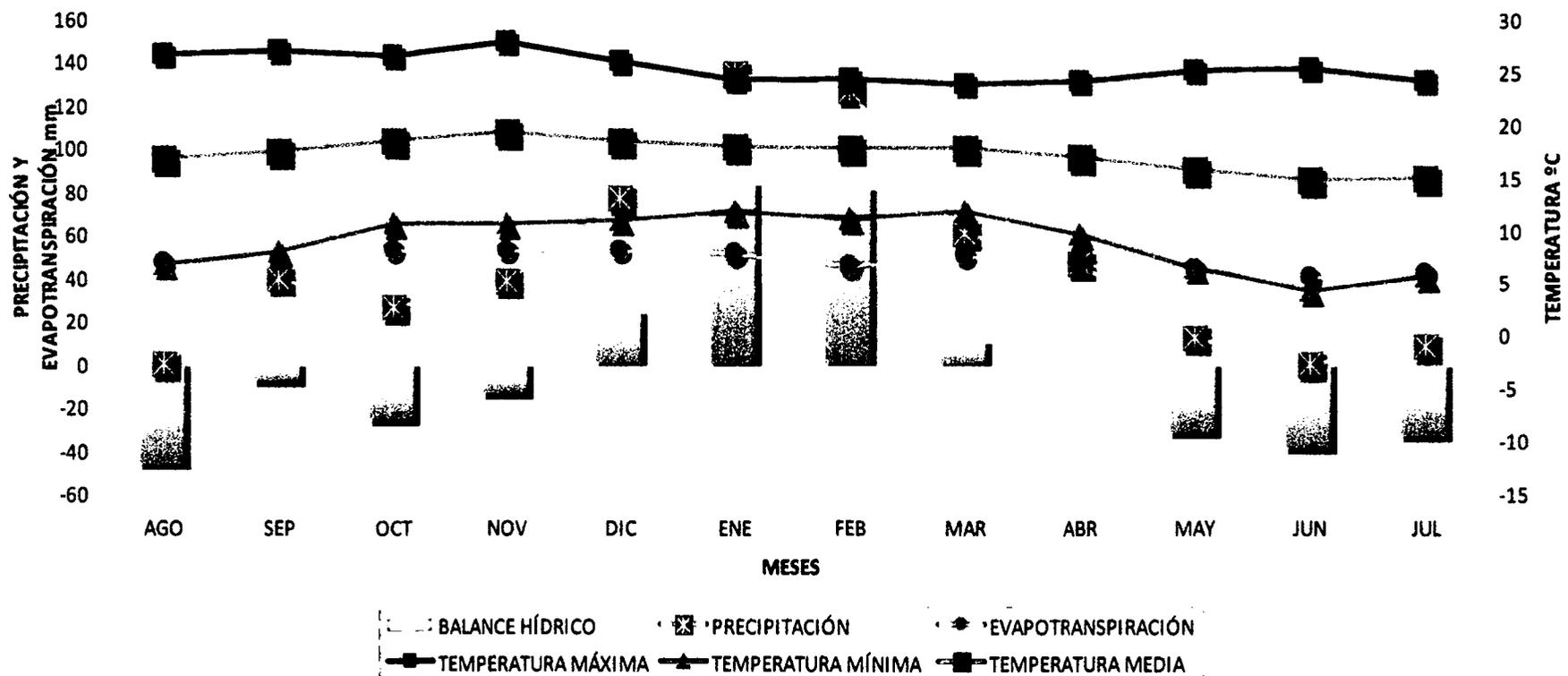


Gráfico 2.1: Diagrama Ombrotérmico de Temperatura vs Precipitación y Balance Hídrico correspondiente a la campaña 2008 – 2009. Estación Meteorológica de Pampa del Arco, 2772 msnm - Ayacucho

2.5 MATERIAL VEGETAL

El material genético fue la variedad INIA 615 – NEGRO CANAÁN que fue desarrollada a partir de 36 colecciones de cultivos locales de la raza kully colectadas el año 1990 en las provincias de: Huanta (22), Huamanga (8) y San Miguel (6), mejoradas por Selección Recurrente de Medios Hermanos durante 9 ciclos. Entre 2005 y 2007 fue evaluada en ensayos de adaptación y eficiencia en las provincias de Huanta y Huamanga de la región de Ayacucho. Esta variedad presenta las siguientes características:

- Días al 50 % de floración femenina: 84 – 82.
- Altura de planta: 228 cm.
- Altura de mazorca: 125 cm.
- Grano de color negro y tusa de color morado oscuro.
- Rendimiento potencial hasta 9.6 Tm.Ha⁻¹ y rendimiento comercial hasta 7.8 Tm.Ha⁻¹.
- En altitudes menores a 2300 msnm alcanza la madurez de cosecha a los 5 meses y en altitudes de 2700 a 3000 msnm a los 6 meses.
- Moderada susceptibilidad al ataque de plagas: gusano cogollero (*Spodoptera grugiperda*) y gusano mazorquero (*Helicoverpa zea*). Moderada resistencia al ataque de enfermedades: carbón del maíz (*Ustilago maydis*) y a enfermedades causadas por Mollicutes (fitoplasma y spiroplasma) y el virus del rayado del maíz. Moderada susceptibilidad a la pudrición de mazorca causada por los géneros de hongos: *Fusarium sp*, *Diplodia sp* y *Penicillium sp*.

- Peso de 1000 semillas en promedio 569 g.

2.6 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

2.6.1 Factores en estudio

Los factores considerados en el estudio fueron: roca fosfórica y diatomita incubadas en una solución de MEN durante 15 días. Habiéndose propuesto como niveles mínimos cero (0) Kg de roca fosfórica y diatomita; y niveles máximos 1000 Kg de roca fosfórica y 400 Kg de diatomita, como se muestra en el cuadro 2.3.

2.6.2 Diseño experimental

Se utilizó el diseño 03 de Julio (D3J), para dos factores; los niveles empleados en cada factor se indican en el cuadro 2.3, se planteó tomando como referencia trabajos de investigación anteriores.

Cuadro 2.3: Niveles de roca fosfórica (Kg) y diatomita (Kg) propuestos.

No	Xi codificado	Nivel de RF y diatomita en estudio	
		Nivel de RF(Kg)	Nivel de diatomita (Kg)
1	-2	0	0
2	-1	250	100
3	0	500	200
4	1	750	300
5	2	1000	400

La estructura de los tratamientos, de acuerdo al D3J es tal como se indica en el cuadro 2.4

Cuadro 2.4. Estructura de tratamientos en el D3J, para 2 factores.

Tratamiento No	Nivel codificado		Factor de estudio			
	X ₁	X ₂	Nivel de RF		Nivel de diatomita	
			Kg.Ha ⁻¹	g/16 m ²	Kg.Ha ⁻¹	g/ 16 m ²
1	-2	-2	0	0	0	0
2	2	-2	1000	1600	0	0
3	-2	2	0	0	400	640
4	2	2	1000	1600	400	640
5	-2	0	0	0	200	320
6	-1	0	250	400	200	320
7	1	0	750	1200	200	320
8	2	0	1000	1600	200	320
9	0	-2	500	800	0	0
10	0	-1	500	800	100	160
11	0	1	500	800	300	480
12	0	2	500	800	400	640
13	0	0	500	800	200	320

Los tratamientos se distribuyeron en el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Cada tratamiento se repitió tres veces, de manera que el experimento contó con 39 unidades experimentales (13 unidades por repetición).

Cuadro 2.5: Dosis de roca fosfórica y su equivalente por el área de aplicación.

RF (Kg.Ha ⁻¹)	Roca fosfórica g/parcela (16 m ²)	Cantidad total en g (3 repeticiones)	Total (Kg)
0	0	0	0
250	400	1200	1.2
500	4000	12000	12
750	1200	3600	3.6
1000	4800	14400	14.4
TOTAL DE RF A INCUBAR			31.2

Cuadro 2.6: Dosis de diatomita y su equivalente por el área de aplicación.

Diatomita (Kg.Ha ⁻¹)	Diatomita g/parcela (16m ²)	Cantidad total en g (3 repeticiones)	Total (Kg)
0	0	0	0
100	160	480	0.48
200	1600	4800	4.8
300	480	1440	1.44
400	1920	5760	5.76
TOTAL DE DIATOMITA A INCUBAR			12.48

2.6.3 Análisis estadístico

Con los resultados de las variables evaluadas, se realizaron los análisis de variancia y análisis de regresión correspondientes, utilizando la metodología descrita por Tineo (2006).

2.6.4 Características del campo experimental

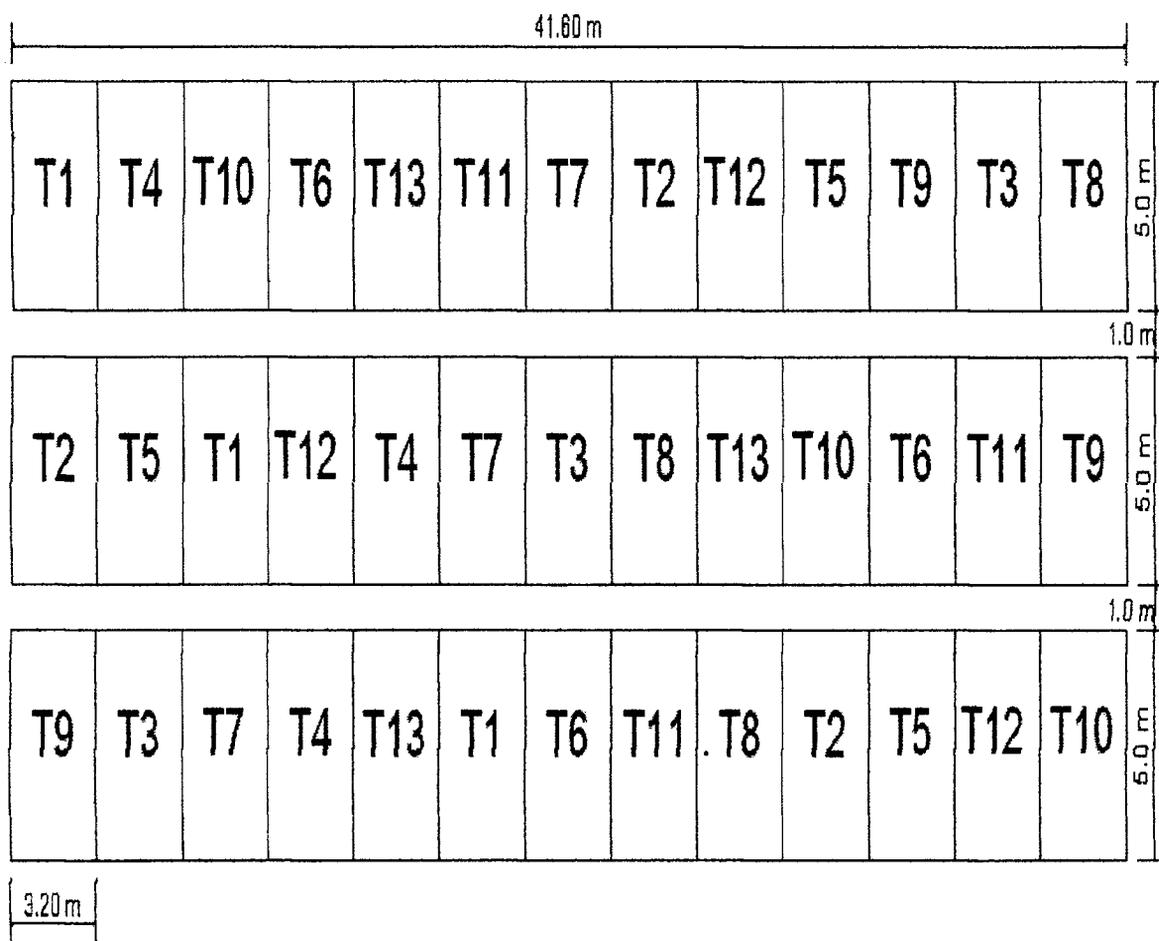
a. Parcela experimental

- Largo de la parcela : 5.0
- Ancho de las parcelas : 3.20 m
- Distancia entre surcos : 0.80 m
- Distancia entre plantas : 0.50 m

b. Bloques

- N° de parcelas en bloque : 13
- N° de surcos por parcela : 4.0
- N° de golpes por surco : 10
- N° de repeticiones : 3
- Largo : 41.60 m
- Ancho : 5.0 m
- Número de bloques : 3
- Área de bloque : 208.0 m²
- Ancho de la calle : 1.0 m
- Área experimental : 624.0 m²
- Área total : 748.80 m²

c. Croquis del campo experimental.



2.7 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.7.1 Solución con Microorganismos Efectivos Naturales (MEN).

Para contar con la solución con MEN, se procedió con su captura, bajo una técnica sencilla, que consiste en colocar un frasco con arroz cocido, cubierto con un pedazo de nylon, en una compostera del área de suelos, durante 2 semanas. Luego de este período se extrajo el arroz (impregnado de microorganismos), se licuó y se mezcló con 11.25 litros de melaza y 33.75 litros de agua (Proporción 1:3 de melaza y agua respectivamente); sometiéndose a una fermentación anaeróbica durante una

semana, obteniéndose así la solución madre de MEN (Gráfico 2.2), (SUQUILANDA 2001).

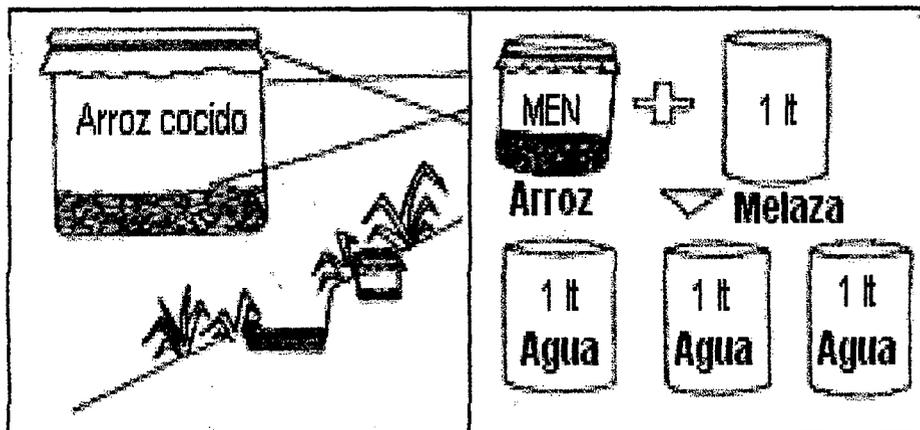


Gráfico 2.2: Proceso de captura y preparación de la solución madre de MEN

2.7.2 Molienda de la diatomita.

La diatomita procedente de la zona de Kikapata del distrito de Carmen Alto, se molió de manera rústica en un mortero; para luego ser tamizado para su incubación en MEN.

2.7.3 Roca fosfórica y diatomita incubadas en Microorganismos Efectivos Naturales.

Una vez obtenida la solución madre de MEN, se procedió a incubar la roca fosfórica y la diatomita en envases, durante 15 días. La proporción de RF y MEN utilizados en la incubación fueron 31.20 Kg y 31.20 litros respectivamente, asimismo para la diatomita y MEN fueron 12.48 Kg y 12.48 litros respectivamente, par cada uno de los casos en la proporción 1:1.

Luego de someter la roca fosfórica y diatomita a la acción

solubilizadora de los MEN durante 15 días, se procedió a su respectivo secado al medio ambiente y bajo sombra, para su posterior aplicación en el campo experimental.

2.7.4 Conducción del experimento

a) Preparación del terreno y surcado

Estas operaciones fueron realizadas por los trabajadores de la Estación Experimental Canaán del INIA en el mes de noviembre del 2008, habiéndose iniciado con una pasada de arado de discos en forma cruzada, seguido de una rastra para el desterronado, mullido y nivelado. Considerando los distanciamientos entre surcos 80 cm.

b) Demarcación y estacado del terreno

Esta labor se realizó el 06 de diciembre del 2008 de acuerdo al croquis del experimento utilizando yeso, cordel, wincha y estacas con los que se procedió a la demarcación de los bloques, parcelas, calles, bordes de cabecera y laterales respectivamente.

c) Siembra

La siembra se llevó acabo el 08 de diciembre del 2008, bajo la forma de golpes en surcos, depositando 3 semillas por golpe. El distanciamiento entre golpes fue de 0.50 m.

d) Abonamiento

Todas las unidades experimentales seleccionadas al azar recibieron un abonamiento de roca fosfórica y diatomita incubada durante 15 días, los cuales al mismo tiempo se aplicaron en dosis crecientes (según el Diseño 03

de Julio), y de un abonamiento básico de 120 – 0 - 60 de N – P - K, utilizándose la úrea (45 % de N) y cloruro de potasio (60 % de K₂O). A la siembra se aplicó la mitad del N, todo el K y toda la roca fosfórica y diatomita incubada durante 15 días, la otra mitad del N se aplicó en el aporque.

e) Riegos

El suministro de agua se realizó para complementar la ausencia de lluvias en el desarrollo del cultivo, se utilizó el sistema de riego por gravedad. El cuadro 2.2 muestra el balance hídrico y en la cual se puede observar el déficit hídrico durante el ciclo del cultivo en los meses de marzo, abril y mayo del 2009.

El riego se aplicó de acuerdo a las necesidades del cultivo a consecuencia de ausencia y distribución irregular de las lluvias, suministrándose el primer riego el día 18 de diciembre del 2008, se realizaron los demás riegos de acuerdo a los requerimientos del cultivo.

f) Deshierbo

Se realizó oportunamente durante el desarrollo del cultivo para evitar la competencia que ocasiona las malezas, y así evitar la reducción en el rendimiento. El primer deshierbo se efectuó aprovechando el aporque y la aplicación de la segunda dosis del nitrógeno, posteriormente el siguiente deshierbo se efectuó manualmente en plena floración del maíz.

g) Aporque

El aporque se realizó el 15 de enero del 2009 a los 37 días después de la siembra. Esta labor se realizó con la ayuda de un azadón, arrimando una

cantidad de tierra adecuada a la base de la planta, con el propósito de dar una mayor estabilidad a la planta, para evitar el tumbado por el viento y dar mejor anclaje a las raíces adventicias. Previa a esta labor se realizó la segunda aplicación de nitrógeno utilizando la úrea.

h) Cosecha

Este es uno de los procesos de mayor importancia en la conducción del experimento, puesto que es la culminación del proyecto y que proporcionó los datos sobre los cuales se realizaron los análisis estadísticos que permitieron extraer las conclusiones finales. La cosecha se realizó el 18 de junio después de la madurez fisiológica, para lo cual se realizó de manera separada manteniendo la identificación de cada una de las muestras para la evaluación correspondiente, luego del secado correspondiente.

2.8 VARIABLES EVALUADAS

2.8.1 Factores de precocidad

a) Días a la floración masculina

Para la determinación de días a la floración masculina se realizó marcando 20 plantas en los dos surcos centrales y en ellas se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 % de las plantas presentaron panojas (inflorescencia masculina) desprendiendo polen.

b) Días a la floración femenina

Para esta evaluación se tomó el mismo criterio del parámetro anterior, se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas presentaron las flores femeninas.

c) Días a la madurez fisiológica

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra, hasta que la brácteas (mazorca) del 50 % de las plantas presentaron un color pajizo, con una de humedad aproximada de 30 – 37 %.

2.8.2 Factores de rendimiento

a) Altura de planta

Esta característica se determinó con la ayuda de una wincha desde la base de la planta hasta el punto de nacimiento de la panoja expresándose en metros; se tomó 15 plantas al azar por tratamiento para luego promediarlo.

b) Altura de mazorca superior

Esta característica 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 tomó las mismas 15 plantas evaluadas para altura de planta.

c) Número de mazorcas por planta

Se evaluó 20 plantas al azar para luego promediar el número de mazorcas por planta en cada tratamiento.

d) Longitud de mazorca

Este carácter se evaluó con la ayuda de una regla graduada (vernier), tomando la distancia entre la base y la punta (ápice) de la mazorca, la cual se expresó en centímetros; se tomó 15 mazorcas cosechadas al azar por tratamiento para luego promediarlo.

e) Diámetro de mazorca

Se evaluó tomando la medida de la mazorca con un vernier que corresponde a la parte media perpendicular a su longitud, las cuales se expresó en centímetros.

f) Número de hileras por mazorca

Se determinó contando el número de hileras por mazorca de las 15 mazorcas tomadas para la evaluación de los parámetros anteriores, promediándose posteriormente.

g) Número de granos por mazorca

Este carácter se determinó contando el número de granos por mazorca de 10 mazorcas tomadas al azar, para cuantificar el número de granos de una mazorca de cada tratamiento.

h) Diámetro de tusa o marlo (coronta)

Este variable se evaluó utilizando un vernier, midiendo perpendicularmente a la longitud de la coronta, el cual se expresó en centímetros; se tomó 15 mazorcas seleccionadas al azar, promediándose posteriormente.

i) Peso de tusa (coronta)

Se evaluó tomando las mismas 15 mazorcas desgranadas (sin grano), las cuales se peso en una balanza analítica, las cuales se expresó en gramos.

j) Peso de 1000 semillas

Se evaluó después de la cosecha, para la cual se tomó al azar 4 grupos de 100 semillas, pesándose para luego obtener el promedio, con este valor se calculó el peso de 1000 semillas.

k) Índice de tinción

Se evaluó la intensidad del color de la tusa, siendo de 4 a 5 la escala permisible que se obtiene a partir de la siguiente fórmula, para ello se tomo 15 muestras por 3 repeticiones.

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

Donde:

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) Índice de cosecha

Se evaluó al momento de la cosecha, para la cual se tomó 20 plantas de los surcos centrales, pesándose las mazorcas y plantas por separado para luego obtener el promedio, con este valor se calculó el índice de cosecha.

m) Rendimiento de mazorca

Se cosechó el maíz a la madurez de cosecha. Se pesaron las mazorcas de las plantas de los dos surcos centrales y de las tres repeticiones de cada tratamiento proyectándolas a una Hectárea.

n) Materia seca de la planta

Una vez cosechado el maíz se tomó cuatro plantas cortando desde el cuello de la planta, para luego llevarlo a la estufa durante 48 horas a una temperatura de 105 °C. Luego se pesó la cantidad de materia seca en cada unidad experimental.

o) Materia seca de la mazorca

Se tomó las mazorcas de las plantas tomadas para la determinación de materia seca de la planta, para luego llevarlo a la estufa durante 48 horas a una temperatura de 105 °C. Luego se pesó la cantidad de materia seca en cada unidad experimental

2.8.3 Determinación del fósforo disponible en el incubado

Pasado los 15 días de incubación de la roca fosfórica se realizó el análisis químico, para determinar la cantidad de P disponible liberado por el efecto solubilizante de la solución de los MEN.

2.8.4 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 ayacuchano.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 FACTORES DE PRECOCIDAD

El cuadro 3.1, muestra los cuadrados medios del análisis de variancia de los factores de precocidad del cultivo de maíz morado variedad INIA – 615, donde se observa que no existe diferencia significativa para los tratamientos.

Cuadro 3.1: Cuadrados medios del análisis de variancia para los factores de precocidad de maíz morado, por aplicación de roca fosfórica y diatomita incubadas en Microorganismos Efectivos Naturales. Canaán 2750 msnm.

F.V	G.L	Cuadrados Medios		
		Floración Masculina	Floración Femenina	Madurez Fisiológica
Bloque	2	18.6923077 **	2.33333333 NS	3.69230769 NS
Tratamiento	12	3.02991453 NS	0.88034188 NS	2.00000000 NS
Error	24	1.9978632	1.11111111	1.94230769
Total	38			
C.V (%)		1.67	1.08	0.89

a) Días a la floración masculina

La aparición de la flor masculina, ocurre entre los 82.7 y 86.3 días con los tratamientos T₁ (testigo) y T₈ (1000 - 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) respectivamente; los cuales se muestran en el anexo a.1.

El resultado obtenido de 82.7 días a la floración es inferior a lo obtenido por **DE LA CRUZ (2009)**, en el estudio de determinación de la madurez fisiológica y calidad de semilla de maíz morado en dos densidades de plantas y dos momentos de siembra, menciona que la floración masculina del maíz morado alcanzó a los 92 y 93.5 días después de la siembra. **MONDALGO (2002)**, reporta para el maíz morado en tres fórmulas de fertilización y dos densidades de siembra la floración masculina ocurre a los 78 a 78.5 días. En tanto **HUAMÁN (2001)** citado por **DE LA CRUZ (2009)**, en el

estudio de la asociación del maíz morado en dos momentos de siembra, señala que la floración masculina varía entre 79.85 a 80 días. Los resultados obtenidos por los dos últimos autores mencionados, son relativamente inferiores al presente experimento, lo que posiblemente se deba a la influencia del clima, suelo y planta (genético).

b) Días a la floración femenina

La aparición de la flor femenina (anexo a.2), ocurre entre los 96.3 y 98.0 días con los tratamientos T_{13} (500 - 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) y T_9 (500 - 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) respectivamente.

HUAMÁN (2007), reporta para la influencia del guano de isla en la floración femenina del maíz morado variedad NEGRO INIA ocurre a los 72.58 días; en tanto **DE LA CRUZ (2009)**, señala que la floración femenina para el maíz morado variedad NEGRO INIA I se produjo a los 100 y 101.62 días después de la siembra; por otro lado **MONDALGO (2002)**, reporta para el maíz morado en tres fórmulas de fertilización y dos densidades de siembra la floración femenina ocurre a los 87.5 días. Al comparar los resultados obtenidos con los trabajos anteriores es superior a lo obtenido por **HUAMÁN (2007)** y **MONDALGO (2002)**; así mismo resulta inferior a lo obtenido por **DE LA CRUZ (2009)**, se puede afirmar que este factor está influenciado por el factor clima, suelo y planta (genético).

c) Días a la madurez fisiológica

En el anexo a.3 se presenta los resultados de los días a la madurez fisiológica del maíz morado, que ocurre entre los 156 y 158 días con los

tratamientos T₁₃ (500 - 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) y T₁ (testigo) respectivamente.

El resultado obtenido de 156 días a la madurez fisiológica con el tratamiento T₁₃ es inferior a lo encontrado por **MONDALGO (2002)**, quien afirma haber obtenido la madurez fisiológica en su trabajo de investigación sobre tres fórmulas de fertilización y dos densidades de siembra, a los 162 días. **DE LA CRUZ (2009)**, señala que la madurez fisiológica ocurre a los 152 y 154 días, con 33.85 – 34.87 % de humedad en el grano; en tanto **HUAMÁN (2007)**, reporta para la influencia del guano de isla en madurez fisiológica del maíz morado variedad NEGRO INIA ocurre a los 136.58 días. Los resultados encontrados por los dos últimos autores mencionados son inferiores a lo obtenido en el presente trabajo. Se puede afirmar que este carácter está ligado a la constitución genética de la variedad, la misma que esta influenciado por los factores medio ambientales.

3.2 FACTORES DE RENDIMIENTO

El cuadro 3.2, muestra los cuadrados medios del análisis de variancia de los 8 primeros factores de rendimiento (longitud y número) del cultivo de maíz morado variedad INIA – 615; donde se observa que no existe diferencia significativa para tratamientos.

Por otro lado el cuadro 3.3, muestra los cuadrados medios del análisis de variancia de los 7 últimos factores de rendimiento (masa) evaluado, donde se observa que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos sólo para % de materia seca de la mazorca y para rendimiento de la mazorca al 14 % de humedad

a) Altura de planta

La altura de planta de maíz morado (anexo a.4), varía entre 2.42 m con el tratamiento T_{10} (500 - 100 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) y 2.19 m con el tratamiento T_1 (testigo).

PINTO (2002), menciona haber obtenido para el maíz morado Negro INIA I un promedio de 2.27 m; por otro lado **HUAMÁN (2007)**, señala haber logrado 2.14 m de altura para el maíz morado; de igual manera **DE LA CRUZ (2009)**, obtuvo para el maíz morado un promedio de 2.40 m. El resultado obtenido de 2.42 m de altura de planta con el tratamiento T_{10} es superior a lo encontrado por los autores mencionados.

La diferencia de altura de las plantas en cada tratamiento podría deberse a los niveles de RF y diatomita incubadas en la solución de MEN aplicados; y a las condiciones medio ambientales en la que se ejecutó el experimento.

Cuadro 3.2: Cuadrados medios del análisis de variancia para los factores de rendimiento de maíz morado, bajo la aplicación de roca fosfórica y diatomita incubadas en Microorganismos Efectivos Naturales. Canaán 2750 msnm.

F.V	G.L	Cuadrados Medios							
		Altura de planta	Altura de mazorca superior	Nº mazorcas/planta	Longitud de mazorca	Diámetro de la mazorca	Nº hileras/mazorca	Nº granos/mazorca	Diámetro de tusa
Bloque	2	0.0264 NS	0.0673 *	0.0537 **	0.8869 NS	0.0172 NS	0.0251 NS	97.13 NS	0.009 NS
Tratamiento	12	0.0118 NS	0.0072 NS	0.0084 NS	0.5605 NS	0.0140 NS	0.0783 NS	612.1 NS	0.009 NS
Error	24	0.0126	0.0127	0.0073	0.2930	0.0264	0.1442	463.72	0.0087
Total	38								
C.V (%)		4.83	8.96	7.36	3.89	3.72	3.70	8.48	4.15

b) Altura de mazorca superior

La altura de planta de maíz morado (anexo a.5), varía entre 1.15 m con el tratamiento T_1 (testigo) y 1.31 m con el tratamiento T_{10} (500 - 100 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita).

PINTO (2002), menciona haber obtenido para la altura de mazorca un promedio de 1.39 m; por otro lado **HUAMÁN (2007)**, obtuvo el promedio de 1.37 m. El resultado obtenido de 1.31 m de altura de mazorca con el tratamiento T_{10} es relativamente inferior a lo encontrado por los autores mencionados. El aporte de RF y diatomita podría haber influenciado en la respuesta a la altura de mazorca en cada tratamiento, como también por los factores medio ambientales.

c) Número de mazorcas por planta

El mayor número de mazorcas por planta se obtuvo con el tratamiento T_9 (500 - 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), en tanto que el menor número de mazorcas se obtuvo con el tratamiento T_7 (750 - 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita); con 1.2 y 1.1 unidades respectivamente; los cuales se muestran en el anexo a.6.

El resultado obtenido en el presente trabajo es inferior a lo encontrado por **ENCISO (2005)**, quien afirma haber obtenido 1.41 unidades de mazorca por planta en el cultivo de maíz morado variedad NEGRO INIA I. Esta diferencia posiblemente se deba a la influencia del clima, suelo y planta (genético).

d) Longitud de mazorca

La longitud de mazorca de maíz morado (anexo a.7), varía entre 13.05 cm con el tratamiento T_4 (1000 - 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) y 14.52 cm con el tratamiento T_3 (0 - 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita).

El resultado obtenido de 14.52 cm con el tratamiento T_3 es inferior a lo encontrado por **ENCISO (2005)**, quien menciona haber obtenido 16.79 cm. **PINTO (2002)**, obtuvo un promedio de 14.10 cm; por otro lado **HUAMÁN (2007)**, obtuvo el promedio de 12.50 cm para el maíz morado Negro INIA, los cuales son inferiores al resultado obtenido en el presente trabajo. Esta diferencia se deba posiblemente a la influencia del clima, suelo, planta (genético) y a los niveles de RF y diatomita incubadas en la solución de MEN aplicados.

e) Diámetro de mazorca

El diámetro de mazorca de maíz morado (anexo a.8), varía entre 4.26 cm con el tratamiento T_3 (0 - 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) hasta 4.50 cm con el tratamiento T_2 (1000 - 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita).

DE LA CRUZ (2009), señala haber obtenido para el maíz morado resultados de 4.18 y 3.68 cm para el diámetro de mazorca en dos densidades de siembra, el cual es inferior a lo obtenido en el presente trabajo con el tratamiento T_2 . **PINTO (2001)**, obtuvo para el maíz Negro INIA I un promedio de 4.55 cm; en tanto **MONDALGO (2002)**, obtuvo 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. Este factor esta ligado a la constitución genética de la variedad.

f) Número de hileras por mazorca

El número de hileras por mazorca (anexo a.9), varía entre 10.0 unidades con el tratamiento T_{11} (500 – 300 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) hasta 10.58 unidades con el tratamiento T_8 (1000 - 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita).

HUAMÁN (2007), reporta 9.76 hileras por mazorca para la influencia del guano de isla en la variedad Negro INIA; en tanto **PINTO (2001)**, obtuvo para el maíz Negro INIA I un promedio de 10.45 unidades, los cuales son inferiores al resultado obtenido en el presente trabajo con el tratamiento T_8 . **DE LA CRUZ (2009)**, señala haber obtenido un promedio de 10.96 hileras por mazorca, el cual es relativamente superior a nuestro resultado.

g) Número de granos por mazorca

El anexo a.10 presenta los resultados del número de granos por mazorca, en el que se observa que el valor mas alto corresponde al tratamiento T_{12} (500 - 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita); en tanto que el valor bajo se obtuvo con el tratamiento T_1 (0 - 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), con 269.37 y 231.97 granos respectivamente.

ENCISO (2005), afirma haber obtenido 247 granos por mazorca en monocultivo y 257.25 granos en cultivo de maíz morado asociado con ñuña; en tanto **DE LA CRUZ (2009)**, señala haber obtenido un promedio de

191.11 granos por mazorca. Los reportes de los autores citados son inferiores a lo obtenido en el presente ensayo.

h) Diámetro de tusa

El diámetro de tusa (anexo a.11), varía entre 2.14 cm con el tratamiento T_1 (0 - 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) hasta 2.33 cm con el tratamiento T_2 (1000 - 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita).

El resultado obtenido de 2.33 cm con el tratamiento T_2 es superior a lo encontrado por **DE LA CRUZ (2009)**, quien obtuvo un promedio de 1.84 cm para el diámetro de mazorca; en tanto **MONDALGO (2002)**, logró 2.77 cm con dos densidades de siembra; el cual es superior a los resultados obtenidos en el presente trabajo.

i) Peso de tusa

El anexo a.12 presenta los resultados del peso de tusa, en el que se observa que el valor más alto corresponde al tratamiento T_8 (1000 - 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita); por otro lado, el valor bajo se obtuvo con el tratamiento T_4 (1000 - 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) con 17.81 y 14.44 g respectivamente.

MONDALGO (2002), al evaluar el rendimiento de maíz morado con tres fórmulas de fertilización y dos densidades de siembra, obtuvo 34.78 g, el cual es superior a los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Cuadro 3.3: Cuadrados medios del análisis de variancia para los factores de rendimiento de maíz morado, bajo la aplicación de roca fosfórica y diatomita incubadas en Microorganismos Efectivos Naturales. Canaán 2750 msnm.

F.V	G.L	Cuadrados Medios						
		Peso de la tusa	% m.s de la mazorca	% m.s de la planta	Peso de 1000 semillas	Índice de cosecha	Índice de tinción	Rendimiento al 14 %H
Bloque	12	2.998 NS	10.1880 NS	5.0935 NS	1163.47 NS	89.3874 *	0.08585 NS	26050.37 NS
Tratamiento	12	2.829 NS	22.2301 *	173.469 NS	1575.10 NS	22.1073 NS	0.07380 NS	1440786.86 *
Error	24	3.610	8.0979	89.1269	1346.22	16.7861	0.04915	569290.89
Total	38							
C.V (%)		11.47	4.66	23.44	7.65	13.48	4.96	9.79

j) Materia seca de la mazorca

El anexo a.13 muestra el contenido porcentual de materia seca en la mazorca varía de 56.68 % con el tratamiento T_{11} (500 – 300 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), hasta 65.57 % con el tratamiento T_4 (1000 - 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita). La prueba de Duncan al 0.05 (cuadro 3.4), indica que los rendimientos mas bajos corresponde a los tratamientos T_{11} , T_5 , T_1 , T_7 y T_6 .

De los resultados se obtiene que una mayor cantidad de RF y diatomita muestra mejores resultados; asimismo sugiere que la solución madre de MEN tuvo un efecto positivo en la solubilización de la RF y diatomita, lo que permite que el cultivo aproveche el fósforo y sílice disponible para la planta.

El tratamiento T_1 (testigo) es superior a los tratamientos T_5 (0 – 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) y T_{11} (500 – 300 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), esto se deba probablemente al factor suelo, puesto que en el análisis químico del suelo se observa que el fósforo y potasio disponible es alto; el cual también se deba al efecto residual del uso de guano de isla en la campaña anterior al cultivo del maíz morado.

Cuadro 3.4: Prueba de Duncan para % m.s de la mazorca del maíz morado.

Tratamiento (RF – Diatomita)	Promedio de %m.s de la mazorca	Grupo Duncan (0.05)
T ₄ (1000 – 400)	65.567	a
T ₁₃ (500 – 200)	63.897	a b
T ₂ (1000 – 0)	63.563	a b
T ₁₀ (500 – 100)	63.563	a b
T ₉ (500 – 0)	62.120	a b c
T ₃ (0 – 400)	61.930	a b c
T ₈ (1000 – 200)	60.487	a b c
T ₁₂ (500 – 400)	60.250	a b c
T ₆ (250 – 200)	59.937	b c
T ₇ (750 – 200)	58.687	b c
T ₁ (0 – 0)	58.513	b c
T ₅ (0 – 200)	57.493	c
T ₁₁ (500 – 300)	56.683	c

El análisis de regresión (Cuadro 3.5) para estimar el nivel de roca fosfórica (X_1) y diatomita (X_2) en materia seca de la mazorca muestra significancia estadística para el componente lineal X_1 ; por lo que no es posible; determinar el nivel del factor X_1 que maximice la mayor materia seca de la mazorca.

Cuadro 3.5: Coeficientes de regresión del modelo polinomial para % m.s de la mazorca del maíz morado.

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro = 0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	60.07626879	65.32	0.91968004	< .0001 **
X ₁	0.85038462	2.19	0.38911525	0.0361 *
X ₂	0.00846154	0.02	0.38911525	0.9828 NS
X ₁₁	- 0.05713658	- 0.19	0.30303332	0.8516 NS
X ₂₂	0.50707911	1.67	0.30303332	0.1037 NS
X ₁ X ₂	- 0.08833333	- 0.36	0.24801328	0.7240 NS

k) Materia seca de la planta

El contenido porcentual de materia seca de la planta (anexo a.14), varía entre 32.05 % con el tratamiento T₇ (750 – 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) hasta 58.70 % con el tratamiento T₄ (1000 - 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita).

De los resultados se obtiene que una mayor cantidad de RF y diatomita muestra mejores resultados; asimismo sugiere que la solución madre de MEN tuvo un efecto positivo en la solubilización de la RF y diatomita, lo que permite que el cultivo aproveche el fósforo y sílice disponible para la planta.

l) Peso de 1000 semillas

En el anexo a.15 se observa que el mayor peso de 1000 semillas se obtuvo con el tratamiento T₂ (1000 - 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita); en tanto

que el menor peso se obtuvo con el tratamiento T₁₂ (500 - 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) con 538.77 y 451.95 g respectivamente.

DE LA CRUZ (2009), obtuvo un promedio de 465 g para el peso de 1000 semillas en dos densidades de plantas y dos momentos de siembra; en tanto **PINTO (2001)**, para el maíz morado Negro INIA I obtuvo un promedio de 452 g. El resultado obtenido en el presente ensayo con el tratamiento T₂ es superior a los datos reportados por los autores antes citados, el cual sugiere que la solución madre de MEN tuvo un efecto positivo en la solubilización de la RF y diatomita, lo que permite que el cultivo aproveche el fósforo y sílice disponible para la planta.

m) Índice de cosecha

El anexo a.16 presenta los resultados del índice de cosecha, en el que se observa que los valores varían de 26.83 con el tratamiento T₈ (1000 – 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), hasta 36.74 con el tratamiento T₄ (1000 - 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita). La prueba de Duncan al 0.05 (cuadro 3.6), indica que los rendimientos mas bajos corresponde a los tratamientos T₁₀, T₅, T₁₂ y T₈.

Los resultados demuestran que una mayor cantidad de RF y diatomita muestra mejor resultado; asimismo sugiere que la solución madre de MEN tuvo un efecto positivo en la solubilización de la RF y diatomita, lo que permite que el cultivo aproveche el fósforo y sílice disponible para la planta. En el cuadro 3.6 indica que el tratamiento T₁ (testigo) es superior a los otros tratamientos, excepto a los tratamientos T₄ y T₉; probablemente se

deba al factor suelo, puesto que en el análisis químico del suelo se observa que el fósforo y potasio disponible es alto, por el efecto residual del uso de guano de isla en la campaña anterior al cultivo del maíz morado.

Cuadro 3.6: Prueba de Duncan para índice de cosecha del maíz morado.

Tratamiento (RF – Diatomita)	Promedio de índice de cosecha	Grupo Duncan (0.05)
T ₄ (1000 – 400)	36.740	a
T ₉ (500 – 0)	33.023	a b
T ₁ (0 – 0)	32.547	a b
T ₂ (1000 – 0)	32.393	a b
T ₁₃ (500 – 200)	30.677	a b
T ₃ (0 – 400)	30.443	a b
T ₁₁ (500 – 300)	29.680	a b
T ₇ (750 – 200)	29.553	a b
T ₆ (250 – 200)	29.273	a b
T ₁₀ (500 – 100)	28.300	b
T ₅ (0 – 200)	27.920	b
T ₁₂ (500 – 400)	27.777	b
T ₈ (1000 – 200)	26.830	b

El análisis de regresión (cuadro 3.7 y 3.8) para estimar el nivel de roca fosfórica (X_1) y diatomita (X_2) en índice de cosecha no muestra

significancia estadística; por lo que no es posible; determinar el nivel que maximice el mayor índice de cosecha del cultivo.

Cuadro 3.7: Análisis de regresión para índice de cosecha del maíz morado.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
X ₁	1	12.44802051	12.44802051	0.59	0.4483 NS
X ₂	1	2.46992821	2.46992821	0.12	0.7346 NS
X ₁₁	1	2.30473235	2.30473235	0.11	0.7433 NS
X ₂₂	1	86.63057293	86.63057293	4.10	0.0511 NS
X ₁ X ₂	1	31.20187500	31.20187500	1.48	0.2330 NS

Cuadro 3.8: Coeficientes de regresión del modelo polinomial para índice de cosecha del maíz morado.

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro = 0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	28.48747126	23.15	1.23031615	< .0001 **
X ₁	0.39948718	0.77	0.52054492	0.4483 NS
X ₂	- 0.17794872	- 0.34	0.52054492	0.7346 NS
X ₁₁	0.13386748	0.33	0.40538750	0.7433 NS
X ₂₂	0.82073022	2.02	0.40538750	0.0511 NS
X ₁ X ₂	0.40312500	1.22	0.33178359	0.2330 NS

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta)

$$Y = 28.487 + 0.399 X_1 - 0.178X_2 + 0.134X_1^2 + 0.821 X_2^2 + 0.403 X_1 X_2 + e$$

El gráfico de superficie de respuesta es el siguiente:

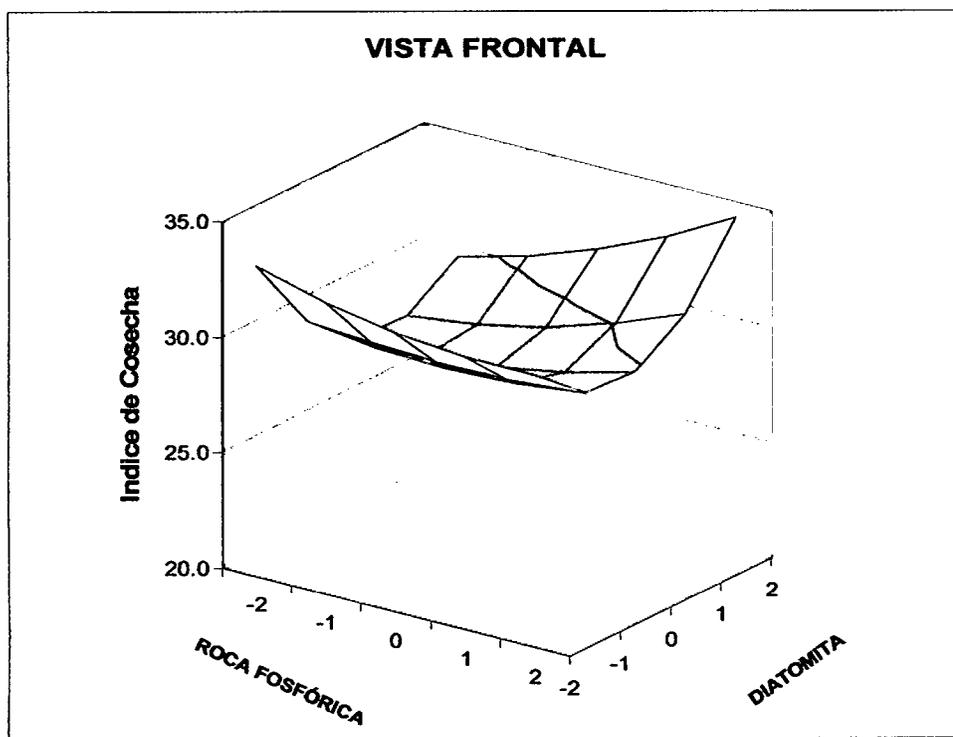


Gráfico 3.1: Superficie de respuesta para el índice de cosecha en maíz morado.

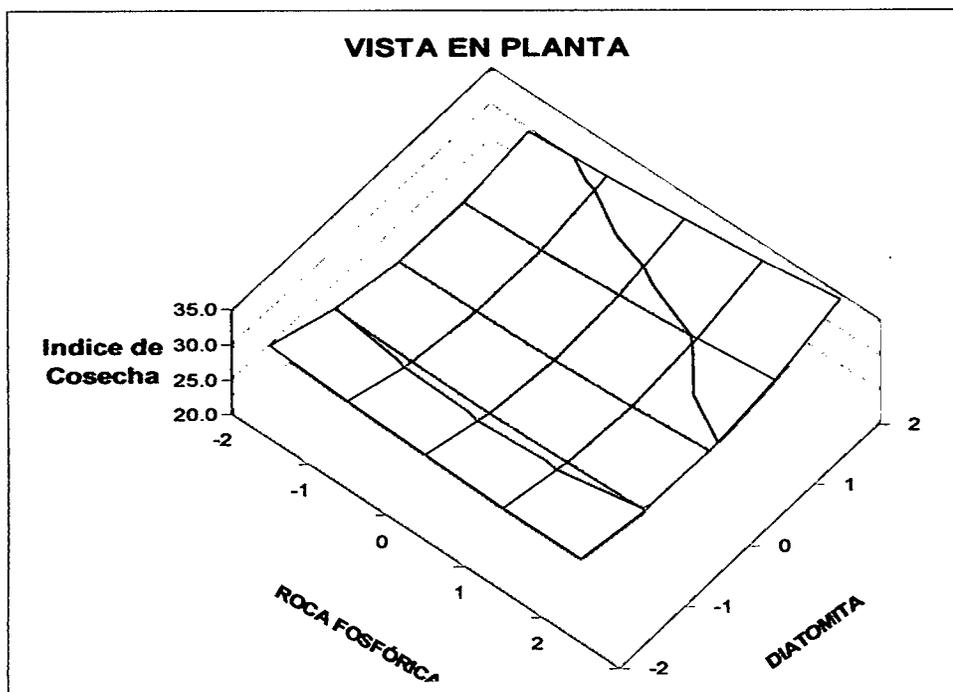


Gráfico 3.2: Superficie de respuesta para el índice de cosecha en maíz morado.

En el gráfico 3.1 y 3.2 permite afirmar que la pendiente de la superficie del factor X_1 (nivel de roca fosfórica incubada) tiene más influencia sobre el índice de cosecha del maíz morado; en tanto que la pendiente del factor X_2 (nivel de diatomita incubada) muestra una declinación en la curva.

n) Índice de tinción

En el anexo a.17 se observa que el índice de tinción varía de 4.11 con el tratamiento T_8 (1000 – 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), hasta 4.69 con el tratamiento T_9 (500 - 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita).

HUAMÁN (2007), reporta haber obtenido un promedio de 4.45 para el índice de tinción para la influencia del guano de isla en la variedad Negro INIA, el cual es inferior al resultado obtenido de 4.69 con el tratamiento T_9 en el presente trabajo; asimismo nuestro resultado obtenido es inferior a lo encontrado por **PINTO (2001)**, quien obtuvo para el maíz Negro INIA I un promedio de 4.71. Estas diferencias probablemente se deban a los factores medio ambientales, el carácter genético de la semilla utilizada y los niveles de RF y diatomita aplicadas.

El índice de tinción tiene una escala de apreciación que va de 4 a 5. En el trabajo experimental se ha encontrado un rango de 4.11 a 4.69; estos valores están dentro del rango del grado de tinción del contenido de antocianinas reportados a nivel nacional.

Cuadro 3.9: Prueba de Duncan para índice de tinción del maíz morado.

Tratamiento (RF – Diatomita)	Promedio de índice de tinción	Grupo Duncan (0.05)
T ₉ (500 – 0)	4.69	a
T ₂ (1000 – 0)	4.67	a b
T ₁₂ (500 – 400)	4.56	a b
T ₁₃ (500 – 200)	4.53	a b c
T ₆ (250 – 200)	4.51	a b c
T ₁₁ (500 – 300)	4.51	a b c
T ₁₀ (500 – 100)	4.49	a b c
T ₇ (750 – 200)	4.47	a b c
T ₄ (1000 – 400)	4.47	a b c
T ₅ (0 – 200)	4.47	a b c
T ₃ (0 – 400)	4.35	a b c
T ₁ (0 – 0)	4.24	b c
T ₈ (1000 – 200)	4.11	c

El análisis de regresión (cuadro 3.10 y 3.11) para estimar el nivel de roca fosfórica (X_1) y diatomita (X_2) en índice de tinción del maíz morado muestra significancia estadística para el componente cuadrático del primer factor (RF); por lo que no es posible, determinar con el segundo factor (diatomita) el nivel que maximice el mayor índice de tinción, mientras tanto el primer factor (RF) muestra una ligera tendencia cuadrática, sin embargo

no es posible determinar un nivel que maximice el mayor índice de tinción del cultivo.

Cuadro 3.10: Análisis de regresión para índice de tinción del maíz morado.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
X ₁	1	0.01157051	0.01157051	0.21	0.6463 NS
X ₂	1	0.02035385	0.02035385	0.38	0.5432 NS
X ₁₁	1	0.31404399	0.31404399	5.82	0.0215 *
X ₂₂	1	0.11346356	0.11346356	2.10	0.1564 NS
X ₁ X ₂	1	0.07207500	0.07207500	1.34	0.2560 NS

Cuadro 3.11: Coeficientes de regresión del modelo polinomial para índice de tinción del maíz morado.

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro = 0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	4.505579134	72.50	0.06214766	< .0001 **
X ₁	0.012179487	0.46	0.02629458	0.6463 NS
X ₂	-0.016153846	-0.61	0.02629458	0.5432 NS
X ₁₁	-0.049415145	-2.41	0.02047757	0.0215 *
X ₂₂	0.029702502	1.45	0.02047757	0.1564 NS
X ₁ X ₂	-0.019375000	-1.16	0.01675957	0.2560 NS

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta)

$$Y = 4.506 + 0.012 X_1 - 0.016X_2 - 0.049X_1^2 + 0.030 X_2^2 - 0.019 X_1 X_2 + e$$

El gráfico de superficie de respuesta es el siguiente:

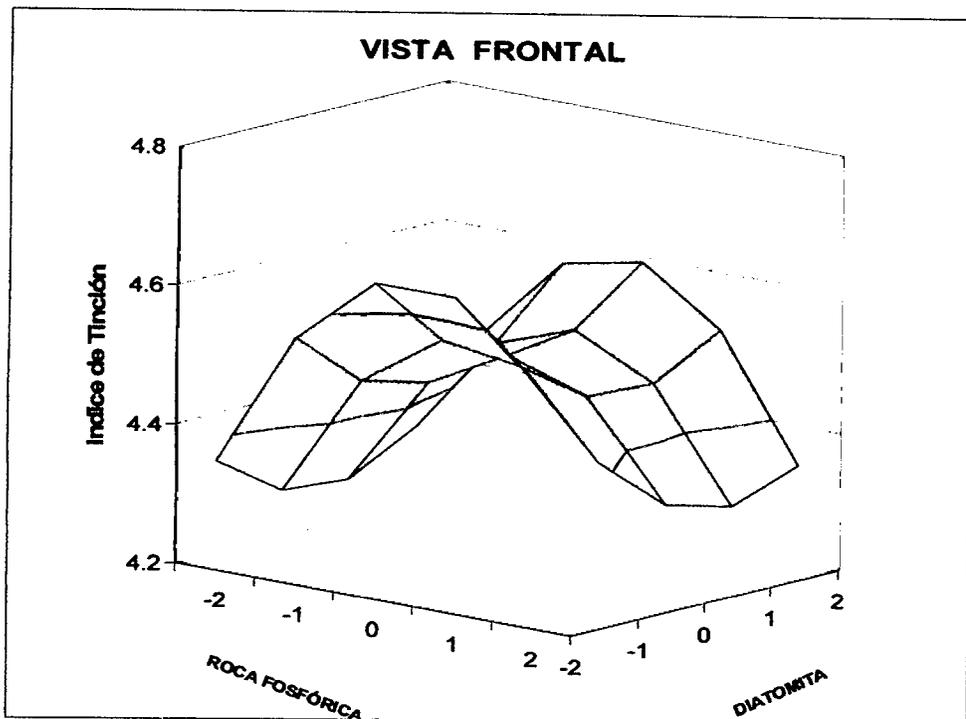


Gráfico 3.3: Superficie de respuesta para el índice de tinción en maíz morado.

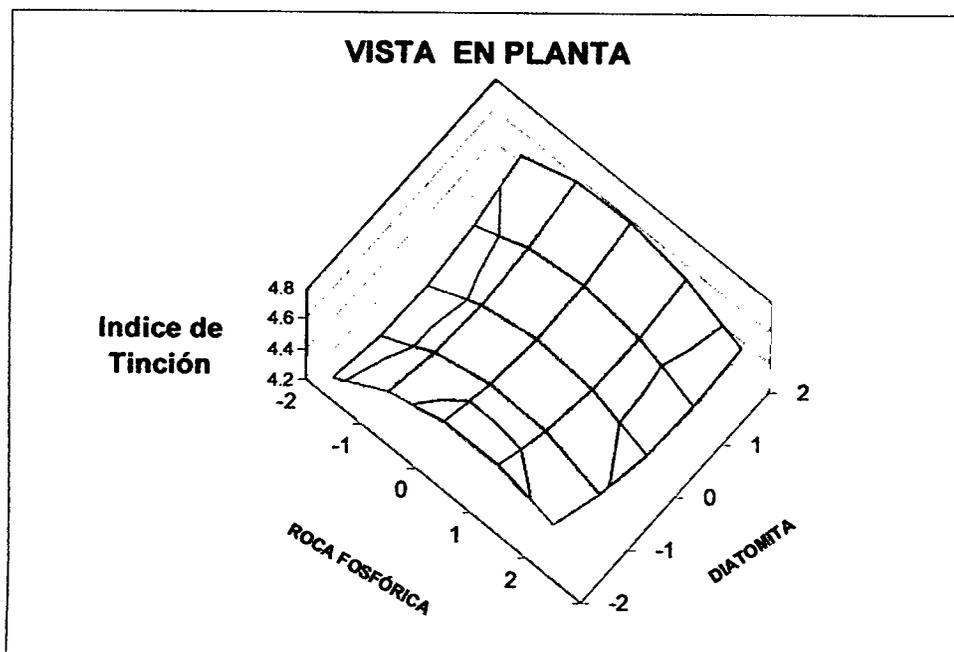


Gráfico 3.4: Superficie de respuesta para el índice de tinción en maíz morado.

En el gráfico 3.3 y 3.4, se observa que el factor X_1 (nivel de roca fosfórica incubada) tiene influencia para el índice de tinción con los niveles 0 (promedio) y 1(alto); en tanto el factor X_2 (nivel de diatomita incubada) tiene importancia a partir del nivel medio (0) para el índice de tinción del maíz morado.

o) Rendimiento de mazorca

En el anexo a.18 se muestra que el rendimiento de mazorca al 14 % de humedad varía de 6341.80 Kg.Ha⁻¹ con el tratamiento T_5 (0 - 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), hasta 8840.80 Kg.Ha⁻¹ con el tratamiento T_2 (1000 - 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita).

Para determinar la influencia de cada uno de los tratamientos se realizó la prueba de Duncan (Cuadro 3.12). Esta prueba señala que los rendimientos más bajos corresponden a los tratamientos T_5 (0 - 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), T_{12} (500 - 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), T_{11} (500 - 300 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), T_7 (750 - 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), T_6 (250 - 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita), T_{13} (500 - 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) y T_8 (1000 - 200 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) con 6341.80, 7017.4, 7024.7, 7399.6, 7434.7, 7549.6 y 7659.4 Kg.Ha⁻¹ respectivamente; en estos donde la diatomita aplicada comprende al nivel promedio (200 Kg.Ha⁻¹). Por otro lado los rendimientos más altos corresponden a los tratamientos que no recibieron diatomita, T_2 (1000 - 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) con 8840.80 Kg.Ha⁻¹, T_4 (1000 - 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) con 8662.8 Kg.Ha⁻¹, T_1

(0 - 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) con 8168.5 Kg.Ha⁻¹ y T₉ (500 - 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) con 8144.1 Kg.Ha⁻¹.

GALVEZ (2009), en el estudio del efecto del fosfato de Sechura, incubado en solución de microorganismos en el rendimiento de tomate, afirma haber obtenido la mayor producción aplicando el nivel alto de RF (1050 Kg.Ha⁻¹); **TINEO (1987)**, menciona que la aplicación de diatomita como enmienda silícica tiene efecto positivo en la mejor utilización del fósforo por la planta; en tanto **HIGA y PARR (1991)**; mencionan que los microorganismos tienen efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes del suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que las mantiene fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radicular. En el cuadro 3.12 indica que el tratamiento T₁ (testigo) es superior a los otros tratamientos, excepto a los tratamientos T₂ y T₄; probablemente se deba al factor suelo, puesto que en el análisis químico del suelo se observa que el fósforo y potasio disponible es alto, por el efecto residual del uso de guano de isla en la campaña anterior al cultivo del maíz morado.

El resultado obtenido de 8840.8 Kg.Ha⁻¹ con el tratamiento T₂ es inferior a lo encontrado por **HUAMAN (2007)**, quien obtuvo un rendimiento al 14 % de humedad de 8900 Kg.Ha⁻¹ para la influencia del guano de isla en el rendimiento de mazorca del maíz morado variedad NEGRO INIA. **ENCISO (2005)**, afirma haber obtenido 7565.54 Kg.Ha⁻¹ en monocultivo y 5647.4

Kg.Ha⁻¹ en cultivo de maíz morado asociado con ñuña, los cuales son inferiores al resultado obtenido en el presente trabajo.

Cuadro 3.12: Prueba de Duncan para rendimiento al 14 % H del maíz morado.

Tratamiento (RF – Diatomita)	Promedio de rendimiento al 14 % H	Grupo Duncan (0.05)
T ₂ (1000 – 0)	8840.8	a
T ₄ (1000 – 400)	8662.2	a
T ₁ (0 – 0)	8168.5	a b
T ₉ (500 – 0)	8144.1	a b
T ₃ (0 – 400)	8063.1	a b
T ₁₀ (500 – 100)	7890.9	a b
T ₈ (1000 – 200)	7659.4	a b c
T ₁₃ (500 – 200)	7549.6	a b c
T ₆ (250 – 200)	7434.7	a b c
T ₇ (750 – 200)	7399.6	a b c
T ₁₁ (500 – 300)	7024.7	b c
T ₁₂ (500 – 400)	7017.4	b c
T ₅ (0 – 200)	6341.8	c

El análisis de regresión (cuadro 3.13 y 3.14) para estimar el nivel de roca fosfórica (X_1) y diatomita (X_2) en el rendimiento de mazorca al 14% de humedad del maíz morado muestra significación estadística para el componente lineal del primer factor (RF) y alta significación estadística para el componente cuadrático del segundo factor (diatomita); por lo que no es posible, determinar con el primer factor el nivel que maximice el mayor rendimiento, mientras tanto el segundo factor (diatomita) muestra una tendencia cuadrática, sin embargo no es posible determinar un nivel que maximice el mayor rendimiento de mazorca del cultivo, por la convexidad de la curva.

Cuadro 3.13: Análisis de regresión para rendimiento al 14 % H del maíz morado.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
X_1	1	3051773.124	3051773.124	5.25	0.0285 *
X_2	1	1568861.059	1568861.059	2.70	0.1100 NS
X_{11}	1	528138.167	528138.167	0.91	0.0215 NS
X_{22}	1	5299519.593	5299519.593	9.11	0.3475 **
$X_1 X_2$	1	4017.582	4017.582	0.01	0.9343 NS

Cuadro 3.14: Coeficientes de regresión del modelo polinomial para rendimiento al 14 % H del maíz morado.

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro = 0	Error estándar del valor estimado	Pr > T
Intercepto	7173.290177	35.15	204.0762517	< .0001 **
X ₁	197.801154	2.29	86.3443572	0.0285 *
X ₂	- 141.822436	- 1.64	86.3443572	0.1100 NS
X ₁₁	64.082377	0.95	67.2428474	0.3475 NS
X ₂₂	202.993945	3.02	67.2428474	0.0049 **
X ₁ X ₂	- 4.574375	- 0.08	55.0339453	0.9343 NS

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta)

$$Y = 7173.290 + 197.801X_1 - 141.822X_2 + 64.082X_1^2 + 202.994 X_2^2 - 4.574 X_1 X_2 + e$$

El gráfico de superficie de respuesta es el siguiente:

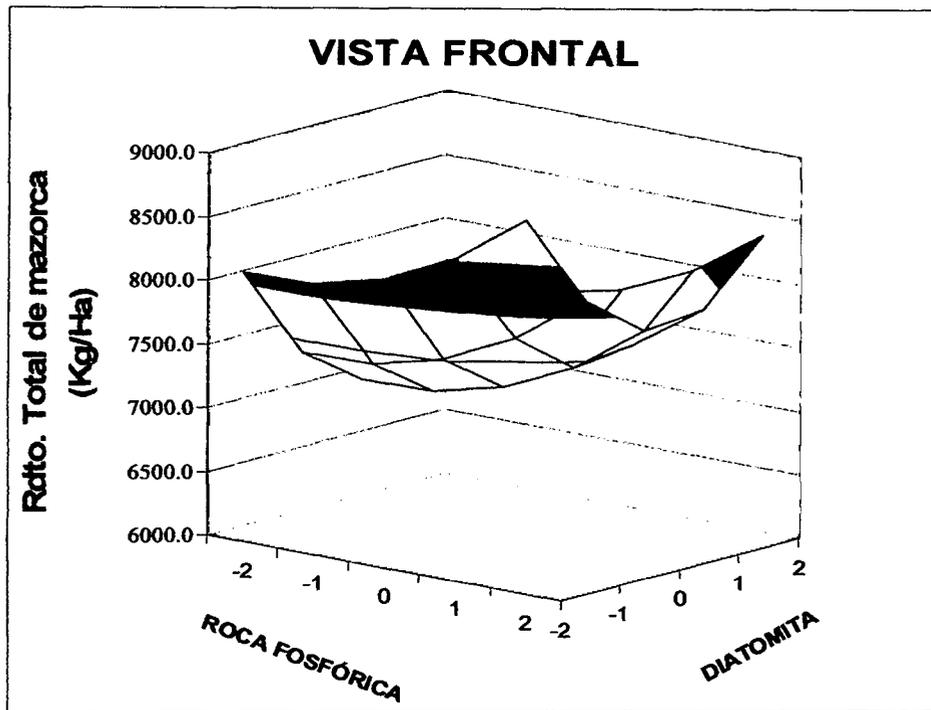


Gráfico 3.5: Superficie de respuesta para el rendimiento total al 14% de humedad en maíz morado.

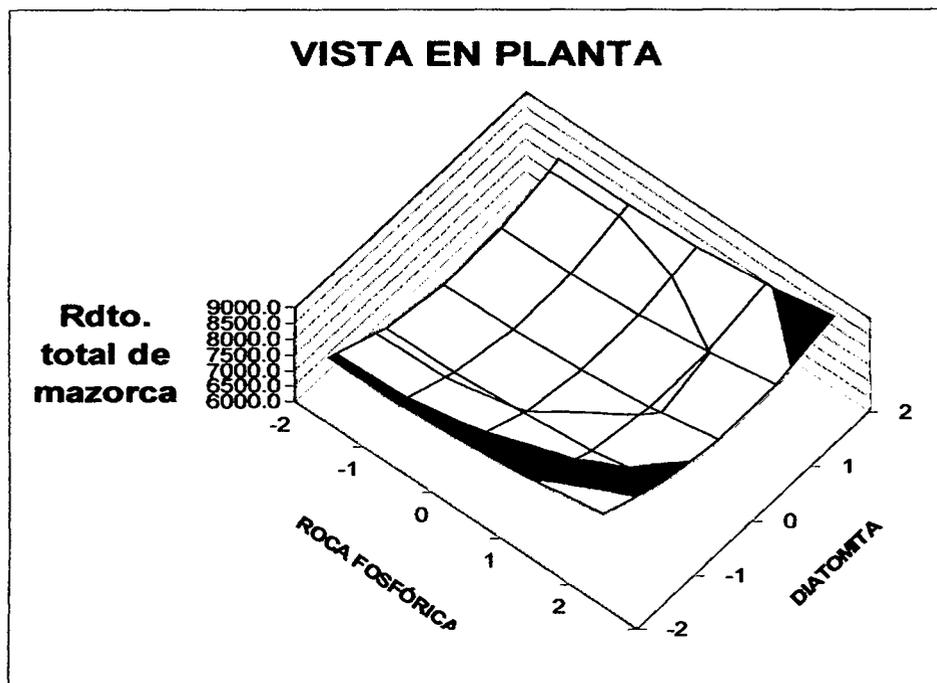


Gráfico 3.6: Superficie de respuesta para el rendimiento total al 14 % de humedad en maíz morado

En el gráfico 3.5 y 3.6 permiten afirmar que la curva de la superficie del factor X_1 (nivel de roca fosfórica incubada), comparado con la curva del factor X_2 (nivel de diatomita incubada), indica que los niveles de roca fosfórica incubada tienen más influencia sobre la producción total de mazorcas de maíz morado.

3.3 DETERMINACIÓN DEL FÓSFORO DISPONIBLE EN EL INCUBADO

Se realizó el análisis correspondiente de la roca fosfórica tratada durante 15 días de incubación en el laboratorio de suelo y análisis foliar, "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; encontrándose que la roca fosfórica incubada en los MEN posee 0.05138 % de P_2O_5 disponible para la planta, en comparación con 0.0 % de P_2O_5 existente en la roca fosfórica sin tratar. El cuadro 3.15 muestra al detalle el análisis químico realizado:

Cuadro 3.15: Fósforo disponible (expresado como P_2O_5) liberado a partir de la RF por acción de la solución de MEN.

Solubilidad del P en agua		
Días de tratamiento	ppm P	% P_2O_5
0 días (Roca fosfórica sin tratar)	0.00	0.00
Roca fosfórica tratada durante 15 días	224.34	0.05138

Cuadro 3.16: Contenido de fósforo (P_2O_5) total presente en la roca fosfórica.

Solubilidad del P en ácido cítrico al 2%		
Días de tratamiento	ppm P	% P_2O_5
Total de fósforo en la roca fosfórica	57197.2	13.1

De los resultados obtenidos, se afirma que en efecto la solución de MEN, con un pH de 3.53, tuvo un efecto positivo solubilizante en la roca fosfórica, esto posiblemente a la acción de los ácidos presentes en la solución, como también por las sustancias quelantes producidas por los microorganismos los cuales también liberan al fósforo insoluble. **COYNE (2000)** citado por **GALVEZ (2009)**, menciona que existe 3 mecanismos básicos para solubilizar el fósforo mineral y hacer que resulte más disponible: la quelación, la reducción del hierro y la acidificación. Todos estos métodos solubilizan desestabilizando los minerales en los que se encuentra el fósforo. Los compuestos orgánicos fabricados por los microorganismos, como el ácido oxálico, pueden quelar (unir) Ca^{+2} , Mg^{+2} y Fe^{+3} , desestabilizando así al mineral de fosfato y solubilizando el fósforo. La producción de ácido por los microorganismos disuelve los minerales. De esta manera, los ácidos orgánicos, el ácido nítrico (producido por agentes nitrificantes), el ácido sulfúrico (producido por los tiobálicos) y el ácido carbónico (H_2CO_3) libera fósforo procedente de formas minerales.

GALVEZ (2009), en el estudio del efecto del fosfato de Sechura, incubado en solución de microorganismos en el rendimiento de tomate, afirma

haber obtenido 2.12 % de P_2O_5 disponible en la roca fosfórica tratado por 15 días; asimismo en cuanto al fósforo total de la roca fosfórica sin tratar obtuvo 28.76 % de P_2O_5 , los cuales son superiores a lo obtenido en el presente trabajo. Esto se deba probablemente a que la roca fosfórica empleada para el presente ensayo, haya sido de una calidad baja.

En cuanto a la naturaleza y propiedades de la diatomita utilizada en el presente trabajo, **JARA (1972)** citado por **TINEO (1987)**, realizó interesantes determinaciones que se muestran a continuación:

Cuadro 3.17: Propiedades físicas de la diatomita.

Procedencia	Granulometría %		Peso específico (g/cm ³)	Solubilidad g/100 ml
	0.20 mm	0.074 mm		
Kikapata	-	100	1.95	0.022

Cuadro 3.18: Análisis químico de la diatomita (%)

Procedencia	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Otros
Kikapata	80.0	9.0	0.6	0.4	3.8	3.1	0.8	2.3

Otras propiedades de la diatomita descrita por el mismo autor, **JARA (1972)**, señala que es friable, porosa y ligera de una densidad de 1.9 g/cm³, absorbe hasta 25 – 45 % de agua, es insoluble en los ácidos inorgánicos, de

plasticidad reducida, estructura microscópica, textura muy fina y de color blanco.

Los resultados positivos obtenidos en el presente trabajo, sugiere que en efecto la solución de MEN, con un pH de 3.53, tuvo un efecto solubilizante en la diatomita, esto posiblemente a la acción de los ácidos presentes en la solución, como también por las sustancias quelantes producidas por los microorganismos los cuales también podrían liberar al sílice insoluble. **QUERO (2004)**, indica que la diversidad y desarrollo de la flora microbiana benéfica del suelo, es estimulada por la presencia del silicio soluble, el ácido ortosilícico (H_4SiO_4). El H_4SiO_4 soluble forma complejos con los cationes que componen los minerales, promoviendo la movilización, distribución y asimilación por el área radicular de la cubierta vegetal.

3.4 MÉRITO ECONÓMICO

En el cuadro 3.19 se muestra el mérito económico expresado en la rentabilidad de los tratamientos estudiados en la aplicación de roca fosfórica y diatomita incubada en una solución de MEN en el rendimiento de maíz morado. Se deduce que el tratamiento T₁ (testigo) obtiene la mayor tasa de rentabilidad con 179.66 %, esto debido a su mínimo costo de producción y probablemente por el alto fósforo y potasio disponible en el suelo por efecto residual del uso de guano de isla en el cultivo anterior al maíz morado, que favoreció su buen crecimiento y desarrollo de la planta en este tratamiento. Por otro lado, dentro de los tratamientos tratados con la RF y diatomita

incubada, los tratamientos T₃ y T₉ permiten la mayor tasa de rentabilidad con 108.12 y 89.20 % respectivamente, en tanto que las menores rentabilidades, están representados por los tratamientos T₁₂ y T₈ con 13.86 y 6.27 % respectivamente. Con respecto al T₃ que logra una rentabilidad de 108.12 % se puede mencionar que al invertir S/. 3401.76 se obtiene S/. 7080.07 nuevos soles como utilidad neta lo que se traduce en beneficio económico.

Es importante mencionar que la aplicación de roca fosfórica y diatomita incubadas en una solución de MEN, proporciona valor agregado a los suelos agrícolas y a las cosechas; puesto que el suelo donde se ejecutó el presente trabajo de investigación, ya sea por efecto residual, presentará buenas condiciones para el siguiente cultivo.

Cuadro 3.19: Análisis económico de la rentabilidad por tratamientos

Tratamientos	Código (RF – Diatomita)	Costo de producción S/.	Rendimiento Kg. Ha ⁻¹	Costo por Kilo S/.	Valor de producción S/.	Utilidad neta S/.	Rentabilidad %
T ₁	(0 - 0)	2796.96	8168.50	1.30	10619.05	7822.09	179.66
T ₃	(0 - 400)	3401.96	8063.10	1.30	10482.03	7080.07	108.12
T ₉	(500 - 0)	3660.96	8144.10	1.30	10587.33	6926.37	89.20
T ₆	(250 - 200)	3531.36	7434.70	1.30	9665.11	6133.75	73.69
T ₁₀	(500 - 100)	3812.16	7890.90	1.30	10258.17	6446.01	69.09
T ₅	(0 - 200)	3099.36	6341.80	1.30	8244.34	5144.98	66.00
T ₂	(1000 - 0)	4524.96	8840.80	1.30	11493.04	6968.08	53.99
T ₁₃	(500 - 200)	3963.36	7549.60	1.30	9814.48	5851.12	47.63
T ₁₁	(500 - 300)	4114.56	7024.70	1.30	9132.11	5017.55	21.95
T ₄	(1000 - 400)	5129.76	8662.20	1.30	11260.86	6131.10	19.52
T ₇	(750 - 200)	4395.36	7399.60	1.30	9619.48	5224.12	18.86
T ₁₂	(500 - 400)	4265.76	7017.40	1.30	9122.62	4856.86	13.86
T ₈	(1000 - 200)	4827.36	7659.40	1.30	9957.22	5129.86	6.27

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

4.1 CONCLUSIONES

1. La solución madre de microorganismos efectivos naturales tiene un efecto solubilizante en la roca fosfórica, el cual sugiere también un efecto solubilizante en la diatomita.
2. El mayor rendimiento total de mazorcas se logra con los tratamientos: T₂ y T₄ con 8840.80 y 8662.20 Kg.Ha⁻¹ respectivamente.
3. El rendimiento de mazorcas por efecto de la aplicación de niveles de roca fosfórica(X₁) y diatomita (X₂) incubadas en una solución de MEN, obedece al modelo $Y = 7173.290 + 197.801X_1 - 141.822X_2 + 64.082X_1^2 +$

$$202.994 X_2^2 - 4.574 X_1 X_2 + e.$$

4. El mayor porcentaje de materia seca en la mazorca y planta se obtiene con el tratamiento T₄ (1000 - 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) con 65.57 y 58.70 % respectivamente.
5. El mayor índice de tinción se logra con los tratamientos: T₉ (500 - 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) y T₂ (1000 - 0 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) con 4.69 y 4.67 respectivamente.
6. El mayor índice de cosecha se logró con el tratamiento T₄ (1000 - 400 Kg.Ha⁻¹ de RF y diatomita) con 36.74 %.
7. La mayor rentabilidad se obtiene con el tratamiento T₁ (testigo) que ofrece una utilidad de 7822.09 nuevos soles.
8. Con los modelos obtenidos, no fue posible determinar las dosis de roca fosfórica y diatomita, que optimicen el rendimiento de maíz morado; debido al alto contenido de fósforo disponible en el suelo.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar más investigaciones, con respecto al uso de la roca fosfórica y diatomita incubadas en una solución de MEN, en otros cultivos y/o repetir el trabajo con la finalidad de mejorar esta técnica.
2. Incentivar el cultivo de maíz morado por ser una alternativa favorable para los agricultores que podrán encontrar en este cultivo una segura y atractiva fuente de ingreso por tratarse de un producto de exportación.
3. Incubar la roca fosfórica por un tiempo mayor (20 – 25 días), con la finalidad de lograr una mayor solubilización del fosfato de la roca fosfórica.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la solubilidad de la roca fosfórica y diatomita en una solución de MEN y la influencia de la aplicación de dosis crecientes de estos insumos en el rendimiento de maíz morado, se realizó el presente trabajo en la Estación Experimental Canaán del INIA – Ayacucho a 2750 msnm. Previamente se expuso la roca fosfórica y diatomita a la acción solubilizante de una solución de MEN con un pH de 3.5, durante 15 días. Se aplicaron distintos niveles de RF (0, 100, 200, 300 y 400 Kg.Ha⁻¹) y diatomita (0, 250, 500, 750 y 1000 Kg.Ha⁻¹), en el cultivo de maíz morado, la que se sembró en el mes de diciembre del 2008 y se cosechó en junio del 2009. Los resultados encontrados permiten concluir lo siguiente: (1) La solución madre MEN tiene un efecto solubilizante en la roca fosfórica, el cual sugiere también un efecto solubilizante en la diatomita. (2) El mayor rendimiento total de mazorcas se logra con los tratamientos: T₂ y T₄ con 8840.80 y 8662.20 Kg.Ha⁻¹ respectivamente. (3) El mayor índice de tinción se logra con los tratamientos: T₉ y T₂ con 4.69 y 4.67 respectivamente. (4) El mayor porcentaje de materia seca en la mazorca y planta se obtiene con el tratamiento T₄ con 65.57 y 58.70 % respectivamente. (5) El rendimiento de mazorcas por efecto de la aplicación de niveles de roca fosfórica (X₁) y diatomita (X₂) incubada en una solución de MEN, obedece al modelo $Y = 7173.290 + 197.801X_1 - 141.822X_2 + 64.082X_1^2 + 202.994X_2^2 - 4.574X_1X_2 + e$.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGRIOS, G. 2007. Fitopatología. Edit. LIMUSA S.A. México. 838 p.
2. ALARCÓN, V. 1993. Efecto de la Urea en la Solubilidad de la Roca Fosfatada de Sechura en condiciones de Laboratorio e Invernadero. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.
3. ALEXANDER, M. 1981. "Introducción a la microbiología del Suelo", A. G. T. Editor S.A. México D. F. 371 p.
4. BARTOLINI R. 1989. El Riego Y Sus Principios Básicos. Tomo I
5. BLACK, C. 1975. Relaciones Suelo – Planta. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 420 p.
6. BORNEMISZA, E. 1987. Introducción a química de Suelos. OEA. Washington. 1982. 74 p.
7. BUCKMAN H. y BRADY N. 1985. Naturaleza y propiedades de los suelos. Editorial UTEHA. México. 590 p.
8. CATEDRA IX. 1982. Química del Suelo y los Fertilizantes. Tercera Edición. Universidad Politécnica. Madrid. 127 p.
9. COYNE M. 2000. Microbiología del Suelo: un enfoque exploratorio. Edit. Paraninfo. Madrid. 524 p.
10. CHUJO S. L. 2004. ¿Qué es EM? [En línea] España, disponible en: <http://www.chujosl.com/> [Accesado el 20 de noviembre del 2008]

11. DE LA CRUZ. 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 Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.
12. DEVLIN R. 1970. Fisiología Vegetal. Edic. Omega S.A. Barcelona. Madrid. 601p.
13. DOMINGUEZ A. 1989. Tratado de Fertilizantes. Edit. Mundi Prensa. Madrid. 601 p.
14. ENCISO. 2005. Influencia de la densidad de plantas en el rendimiento de dos variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) y frijol reventón (*Phaseolus vulgaris L.*) Canaán a 2760 msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.
15. FAO. 2007. organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. [En línea], disponible en: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/indexes.jsp?term=es45&letter=M> [Accesado el 20 de noviembre del 2008]
16. FASSBENDER, H. 1986. Química de suelos, con énfasis en los suelos, con énfasis en los suelos de América Latina. 5ta. Edición. Edit. IICA. San José – Costa Rica. 350 p.
17. FINCK, A. 1985. Fertilizantes y Fertilización. Edit. Reverté. S.A. Barcelona. 227 p.

18. FRANK B. SALISBURY. 1994. Fisiología Vegetal. Edit. Iberoamericana. México.
19. GÁLVEZ. 2009. Efecto del fosfato de sechura, incubado en solución de microorganismos efectivos en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Ayacucho a 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.
20. HIGA Y PARR. 1991. Microorganismos Efectivos (ME o EM), Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES). [En línea], disponible en: <http://www.fundases.com/p/em01.html> [Accesado el 20 de octubre del 2007]
21. HUAMÁN. 2007. Influencia del guano de isla en el rendimiento de dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán a 2750 msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.
22. HUAMÁN, O. F. 2001. Estudio de la Asociación del Maíz Morado (*Zea mays* L.) con Tres Líneas de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos momentos de siembra en Canaán. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.
23. JARA. H., M. 1972. Composición mineralógica de suelos y rocas de puna y estudio físico – químico, de algunos recursos no metálicos de Huanta, Huamanga y Cangallo (Ayacucho). Tesis Ing. Químico. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho -

Perú.

24. LLANOS C. M. 1984. El maíz su cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid - España.
25. MANRRIQUE, A. 1997. "El Maíz En El Perú". Segunda Edición. CONCYTEC - PERU.
26. MONDALGO. 2002. Rendimiento de maíz morado (*Zea mays L.*) con tres fórmulas de fertilización N – P - K y dos densidades de siembra Canaán a 2750 msnm ayacucho 2002. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.
27. PARSONS D. B. 1981. Maíz. Edit. Trillas. Primera Edición. México.
28. PINTO. 2002. Selección mazorca hilera modificada en maíz morado NEGRO I (*Zea mays L.*) Canaán 2750 msnm - Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.
29. POEHLMAN J. M. 1992. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial LIMUSA, S.A. México.
30. QUERO GUTIERREZ, E. 2004. El flujo de silicio en los cultivos agrícolas (Maíz). [En línea] México, disponible en: <http://www.loquequero.com/> [Accesado el 18 de noviembre del 2008].
31. RODRIGUEZ, F. 1982. Fertilizantes, Nutrición Vegetal. A. G. T. Editor S.A. México 75 p.

32. RUSSELL, J. y RUSSELL, W. 1968. Condiciones del suelo y crecimiento de las plantas. Edit. Aguilar. Madrid. 217 p.
33. SUQUILANDA, M. 2001. Curso internacional sobre elaboración de abonos orgánicos. Corporación PROEXANT. [En línea] Quito. disponible en: http://www.pidecafe.com.pe/textos/txt_6.doc [Accesado el 18 de noviembre del 2008]
34. THOMPSON, L. 1974. El suelo y su fertilidad. Edit. Reverté. Madrid. 356 p.
35. TINEO, A. 2006. Superficies de Respuesta: El diseño 03 de Julio. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ediciones GRAFICAS E.I.R.L. Lima – Perú. 81 p.
36. TINEO, A. 1987. Efecto de la Diatomita en la Absorción del Fósforo por la Planta, en Suelos Alto-Andinos de Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.
37. TISDALE y NELSON. 1987. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Edit. UTEHA. México. 498 p.
38. TOCAGNI, H. 1982. El Maíz. Editorial Albatros. Buenos Aires - Argentina.
39. TUME, H. 2005. ¿QUÉ SABE USTED DE LOS FOSFATOS? "El regional de Piura". [En línea] Perú, disponible en: http://elregionalpiura.com.pe/archivosnoticias/2005_03/marzo/fo

sfatos_teria.htm. [Accesado el 18 de noviembre del 2008].

PÁGINAS DE INTERNET VISITADOS

- **<http://www.minem.gob.pe/archivos/dgm/publicaciones/public03/diatomitas.htm>**
- **WWW.caretas.com.pe/2001/1685/articulos/maiz.phtml.19k**

ANEXO

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

a.1. DIAS A LA FLORACION MASCULINA

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	82	83	83	248.00	82.67
T ₂	1000	0	85	85	83	253.00	84.33
T ₃	0	400	85	82	83	250.00	83.33
T ₄	1000	400	83	87	83	253.00	84.33
T ₅	0	200	87	85	83	255.00	85.00
T ₆	250	200	87	87	83	257.00	85.67
T ₇	750	200	83	87	83	253.00	84.33
T ₈	1000	200	87	87	85	259.00	86.33
T ₉	500	0	87	85	83	255.00	85.00
T ₁₀	500	100	87	83	83	253.00	84.33
T ₁₁	500	300	85	85	83	253.00	84.33
T ₁₂	500	400	87	87	83	257.00	85.67
T ₁₃	500	200	83	85	83	251.00	83.67

a.2. DIAS A LA FLORACIÓN FEMENINA

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	96	97	97	290.00	96.67
T ₂	1000	0	98	96	96	290.00	96.67
T ₃	0	400	99	97	97	293.00	97.67
T ₄	1000	400	96	98	97	291.00	97.00
T ₅	0	200	99	98	96	293.00	97.67
T ₆	250	200	97	97	99	293.00	97.67
T ₇	750	200	96	99	98	293.00	97.67
T ₈	1000	200	98	99	96	293.00	97.67
T ₉	500	0	98	98	98	294.00	98.00
T ₁₀	500	100	98	98	97	293.00	97.67
T ₁₁	500	300	97	97	96	290.00	96.67
T ₁₂	500	400	97	99	96	292.00	97.33
T ₁₃	500	200	96	97	96	289.00	96.33

a.3. DIAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	159	156	159	474.00	158.00
T ₂	1000	0	156	156	159	471.00	157.00
T ₃	0	400	156	159	156	471.00	157.00
T ₄	1000	400	156	156	156	468.00	156.00
T ₅	0	200	156	156	156	468.00	156.00
T ₆	250	200	156	159	159	474.00	158.00
T ₇	750	200	159	156	159	474.00	158.00
T ₈	1000	200	159	156	156	471.00	157.00
T ₉	500	0	156	159	159	474.00	158.00
T ₁₀	500	100	156	156	159	471.00	157.00
T ₁₁	500	300	156	156	159	471.00	157.00
T ₁₂	500	400	156	156	156	468.00	156.00
T ₁₃	500	200	156	156	156	468.00	156.00

a.4. ALTURA DE PLANTA (m)

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	2.06	2.26	2.24	6.56	2.19
T ₂	1000	0	2.43	2.15	2.49	7.07	2.36
T ₃	0	400	2.43	2.41	2.27	7.11	2.37
T ₄	1000	400	2.32	2.35	2.12	6.79	2.26
T ₅	0	200	2.34	2.31	2.28	6.93	2.31
T ₆	250	200	2.44	2.39	2.2	7.03	2.34
T ₇	750	200	2.35	2.4	2.19	6.94	2.31
T ₈	1000	200	2.24	2.31	2.39	6.94	2.31
T ₉	500	0	2.36	2.21	2.18	6.75	2.25
T ₁₀	500	100	2.53	2.48	2.25	7.26	2.42
T ₁₁	500	300	2.42	2.23	2.4	7.05	2.35
T ₁₂	500	400	2.50	2.28	2.41	7.19	2.40
T ₁₃	500	200	2.34	2.45	2.17	6.96	2.32

a.5. ALTURA DE MAZORCA (m)

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	1.10	1.16	1.19	3.45	1.15
T ₂	1000	0	1.44	1.05	1.39	3.88	1.29
T ₃	0	400	1.38	1.23	1.10	3.71	1.24
T ₄	1000	400	1.25	1.28	1.05	3.58	1.19
T ₅	0	200	1.39	1.15	1.28	3.82	1.27
T ₆	250	200	1.38	1.31	1.24	3.93	1.31
T ₇	750	200	1.34	1.32	1.15	3.81	1.27
T ₈	1000	200	1.18	1.26	1.31	3.75	1.25
T ₉	500	0	1.34	1.20	1.06	3.60	1.20
T ₁₀	500	100	1.50	1.22	1.21	3.93	1.31
T ₁₁	500	300	1.39	1.17	1.34	3.90	1.30
T ₁₂	500	400	1.41	1.09	1.33	3.83	1.28
T ₁₃	500	200	1.30	1.35	1.12	3.77	1.26

a.6. NUMERO DE MAZORCAS POR PLANTA

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	1.10	1.10	1.10	3.30	1.10
T ₂	1000	0	1.05	1.10	1.50	3.65	1.22
T ₃	0	400	1.10	1.30	1.25	3.65	1.22
T ₄	1000	400	1.20	1.20	1.25	3.65	1.22
T ₅	0	200	1.05	1.15	1.25	3.45	1.15
T ₆	250	200	1.05	1.15	1.10	3.30	1.10
T ₇	750	200	1.05	1.05	1.05	3.15	1.05
T ₈	1000	200	1.15	1.10	1.20	3.45	1.15
T ₉	500	0	1.05	1.35	1.25	3.65	1.22
T ₁₀	500	100	1.15	1.15	1.25	3.55	1.18
T ₁₁	500	300	1.00	1.20	1.30	3.50	1.17
T ₁₂	500	400	1.10	1.15	1.15	3.40	1.13
T ₁₃	500	200	1.10	1.20	1.15	3.45	1.15

a.7. LONGITUD DE MAZORCA (cm)

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	14.62	13.29	13.69	41.60	13.87
T ₂	1000	0	14.30	13.90	14.27	42.47	14.16
T ₃	0	400	14.61	15.41	13.55	43.57	14.52
T ₄	1000	400	13.36	12.93	12.87	39.16	13.05
T ₅	0	200	13.49	14.05	14.61	42.14	14.05
T ₆	250	200	13.86	14.43	14.25	42.54	14.18
T ₇	750	200	14.26	14.47	13.85	42.57	14.19
T ₈	1000	200	14.56	14.08	14.15	42.79	14.26
T ₉	500	0	14.21	15.29	13.30	42.79	14.26
T ₁₀	500	100	12.49	14.00	13.55	40.04	13.35
T ₁₁	500	300	14.15	14.52	13.57	42.24	14.08
T ₁₂	500	400	13.37	13.95	13.03	40.35	13.45
T ₁₃	500	200	13.69	14.15	12.99	40.83	13.61

a.8. DIAMETRO DE MAZORCA (cm)

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	4.5	4.4	4.1	13.00	4.33
T ₂	1000	0	4.7	4.3	4.5	13.45	4.48
T ₃	0	400	4.2	4.3	4.3	12.74	4.25
T ₄	1000	400	4.4	4.2	4.2	12.79	4.26
T ₅	0	200	4.3	4.4	4.3	13.03	4.34
T ₆	250	200	4.3	4.5	4.4	13.13	4.38
T ₇	750	200	4.5	4.5	4.3	13.29	4.43
T ₈	1000	200	4.5	4.3	4.3	13.13	4.38
T ₉	500	0	4.4	4.6	4.2	13.13	4.38
T ₁₀	500	100	4.1	4.4	4.7	13.19	4.40
T ₁₁	500	300	4.2	4.5	4.2	13.01	4.34
T ₁₂	500	400	4.2	4.3	4.4	12.91	4.30
T ₁₃	500	200	4.2	4.5	4.4	13.11	4.37

a.9. NUMERO DE HILERAS POR MAZORCA

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	10.53	9.87	9.87	30.27	10.09
T ₂	1000	0	11.07	9.73	10.40	31.20	10.40
T ₃	0	400	9.87	10.33	10.27	30.47	10.16
T ₄	1000	400	10.13	9.87	10.13	30.13	10.04
T ₅	0	200	10.13	10.53	10.13	30.80	10.27
T ₆	250	200	10.53	10.00	10.40	30.93	10.31
T ₇	750	200	10.00	10.53	10.67	31.20	10.40
T ₈	1000	200	10.67	10.40	10.67	31.73	10.58
T ₉	500	0	10.80	10.20	9.73	30.73	10.24
T ₁₀	500	100	10.07	10.93	10.07	31.07	10.36
T ₁₁	500	300	10.00	10.13	9.87	30.00	10.00
T ₁₂	500	400	10.20	9.93	10.47	30.60	10.20
T ₁₃	500	200	9.87	10.67	10.07	30.60	10.20

a.10. NUMERO DE GRANOS POR MAZORCA

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	245.60	222.70	227.60	695.90	231.97
T ₂	1000	0	255.80	229.60	226.50	711.90	237.30
T ₃	0	400	222.40	250.90	233.80	707.10	235.70
T ₄	1000	400	230.00	234.30	238.30	702.60	234.20
T ₅	0	200	224.10	239.30	287.90	751.30	250.43
T ₆	250	200	233.00	265.90	287.10	786.00	262.00
T ₇	750	200	270.70	260.30	254.90	785.90	261.97
T ₈	1000	200	274.90	255.80	266.90	797.60	265.87
T ₉	500	0	278.80	275.60	232.00	786.40	262.13
T ₁₀	500	100	235.30	305.00	229.80	770.10	256.70
T ₁₁	500	300	265.60	261.90	269.80	797.30	265.77
T ₁₂	500	400	279.60	252.50	276.00	808.10	269.37
T ₁₃	500	200	247.50	278.80	281.00	807.30	269.10

a.11. DIAMETRO DE CORONTA (cm)

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	2.19	2.13	2.09	6.41	2.14
T ₂	1000	0	2.41	2.24	2.33	6.97	2.32
T ₃	0	400	2.22	2.35	2.13	6.71	2.24
T ₄	1000	400	2.04	2.21	2.29	6.54	2.18
T ₅	0	200	2.16	2.28	2.38	6.82	2.27
T ₆	250	200	2.33	2.25	2.36	6.95	2.32
T ₇	750	200	2.26	2.30	2.17	6.73	2.24
T ₈	1000	200	2.43	2.27	2.25	6.95	2.32
T ₉	500	0	2.29	2.39	2.16	6.85	2.28
T ₁₀	500	100	2.09	2.30	2.35	6.74	2.25
T ₁₁	500	300	2.13	2.29	2.19	6.61	2.20
T ₁₂	500	400	2.20	2.34	2.25	6.79	2.26
T ₁₃	500	200	2.25	2.29	2.22	6.77	2.26

a.12. PESO DE CORONTA (g)

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	17.92	15.09	16.27	49.28	16.43
T ₂	1000	0	19.68	15.32	17.75	52.75	17.58
T ₃	0	400	15.90	20.05	13.47	49.42	16.47
T ₄	1000	400	15.79	14.54	12.98	43.31	14.44
T ₅	0	200	14.48	17.13	18.27	49.89	16.63
T ₆	250	200	16.58	17.62	17.80	52.00	17.33
T ₇	750	200	17.18	17.50	15.53	50.21	16.74
T ₈	1000	200	20.29	16.83	16.32	53.44	17.81
T ₉	500	0	17.64	20.17	14.80	52.61	17.54
T ₁₀	500	100	12.34	16.65	16.05	45.04	15.01
T ₁₁	500	300	15.10	18.00	16.59	49.69	16.56
T ₁₂	500	400	16.94	16.36	16.61	49.91	16.64
T ₁₃	500	200	14.69	16.66	17.07	48.43	16.14

a.13. %MS DE LA MAZORCA

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	59.89	56.21	59.44	175.53	58.51
T ₂	1000	0	61.16	63.39	66.14	190.70	63.57
T ₃	0	400	59.91	62.94	62.94	185.79	61.93
T ₄	1000	400	69.48	67.23	59.99	196.71	65.57
T ₅	0	200	57.10	58.17	57.21	172.48	57.49
T ₆	250	200	60.17	61.97	57.67	179.80	59.93
T ₇	750	200	59.18	59.69	57.19	176.06	58.69
T ₈	1000	200	63.59	58.77	59.10	181.46	60.49
T ₉	500	0	66.88	57.09	62.39	186.35	62.12
T ₁₀	500	100	62.03	64.51	64.15	190.69	63.56
T ₁₁	500	300	56.28	60.04	53.73	170.05	56.68
T ₁₂	500	400	60.71	58.53	61.51	180.76	60.25
T ₁₃	500	200	68.57	62.46	60.66	191.69	63.90

a.14. %MS DE LA PLANTA

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	37.50	39.41	38.34	115.25	38.42
T ₂	1000	0	37.04	36.66	40.89	114.59	38.20
T ₃	0	400	32.20	43.91	68.39	144.51	48.17
T ₄	1000	400	71.80	64.29	40.00	176.09	58.70
T ₅	0	200	36.15	37.78	33.49	107.43	35.81
T ₆	250	200	39.68	45.04	37.04	121.76	40.59
T ₇	750	200	25.73	33.81	36.60	96.14	32.05
T ₈	1000	200	37.08	34.44	37.08	108.60	36.20
T ₉	500	0	37.59	32.71	57.64	127.94	42.65
T ₁₀	500	100	33.46	31.39	35.33	100.18	33.39
T ₁₁	500	300	31.53	37.06	34.37	102.95	34.32
T ₁₂	500	400	46.42	30.98	30.94	108.33	36.11
T ₁₃	500	200	61.24	46.65	38.80	146.70	48.90

a.15. PESO DE 1000 SEMILLAS (g)

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	543.05	490.90	437.13	1471.08	490.36
T ₂	1000	0	616.78	475.50	524.03	1616.30	538.77
T ₃	0	400	505.93	483.28	425.40	1414.60	471.53
T ₄	1000	400	481.28	448.30	462.78	1392.35	464.12
T ₅	0	200	490.30	453.80	440.83	1384.93	461.64
T ₆	250	200	472.85	497.70	463.05	1433.60	477.87
T ₇	750	200	470.65	487.00	447.53	1405.18	468.39
T ₈	1000	200	481.53	475.80	478.28	1435.60	478.53
T ₉	500	0	478.25	512.38	452.03	1442.65	480.88
T ₁₀	500	100	435.15	486.65	477.98	1399.78	466.59
T ₁₁	500	300	432.05	503.18	487.43	1422.65	474.22
T ₁₂	500	400	451.15	451.63	453.08	1355.85	451.95
T ₁₃	500	200	448.38	539.55	543.95	1531.88	510.63

a.16. INDICE DE COSECHA

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	33.68	32.90	31.06	97.64	32.55
T ₂	1000	0	33.36	33.56	30.26	97.18	32.39
T ₃	0	400	22.51	28.36	40.46	91.33	30.44
T ₄	1000	400	33.69	35.37	41.16	110.23	36.74
T ₅	0	200	24.43	33.04	26.29	83.75	27.92
T ₆	250	200	27.33	30.17	30.32	87.82	29.27
T ₇	750	200	27.94	28.81	31.91	88.66	29.55
T ₈	1000	200	24.49	26.25	29.75	80.50	26.83
T ₉	500	0	26.74	28.19	44.14	99.07	33.02
T ₁₀	500	100	24.94	29.06	30.90	84.90	28.30
T ₁₁	500	300	27.21	28.35	33.48	89.04	29.68
T ₁₂	500	400	22.83	33.26	27.24	83.33	27.78
T ₁₃	500	200	32.37	26.95	32.71	92.03	30.68

a.17. INDICE DE TINCION

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	4.53	3.73	4.47	12.73	4.24
T ₂	1000	0	4.53	4.87	4.60	14.00	4.67
T ₃	0	400	4.73	4.40	3.93	13.07	4.36
T ₄	1000	400	4.53	4.47	4.40	13.40	4.47
T ₅	0	200	4.27	4.60	4.53	13.40	4.47
T ₆	250	200	4.60	4.40	4.53	13.53	4.51
T ₇	750	200	4.67	4.40	4.33	13.40	4.47
T ₈	1000	200	4.27	3.93	4.13	12.33	4.11
T ₉	500	0	4.73	4.60	4.73	14.07	4.69
T ₁₀	500	100	4.60	4.47	4.40	13.47	4.49
T ₁₁	500	300	4.33	4.53	4.67	13.53	4.51
T ₁₂	500	400	4.60	4.67	4.40	13.67	4.56
T ₁₃	500	200	4.87	4.20	4.53	13.60	4.53

a.18. RENDIMIENTO DE MAZORCA AL 14 % H

TRAT.	NIVELES DE RF	NIVELES DE DIATOMITA	REPETICIONES			TOTAL	PROM.
			R1	R2	R3		
T ₁	0	0	8673.89	7930.55	7900.99	24505.42	8168.47
T ₂	1000	0	9316.72	9091.35	8114.23	26522.29	8840.76
T ₃	0	400	7332.32	7606.43	9250.63	24189.38	8063.13
T ₄	1000	400	9122.37	8711.75	8152.56	25986.67	8662.22
T ₅	0	200	6766.52	6163.40	6095.41	19025.33	6341.78
T ₆	250	200	7162.40	7968.66	7173.07	22304.12	7434.71
T ₇	750	200	7732.59	6747.66	7718.55	22198.80	7399.60
T ₈	1000	200	8029.69	6993.89	7954.49	22978.07	7659.36
T ₉	500	0	8604.96	7482.69	8344.79	24432.44	8144.15
T ₁₀	500	100	6310.93	9133.23	8228.39	23672.55	7890.85
T ₁₁	500	300	6049.66	7555.10	7469.28	21074.04	7024.68
T ₁₂	500	400	6431.04	7041.89	7579.36	21052.28	7017.43
T ₁₃	500	200	8257.30	7509.87	6881.66	22648.83	7549.61

ANEXO B: FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

Preparación de sustrato para capturar microorganismos



Foto 1: Preparación del arroz cocido en frascos.



Foto 2: Recipiente cubierto con una tela nylon para ser enterrado en la compostera.

Captura de los microorganismos



Foto 3: Recipiente enterrado, debajo de 10 cm durante 2 semanas



Foto 4: Arroz impregnado de microorganismos, luego de 2 semanas de ser enterradas.

Preparación de la Solución Madre de Microorganismos Naturales

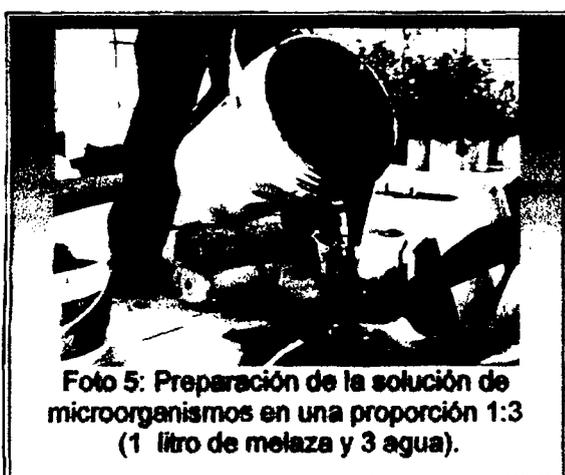


Foto 5: Preparación de la solución de microorganismos en una proporción 1:3 (1 litro de melaza y 3 agua).

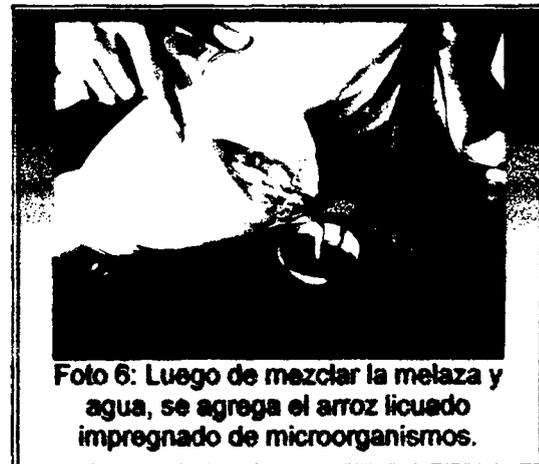


Foto 6: Luego de mezclar la melaza y agua, se agrega el arroz licuado impregnado de microorganismos.

Tratamiento de la roca fosfórica y diatomita



Foto 7: Secado de la roca fosfórica tratada, al medio ambiente y bajo sombra.

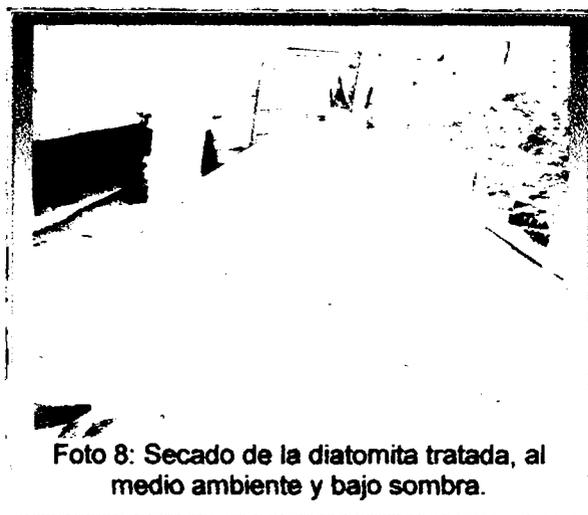


Foto 8: Secado de la diatomita tratada, al medio ambiente y bajo sombra.

Instalación del experimento



Foto 9: Siembra del maíz morado a 0.50 m entre golpes.



Foto 10: Aplicación de la roca fosfórica y diatomita tratada.



Foto 11: Tapado de la semilla de maíz morado, RF y diatomita aplicada.



Foto 12: Vista panorámico del trabajo de investigación instalado.

Daño por plagas y otros en el cultivo

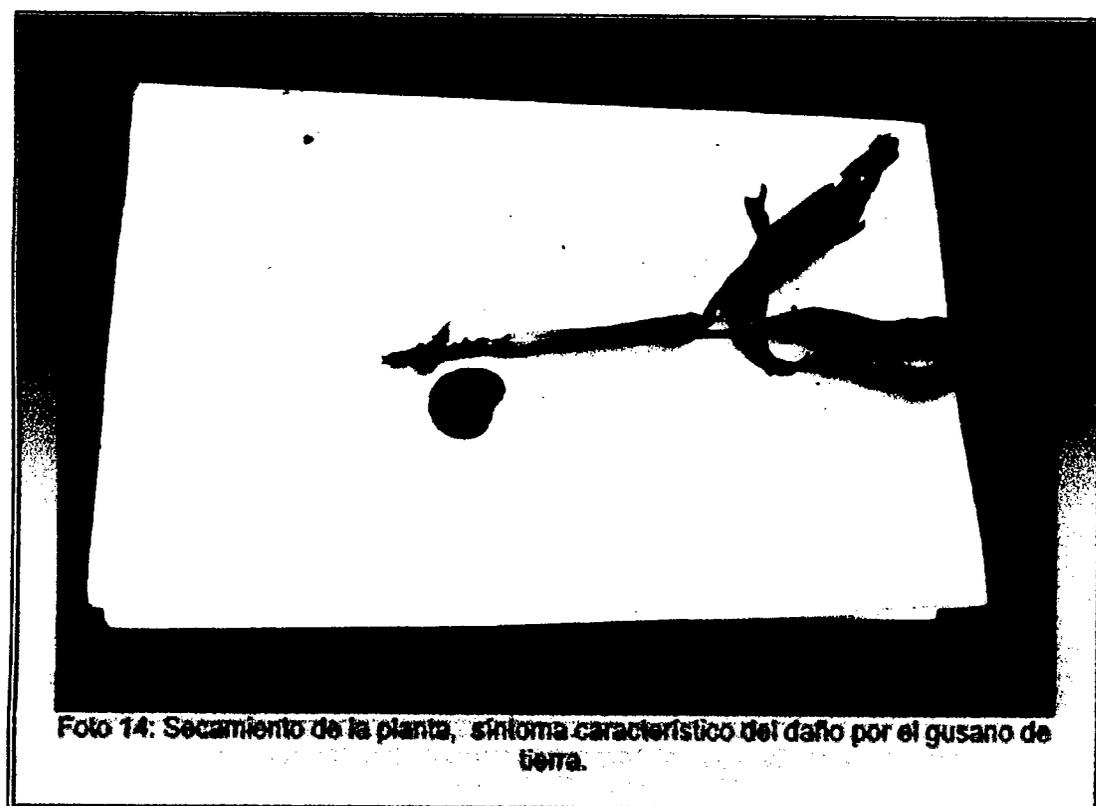




Foto 15: Daño ocasionado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)



Foto 16: Diferencias en tamaño por causa de encharcamiento en algunos tratamientos del bloque II y III principalmente.



Foto 17: Daño ocasionado por granizos.

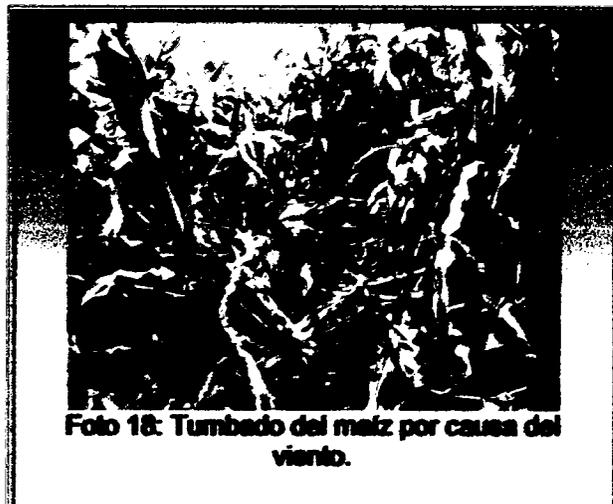


Foto 18: Tumbado del maíz por causa del viento.

Labores realizadas en el trabajo de investigación.



Foto 19: Aporque del maíz morado.



Foto 20: Evaluación de días a la floración masculina.

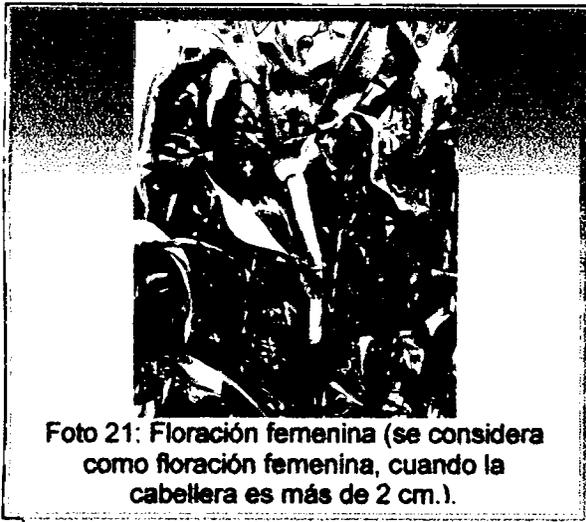


Foto 21: Floración femenina (se considera como floración femenina, cuando la cabellera es más de 2 cm.).



Foto 22: Evaluación de días a la madurez fisiológica, por la presencia del color pajizo de las brácteas.



Foto 23: Evaluación de altura de planta.



Foto 24: Evaluación de altura de mazorca.



Foto 25: Cosecha del maíz morado de cada uno de los tratamientos.



Foto 26: Pesado de las mazorcas de cada tratamiento de los surcos centrales.

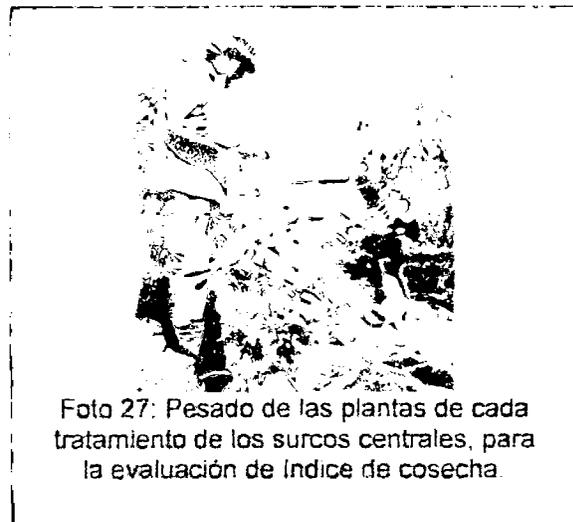


Foto 27: Pesado de las plantas de cada tratamiento de los surcos centrales, para la evaluación de Índice de cosecha.



Foto 28: Evaluación de diámetro de mazorca.



Foto 29: Evaluación de longitud de mazorca



Foto 30: Evaluación de diámetro de tusa.



Foto 31. Obtención de peso de tusa

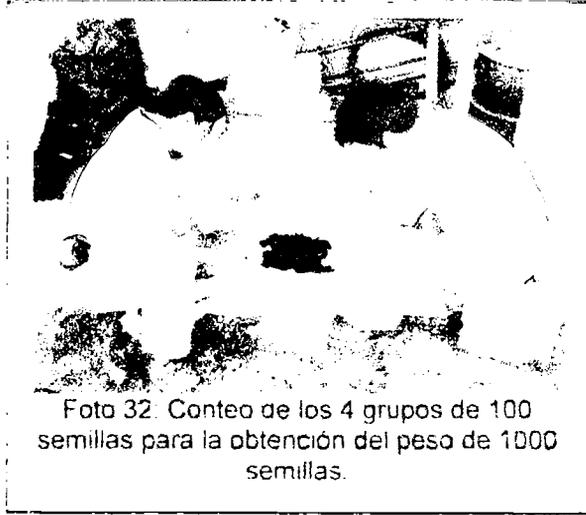


Foto 32. Conteo de los 4 grupos de 100 semillas para la obtención del peso de 1000 semillas.

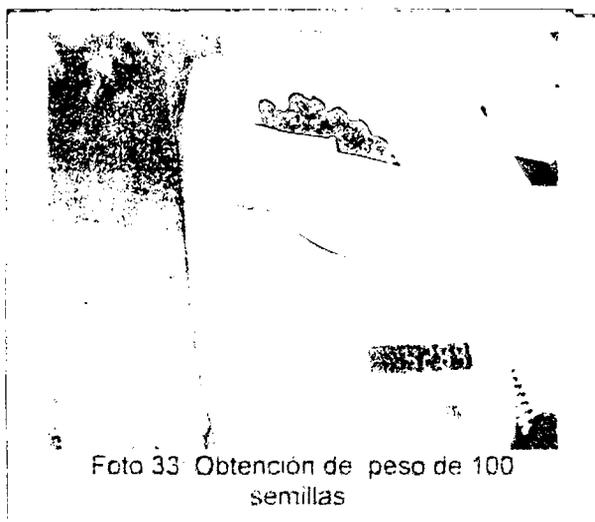


Foto 33. Obtención de peso de 100 semillas

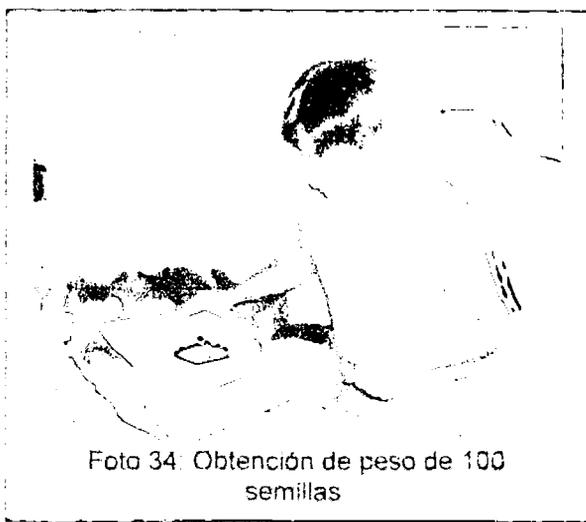


Foto 34. Obtención de peso de 100 semillas

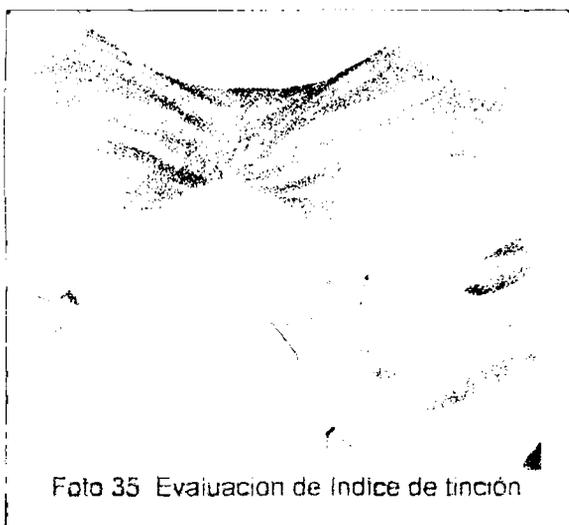
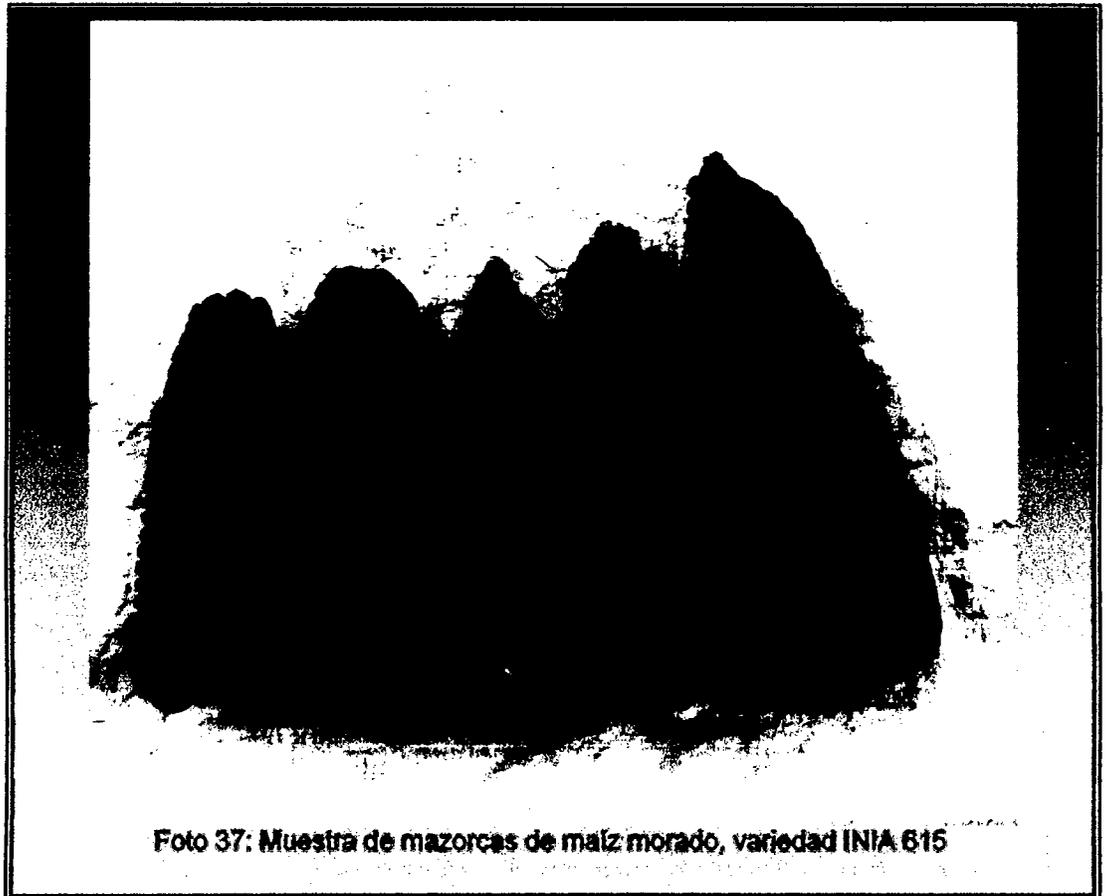


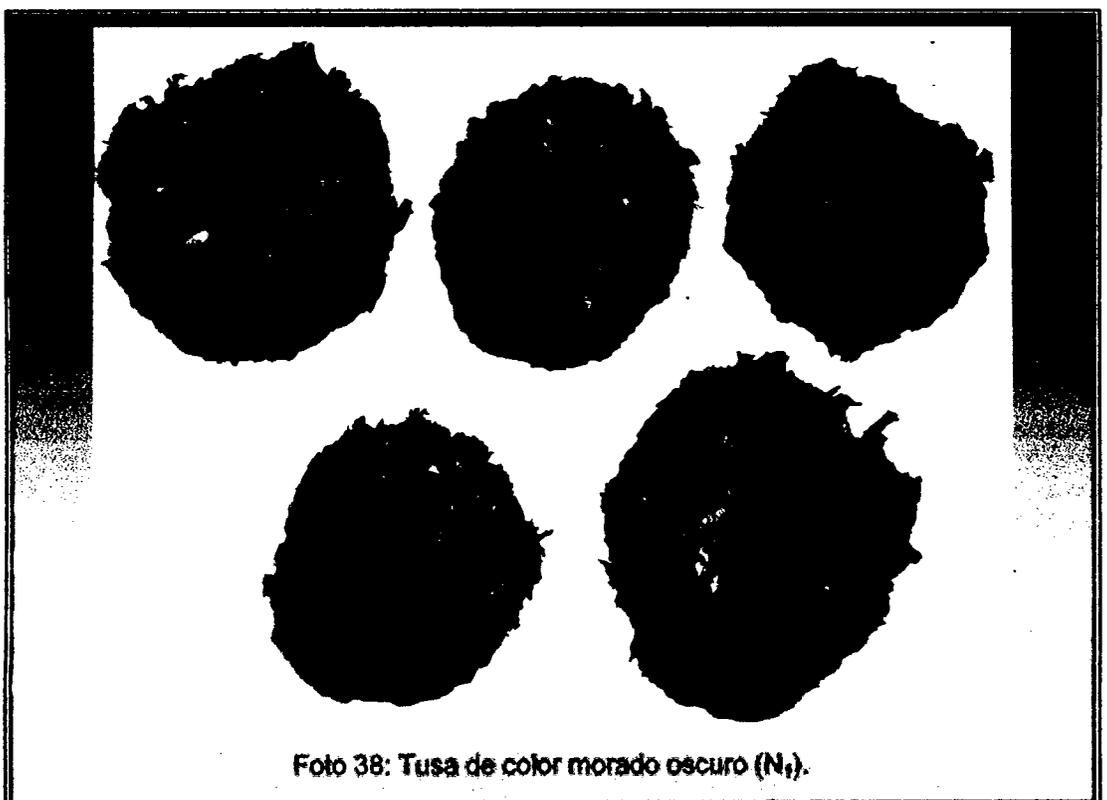
Foto 35. Evaluación de Índice de tinción



Foto 36. Imagen del saco de roca fosfórica usada en el presente trabajo



Muestras de tusa para la evaluación de Índice de Tinción.



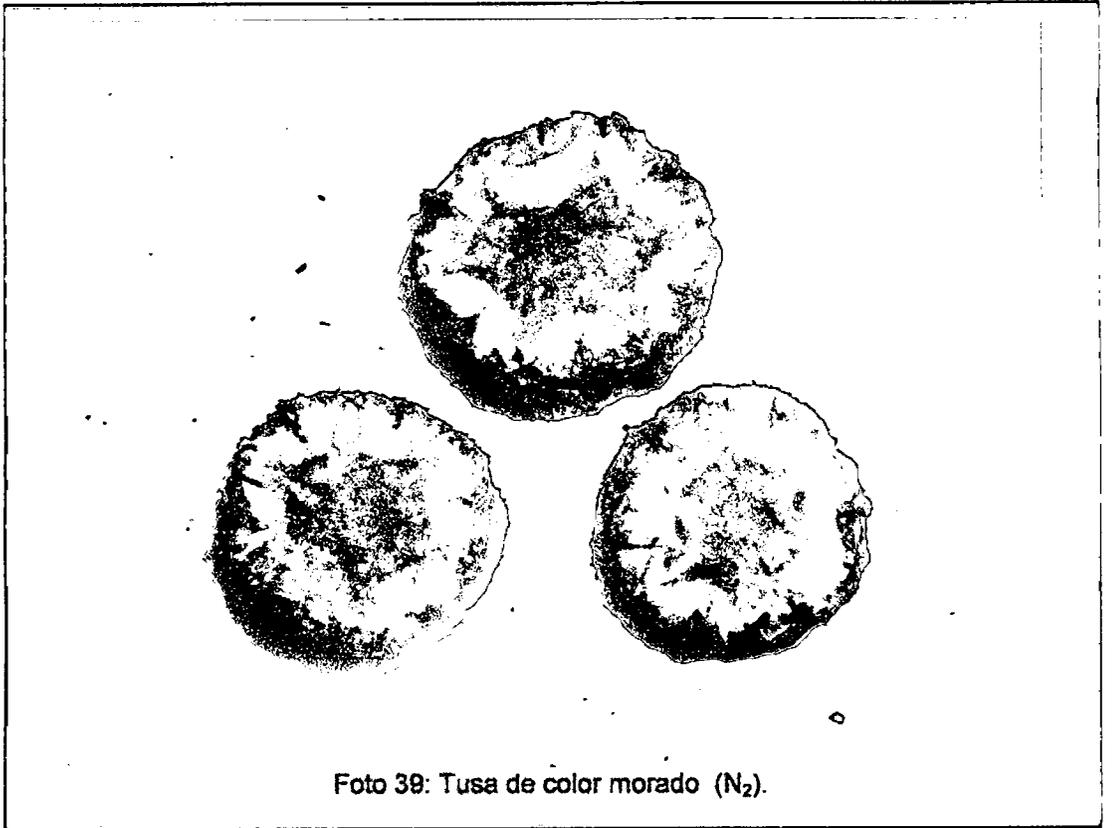


Foto 39: Tusa de color morado (N_2).

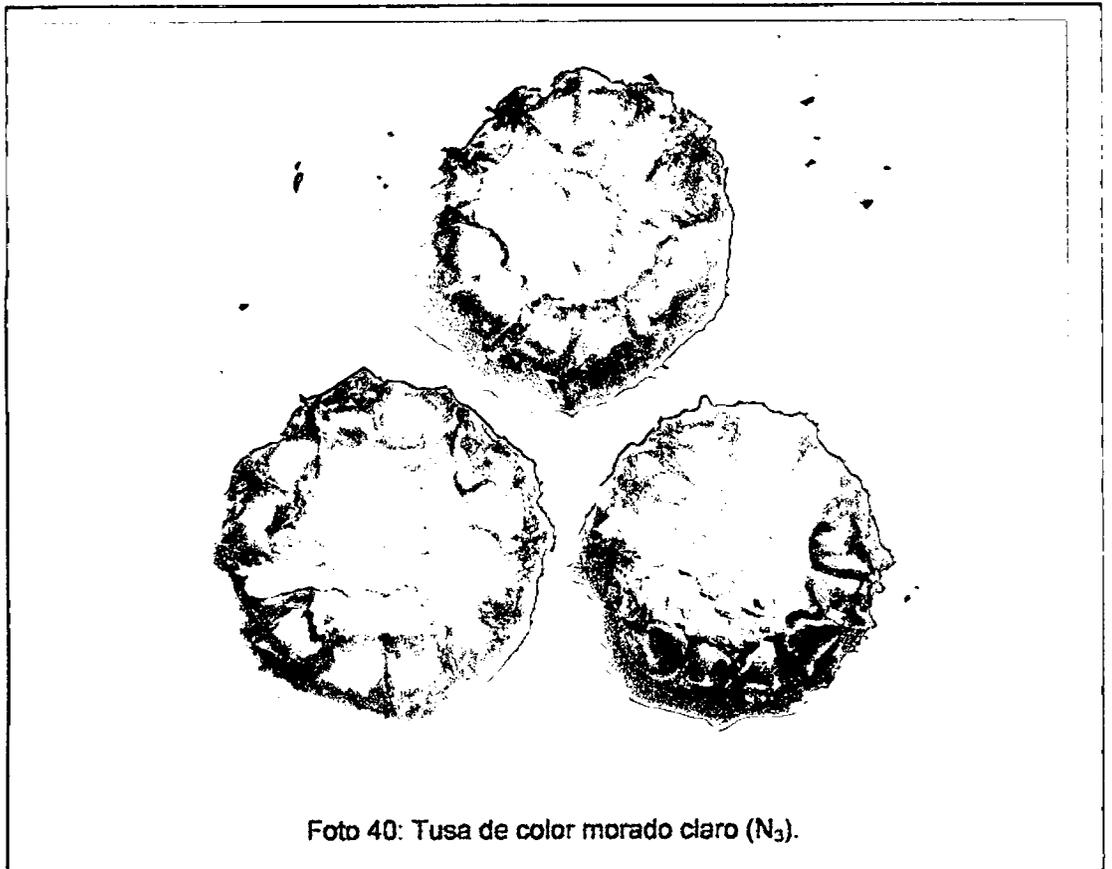


Foto 40: Tusa de color morado claro (N_3).

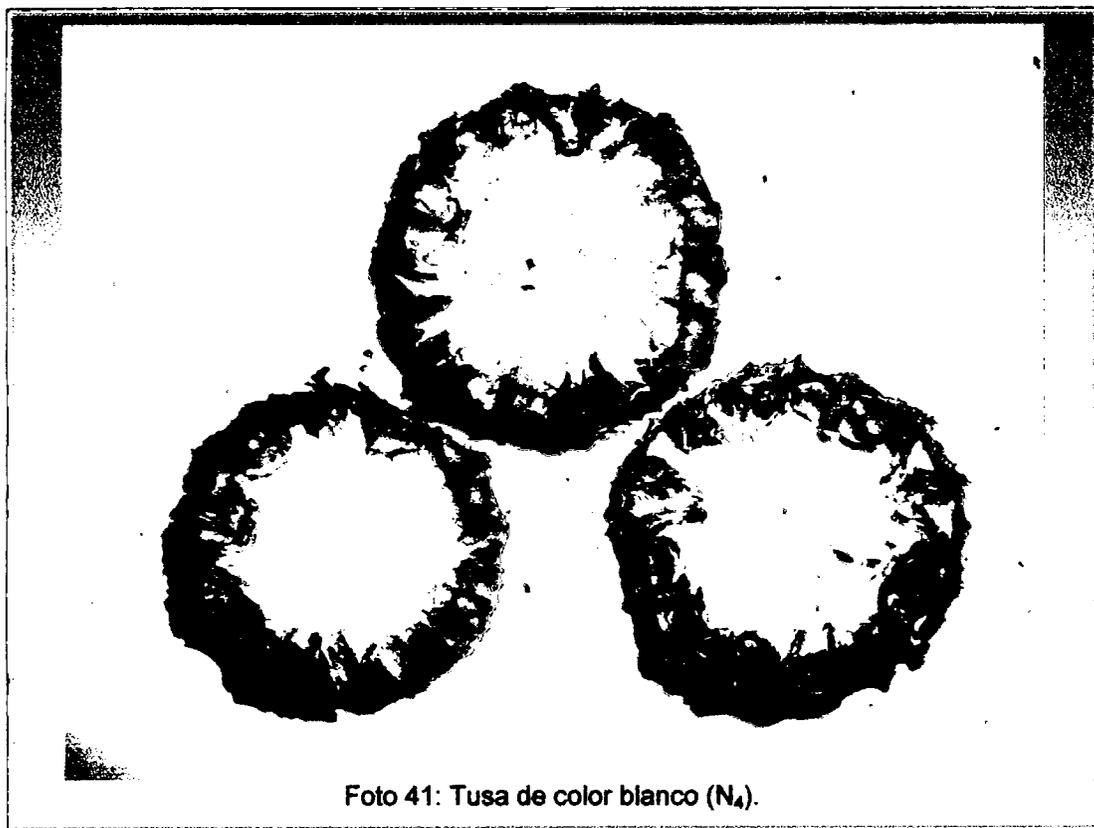


Foto 41: Tusa de color blanco (N₄).

TRATAMIENTO 02

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504.00
Aradura	H. Máq.	3	75.00	225.00
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	75.00	150.00
Surcado	H. Máq.	1	75.00	75.00
Arreglo de acequia	Jornal	1	18.00	18.00
Limpieza del terreno	Jornal	2	18.00	36.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60.00
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				198.00
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18.00	36.00
Tapado de semillas	Jornal	5	18.00	90.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
4. LABORES CULTURALES				378.00
Deshierbo (1 vez)	Jornal	5	18.00	90.00
Aporque	Jornal	12	18.00	216.00
Riego (4 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
5. COSECHA				252.00
Despanque	Jornal	10	18.00	180.00
Selección y secado	Jornal	2	18.00	36.00
Almacenamiento	Jornal	2	18.00	36.00
6. INSUMOS				2320.00
Roca Fosfórica	Saco	20	80.00	1600.00
Urea	Saco	5	60.00	300.00
Cloruro de Potasio	Saco	2	110.00	220.00
Semilla de maíz morado	Kg	40	5.00	200.00
7. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				3912.00
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				3912.00
Sub total Costos Directos				3912.00
B. COSTO INDIRECTO				612.96
Gastos Administrativos (3% A)			117.36	117.36
Imprevistos (5% A)			195.6	195.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	300.00	300.00
COSTO TOTAL (A + B)				4524.96
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	8.8408	1.30	11493.04
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	8840.8	1.30	11493.04
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				4524.96
Venta total (S/.)				11493.04
Utilidad Neta (S/.)				6968.08
Rentabilidad (%)				53.9920795

TRATAMIENTO 03

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504.00
Aradura	H. Máq.	3	75.00	225.00
Grado y nivelación	H. Máq.	2	75.00	150.00
Surcado	H. Máq.	1	75.00	75.00
Arreglo de acequia	Jornal	1	18.00	18.00
Limpieza del terreno	Jornal	2	18.00	36.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60.00
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				198.00
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18.00	36.00
Tapado de semillas	Jornal	5	18.00	90.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
4. LABORES CULTURALES				378.00
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18.00	90.00
Aporque	Jornal	12	18.00	216.00
Riego (4 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
5. COSECHA				252.00
Despanque	Jornal	10	18.00	180.00
Selección y secado	Jornal	2	18.00	36.00
Almacenamiento	Jornal	2	18.00	36.00
6. INSUMOS				1280.00
Diatomita	Saco	8	70.00	560.00
Urea	Saco	5	60.00	300.00
Cloruro de Potasio	Saco	2	110.00	220.00
Semilla de maíz morado	Kg	40	5.00	200.00
7. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				2872.00
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				2872.00
Sub total Costos Directos				2872.00
B. COSTO INDIRECTO				529.76
Gastos Administrativos (3% A)			86.16	86.16
Imprevistos (5% A)			143.6	143.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	300.00	300.00
COSTO TOTAL (A + B)				3401.76
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	8.0631	1.30	10482.03
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	8063.1	1.30	10482.03
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				3401.76
Venta total (S/.)				10482.03
Utilidad Neta (S/.)				7080.27
Rentabilidad (%)				108.135495

TRATAMIENTO 04

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504.00
Aradura	H. Máq.	3	75.00	225.00
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	75.00	150.00
Surcado	H. Máq.	1	75.00	75.00
Arreglo de acequia	Jornal	1	18.00	18.00
Limpieza del terreno	Jornal	2	18.00	36.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60.00
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				198.00
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18.00	36.00
Tapado de semillas	Jornal	5	18.00	90.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
4. LABORES CULTURALES				378.00
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18.00	90.00
Aporque	Jornal	12	18.00	216.00
Riego (4 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
5. COSECHA				252.00
Despanque	Jornal	10	18.00	180.00
Selección y secado	Jornal	2	18.00	36.00
Almacenamiento	Jornal	2	18.00	36.00
6. INSUMOS				2880.00
Roca Fosfórica	Saco	20	80.00	1600.00
Diatomita	Saco	8	70.00	560.00
Urea	Saco	5	60.00	300.00
Cloruro de Potasio	Saco	2	110.00	220.00
Semilla de maíz morado	Kg	40	5.00	200.00
7. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				4472.00
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				4472.00
Sub total Costos Directos				4472.00
B. COSTO INDIRECTO				657.76
Gastos Administrativos (3% A)			134.16	134.16
Imprevistos (5% A)			223.6	223.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	300.00	300.00
COSTO TOTAL (A + B)				5129.76
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	8.6622	1.30	11260.86
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	8662.2	1.30	11260.86
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				5129.76
Venta total (S/.)				11260.86
Utilidad Neta (S/.)				6131.10
Rentabilidad (%)				19.520211

TRATAMIENTO 05

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504.00
Aradura	H. Máq.	3	75.00	225.00
Grado y nivelación	H. Máq.	2	75.00	150.00
Surcado	H. Máq.	1	75.00	75.00
Arreglo de acequia	Jornal	1	18.00	18.00
Limpieza del terreno	Jornal	2	18.00	36.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60.00
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				198.00
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18.00	36.00
Tapado de semillas	Jornal	5	18.00	90.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
4. LABORES CULTURALES				378.00
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18.00	90.00
Aporque	Jornal	12	18.00	216.00
Riego (4 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
5. COSECHA				252.00
Despanque	Jornal	10	18.00	180.00
Selección y secado	Jornal	2	18.00	36.00
Almacenamiento	Jornal	2	18.00	36.00
6. INSUMOS				1000.00
Diatomita	Saco	4	70.00	280.00
Urea	Saco	5	60.00	300.00
Cloruro de Potasio	Saco	2	110.00	220.00
Semilla de maíz morado	Kg	40	5.00	200.00
7. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				2592.00
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				2592.00
Sub total Costos Directos				2592.00
B. COSTO INDIRECTO				507.36
Gastos Administrativos (3% A)			77.76	77.76
Imprevistos (5% A)			129.6	129.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	300.00	300.00
COSTO TOTAL (A + B)				3099.36
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	6.3418	1.30	8244.34
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	6341.8	1.30	8244.34
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				3099.36
Venta total (S/.)				8244.34
Utilidad Neta (S/.)				5144.98
Rentabilidad (%)				66.001368

TRATAMIENTO 06

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504.00
Aradura	H. Máq.	3	75.00	225.00
Grado y nivelación	H. Máq.	2	75.00	150.00
Surcado	H. Máq.	1	75.00	75.00
Arreglo de acequia	Jornal	1	18.00	18.00
Limpieza del terreno	Jornal	2	18.00	36.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60.00
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				198.00
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18.00	36.00
Tapado de semillas	Jornal	5	18.00	90.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
4. LABORES CULTURALES				378.00
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18.00	90.00
Aporque	Jornal	12	18.00	216.00
Riego (4 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
5. COSECHA				252.00
Despanque	Jornal	10	18.00	180.00
Selección y secado	Jornal	2	18.00	36.00
Almacenamiento	Jornal	2	18.00	36.00
6. INSUMOS				1400.00
Roca Fosfórica	Saco	5	80.00	400.00
Diatomita	Saco	4	70.00	280.00
Urea	Saco	5	60.00	300.00
Cloruro de Potasio	Saco	2	110.00	220.00
Semilla de maíz morado	Kg	40	5.00	200.00
7. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				2992.00
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				2992.00
Sub total Costos Directos				2992.00
B. COSTO INDIRECTO				539.36
Gastos Administrativos (3% A)			89.76	89.76
Imprevistos (5% A)			149.6	149.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	300.00	300.00
COSTO TOTAL (A + B)				3531.36
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	7.4347	1.30	9665.11
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	7434.7	1.30	9665.11
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				3531.36
Venta total (S/.)				9665.11
Utilidad Neta (S/.)				6133.75
Rentabilidad (%)				73.6937044

TRATAMIENTO 07

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504.00
Aradura	H. Máq.	3	75.00	225.00
Grado y nivelación	H. Máq.	2	75.00	150.00
Surcado	H. Máq.	1	75.00	75.00
Arreglo de acequia	Jornal	1	18.00	18.00
Limpieza del terreno	Jornal	2	18.00	36.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60.00
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				198.00
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18.00	36.00
Tapado de semillas	Jornal	5	18.00	90.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
4. LABORES CULTURALES				378.00
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18.00	90.00
Aporque	Jornal	12	18.00	216.00
Riego (4 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
5. COSECHA				252.00
Despanque	Jornal	10	18.00	180.00
Selección y secado	Jornal	2	18.00	36.00
Almacenamiento	Jornal	2	18.00	36.00
6. INSUMOS				2200.00
Roca Fosfónica	Saco	15	80.00	1200.00
Diatomita	Saco	4	70.00	280.00
Urea	Saco	5	60.00	300.00
Cloruro de Potasio	Saco	2	110.00	220.00
Semilla de maíz morado	Kg	40	5.00	200.00
7. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				3792.00
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				3792.00
Sub total Costos Directos				3792.00
B. COSTO INDIRECTO				603.36
Gastos Administrativos (3% A)			113.76	113.76
Imprevistos (5% A)			189.6	189.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	300.00	300.00
COSTO TOTAL (A + B)				4395.36
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	7.3996	1.30	9619.48
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	7399.6	1.30	9619.48
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				4395.36
Venta total (S/.)				9619.48
Utilidad Neta (S/.)				5224.12
Rentabilidad (%)				18.8553384

TRATAMIENTO 08

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504.00
Aradura	H. Máq.	3	75.00	225.00
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	75.00	150.00
Surcado	H. Máq.	1	75.00	75.00
Arreglo de acequia	Jornal	1	18.00	18.00
Limpieza del terreno	Jornal	2	18.00	36.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60.00
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				198.00
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18.00	36.00
Tapado de semillas	Jornal	5	18.00	90.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
4. LABORES CULTURALES				378.00
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18.00	90.00
Aporque	Jornal	12	18.00	216.00
Riego (4 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
5. COSECHA				252.00
Despanque	Jornal	10	18.00	180.00
Selección y secado	Jornal	2	18.00	36.00
Almacenamiento	Jornal	2	18.00	36.00
6. INSUMOS				2600.00
Roca Fosfórica	Saco	20	80.00	1600.00
Diatomita	Saco	4	70.00	280.00
Urea	Saco	5	60.00	300.00
Cloruro de Potasio	Saco	2	110.00	220.00
Semilla de maíz morado	Kg	40	5.00	200.00
7. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				4192.00
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				4192.00
Sub total Costos Directos				4192.00
B. COSTO INDIRECTO				635.36
Gastos Administrativos (3% A)			125.76	125.76
Imprevistos (5% A)			209.6	209.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	300.00	300.00
COSTO TOTAL (A + B)				4827.36
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	7.6594	1.30	9957.22
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	7659.4	1.30	9957.22
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				4827.36
Venta total (S/.)				9957.22
Utilidad Neta (S/.)				5129.86
Rentabilidad (%)				6.26636505

TRATAMIENTO 09

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504.00
Aradura	H. Máq.	3	75.00	225.00
Grado y nivelación	H. Máq.	2	75.00	150.00
Surcado	H. Máq.	1	75.00	75.00
Arreglo de acequia	Jornal	1	18.00	18.00
Limpieza del terreno	Jornal	2	18.00	36.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60.00
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				198.00
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18.00	36.00
Tapado de semillas	Jornal	5	18.00	90.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
4. LABORES CULTURALES				378.00
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18.00	90.00
Aporque	Jornal	12	18.00	216.00
Riego (4 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
5. COSECHA				252.00
Despanque	Jornal	10	18.00	180.00
Selección y secado	Jornal	2	18.00	36.00
Almacenamiento	Jornal	2	18.00	36.00
6. INSUMOS				1520.00
Roca Fosfórica	Saco	10	80.00	800.00
Urea	Saco	5	60.00	300.00
Cloruro de Potasio	Saco	2	110.00	220.00
Semilla de maíz morado	Kg	40	5.00	200.00
7. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				3112.00
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				3112.00
Sub total Costos Directos				3112.00
B. COSTO INDIRECTO				548.96
Gastos Administrativos (3% A)			93.36	93.36
Imprevistos (5% A)			155.6	155.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	300.00	300.00
COSTO TOTAL (A + B)				3660.96
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	8.1441	1.30	10587.33
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	8144.1	1.30	10587.33
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				3660.96
Venta total (S/.)				10587.33
Utilidad Neta (S/.)				6926.37
Rentabilidad (%)				89.1954569

TRATAMIENTO 10

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504.00
Aradura	H. Máq.	3	75.00	225.00
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	75.00	150.00
Surcado	H. Máq.	1	75.00	75.00
Arreglo de acequia	Jornal	1	18.00	18.00
Limpieza del terreno	Jornal	2	18.00	36.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60.00
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				198.00
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18.00	36.00
Tapado de semillas	Jornal	5	18.00	90.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
4. LABORES CULTURALES				378.00
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18.00	90.00
Aporque	Jornal	12	18.00	216.00
Riego (4 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
5. COSECHA				252.00
Despanque	Jornal	10	18.00	180.00
Selección y secado	Jornal	2	18.00	36.00
Almacenamiento	Jornal	2	18.00	36.00
6. INSUMOS				1660.00
Roca Fosfórica	Saco	10	80.00	800.00
Diatomita	Saco	2	70.00	140.00
Urea	Saco	5	60.00	300.00
Cloruro de Potasio	Saco	2	110.00	220.00
Semilla de maíz morado	Kg	40	5.00	200.00
7. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				3252.00
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				3252.00
Sub total Costos Directos				3252.00
B. COSTO INDIRECTO				560.16
Gastos Administrativos (3% A)			97.56	97.56
Imprevistos (5% A)			162.6	162.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	300.00	300.00
COSTO TOTAL (A + B)				3812.16
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	7.8909	1.30	10258.17
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	7890.9	1.30	10258.17
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				3812.16
Venta total (S/.)				10258.17
Utilidad Neta (S/.)				6446.01
Rentabilidad (%)				69.0907517

TRATAMIENTO 11

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504.00
Aradura	H. Máq.	3	75.00	225.00
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	75.00	150.00
Surcado	H. Máq.	1	75.00	75.00
Arreglo de acequia	Jornal	1	18.00	18.00
Limpieza del terreno	Jornal	2	18.00	36.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60.00
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				198.00
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18.00	36.00
Tapado de semillas	Jornal	5	18.00	90.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
4. LABORES CULTURALES				378.00
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18.00	90.00
Aporque	Jornal	12	18.00	216.00
Riego (4 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
5. COSECHA				252.00
Despanque	Jornal	10	18.00	180.00
Selección y secado	Jornal	2	18.00	36.00
Almacenamiento	Jornal	2	18.00	36.00
6. INSUMOS				1940.00
Roca Fosfórica	Saco	10	80.00	800.00
Diatomita	Saco	6	70.00	420.00
Urea	Saco	5	60.00	300.00
Cloruro de Potasio	Saco	2	110.00	220.00
Semilla de maíz morado	Kg	40	5.00	200.00
7. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				3532.00
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				3532.00
Sub total Costos Directos				3532.00
B. COSTO INDIRECTO				582.56
Gastos Administrativos (3% A)			105.96	105.96
Imprevistos (5% A)			176.6	176.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	300.00	300.00
COSTO TOTAL (A + B)				4114.56
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	7.0247	1.30	9132.11
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	7024.7	1.30	9132.11
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				4114.56
Venta total (S/.)				9132.11
Utilidad Neta (S/.)				5017.55
Rentabilidad (%)				21.9462105

TRATAMIENTO 12

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504.00
Aradura	H. Máq.	3	75.00	225.00
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	75.00	150.00
Surcado	H. Máq.	1	75.00	75.00
Arreglo de acequia	Jornal	1	18.00	18.00
Limpieza del terreno	Jornal	2	18.00	36.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60.00
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				198.00
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18.00	36.00
Tapado de semillas	Jornal	5	18.00	90.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
4. LABORES CULTURALES				378.00
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18.00	90.00
Aporque	Jornal	12	18.00	216.00
Riego (4 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
5. COSECHA				252.00
Despanque	Jornal	10	18.00	180.00
Selección y secado	Jornal	2	18.00	36.00
Almacenamiento	Jornal	2	18.00	36.00
6. INSUMOS				2080.00
Roca Fosfórica	Saco	10	80.00	800.00
Diatomita	Saco	8	70.00	560.00
Urea	Saco	5	60.00	300.00
Cloruro de Potasio	Saco	2	110.00	220.00
Semilla de maíz morado	Kg	40	5.00	200.00
7. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				3672.00
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				3672.00
Sub total Costos Directos				3672.00
B. COSTO INDIRECTO				593.76
Gastos Administrativos (3% A)			110.16	110.16
Imprevistos (5% A)			183.6	183.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	300.00	300.00
COSTO TOTAL (A + B)				4265.76
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	7.0174	1.30	9122.62
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	7017.4	1.30	9122.62
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				4265.76
Venta total (S/.)				9122.62
Utilidad Neta (S/.)				4856.86
Rentabilidad (%)				13.8568508

TRATAMIENTO 13

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504.00
Aradura	H. Máq.	3	75.00	225.00
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	75.00	150.00
Surcado	H. Máq.	1	75.00	75.00
Arreglo de acequia	Jornal	1	18.00	18.00
Limpieza del terreno	Jornal	2	18.00	36.00
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60.00
Análisis químico del suelo		1	60.00	60.00
3. SIEMBRA				198.00
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18.00	36.00
Tapado de semillas	Jornal	5	18.00	90.00
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
4. LABORES CULTURALES				378.00
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18.00	90.00
Aporque	Jornal	12	18.00	216.00
Riego (4 veces)	Jornal	4	18.00	72.00
5. COSECHA				252.00
Despanque	Jornal	10	18.00	180.00
Selección y secado	Jornal	2	18.00	36.00
Almacenamiento	Jornal	2	18.00	36.00
6. INSUMOS				1800.00
Roca Fosfórica	Saco	10	80.00	800.00
Diatomita	Saco	4	70.00	280.00
Urea	Saco	5	60.00	300.00
Cloruro de Potasio	Saco	2	110.00	220.00
Semilla de maíz morado	Kg	40	5.00	200.00
7. TRANSPORTE				200.00
Transporte de insumos y otros	Contrata		200.00	200.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				3392.00
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				3392.00
Sub total Costos Directos				3392.00
B. COSTO INDIRECTO				571.36
Gastos Administrativos (3% A)			101.76	101.76
Imprevistos (5% A)			169.6	169.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	300.00	300.00
COSTO TOTAL (A + B)				3963.36
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	7.5496	1.30	9814.48
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	7549.6	1.30	9814.48
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				3963.36
Venta total (S/.)				9814.48
Utilidad Neta (S/.)				5851.12
Rentabilidad (%)				47.6302935