

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“APLICACIÓN DE ROCA FOSFÓRICA INCUBADA CON UNA SOLUCIÓN
DE MICROORGANISMOS, EN EL RENDIMIENTO DE PAPA
(*Solanum tuberosum* sp.) VARIEDAD ROJA AYACUCHANA, CANAAN 2735
msnm, INIA, AYACUCHO”**

Tesis para Obtener el Título Profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

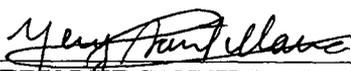
Presentado Por:
PÍO ALEJANDRO OCHOA GUERRA

AYACUCHO - PERÚ

2010

**“APLICACIÓN DE ROCA FOSFÓRICA INCUBADA CON UNA SOLUCIÓN
DE MICROORGANISMOS, EN EL RENDIMIENTO DE PAPA
(*Solanum tuberosum* sp) VARIEDAD ROJA AYACUCHANA,
CANAAN 2735 msnm, INIA, AYACUCHO”**

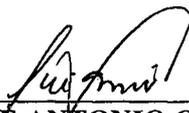
Recomendado : 02 de agosto de 2011
Aprobado : 18 de agosto de 2011



DRA. NERY LUZ SANTILLANA VILLANUEVA
Presidente del Jurado



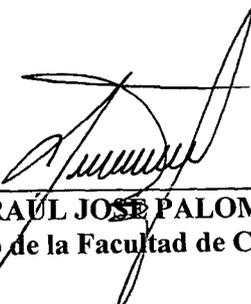
M.Sc. ING. ALEX LAZARO TINEO BERMÚDEZ
Miembro del Jurado



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



ING. JUAN BENJAMÍN GIRÓN MOLINA
Miembro del Jurado



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

DEDICATORIA

Con todo cariño a mi padres
Raúl Augusto Ochoa Navarro y
Fidencia Guerra Castro, símbolos de
amor, paciencia y superación.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía, alma máter de mi formación profesional.

A los Señores Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus valiosas enseñanzas y orientaciones que condujeron al logro de mis objetivos.

Al Ing. Alex Lázaro Tineo Bermúdez, por su asesoramiento, aporte en la planificación, desarrollo y conducción del presente trabajo de investigación; así mismo, al Ing. Máximo Morote Quispe, por su asesoramiento y dirección.

Al Ing. Esteban Quispe Gómez, técnico del Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Plantas “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH, por su colaboración desinteresada.

ÍNDICE

	Página.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
1.1. Cultivo de la Papa	3
1.1.1. Origen y Distribución Geográfica	3
1.1.2. Ubicación Taxonómica	4
1.1.3. Características Morfológicas	4
1.1.4. Labores Culturales	9
1.1.5. Plagas y Enfermedades	22
1.1.6. La papa “Roja Ayacuchana”	24
1.1.7. Superficie Sembrada y Rendimiento de la Papa	24
1.2. Los Microorganismos Efectivos (ME)	26
1.2.1. Definición	26
1.2.2. Tipos de Microorganismos	26
1.2.3. Modo de Acción de los Microorganismos	28
1.2.4. Aplicación del ME	28
1.3. Los ME y su Acción Solubilizante	29
1.4. El Fósforo	30
1.4.2. El Fósforo en el Suelo	31
1.4.3. El Fósforo en la Planta	32
1.4.4. La Roca Fosfórica o Fosfatos Naturales	34

CAPÍTULO II

2.	MATERIALES Y MÉTODOS	37
2.1.	Ubicación del Experimento	37
2.2.	Antecedentes del Terreno	37
2.3.	Características Químicas del Suelo	38
2.4.	Condiciones Climáticas	38
2.5.	Material Vegetal	42
2.6.	Metodología Experimental	42
2.6.1.	Factores de Estudio	42
2.6.2.	Tratamientos y Diseño Experimental	43
2.6.3.	Descripción de la Parcela Experimental	44
2.7.	Instalación y Conducción del Experimento	46
2.7.1.	Solución Natural con Microorganismos (SM)	46
2.7.2.	Roca Fosfórica Incubada en Microorganismos	46
2.7.3.	Conducción del Experimento	47
2.8.	Variables Evaluadas	49
2.8.1.	Determinación de Fósforo en el Incubado	49
2.8.2.	Estados Fenológicos	49
2.8.3.	Factores de Rendimiento	49
2.8.4.	Mérito Económico	49
2.9.	Análisis Estadístico	49

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
3.1.	De la Solubilidad del Fósforo de la Roca Fosfórica	50
3.2.	Altura de Planta	51
3.3.	Rendimiento Total de Papa	53
3.4.	Rendimiento de Papa Primera y Segunda	59
3.5.	Mérito Económico	65

CAPÍTULO IV

4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
4.1.	Conclusiones	68
4.2.	Recomendaciones	69

RESUMEN	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	74

INTRODUCCIÓN

La agricultura peruana es muy dependiente de los fertilizantes sintéticos fosforados los cuales son importados a elevados precios; siendo en nuestro país el fosfato diamónico el de mayor demanda equivalente a un 80%, quedando en segundo lugar el superfosfato triple de calcio con 18%, y el resto con 2% aportado por otras fuentes fosfatadas incluida la Roca Fosfórica (Ramírez 2000).

El fósforo después del nitrógeno, es el nutriente inorgánico más requerido por plantas y microorganismos, además en el suelo es el factor limitante del desarrollo vegetal a pesar de ser abundante tanto en formas inorgánicas como orgánicas. Las plantas deben absorberlo del suelo, donde se encuentra en muy baja concentración, normalmente en niveles que varían entre 5 y 30 mg.kg^{-1} ; estos índices bajos del nutriente se deben a que el fósforo soluble reacciona con iones como el calcio, el hierro o el aluminio que provocan su precipitación o fijación, disminuyendo su disponibilidad para los vegetales. Los fosfatos inorgánicos aplicados como fertilizantes químicos también son inmovilizados en el suelo y como consecuencia no son solubles para ser aprovechados por los cultivos. Por lo tanto se considera, que 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 las plantas.

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 tanto utilizada solo en cultivos perennes, en suelos ácidos y raras veces en cultivos anuales.

La técnica "Microorganismos Efectivos" (MEN), desarrollada en la década de los ochenta por el Doctor Teruo Higa, en Japón está, siendo utilizados en la Agricultura, Ganadería, Medicina y otros. En nuestra Universidad ya se ha empleado para solubilizar el P de la roca fosfórica y evaluado su efecto en el cultivo de papa.

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

Objetivo General:

- Evaluar el efecto de la aplicación de la roca fosfórica incubada, en una solución de microorganismos, en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum sp*), variedad "Roja Ayacuchana".

Objetivos Específicos:

- Determinar el efecto del tiempo de incubación de la roca fosfórica en una solución de microorganismos (SM) en la solubilidad del fósforo.
- Determinar el nivel de roca fosfórica incubada en una SM, que maximice el rendimiento de papa variedad "Roja Ayacuchana".

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. CULTIVO DE PAPA

1.1.1. Origen y Distribución Geográfica

Egúsquiza (2000), menciona que en algunas regiones del planeta por causas imposibles de ser explicadas en su integridad, se originaron los primeros cultivos en la que la humanidad basa su alimentación, es el caso de la papa.

En estos sitios que corresponden generalmente a países pobres tuvieron origen las formas silvestres de estos cultivos, los que fueron domesticados por la paciente y persistente labor humana.

En el Perú se sabe por evidencias arqueológicas, que este cultivo existió mucho antes de la época de los incas y ha sido la base para la civilización de las culturas andinas.

De otra parte Busakasov (1982), citado por Hawkes (1980), señala dos centros de origen, el primario situado en los andes (Perú – Bolivia), donde se encuentran mucho endemismo varietal de la papa y gran concentración en sus formas y colores y otra centro secundario al sur de Chile en Chiloe, que afirma que se hubiese formado a partir de las papas andinas.

Así mismo una tercera posición es sostenida por Ochoa (1990), un centro primario en el sur Peruano Boliviano, por la gran concentración de un buen número de especies silvestres en esta región y con caracteres muy propios de sus variedades.

1.1.2. Ubicación Taxonómica

Egúsquiza (2000), menciona la clasificación taxonómica de la papa se basa en caracteres florales, lo que ha permitido clasificarlo de la manera siguiente:

Reino	:	Vegetal
División	:	Fanerógama
Sub división	:	Angiosperma
Clase	:	Dicotiledóneas.
Subclase	:	Simpétala o metaclamídea
Orden	:	Tubiflora.
Familia	:	Solanácea.
Género	:	Solanum.
Sección	:	Petota.
Serie	:	Tuberosa.
Especie	:	<i>Solanum tuberosum</i> .
Variedad	:	Roja Ayacuchana
Número cromosómico	:	$2n = 4X = 48$

1.1.3. Características Morfológicas

Lira (1994), menciona que el estudio de la morfología de la papa tiene especial importancia para la identificación de variedades, igualmente para el productor y el comprador en la identificación de variedades existentes en el mercado.

a. La Planta

Ezeta (1986), dice que la planta es un organismo especializado en el almacenamiento de productos de la fotosíntesis (almidón). Por lo tanto, una apropiada producción de tubérculos depende de que la fotosíntesis sea mayor que la respiración.

Inicialmente la planta de papa distribuye los productos de la fotosíntesis hacia el crecimiento y desarrollo de sus tallos, hojas, raíces, estolones, flores y frutos, esta etapa es conocida como etapa de crecimiento vegetativo – reproductivo.

Cuando estos centros de crecimiento reducen su requerimiento de productos de la fotosíntesis, estos se almacenan dando inicio a la etapa de tuberización.

La planta de papa es de naturaleza herbácea y consta de un sistema aéreo y un sistema subterráneo.

b. El Brote

Egúsqizba (2000), menciona que el brote es un tallo que se origina en el ojo del tubérculo. El tamaño y apariencia del brote varía según las condiciones en las que se ha almacenado el tubérculo.

Cuando se siembra el tubérculo los brotes aceleran su crecimiento y, al salir a la superficie del suelo, se convierten en tallos.

No es deseable la presencia de brotes cuando el tubérculo se comercializa para consumo.

Es deseable la presencia de brotes cuando se comercializa para semilla.

El extremo basal del brote forma la parte subterránea del tallo, y se caracteriza por la presencia de lenticelas. Después de la siembra, esta parte rápidamente produce raíces y luego estolones o tallos laterales. El extremo apical del brote da origen el crecimiento del mismo.

c. El Tallo

INIA (1995), menciona que el sistema de tallos de la papa consta de tallos, estolones y tubérculos. Las plantas provenientes de semilla verdadera tienen un solo tallo principal mientras que las provenientes de tubérculos de semilla pueden producir varios tallos.

La planta de papa es un conjunto de tallos aéreos y subterráneos, el tallo principal se origina del brote del tubérculo semilla, el tallo secundario se origina de una yema subterránea del tallo principal.

Egúsqizba (2000), afirma que el tallo estolonífero se origina de un estolón que toma contacto con la luz, la rama se origina de una yema aérea del tallo principal.

El tubérculo es el tallo que almacena sustancias.

d. La Raíz

INIA (1995), manifiesta que el desarrollo y crecimiento de las plantas de la papa se da a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen a partir de una semilla, forman una delicada raíz axonomorfa con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos, forman raíces adventicias primero en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo.

Ezeta (1986), menciona que las raíces formadas a partir de tubérculos se desarrollan en los primeros 20 cm. de profundidad y se extienden lateralmente de 30 a 60 cm. Son fibrosas muy ramificadas, finas y largas. Las raíces tienen un débil poder de penetración y sólo adquieren un buen desarrollo en un suelo mullido.

Lira (1994), señala que el sistema radicular cumple la función importante de absorción de agua y nutrientes contenidos en el suelo, la planta no tendrá buen desarrollo si no hay buen desarrollo de raíces.

Es la estructura subterránea responsable de la absorción de agua que se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forma un sistema fibroso.

e. La Hoja

Egúsqiza (2000), señala que la hoja es la estructura que sirve para captar y transformar la energía luminosa en energía alimenticia.

La cantidad de folíolos de la hoja determina su disectividad (cantidad de folíolos). La superficie de las hojas es la fuente de energía que utiliza la planta de papa para el crecimiento, desarrollo y almacenamiento.

Las hojas están distribuidas en forma espiral sobre el tallo, normalmente, las hojas son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos. Donde cada raquis puede llevar varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal.

f. La Flor

Ezeta (1986), dice que es la estructura aérea que cumple funciones de reproducción sexual.

Desde el punto de vista agrícola, las características de la flor tiene importancia para la diferenciación y reconocimiento de variedades. Se presentan en grupos que conforman la inflorescencia.

Cada flor se presenta al final de las ramificaciones del pedúnculo floral (pedicelos).

El pedicelo está dividido en dos partes por un codo denominado articulación de pedicelos o codo de abscisión.

Las características de la flor son constantes pero la floración y la fertilidad del polen y del óvulo pueden ser modificadas por el ambiente (variedad, suelo, humedad relativa, temperatura del ambiente, intensidad de luz, duración de la luz).

Las flores de la papa son bisexuales, y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo. Los estambres son el órgano masculino llamado androceo mientras que el pistilo es el órgano femenino llamado gineceo.

Estrada (2002), menciona que la papa es una planta autógama, Las flores tienen la corola rotácea gamopétala de color blanco, rosado, violeta, etc, luego forman una baya donde se desarrollan las semillas.

El pedúnculo floral y la inflorescencia crecen cuando el tallo principal ha finalizado su crecimiento y se inicia la primera floración, al mismo tiempo se inicia el crecimiento de una rama o se acelera el crecimiento de un tallo secundario en cuyo extremo crecerá otra inflorescencia que da la apariencia de una segunda floración.

g. Fruto y Semilla

Egúsquiza (2000), manifiesta que el fruto o baya de la papa se origina por el desarrollo del ovario. La semilla, conocida como semilla sexual, es el óvulo fecundado, desarrollado y maduro.

Cada semilla tiene la facultad de originar una planta que, adecuadamente aprovechada, puede producir cosechas satisfactorias.

Ezeta (1986), señala que la semilla de papa son de dos clases: semilla sexual o botánica y semilla asexual como plántulas in vitro, brotes, esquejes de tallo, tubérculos. La semilla de papa es una estructura botánica que se encuentra en condición disponible, económica y oportuna para regenerar una nueva planta de papa sana, productiva y con las características de la variedad elegida.

h. El Estolón

Egúsquiza (2000), señala que el estolón un tallo subterráneo que se origina de la yema del tallo subterráneo. El extremo del estolón tiene la forma de gancho.

Es un tallo especializado en el transporte de sustancias producidas en las hojas y que se almacenan en los tubérculos en forma de almidones.

El número y longitud de estolones depende de la variedad, del número de tallos subterráneos y de todas las condiciones que afectan el crecimiento de la planta.

Los estolones crecen a través de una continua división celular y elongación, los estolones crecen siempre hacia abajo del suelo pero en algunos casos escapan hacia afuera y se convierten en tallos aéreos

i. El Tubérculo

Egúsquiza (2000), manifiesta que es la porción apical del estolón cuyo crecimiento es fuertemente comprimido y orientado hacia los costados.

El tubérculo de papa es el tallo subterráneo especializado para el almacenamiento de los excedentes de energía (almidón).

Lira (1994), señala que son los órganos comestibles de la papa, están formados

por tejido parenquimático donde se acumulan las reservas de almidón, en las axilas de estas se sitúan las yemas de crecimiento llamados ojos dispuestas en espiral sobre la superficie del tubérculo.

Para que haya tuberización la planta debe haber desarrollado una cantidad de follaje suficiente para producir excedentes de azúcar, la planta debe recibir estímulos de temperaturas bajas, la planta no debe sufrir de limitaciones o déficit de agua, debe haberse reducido el abastecimiento de nitrógeno de lo contrario seguirá el crecimiento aéreo y se retrasa el inicio de tuberización, los días deben durar de 10 a 12 horas y la luminosidad determinará la calidad del producto, en zonas de días nublados se reduce la cantidad de sólidos totales y se hace aguachenta y donde hay mejor calidad de luz la papa es harinosa.

INIA (1995), menciona que los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Un tubérculo tiene dos extremos: el basal, o extremo ligado al estolón, que se llama talón y el extremo opuesto, que se llama extremo apical o distal. Los ojos se distribuyen sobre la superficie del tubérculo siguiendo un espiral, se concentran hacia el extremo apical y están ubicados en las axilas de hojas escamosas llamadas “cejas”. Según la variedad, las cejas pueden ser elevadas, superficiales o profundas. Cada ojo contiene varias yemas. Los ojos del tubérculo de papa corresponden morfológicamente a los nudos de los tallos; donde las cejas representan las hojas y las yemas de los ojos pueden llegar a desarrollarse y formar un nuevo sistema de tallos principales, tallos laterales y estolones.

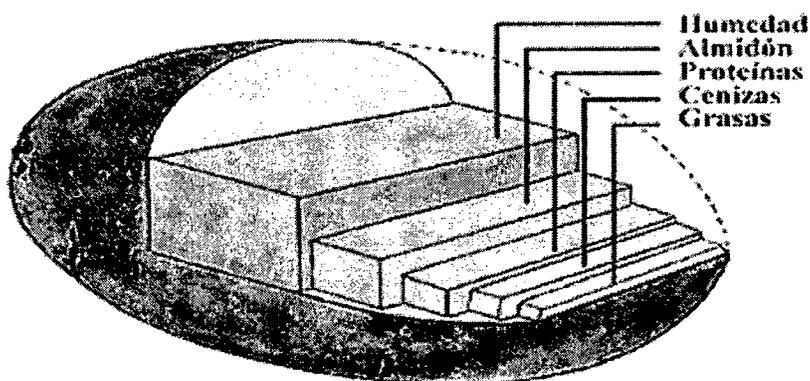


Foto 01 Componentes bromatológicos de la papa

COMPOSICION PROMEDIO EN UNA PORCION DE 100 GRAMOS DE PAPA FRESCA	
Humedad	78.0 gr
Proteínas	2.1 gr
Almidón	18.5 gr
Cenizas	1.0 gr
Grasas	0.1 gr
MINERALES	VITAMINAS
Potasio 560.0 mg	B1 (Tiamina) 0.1 mg
Fosforo 50.0 mg	B2 (Riboflavina) 0.04 mg
Calcio 9.0 mg	B6 (Pirodoxina) 0.25 mg
Sodio 7.0 mg	Vitamina C 20.0 mg
Fierro 0.8 mg	Niacina 1.50 mg

Análisis bromatológico de la papa fresca. Egúsquiza (2000).

1.1.4. Labores Culturales

a. Preparación del Suelo

CIP (1986), Comprende un conjunto de práctica o labores agrícolas dirigidas a mejorar el suelo física y sanitariamente, de modo que coadyuven al incremento de la producción del cultivo.

La preparación de suelos debe ser hecha siempre con criterio fitosanitario; es decir todas las operaciones deben ser realizadas y dirigidas a disminuir los patógenos del suelo. Comprende:

1.- Un riego pesado por inundación.- Es un riego dirigido a remojar el terreno de modo que el suelo quede completamente saturado.

Debe ser uniforme y profundo. Este riego facilita las operaciones posteriores, sean manuales o mecanizadas y puede disminuir las poblaciones de insectos de suelo, aunque también estimula la germinación de las semillas de malezas.

Este riego conocido como “macho”, puede ser prescindible, ya que la preparación de suelo propiamente dicha puede hacerse en seco. Asimismo, para empezar la preparación hay que esperar que el suelo llegue a su capacidad de campo o a

lo que se conoce como que se ponga “A punto” y esto retrasa alrededor de 10 a 15 días la preparación propiamente dicha.

2.- Aradas.-Esta operación conocida también como “barbecho” consiste en arar el campo con disco o verdadera. Las aradas deben ser cruzadas y profundas con el fin de abrir y voltear el suelo, matar y enterrar las malezas y los rastrojos del cultivo anterior.

3.- Rastreo.- El pase de la rastra tiene por objeto desterronar o desmenuzar los terrones hasta dejar el suelo bien mullido. A menudo es conveniente pasara además una rastra de dientes flexibles para completar el desterronado y extraer los rastrojos.

b. Control de Malezas

CIP (1986). Malezas es toda planta diferente a la especie o variedad sembrada y que se está cultivando. Deben ser controladas porque:

Le quita a la papa luz, agua, fertilizantes y espacio.

Alberga insectos, hongos, bacterias, virus, micoplasma y nematodos dañinos para la papa.

Dificultan las labores de campo, la circulación de agua de riego, etc.

Formas de control de las malezas pueden agruparse en:

- Control Químico
- Control Manual o Deshierbo.

Control químico.- Se realiza por la aplicación de productos químicos llamados herbicidas. Estos pueden ser sistémicos o de contacto. Los primeros actúan circulando dentro de la planta maleza y los segundos sobre las partes verdes de los vegetales, matándolos.

En papa se recomienda:

Patorán: Ingrediente activo: Metobromuron

Dosis: 3-4 kg.ha⁻¹

Momento de aplicación: preemergencia, es decir, aplicarlo inmediatamente después de la siembra o antes de la emergencia entre los surcos sembrados. Controla malezas de hoja ancha.

Sencor: Ingrediente activo: Metribuzín.

Dosis: 0.5 – 1.0 kg.ha⁻¹

Momento de aplicación: Preemergencia.

Controla: Malezas de hoja ancha.

Afalón.- Ingrediente activo: Linurón.

Dosis: 1 -2 kg.ha⁻¹

Momento de aplicación: preemergencia.

Controla: Malezas de hoja ancha.

Para el empleo correcto de los herbicidas es necesario determinar el herbicida a usar y su dosis a emplear. Así tenemos:

Herbicida: Los sistémicos son más eficientes.

Dosis: Varía con:

El suelo: Los suelos pesados requieren dosis más altas que los suelos medianos y éstos más que los livianos o sueltos. En suelos húmedos los herbicidas son eficientes, mientras que en suelos secos su efecto se minimiza.

La cantidad de agua: El volumen promedio de aplicación es de 500 – 600 l.ha⁻¹

El equipo: En bombas manuales se deben usar boquillas de chorro en abanico conocidas como boquillas Teejet.

En general se deben observar las recomendaciones y precauciones del manejo que indican las etiquetas de estos productos.

Control Manual o Deshierbo - Consiste en eliminar todo tipo de malezas utilizando lampas, trinchas y tractores con rastra de dientes o “cola de chanco” Generalmente este control completa al que se realiza con herbicidas.

Definitivamente, la eliminación de las malezas se debe hacer antes que empiecen a competir con las plantas de papa en luz, agua, nutrimentos, espacio, etc. En la práctica este momento se determina cuando al estado de plántulas en cada metro cuadrado de suelo hay tres plantas maleza por una de papa. Asimismo, se debe evitar que las malezas que persistan floreen, fructifiquen y lleguen a producir semilla porque éstas darán origen a nuevas poblaciones de malezas.

c. Cambio de Surco

Moreira (1988), Las plántulas de papa emergidas, generalmente están ubicadas en la costilla o el borde del surco de siembra. Este no es lugar ideal para el crecimiento de la planta de papa ya que el agua de riego y/o las lluvias, si están en exceso, o con cierta fuerza, pueden descubrir las raicillas y exponer a los más diversos trastornos. Lo mismo, las plantas pueden ser fácilmente asfixiadas.

Por estas razones es necesario realizar el “cambio de surco” que no es otra cosa que la labor agronómica de abrir el surco definitivo entre las hileras de plantas, de modo de eliminar o tapar el surco original que se hizo al momento del tapado de la semilla.

El cambio de surco se efectúa cuando las plantas tengan aproximadamente de 8 a 10 cm de tamaño de modo que esta operación sirva también de deshierbo, cubra ligeramente la parte inferior de las plantas y mejore las condiciones físicas del suelo, aireándolo.

En los cultivos instalados con cultivares precoces, es conveniente aplicar la segunda dosis del fertilizante nitrogenado inmediatamente antes del “cambio del surco”. Inmediatamente después de concluido el “cambio de surco” debe ser aplicado un riego suficiente para que las plantas se recuperen de esta labor y además puedan movilizarse mejor los elementos de fertilización aplicados.

d. Aporque

Moreira (1988), El aporque es una de las labores más importantes que se realizan durante el cultivo de la papa. La ejecución inoportuna o mal realizada de esta labor no sólo no beneficia al cultivo si no que puede serle perjudicial.

El aporque consiste en cubrir con suelo la base de las plantas hasta determinada altura del tallo aéreo con el objeto de:

- Evitar los estolones en formación.
- Evitar que penetre la luz y se verdeen los tubérculos.
- Evitar que penetren los insectos, esporas de hongos, bacterias que deterioran los tubérculos.
- Dar mayor sostén a las plantas.
- Cubrir los fertilizantes o pesticidas que se hubieran aplicado.
- Eliminar las malezas.
- Mejorar las condiciones físicas del suelo.

El aporque debe ser hecho en su oportunidad y este momento se determina escarbando cuidadosamente y observando la zona subterránea de las plantas en varios lugares del campo. El inicio del crecimiento de los estolones determina el momento de hacer el aporque.

Hay que tener presente que los tubérculos se forman en el extremo, los estolones emergen y se convierten en tallos secundarios los que son prácticamente improductivos.

El aporque debe ser hecho de acuerdo con las características de tuberización del cultivar; es decir, cultivares de tuberización superficial se deben aporcar más alto que aquellos con tuberización media o profunda. Lo mismo, cultivares de tuberización

temprana se aporcaran antes que los tardíos, pero siempre previa observación del inicio del crecimiento de los estolones.

El “arropo” de las plantas es otra de las características del buen aporque y consiste en cubrir bien el cuello de las plantas. Aporcar sin “arropar” equivale a no hacerlo, ya que por la zona descubierta del cuello de la planta penetra la luz, insectos, hongos, etc. Lo que provoca la emergencia de los estolones, el verdeamiento de los tubérculos y su deterioro o pudrición.

e. Riegos

CIP (1986), Indica que el agua es indispensable para el crecimiento y la producción porque sin ella:

- No hay fotosíntesis ni respiración.
- No hay transporte de minerales ni de productos resultantes de la fotosíntesis.
- Las células pierden su turgencia.
- Se paraliza la transpiración y la regulación de la temperatura de las hojas.
La papa, comparativamente con otros cultivos, es más sensible a los excesos y defectos de agua debido a que:
- Sus raíces son muy sensibles a los cambios de acidez o alcalinidad del suelo (cambio de pH).
- La capacidad de absorción de agua de las raíces es bajo.
- La alta sensibilidad de los estomas de las hojas.
- Efectos de la sequía o defecto de agua.

La sequía puede ser causada por la ausencia de lluvias o falta de agua de riego. Esto afecta a la papa de muy variadas formas:

- El suelo seco desde la iniciación del cultivo es causa de un menor número de tallos.
- Produce el cierre de los estomas reduciendo la transpiración y la fotosíntesis, aumentando la temperatura de las hojas y por ende la reducción de la producción.
- Causa deformaciones de los tubérculos.
- Favorece el ataque de insectos tales como el ácaro del bronceado, la polilla de la papa, gusanos cortadores, perforadores de hoja, etc.
- Dificulta la cosecha dañándose los tubérculos.
- Efectos de la inundación o exceso de agua.

- Es causada por los excesos de lluvias o las inundaciones por descuido en los volúmenes de agua de riego, ruptura de canales de regadío, sumándose a esto el drenaje deficiente.
- El exceso de agua en los riegos ocasiona:
- Pudrición de la semilla, lo que origina bajas poblaciones de plantas y las que emergen de las semillas deterioradas dan baja producción.
- Alta humedad relativa que favorece la infección de “ranchara” (*Phytophthora infestans*).
- La predisposición de los tubérculos a pudriciones.
- Asfixia de las raíces por la falta de oxígeno, y por lo tanto, falta de crecimiento de las raíces y de la planta.
- Aumento de las posibilidades de mayor erosión.
- Secuencias de riego

En la siembra, al momento de colocar la semilla, el suelo debe estar “a punto”, es decir, húmedo pero no mojado. Si el suelo se hubiera preparado en seco, o los surcos estuvieran secos, se debe dar un riego ligero del antes de la siembra y sólo se colocará la semilla cuando el fondo del surco esté húmedo (no mojado).

Antes de la emergencia todo exceso de humedad es perjudicial pues los tubérculos son susceptibles a las pudriciones. Por esta razón la semilla debe estar rodeada de humedad pero no en exceso.

De otro lado, riegos abundantes en la primera etapa del cultivo estimulan el crecimiento superficial de las raíces lo que es perjudicial para el cultivo establecido ya que los fertilizantes no serán completamente adsorbidos, las plantas no tendrán una buena fijación al suelo y serán más sensibles tanto a la falta como al exceso de agua, principalmente.

La humedad del suelo estimula el crecimiento y desarrollo da mayor número de tallos y de estolones lo mismo que la formación de tubérculos.

Desde el inicio de la formación de los tubérculos, durante todo el desarrollo y evolución del cultivo y hasta su madurez, no debe faltar la humedad del suelo. Dicho de otra manera, el suelo por ningún motivo debe estar seco y el agua debe estar siempre disponible. Esto debido a que la falta de agua impide el crecimiento de las plantas y por lo tanto la producción de tubérculos. Asimismo. La sequía favorece el ataque de insectos y los riegos irregulares (a destiempo e inoportunos) hacen que los tubérculos se deformen.

Los riegos al final del periodo vegetativo son tan importantes como los primeros debido a que las plantas viejas al no tener agua disponible en el suelo, absorben el agua de los tubérculos perdiendo peso y tornándose flácidos.

Al término del cultivo y antes de la cosecha, la humedad del suelo es también necesaria para la adherencia de la piel y hasta la cosecha de papas “pelonas”; evita las resquebrajaduras del suelo y la formación de terrones y facilita la cosecha.

- **Determinación del momento de riego**

El momento de riego, prácticamente, puede determinarse por la consistencia del suelo, este método práctico y sencillo consiste en escarbar con cuidado en los camellones (para no malograr las raíces) y tomar un puñado de suelo al nivel de las raíces. Comprimir el suelo cerrando fuertemente la mano de modo de hacer una bola y comparar con la siguiente tabla:

Si la bola de suelo toma las consistencias indicadas es porque ha llegado al límite de sequía y es necesario regarlo para que vuelva a su capacidad de campo.

Otro método empleado para determinar el momento del riego es el del tensiómetro. El tensiómetro es un aparato simple que consta de un vaso poroso con agua conectado a un manómetro de vacío.

El tensiómetro se introduce al suelo y éste ejerce una succión al vaso.

Textura del Suelo	Consistencia de la Bola del Suelo
Arenoso (grueso)	No forma bola , se muestra seca
Franco Arenoso (moderadamente grueso)	La bola de suelo no se mantiene siempre
Franco (mediano)	Se forma bola plástica, a veces
Arcilloso (fino)	Se forma bola con bandas de humedad que escurren entre los dedos pulgar e índice.

De agua; el manómetro indica la fuerza de succión del suelo en centibares (cb). La papa debe ser regada antes que el tensiómetro exceda 40 cb.

- Recomendaciones generales para el riego
- Los riegos deben ser aplicados siempre oportunamente y en cantidad suficiente.

- La frecuencia de los riegos ligeros y frecuentes que los riegos pasados y distanciados en el tiempo.
- Por ningún motivo el suelo debe estar seco.

f. Descartes

CIP (1986), Es una de las labores más importantes en el proceso de producción de semilla. Consiste en la eliminación de plantas con síntomas de enfermedades, fuera de tipo, mezclas, y en fin todas aquellas consideradas como indeseables en un semillero. De su eficiencia, oportunidad y modo de ejecución, depende en gran parte la sanidad del semillero y por lo tanto la calidad de la semilla.

- La eficiencia: Está en función de la constancia y habilidad del semillerista en detectar, identificar y diferenciar las plantas infectadas por virus, las mezclas y fuera de tipo, principalmente. La eficiencia es consecuencia directa de la experiencia.
- Oportunidad de la ejecución: La expresión de virus en las plantas depende del tipo de síntoma, clase de infección, edad de la planta y del medio ambiente. Así, los mosaicos severos y rugosos se expresan drásticamente y son fáciles de observar y eliminar, mientras que los mosaicos benignos lo hacen tardíamente y son dificultosamente distinguibles por lo que su erradicación es más ardua y aleatoria.
- En vegetales, las enfermedades virosas tienen dos clases de infección: Las primarias y las secundarias. Las infecciones primarias son las que ocurren durante la misma estación de cultivo y son difícilmente observables y pasan a menudo inadvertidas. Las infecciones secundarias, son las que han ocurrido durante la estación anterior de cultivo y las plantas provienen de tubérculos ya infectados. Estas son generalmente fáciles de detectar y eliminar.
- La edad de la planta es otro aspecto necesario de considerar:
- Las plantas muy jóvenes, por el tamaño de sus folículos, pigmentaciones normales, pubescencia, entre otras causas, no expresan los síntomas virosos con claridad. De otro lado, las plantas con período vegetativo avanzando enmascaran o hacen confundibles los síntomas con los propios de la senectud.
- La hora o el tiempo reinante durante el descarte, es también determinante en la eliminación de las plantas indeseables. La intensa luminosidad

imposibilita casi por completo la detección sintomatológica de las plantas infectadas con virus. Análogamente, días con cielo nublado bajo, o muy oscuros dificulta la detección y erradicación de plantas con mosaico benigno y fuera de tipo.

- Por estas razones, la labor de descarte o erradicación de plantas indeseables debe realizarse antes de que se inicie la diseminación mecánica o por vectores de virus y en horas, días de poca intensidad lumínica; es decir, empezarse apenas se manifiesten los primeros síntomas y realizarse en forma continuada durante todo el periodo vegetativo hasta la eliminación del follaje.
- Modo de ejecución: El descarte debe ejecutarse de modo que no queden en el campo restos de las plantas eliminadas. Follaje, tallos, raíces, estolones y tubérculos deben ser retirados y enterrados lejos del semillero y de campos de cultivo. Deben tenerse especial cuidado en evitar que las plantas eliminadas, durante su acarreo, se rocen con las plantas sanas. De igual manera se debe evitar que los vectores que hubiese, caigan en las plantas sanas, por lo que se deben acarrear dentro de sacos, que no permitan la salida de los vectores, hasta el lugar donde se entierren.

En unidades de tubérculo, por lo que cada planta de la unidad se evalúa en función de las demás de esa misma unidad, una sola planta con síntomas o siquiera sospechosa de infección o indeseable, es determinante para la eliminación de toda la Unidad. Las Unidades sin síntomas, consideradas como sanas, preferentemente deben ser sometidas a pruebas de infectividad y/o de serología. Con estas pruebas se eliminarán todas las plantas portadoras y aquellas que hubieran pasado desapercibidas en los descartes por sintomatología.

g. Inspección de Campo

CIP (1986). Las inspecciones son las visitas realizadas por los especialistas a los semilleros y almacenes con el fin de revisarlos, determinar los problemas y recomendar las medidas más convenientes a adoptarse en ellos.

Las inspecciones de campo deben empezarse tan pronto como fuera posible; la primera inspección debe hacerse al mes o dos meses después de la siembra, dependiendo de la variedad y estado del campo. Así, entonces, el descarte debe empezarse antes de la primera visita, de modo que cuando lleguen los inspectores ya

hayan sido eliminadas todas las plantas que se consideren indeseables. La segunda inspección se hará a los 20 – 30 días después de la primera y revisará si se ejecutaron las recomendaciones dadas en la primera visita; la tercera se hará inmediatamente antes de la eliminación del follaje. Después de cada inspección se dejarán las recomendaciones y observaciones por escrito en la hoja de inspección respectiva.

En las inspecciones se deben hacer estimaciones principalmente de los siguientes parámetros:

- Autenticidad de la variedad.
- Pureza varietal.
- Enfermedades transmisibles por tubérculos.
- Presentación del cultivo.
- Plantas de papa del cultivo anterior y otras Solanáceas.

Autenticidad de la variedad

Se chequeará si el semillero pertenece a la variedad indicada. Es un parámetro eliminatorio del semillero.

Pureza varietal

Se considera como impurezas las plantas fuera de tipo, las pertenecientes a otras variedades o mezclas y las mutantes. La pureza varietal debe ser lo más próximo al 100%. En semilla básica debe ser 100 %.

Enfermedades transmisibles por tubérculo

Las inspecciones se deben dirigir especialmente a las enfermedades virosas, sin que esto signifique que no se consideren otras enfermedades. Así, por ejemplo, en zonas cuarentenizas por *Pseudomonas solanacearum* (marchitez bacteriana), una sola planta o tubérculo afectado es determinante para el rechazo definitivo del semillero o lote de semilla.

Las inspecciones de campo se deben realizar recorriendo el semillero y revisando si es que han sido eliminadas todas las plantas con síntomas evidentes de virus, sospechosas, fuera de tipo y las mutantes, y si es que se cumplieron las recomendaciones dadas en la inspección anterior.

Inspecciones para enfermedades fungosas y bacterianas en planta

- | | |
|---|-------------------|
| 1. Enfermedades foliares | Grado Permisible. |
| <i>Phytophthora infestans</i> (“rancha”). | 1-3 |
| <i>Septoria, phyllosticta, Macrophoma sp.</i>
(Manchas foliares) | 1-3 |
| Grado 1: 0 - 2 % de follaje infectado y con lesiones. | |
| Grado 2. 3 - 6% de follaje infectado y con lesiones en áreas
Donde la enfermedad es epifítica o epidémica. | |
| 2. Enfermedades bacterianas. | Grado permisible. |
| <i>Pseudomonas solanacearum</i>
(Marchitez bacteriana) | 0 % |
| <i>Erwinia sp.</i> (“pierna negra”, “podredumbre blanda “) | 1 % |

Inspecciones en tubérculo

Por la alta infestación de la mayoría de nuestros campos por fitopatógenos del suelo y la imposibilidad de detectarlos antes de la cosecha, sólo queda exigir una estricta y rigurosa selección de tubérculos. Así se deben eliminar todos los tubérculos con infección de:

- Phytophthora infestans*. “rancha”
- Phytophthora erythroseptica*. “podredumbre rosada”
- Fusarium sp.* “podredumbre seca”
- Rhizoctonia solani* “rizoconiosis”
- Synchytrium endobioticum*. “verruca”
- Spongospora subterranea*. “roña”
- Angiosorus solana*. “carbón”
- Erwinia sp.* “pierna negra. “Podredumbre blanda”
- Pseudomonas solanacearum*. “marchites bacteriana”

Especial atención deben darse a la presencia de *Pseudomonas solanacearum* y *Angiosorus solana*. La presencia de un solo tubérculo infectado por estos microorganismos es suficiente para descartar todo el plantel y no ser empleado como semilla.

Nematodos en semilla

No se permitirá tubérculos- semillas parasitados con *Nacobus* y *Meloidogyne*.

Presentación del cultivo

Está dado por la interacción uniformidad- apariencia del cultivo y es también una consecuencia de su estado sanitario y del consecuente descarte. Puesto que el stand es una apreciación subjetiva de difícil cuantificación deberá ser apreciado lo más realmente posible teniendo en mente que campos fertilizados con dosis altas de nitrógeno o tratados con abonos foliares, presentan follaje más oscuro; igualmente, que algunas deficiencias, toxinas de insectos, efecto de herbicidas, entre otros pueden enmascarar o causar síntomas semejantes a los producidos por infecciones virosas. Se deben considerar los siguientes stands:

- Excelente: Tanto uniformidad y apariencia y sin fallas por descarte.
- Muy bueno Hasta el 5% de vacíos por descarte; uniformidad y apariencia
- De las plantas igual al caso anterior.
- Bueno: Hasta el 10 o/o de vacíos por descarte; muy poca variabilidad en uniformidad y apariencia de las plantas.
- Regular: Hasta el 15 % de vacíos por descarte; uniformidad y apariencia.
- Regulares.
- Malo: Sin uniformidad ni apariencia adecuados para semillero.

Plantas de papa del cultivo anterior y otras Solanáceas

Las plantas “huachas” y malezas serán consideradas como purezas y/o infectadas por virus, según su estado sanitario. En uno y otro caso, se incluirán en los datos para los cálculos respectivos (de pureza variedad y enfermedades transmisibles por tubérculos respectivamente).

En caso de malezas pertenecientes a las Solanáceas, con síntomas de infección Virosa, poblaciones de una planta por 10 metros cuadrados es suficiente para descartar o rechazar el semillero.

h. Cosecha

Moreira (1988), Hacia el final del período vegetativo, aumentan las poblaciones de malezas, la mayoría de ellas hospedantes de plagas y enfermedades; también aumentan las poblaciones de insectos vectores de virus, y consecuentemente, las poblaciones de insectos vectores de virus, y consecuentemente, las posibilidades de infección de esas enfermedades. Entonces, todas las técnicas y métodos empleados y

esfuerzos e inversión realizados resultan inefectivos si no se protegen los tubérculos de estas infecciones.

La práctica más recomendable para proteger los tubérculos de las infecciones tardías, es por el escape a la enfermedad a través de la cosecha temprana del semillero. Para realizarse con mejores resultados es necesario conocer la curva de tuberización de la variedad cultivada, de modo de matar el follaje apenas cese el incremento de los tubérculos.

➤ Eliminación del follaje

La cosecha temprana requiere de la eliminación previa del follaje la cual puede hacerse mecánica o químicamente .Mecánicamente, con hoces o segadoras, implica riesgos de diseminación de los virus que así se transmiten, por lo cual hay necesidad de desinfectar continuamente los instrumentos de corte .De otro lado, se incita el incremento de las yemas axilares que por ser más tiernas y succulentas son de mayor preferencia de los insectos, aumentándose más el riesgo de estas infecciones. Químicamente, los mejores resultados se han obtenido con el empleo de defoliantes del grupo de los Paraguat a la dosis de 2.0. 3.01.ha⁻¹ .

Aplicados antes de la iniciación de la maduración del follaje y con la condición de mojar bien toda la planta usando mochilas con boquilla para herbicidas.

➤ Recojo

Después del secado del follaje, que ocurre después de 3-4 días de la aplicación del defoliante, los tubérculos deben continuar bajo suelo por 10-15 días a fin de que la piel se adhiera con firmeza .La cosecha puede hacerse manual o mecánicamente; en uno y otro caso, debe hacerse manual o mecánicamente en uno y otro caso, debe hacerse evitando herir o cortar los tubérculos .Estos deben quedar expuestos a la intemperie sólo el tiempo necesario para su secado y enseguida se debe proceder a su selección y clasificación.

➤ Selección de la semilla

En la selección de la semilla, se debe tener en mente que los tubérculos serán almacenados por algunos meses y que bastarán unos cuantos infectados o podridos para contagiar a muchos de los adyacentes o vecinos de almacén; asimismo, que a la siguiente estación de cultivo infestando nuevos campos causando cada vez de estación de cultivo infestando nuevos campos causando cada vez mayores problemas, daños y perdidos en el cultivo. Por esta razón la selección de semilla debe realizarse inmediatamente después de la cosecha y estar dirigida a eliminar especialmente todos

los tubérculos infectados sea por hongos, bacterias o nemátodos y aún los sospechosos de infección, lo mismo que los deformados “ciegos”, con rajaduras o depresiones, crecimientos secundarios, y en general todos aquellos que no se ajusten a las características del tubérculo- tipo de la variedad.

➤ Clasificación de la semilla

Una vez eliminados todos los tubérculos indeseables, se debe proceder a la clasificación de la semilla.

En un semillero, donde todas las técnicas y métodos han sido dirigidos para lograr tubérculos con alto grado de sanidad, identidad y pureza varietal y fisiológicamente aptos para originar plantas con similares características y con gran capacidad de producción se debe proponer al empleo de toda su producción como semilla de la más alta calidad, siempre de acuerdo a los parámetros que determinan la Ley General de Semilla y su Reglamento.

1.1.5. Plagas y Enfermedades

Plagas

Pulguilla de la Papa (Epitrix spp.)

Arbaiza (2002), señala que son insectos pequeños con cuerpo negro o marrón oscuro brillante, sus patas traseras son grades y robustas lo que les permite dar saltos a manera de la pulga doméstica.

Los adultos se alimentan de las hojas y las larvas de las partes subterráneas de la planta, el daño de los adultos afecta la actividad fotosintética y el daño de las larvas afecta el crecimiento y vigor, durante la tuberización las larvas minan la corteza de los tubérculos lo que desmerece su calidad comercial.

Para reducir el daño se recomienda la rotación de cultivos, eliminación de focos de infestación, remoción del suelo y realizar riegos pesados.

Gorgojo de los Andes (Premnotrypes sp.)

Cisneros (1995), afirma que los adultos son muy buenos caminantes recorren grandes distancias hasta identificar campos de papa en los que se alimentan de las hojas produciendo comeduras en forma de media luna. Los adultos son activos durante la noche, en el día se refugian debajo de terrones, rastrosos cerca al cuello de las plantas.

Las hembras depositan un total de 600 a 1000 huevos en rastrosos vegetales cerca al cuello de la planta desde allí las larvas penetran al suelo para alimentarse de los tubérculos produciendo el daño de mayor importancia económica.

Polilla de la Papa (*P. Operculella*, *S. tangolias*, *S. absoluta*)

Cisneros (1995), menciona que en el Perú se encuentra tres especies que se diferencian por la pigmentación de las alas, distribución y modo principal de daño. Los adultos de las polillas son mariposas de color gris con hábitos nocturnos. Las hembras depositan sus huevos en las hojas, en el cuello de la planta o en los brotes del tubérculo.

Las larvas son las responsables de causar daño a las plantas o los tubérculos.

Mosca Minadora (*Liriomyza huidobrensis*)

Arbaiza (2002), menciona que es la plaga más importante en el cultivo de papa en la costa del Perú, los adultos son moscas pequeñas que muestran una mancha amarilla en el tórax, muy activo durante las horas de mayor calor del día, se alimentan realizando picaduras en la hoja y succionando los jugos celulares.

Enfermedades:

Tizón Tardío o Ranchar: (*Phytophthora infestans*)

Ames (1980), señala que es la enfermedad fungosa más seria y que causa daño al cultivo de la papa, afecta a hojas, tallos y tubérculos y puede devastar un campo de papa en pocos días y se desarrolla velozmente en temperaturas moderadas y alto grado de humedad.

Los síntomas tienen parecido a los daños causados por la helada, en las hojas aparecen manchas de color verde claro y oscuro que se convierte en lesiones se expanden a los tallos que se debilitan y mueren.

En los tubérculos se presenta como una decoloración superficial e irregular, las lesiones necróticas y secas de color marrón se extienden hacia el interior del tubérculo.

Marchitez Bacteriana: (*Pseudomonas solanacearum*)

Ames (1980), señala que la marchitez generalmente comienza unilateralmente, afectando sólo folíolos de lado de la hoja, sólo algunos de los tallos.

En ambientes más calurosos que favorecen el desarrollo de las bacterias las plantas jóvenes se colapsan, mientras que en un clima frío la marchitez es más lenta y causa apacharramiento. Un síntoma que se acompaña a la marchitez es un ligero amarillamiento del follaje.

Rizoctoniasis: (*Rhizoctonia solani*)

Ames (1980), manifiesta que es favorecido por las bajas temperaturas y alta humedad del suelo, se propaga por residuos de cosecha afectados como de los esclerotes que se diseminan fácilmente con los tubérculos.

Problema que se puede evitar con una adecuada rotación del cultivo, los

síntomas son variados al ataque temprano las plantas no llegan a emerger, en plantas más desarrolladas se presentan lesiones en las raíces y estolones.

Pudrición Blanda o Pierna Negra: (*Erwinia carotovora*)

Ames (1980), señala que cualquiera de las especies de *Erwinia* produce los mismos síntomas de acuerdo a la edad de la planta y al estado de humedad del suelo.

La pudrición blanda se caracteriza por la maceración del tejido, acompañado de un olor fétido por la acción secundaria de otros organismos.

Los Virus que Afectan a la Papa

Egúsquiza (2000), afirma que son los responsables de la degeneración de las variedades, los virus son organismos caracterizados por su transmisión sistémica, esto significa que circulan por la planta y se diseminan en el interior del tubérculo semilla.

Ocurre por propagación vegetativa tradicional a través de tubérculos.

Los virus no se controlan con productos químicos, no producen síntomas característicos ni visibles, por esta razón las enfermedades virósicas han adquirido gran importancia.

1.1.6. La Papa “Roja Ayacuchana”

- El tubérculo es redondo, color rojo, pulpa amarilla y con ojos superficiales.
- La planta es semi erecta.
- Resistente a racha y tolerante a las heladas y sequía.
- De periodo vegetativo de 130 – 150 días.
- Periodo de almacenamiento de 3 a 4 meses.
- Tiene un rendimiento experimental de 40 t.ha⁻¹ y rendimiento de campo de productores de 30 t.ha⁻¹.
- Con una adaptación en la sierra sur, centro y norte del Perú desde 2000 a 3900 m.s.n.m.
- Es bueno para el consumo fresco como consumo procesado en hijuelas frituras y papa seca.
- Tiene un contenido de materia seca de 23 – 24 %.

1.1.7. Superficie Sembrada y Rendimiento de Papa

La DRAA (2009), en el cuadro 1.1 muestra la superficie sembrada, cosechada, producción, rendimiento y precio de papa por años (ha) de la región de Ayacucho del

Cuadro 1.1. Superficie sembrada, cosechada, producción, rendimiento y precio de papa por Años (Ha) año 1996 al 2007.

Años	Estadística papa Ayacucho				Precio (S/).
	A. sembrada.ha ⁻¹	A. Cosechada.ha ⁻¹	Producción/t	Rend t.ha ⁻¹	
1996-1997	13649	12854	92873	7.23	0.43
1997-1998	16195	13756	122110	8.88	0.55
1998-1999	14238	14047	134322	9.56	0.4
1999-2000	14960	14650	143770	9.82	0.28
2000-2001	12809	12625	130,055	10.30	0.43
2001-2002	9870	9.38	108396	10.70	0.28
2002-2003	10678	10306	109407	12.56	0.42
2003-2004	10184	9410	87047	9.25	0.59
2004-2005	11731	11292	121370	11.46	0.29
2005-2006	14176	13728	182261	13.28	0.43
2006-2007	16984	12739	169476	13.30	0.43

1.2. LOS MICROORGANISMOS EFECTIVOS (ME)

1.2.1. Definición

Chujo (2004), indica que el ME 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, ME 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 ME no es ni un químico sintético ni una medicina.

Higa y Parr (1991), mencionan que los ME, 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), afirman que los principales grupos de microorganismos presentes en el ME son: Bacterias Fototróficas, Bacterias Ácido lácticas, Levaduras. Suquilanda (2001), indica que los microorganismos del ME son: Bacterias Acido lácticas, Levaduras, Bacterias Fotosintéticas, Actinomicetos.

Bacterias Fototróficas. 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.

Gálvez (2009), reporta un análisis básico de los microorganismos existentes en la solución de MEN y del captador 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 se observan 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 ME, 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.

1.3. LOS ME Y SU ACCION SOLUBILIZANTE

Alexander (1981), menciona que los microorganismos no solo asimilan el fósforo, sino 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 en 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.

1.4. EL FÓSFORO

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

Fassbender (1984), señala que el fósforo es relativamente estable en los suelos, no presenta compuestos inorgánicos como los nitrogenados que pueden ser lixiviados y volatilizadas. 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 HPO_4^{2-} . 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.

1.4.1. 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.

1.4.2. El Fósforo en la Solución del Suelo

Thompson (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 $\text{H}_2\text{PO}_4^{=}$. 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.

1.4.3. 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} , aumenta en presencia del catión NH^{+4} .

Domínguez (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.

Rusell y Rusell (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.
- Retraso 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.

1.4.4. Roca Fosfórica o Fosfatos Naturales

Alarcón (1993), 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_2O	: 0.1 %
SiO_2	: 6.08 %
SO_4	: 5.0 %
Al_2O_3	: 0.79 %
F	: 2.98 %

Solubilidad:	%
P_2O_5 Sin pulverizar, soluble en ácido cítrico al 2 %	12.1
P_2O_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 % P_2O_5 . 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 P_2O_5 de 30 %, el Cd también puede expresarse como 8 - 665 mg/Kg de P ó 3 - 290 mg/Kg de P_2O_5). 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 P_2O_5 (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 (1986) 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 P_2O_5 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 materia orgánica, 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.

Fink (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.

Thompson (1966), 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.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se desarrolló en dos etapas:

La fase de la incubación se realizó en el invernadero del área de suelos 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 2735 msnm, cuyas coordenadas son 13° 08' 14" Latitud Sur y 74° 13' 14" Longitud Oeste, con una pendiente 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 maíz variedad morado, con abonamiento sintético 80 – 80 - 20 de NPK más 10 sacos de guano de isla.

2.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO

El análisis químico del suelo, se realizó en el laboratorio de suelos y análisis foliar, “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyos resultados se muestra en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Características químicas del suelo de Canaán-INIA
2735 msnm – Ayacucho.

Componentes	Contenido	Método	Interpretación
pH	7.39	Potenciómetro	Ligeramente alcalino
Materia Orgánica (%)	1.38	Walkley y Black	Pobre
N total (%)	0.06	Kjeldahl	Pobre
P Disponible (ppm)	50.1	Bray – Kurtz	Muy alto
K Disponible (ppm)	235.8	Turbidimetría	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 está dentro de lo recomendable para el cultivo de papa.

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, indicando 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 más cálidos los meses setiembre y noviembre del 2008, así mismo los meses mayo y junio del 2009. La temporada más frías 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.
Meses	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	6.8	0.57
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	565.4	47.12
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 CLIMA OGRAMA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE PAMPA DEL ARCO

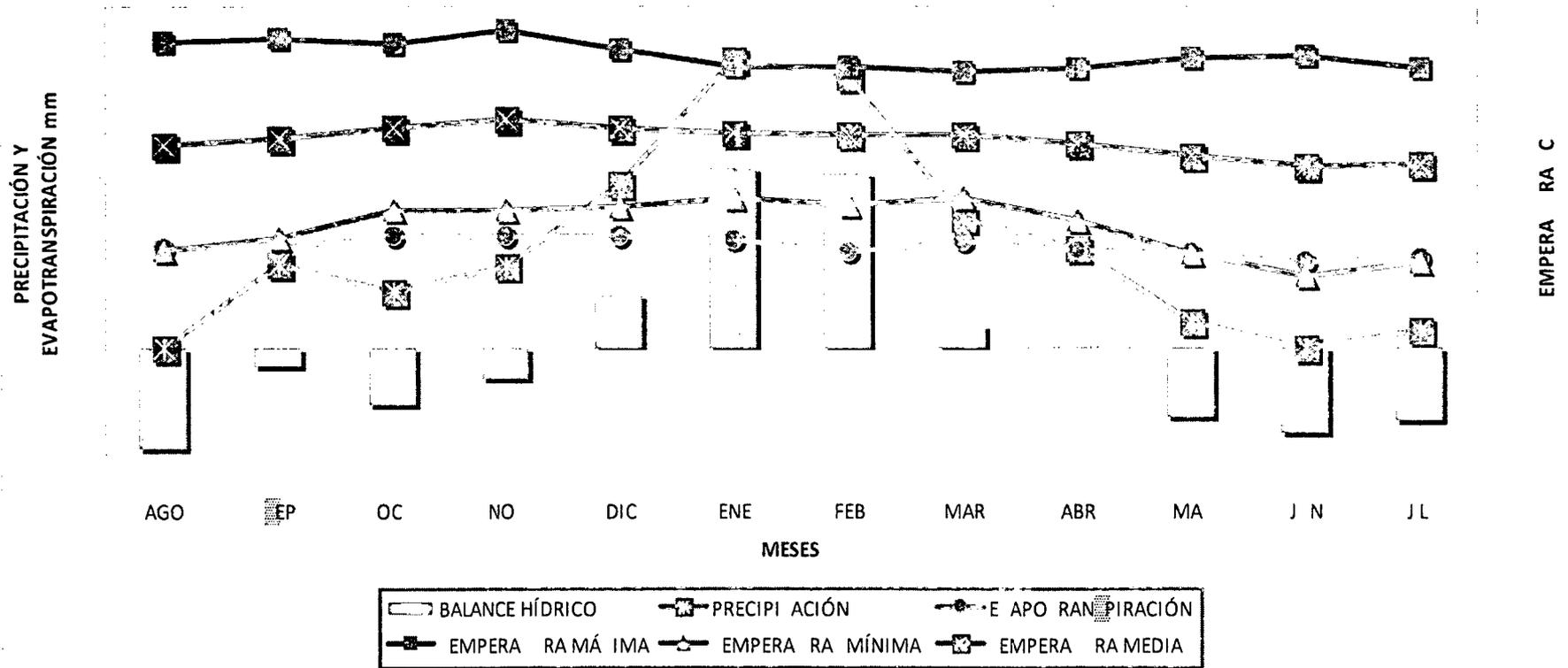


Gráfico 2.1. Diagrama Ombrotérmico de temperatura versus precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña 2008 – 2009.

Estación Meteorológica de Pampa del Arco, 2772 m.s.n.m.

2.5. MATERIAL VEGETAL

El material genético, de la variedad “Roja Ayacuchana” fue proporcionado por el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) – Ayacucho y sus características son:

- El tubérculo es redondo, color rojo, pulpa amarilla y con ojos superficiales.
- La planta es semi erecta.
- Resistente a racha y tolerante a las heladas y sequía.
- De periodo vegetativo de 130 – 150 días.
- Periodo de almacenamiento de 3 a 4 meses.
- Tiene un rendimiento experimental de 40 t.ha⁻¹ y rendimiento en campo de productores de 30 t.ha⁻¹.
- Con una adaptación en la sierra sur, centro y norte del Perú desde 2000 a 3900 m.s.n.m.
- Tiene un contenido de materia seca de 23 – 24 %.

2.6 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

2.6.1. Factores en Estudio

Los factores considerados son: periodo de incubación de la roca fosfórica en la solución de microorganismos y niveles de roca fosfórica (RF) incubada en una solución de microorganismos (SM).

Los niveles ensayados se plantearon tomando como referencia trabajos anteriores (cuadro 2.3.)

Cuadro 2.3. Tiempo de Incubación de la RF en SM (X1), y Niveles de RF Incubada en SM (X2)

No	Xi Codificado	Tiempo de Incubación	Nivel de Roca Fosfórica
		Días	kg.ha ⁻¹
1	-2	0	50
2	-1	5	350
3	0	10	650
4	1	15	950
5	2	20	1250

2.6.2. Tratamientos y diseño experimental

Con los niveles indicados en el cuadro 2.3, se plantearon los tratamientos de acuerdo a la estructura del Diseño 03 de Julio (D3J), como se indica en el cuadro 2.4. El experimento se condujo con el DBCR con 13 tratamientos y 3 bloques.

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

Tratamiento Nº	Xi Codificado		Tiempo Inc. Días	Nivel de RF	
	X ₁	X ₂		(kg.ha ⁻¹)	(g/parcela 18m ²)
1	-2	-2	0	50	90
2	2	-2	20	50	90
3	-2	2	0	1250	2250
4	2	2	20	1250	2250
5	-2	0	0	650	1170
6	-1	0	5	650	1170
7	1	0	15	650	1170
8	2	0	20	650	1170
9	0	-2	10	50	90
10	0	-1	10	350	630
11	0	1	10	950	1710
12	0	2	10	1250	2250
13	0	0	10	650	1170

2.6.3. Descripción de la parcela experimental

a. Parcelas

Ancho	: 4.0 m
Largo	: 4.5 m
Área	: 18 m ²
Nº de surcos	: 05
Nº de plantas/surco	: 15 plantas

b. Bloque

Nº de bloques	: 03 bloques
Largo de bloque	: 52 m.
Ancho de bloque	: 4.5 m
Área de bloque	: 234 m ²

2.7. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.

2.7.1. Solución Natural con Microorganismos (SM).

Para contar con la solución natural de microorganismos, se procedió con su captura, bajo una técnica sencilla, que consistió en colocar frascos con arroz cocido, cubierto con un pedazo de tela 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 1 litro de melaza y 3 litros de agua, sometiéndose a una fermentación anaeróbica durante una semana, obteniéndose así la solución madre de microorganismos (Gráfico 2.4.).

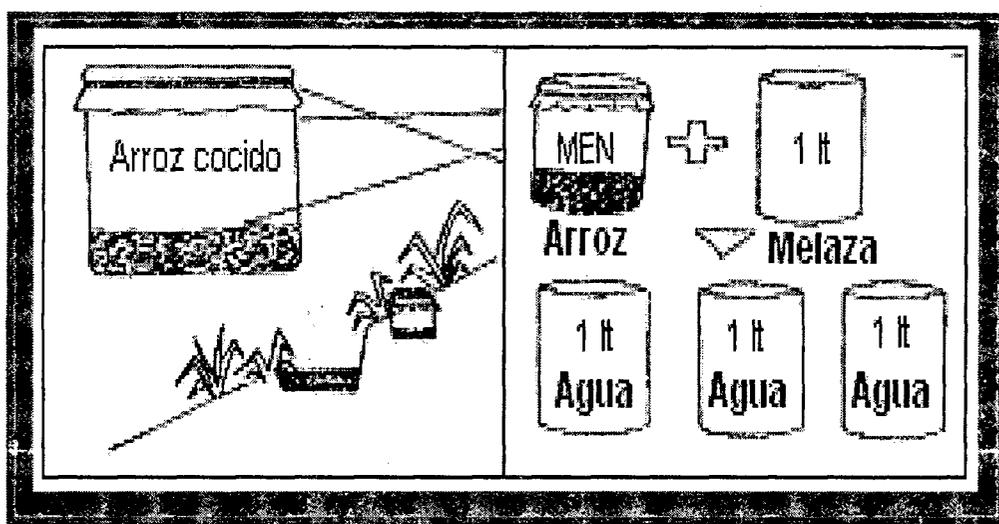
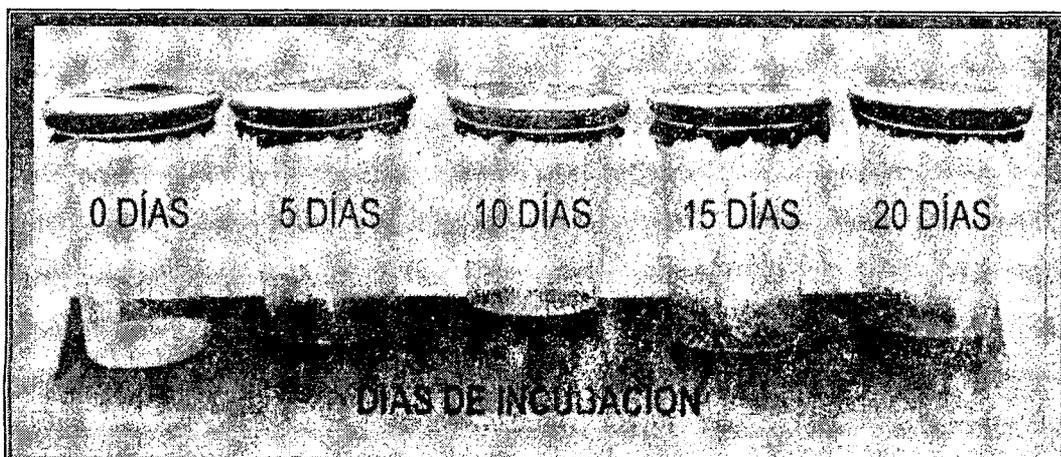


Gráfico 2.4. Proceso de captura y preparación de la solución madre de microorganismos.

2.7.2. Roca Fosfórica Incubada en la Solución de Microorganismos.

Una vez obtenida la solución madre de microorganismos, se procedió a incubar la roca fosfórica en 5 envases (Gráfico 2.5.). El primero se incubó durante 5 días, el segundo durante 10 días, el tercero durante 15 días y el cuarto durante 20; también se incluyó un factor que consistió en utilizar la roca en su estado original (sin incubación, equivalente a 0 días de incubación).



2.1. Proceso de incubación de la roca fosfórica en MEN durante distintos períodos de tiempo: 0, 5, 10, 15, 20 Días.

Luego de someter la roca fosfórica a la acción solubilizadora de los MEN durante diferentes períodos de tiempo, se procedió a su respectivo secado al medio ambiente y bajo sombra, para su posterior aplicación a las macetas.

2.7.3. Conducción del Experimento

Preparación del Suelo

a. Aradura

Se realizó esta operación el día 10 de noviembre del 2008 con arado de discos, a una profundidad de 30 cm. de la capa arable.

b. Gradeo

Se efectuó el desterronado con rastra de discos, el día 24 de noviembre del 2008, quedando convenientemente mullido y nivelado

c. Surcado

Una vez realizado la preparación de terreno, la labor del surcado fue efectuado con una surcadora, el día 24 de noviembre del 2008, considerando las distancias entre surcos de 0.80 m y las calles a 1.00 m, de acuerdo al croquis del campo experimental.

d. Demarcación del Terreno

Concluido con el surcado, se procedió a marcar las unidades experimentales, de acuerdo al croquis detallado en el diseño experimental de la tesis.

e. Tomeo

Una vez demarcado las unidades experimentales, se realizó el tomeo, que consiste en dividir las unidades experimentales o parcelas con su respectiva toma y

surcos de riego.

f. Siembra

La siembra se llevó a cabo el día 12 de enero del 2009, bajo la forma de golpes, depositándose las semillas equidistantemente a 0.3 m. al fondo del surco de acuerdo a la densidad y tapando las semillas a una profundidad de 10.0 cm.

g. Fertilización

Los fertilizantes se distribuyeron a surco corrido en cada unidad experimental, de acuerdo a la conformación de cada tratamiento, (Cuadro 2.4. y Grafico 2.3.). Previamente se hizo un abonamiento de fondo con urea (133 kg.ha^{-1}), KCl (260 kg.ha^{-1}) y guano de isla (250 kg.ha^{-1}), para todas las unidades experimentales, la primera fertilización se realizó el doce de enero la segunda fertilización se efectuó en el aporque el 17 de enero del 2009.

h. Riegos

Los riegos se realizaron según el estado de desarrollo y necesidad de la planta durante el ciclo vegetativo y reproductivo, se aprovechó las lluvias desde la instalación hasta el mes de marzo del 2009, se presentó una adecuada distribución de las lluvias durante esta etapa y posteriormente se realizaron los riegos por la ausencia de una distribución irregular de las lluvias.

j. Aporque

Esta labor se realizó el día 17 de febrero del 2009 cuando las plantas tenían un promedio de 15 cm. de altura (24 d.d.s), este aporque fue alto, se utilizó azadones; con esta labor se le dio mayor estabilidad a las plantas, para evitar el tumbado por el viento y dar mejor anclaje a las raíces adventicias, para ayudar a la tuberización, evitar la salida de estolones a la superficie, evitar el verdeamiento de los tubérculos y a la vez se aprovechó la aplicación de la segunda fracción de fertilizante urea (133 kg.ha^{-1}).

k. Control fitosanitario

Las principales plagas que se observó durante el ciclo vegetativo de la planta tenemos los siguientes: Grillos, Diabrotica y Epitrix para lo cual se dio un tratamiento oportuno y fueron controlados con Bulldock (Betacyflutrina).

l. Cosecha

Es una de las etapas de mayor importancia en la conducción del trabajo de investigación, 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 8 y 9 de julio del 2009, después de la

madurez fisiológica. El indicativo fue cuando los tubérculos ya están maduros con el peridermo cizado, es decir no están “pelonas”.

2.8 VARIABLES EVALUADAS

2.8.1. Determinación de Fósforo Disponible en el Incubado

Pasado los respectivos períodos (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.

2.8.2. Estados Fenológicos

La precocidad se evaluó en número de días después de la siembra. El número de días se registró cuando el 50% de las plantas de cada unidad experimental evidencien con el estadio establecido. Así como en:

Altura de planta (cm)

Se midió 10 plantas muestreadas al azar de los surcos centrales de cada unidad experimental, con la wincha graduada en cm. desde el cuello del tallo hasta el ápice de la panoja, en el momento de la madurez fisiológica

2.8.3. Factores de Rendimiento

El rendimiento se evaluó registrando el número de tubérculos, peso de los tubérculos y es como sigue:

Peso de Tubérculos por Tratamiento

Se evaluó el peso de una muestra de 10 plantas competitivas, de los dos surcos centrales, por variedad en cada bloque.

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.

2.9. 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).

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DE LA SOLUBILIDAD DEL FÓSFORO DE LA ROCA FOSFÓRICA.

Se realizó el análisis del contenido de P disponible, en la RF incubada en una solución de microorganismos durante distintos periodos de tiempo (días); encontrándose que la roca fosfórica incubada durante 20 días posee 2.14 % de P_2O_5 disponible para la planta, en comparación con los 0.001145% de P_2O_5 existente en la roca fosfórica sin tratar. El cuadro 3.1. muestra el detalle del análisis químico realizado:

Cuadro 3.1. Análisis químico de la roca fosfórica tratada con la SM.

Roca Fosfórica Tratada					
Solubilidad del P en Agua					
Días de tratamiento	D.O (Densidad Óptica primera dilución)	D.O (Densidad Óptica después de 20 diluciones)	Lr (Lectura de la Recta)	ppmP	% P_2O_5
Días (RF sin Tratar)	0.001	-	0.002	5	0.001145
5 días	0.09	-	0.209	522.5	0.11965
10 días	0.0188	-	0.448	1120	0.25648
15 días	1.404	0.08	0.185	9250	2.11825
20 días	1.591	0.081	0.187	9350	2.14115

Fuente: Gálvez (2009)

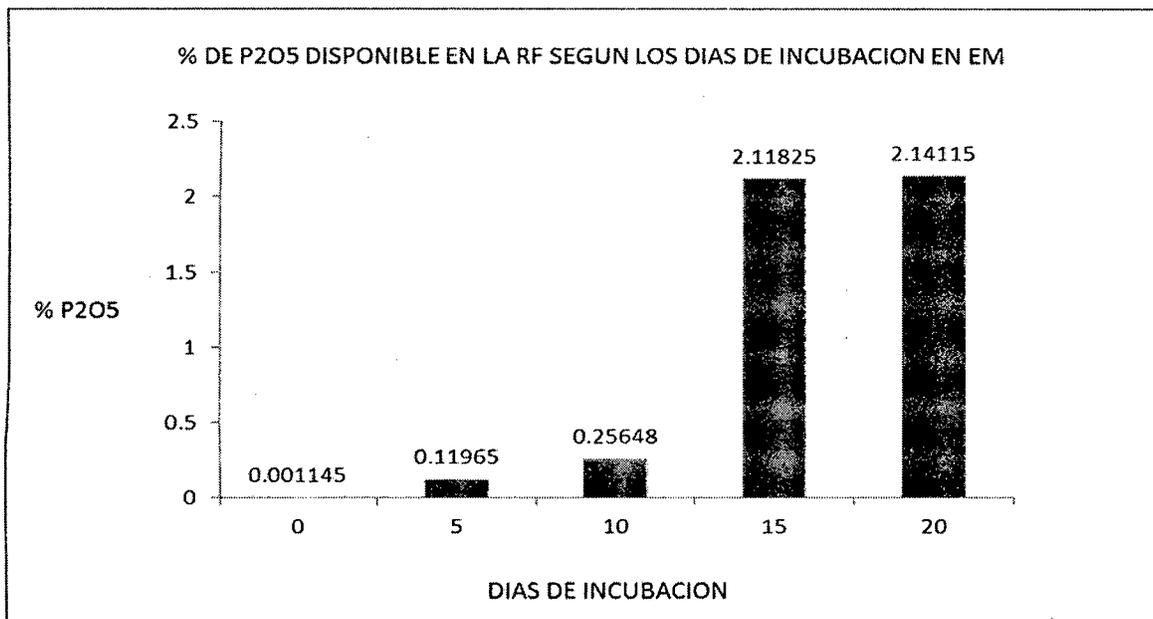


Grafico 3.1. Incremento del % de P₂O₅ en la RF de acuerdo a los días de incubación.

La roca fosfórica sin tratar, utilizada para este ensayo contiene 28.76% de P₂O₅ total. Gálvez (2009).

En el grafico 3.1 se observa que la roca fosfórica sin incubar en la SM (0 días) posee una cantidad muy pequeña (0.001145 %) de P₂O₅ disponible para la planta, mientras que la roca fosfórica incubada en la SM, contiene mayor cantidad de P disponible, el que aumenta progresivamente a medida que va aumentando los días de incubación, de P₂O₅, desde 0.11965 % de P₂O₅ a los 5 días de incubación hasta los 2.14115 % de P₂O₅ a los 20 días de incubación. De esta forma se puede afirmar que la SM con un pH de 3.53 tuvo un efecto solubilizante en la roca fosfórica, esto posiblemente debido 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.

Los compuestos orgánicos fabricados por los microorganismos, como el ácido oxálico, pueden quelar (unir) Ca⁺², Mg⁺² y Fe⁺³, desestabilizando así el mineral de fosfato y solubilizando el fósforo. La producción de ácido por parte de los microorganismos disuelve los minerales. De esta manera, los ácidos orgánicos, el ácido nítrico (producido por agentes nitrificantes), el ácido sulfúrico (producido por los tiobacilos) y el ácido carbónico (H₂CO₃) liberan fósforo procedente de formas minerales (Coyne 2000).

3.2. ALTURA DE PLANTA.

En el anexo a2 se presenta los resultados de altura de planta, en el que se observa que algunos de los tratamientos superan al testigo, siendo el valor más alto (55.87 cm) para el tratamiento T10 (350 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 10 días), seguido del tratamiento T12 (1250 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 10 días), con 53.13 cm de altura; mientras que con el tratamiento T3 (1250 kg de roca fosfórica/ha sin incubación en la SM), se alcanzó la menor altura (41.10 cm). Estos resultados evidencian que hubo un efecto de la SM sobre la roca fosfórica, el cual se traduce en mejora de la altura planta de papa.

El análisis de variancia (Cuadro 3.2.), indica diferencia estadística no significativa entre tratamientos.

Cuadro 3.2. Análisis de variancia para altura de planta.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Altura de planta					
Tratamiento	12	832.2669231	69.3555769	2.05	0.0646 NS
Repetición	2	184.7847436	92.3923718	2.74	0.0851 NS
Error	24	810.606923	33.775288		
Total	38	1827.658590			

C.V. = 11.84 %

Realizada la Prueba de Duncan (Cuadro 3.3.) se determinó que la mayor altura de planta (55.87 cm) corresponde al tratamiento T10 (350 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 10 días); seguido con (53.13 cm) de altura por el tratamiento T12 (1250 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 10 días), mientras que la menor altura de planta (41.10 cm) se obtuvo en el tratamiento T3 (1250 kg de roca fosfórica/ha sin incubación en la SM).

Cuadro 3.3. Prueba de Duncan para la altura de planta.

Tratamiento	Tiempo de Incubación (días)	Nivel de RF (kg.ha ⁻¹)	Promedio	Grupo Duncan
T10 (0,-1)	10	350	55.867	a
T12 (0, 2)	10	1250	53.133	a b
T08 (2, 0)	20	650	52.933	a b c
T02 (2,-2)	20	50	52.433	a b c d
T05 (-2, 0)	0	650	52.267	a b c d
T07 (1, 0)	15	650	52.033	a b c d
T01 (-2,-2)	0	50	50.317	a b c d
T13 (0, 0)	10	650	49.233	a b c d
T06 (-1, 0)	5	650	48.133	a b c d
T09 (0,-2)	10	350	45.967	a b c d
T04 (2, 2)	20	1250	42.900	b c d
T11 (0, 1)	10	950	41.600	c d
T03 (-2, 2)	0	1250	41.100	d

Estos resultados demuestran que la SM tuvo un efecto en la solubilidad de la roca fosfórica, pues la mayor altura (55.87 cm) se obtiene con el tratamiento T10 (350 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 10 días), así mismo tenemos la altura (53.13 cm) con el tratamiento T12 (1250 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 10 días), mientras que el tratamiento T3 (Máximo el nivel de RF sin incubar), alcanzó una altura de 41.100 cm.

3.3. RENDIMIENTO TOTAL DE PAPA

En el anexo a3 se presentan los resultados del rendimiento total de papa, en la que se observa que algunos de los tratamientos superan al testigo; correspondiendo el valor más alto (23.64 t.ha⁻¹) al tratamiento T2 (50 Kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 10 días), mientras que el rendimiento más bajo (17.87 t.ha⁻¹) se obtuvo con el tratamiento T9 (50 Kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 10 días).

Se debe destacar el hecho de que los mayores rendimientos corresponden a los tratamientos con roca fosfórica incubados durante un mayor tiempo (15 a 20 días).

Pozo (1995), dice que el efecto directo en el rendimiento con trabajos experimentales a corto plazo (1 año) en cereales y papa, lo obtuvo con fertilizantes de alto porcentaje de fósforo soluble en agua.

Medina (1990) citado por Chipana (1997), menciona en un experimento realizado en Huatata (Cusco) a 3,810 msnm, sobre el efecto de fuentes y niveles de fertilización fosfatada en el rendimiento de la variedad Chaska, encontró con el uso de RF, un rendimiento de tubérculos de 26.3 t.ha⁻¹ en relación al testigo 21.3 t.ha⁻¹.

El análisis de variancia (Cuadro 3.4.) muestra diferencia estadística no significativa entre tratamientos.

Cuadro 3.4. Análisis de variancia del rendimiento total de papa.

Fuente de variación Rend. Total de papa	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	12	237.7878308	19.8156526	1.93	0.0816 NS
Bloque	2	15.2479436	7.6239718	0.74	0.4857 NS
Error	26	245.7883231	10.2411801		
Total	38	498.8240974			

C.V. = 8.40 %

En la Prueba de Duncan (Cuadro 3.5.) se determinó que el rendimiento más alto (23.64 t.ha⁻¹) corresponde al tratamiento T2 (50 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 20 días), seguido de los rendimientos 22.67 t.ha⁻¹ y 22.20 t.ha⁻¹ correspondientes a los tratamientos T8 y T4 (650 y 1250 kg de roca fosfórica/ha incubadas ambas en la SM durante 20 días); mientras que el rendimiento más bajo (17.87 t.ha⁻¹) se obtuvo con el tratamiento T9 (50 kg de roca fosfórica/ha incubada en solución de MEN durante 10 días).

Cuadro 3.5. Prueba de Duncan para el rendimiento total de papa.

Tratamiento	Tiempo de Incubación (días)	Nivel de RF (kg.ha ⁻¹)	Promedio		Grupo Duncan
			kg.parcela ⁻¹	t.ha ⁻¹	
T02 (-2,-2)	20	50	42.560	23.64	a
T08 (2, 0)	20	650	40.810	22.67	a b
T04 (2, 2)	20	1250	39.967	22.20	a b
T07 (1, 0)	15	650	39.490	21.93	a b
T10 (0,-1)	10	350	39.353	21.86	a b
T01 (-2,-2)	0	50	38.547	21.46	a b
T11 (0, 1)	10	950	37.850	21.02	a b c
T12 (0, 2)	10	1250	37.393	20.77	a b c
T03 (-2, 2)	0	1250	37.380	20.76	a b c
T05 (-2, 0)	0	650	36.720	20.40	a b c
T06 (-1, 0)	5	650	36.387	20.21	a b c
T13 (0, 0)	10	650	36.147	20.08	b c
T09 (0,-2)	10	50	32.173	17.87	c

La escasa diferencia encontrada entre los tratamientos podría deberse a que el experimento se realizó en un terreno con alto nivel de P disponible (50 ppm) y aun cuando la SM haya solubilizado algo de P de la RF, este no ha podido manifestarse por la riqueza de P disponible en el suelo.

Al realizar el análisis de regresión para estimar la influencia de los días de incubación de la roca fosfórica en la SM (X1) y los niveles de aplicación de roca fosfórica incubada en la SM (X2), en la producción de tubérculos, se encontró significación estadística para los términos lineal y cuadrático del primer factor, y no existe significación estadística para el segundo factor, ni para la interacción. (Cuadro 3.6.).

Cuadro 3.6. Análisis de regresión del rendimiento total de papa.

Fuente de variación Rend. Total de papa	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
X1	1	69.16541667	69.16541667	6.28	0.0173*
X2	1	0.23157051	0.23157051	0.02	0.8856 NS
X11	1	64.36265992	64.36265992	5.84	0.0213 *
X22	1	4.66311789	4.66311789	0.42	0.5198 NS
X1X2	1	1.52653333	1.52653333	0.14	0.7121 NS

Los coeficientes de la regresión, estimados, del modelo polinomial se muestran en el cuadro 3.7.

Cuadro 3.7. Coeficientes de regresión, del modelo polinomial para el rendimiento total de papa

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro = 0	Pr > T	Error estándar del valor estimado
Intercepto	37.02572	41.68	<.0001 **	0.88823167
X1	0.94166	2.51	0.0173 *	0.37580949
X2	0.05448	0.14	0.8856 NS	0.37580949
X11	0.70742	2.42	0.0213 *	0.29267113
X22	-0.19041	-0.65	0.5198 NS	0.29267113
X1X2	-0.08916	-0.37	0.7121 NS	0.23953249

De esta manera el modelo polinomial (superficie de respuesta) sería:

$$Y = 37.02572 + 0.94166X_1 + 0.05448 X_2 + 0.70742X_1^2 - 0.19041X_2^2 - 0.08916X_1 X_2$$

El gráfico de superficie de respuesta correspondiente a este modelo se muestra en el cuadro 3.2.

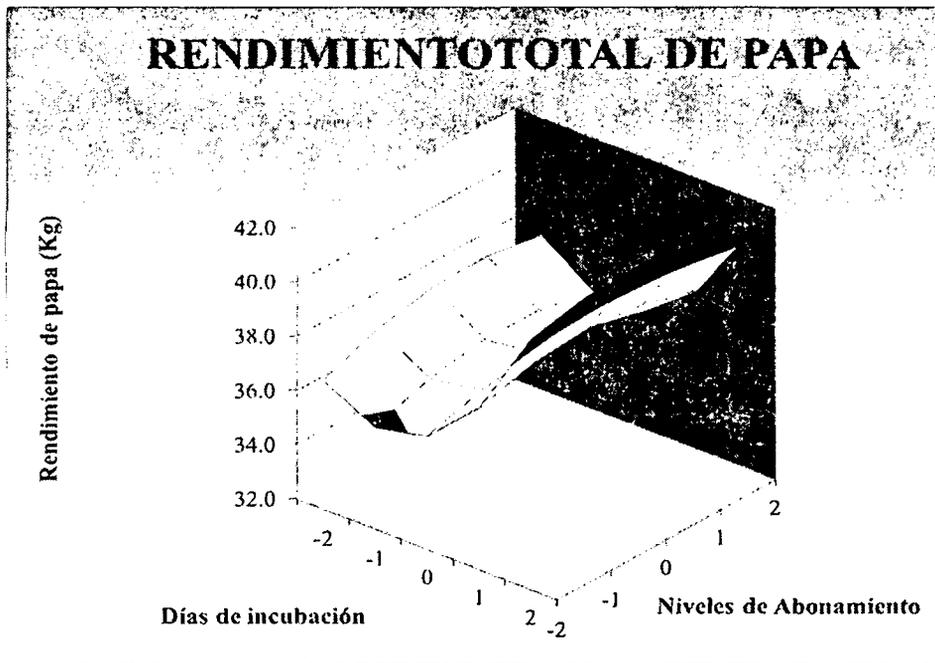


Gráfico 3.2. Superficie de respuesta para el rendimiento total de papa

Con la finalidad de analizar el efecto de cada factor, en forma independiente, se tendría los modelos codificados siguientes (Gráfico 3.4):

$$Y = 37.02 + 0.941X_1 + 0.707 X_2^2 \quad (1)$$

$$Y = 38.02 + 0.05448 X_2 - 0.19041 X_2^2 \quad (2)$$

Luego de descodificarse se tendrían los modelos reales siguientes:

$$Y = 37.9720 - 0.09463D + 0.0283D^2 \quad (3)$$

$$Y = 38.3007 - 0.070086Q + 0.00077Q^2 \quad (4)$$

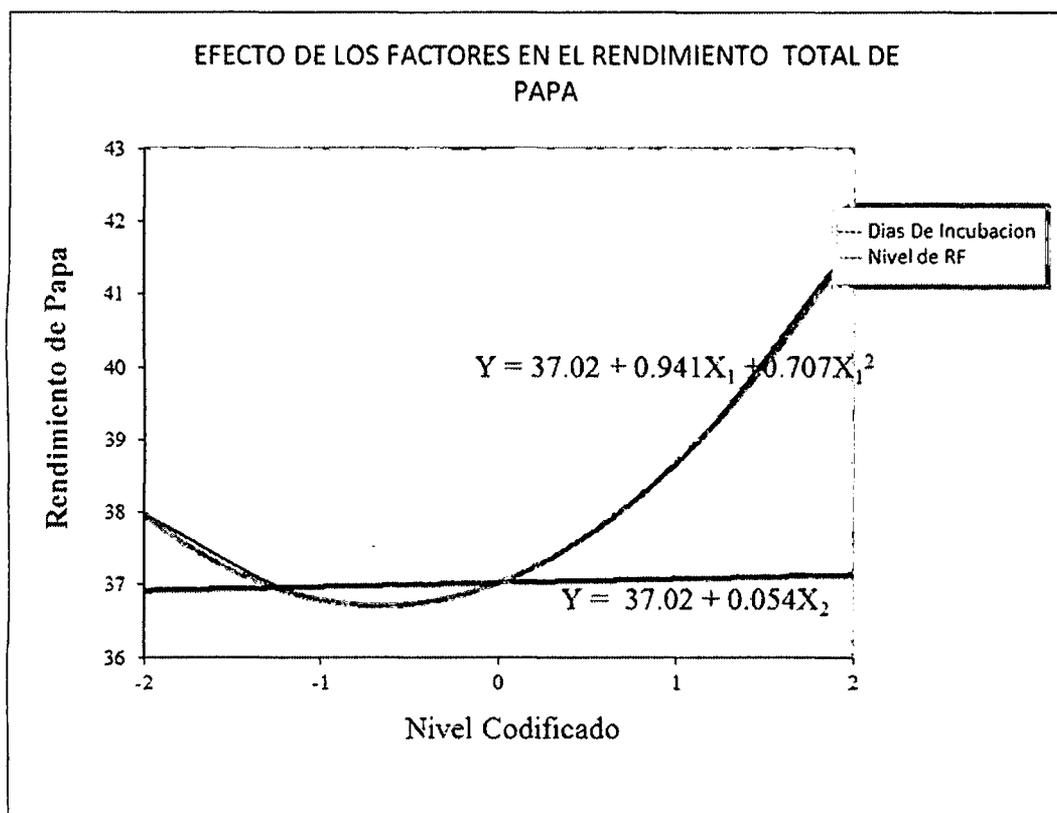


Gráfico 3.3. Rendimiento total de papa, por efecto de los días de incubación y niveles de roca fosfórica.

En el gráfico 3.3. se destaca la pendiente de la curva que corresponde al factor X1: periodo de incubación de la roca fosfórica en la SM (días), comparado con la pendiente del factor X2: nivel de roca fosfórica incubada en la SM (kg.ha⁻¹); esto indica que el periodo de incubación de la roca fosfórica en la SM (días) es el factor que más influencia tiene sobre el rendimiento total de papa. Un análisis visual del gráfico 3.2, permite llegar a la misma conclusión, debido a que la pendiente de la superficie hacia el eje del factor X1 (periodo de incubación de la roca fosfórica en la SM) está más inclinada.

En los modelos (3) y (4), Y representa la producción total de papa, D representa los días de incubación, y Q el nivel de roca fosfórica (kg.ha⁻¹).

Los modelos (1) ó (3) explican la influencia de los días de incubación (X₁) cuando el nivel de roca fosfórica (X₂) está en el nivel medio 650 (kg.ha⁻¹). Los modelos (2) ó (4), a su vez, explican la influencia del nivel de roca fosfórica (X₂) incubada 10 días en la SM.

En el gráfico 3.3. se destaca la pendiente de la curva que corresponde al factor X1: días de incubación, comparado con la pendiente del factor X2: nivel de roca fosfórica; esto indica que los días de incubación es el factor que más influencia tiene sobre el rendimiento total de papa.

La escasa respuesta al segundo factor (niveles de abonamiento) probablemente se deba al contenido alto de P disponible en la parcela experimental (50 ppm).

Al respecto Cate y Nelson (1965) citado por Ibañez y Aguirre (1983) manifiestan que en un suelo rico en un nutriente (por encima del nivel crítico) la probabilidad de respuesta al abonamiento con este elemento es baja. El nivel crítico de P disponible para los suelos de Ayacucho está establecido en 15 ppm (Arias 1978).

Fassbender (1976), menciona que el efecto de las fuentes fosfatadas aplicados como fertilizantes depende de algunas características del suelo como el contenido desde el punto de vista de disponibilidad de nutrientes, depende no solo de la concentración de nutrientes en la solución del suelo en un momento dado, sino también en la capacidad del suelo para “taponar” la concentración de iones de reserva del suelo.

El gráfico 3.1. y 3.2. permite afirmar que a más días de incubado la roca fosfórica en la SM, tiene más influencia sobre la producción de papa, en tanto el nivel de abonamiento no tiene influencia relevante en el rendimiento de papa.

Al respecto Gálvez (2009) en el cultivo de tomate, como también Huamán (2010), en el cultivo de maní llegaron a la conclusión de que el tiempo de incubación de la RF se manifiesta de mejor manera que la dosis; la RF expuesta a mayor tiempo de incubado libera una mayor cantidad de P disponible para la planta.

3.4. RENDIMIENTO DE PAPA PARA PRIMERA Y SEGUNDA

En el anexo a4 se presentan los resultados del rendimiento de papa primera y segunda, en la que se observa que la mayoría de los tratamientos superan al testigo; correspondiendo el valor más alto (14.29 t.ha⁻¹) al tratamiento T10 (350 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 10 días); mientras que el rendimiento más bajo (10.66 t.ha⁻¹) se obtuvo con el tratamiento T6 (650 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 5 días). Considerando el rendimiento 11.15 t.ha⁻¹ del tratamiento T3 (1250 kg de roca fosfórica/ha sin incubación en la SM), se puede afirmar que hubo un efecto en la roca fosfórica, el cual se traduce en mejores rendimientos de papa primera y segunda.

El análisis de variancia (Cuadro 3.8) se encuentra diferencia estadística no significativa entre tratamientos.

Cuadro 3.8. Análisis de variancia del rendimiento papa primera y segunda.

Fuente de variación Rend. Papa Primera y Segunda	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	12	149.0023436	12.4168620	1.14	0.3777NS
Bloque	2	74.7248667	37.3624333	3.42	0.0492*
Error	24	262.0031333	10.9167972		
Total	38	485.7303436			

C.V. = 14.73 %

Realizada la Prueba de Duncan (Cuadro 3.9.) se determinó que el rendimiento más alto (14.29 kg.ha⁻¹) corresponde al tratamiento T13 (650 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 10 días), seguido de los rendimientos 14.20 kg.ha⁻¹ y 13.68 kg.ha⁻¹ correspondientes a los tratamientos T2 y T8 (50 y 650 kg de roca fosfórica/ha incubadas ambas en la SM durante 20 días); mientras que el rendimiento más bajo (10.66 kg.ha⁻¹) se obtuvo con el tratamiento T6 (650 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 5 días).

Cuadro 3.9. Prueba de Duncan para el rendimiento de papa primera y segunda.

Tratamiento	Tiempo de Incubación (días)	Nivel de RF (kg.ha ⁻¹)	Promedio		Grupo Duncan
			kg.parcela ⁻¹	t.ha ⁻¹	
T10 (0,-1)	10	350	25.730	14.29	a
T02 (2,-2)	20	50	25.567	14.20	a b
T08 (2,0)	20	650	24.640	13.68	a b
T12 (0,2)	10	1250	23.133	12.85	a b
T04 (2,2)	20	1250	23.100	12.83	a b
T07 (1,0)	15	650	22.817	12.68	a b
T13 (0,0)	10	650	22.260	12.37	a b
T11 (0,1)	10	950	21.937	12.19	a b
T09 (0,-2)	10	50	21.707	12.06	a b
T05 (-2,0)	0	650	20.717	11.51	a b
T01 (-2,-2)	0	50	20.623	11.46	a b
T03 (-2,2)	0	1250	20.083	11.16	a b
T06 (-1,0)	5	650	19.183	10.66	b

La escasa diferencia encontrada entre los tratamientos podría deberse a que el experimento se realizó en un terreno con alto nivel de P disponible (50 ppm) y aun cuando el uso de la SM en la RF haya solubilizado algo de P, este no ha podido manifestarse por el alto nivel de P disponible en el suelo.

Al realizar el análisis de regresión para estimar la influencia de los días de incubación de la roca fosfórica en la SM (X1) y los niveles de aplicación de roca fosfórica incubada en la SM (X2), en la producción de tubérculos, se encontró significación estadística solo para el término lineal, del primer factor; no hay significación estadística para el término cuadrático del primer factor, y no existe significación estadística para el segundo factor, ni para la interacción. (Cuadro 3.10.).

Cuadro 3.10. Análisis de regresión para el rendimiento de papa primera y segunda

Fuente de variación Rend. Papa Primera y Segunda	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
X1	1	86.28925128	86.28925128	7.29	<.0108 *
X2	1	5.59477051	5.59477051	0.47	0.4965 NS
X11	1	0.39871373	0.39871373	0.03	0.8555 NS
X22	1	0.28134054	0.28134054	0.02	0.8784 NS
X1X2	1	2.78403333	2.78403333	0.24	0.6309 NS

Los coeficientes de la regresión, estimados, del modelo polinomial se muestra en el cuadro 3.11.

Cuadro 3.11. Coeficiente de regresión, del modelo polinomial para el rendimiento de papa primera y segunda

Parámetro	Valor Estimado	T para Ho: Parámetro = 0	Pr > T	Error estándar del valor estimado
Intercepto	22.44191	24.38	<.0001	0.92061049
X1	1.05179	2.70	0.0108	0.38950892
X2	-0.26782	-0.69	0.4965	0.38950892
X11	-0.05567	-0.18	0.8555	0.30333991
X22	0.04677	0.15	0.8784	0.30333991
X1X2	-0.12041	-0.49	0.6309	0.24826420

De esta manera el modelo polinomial (superficie de respuesta) sería:

$$Y = 22.44191 + 1.05179X_1 - 0.26782X_2 - 0.05567X_1^2 + 0.04677X_2^2 - 0.12041X_1 X_2$$

El gráfico de superficie de respuesta correspondiente a este modelo de muestra es el siguiente Grafico 3.4.

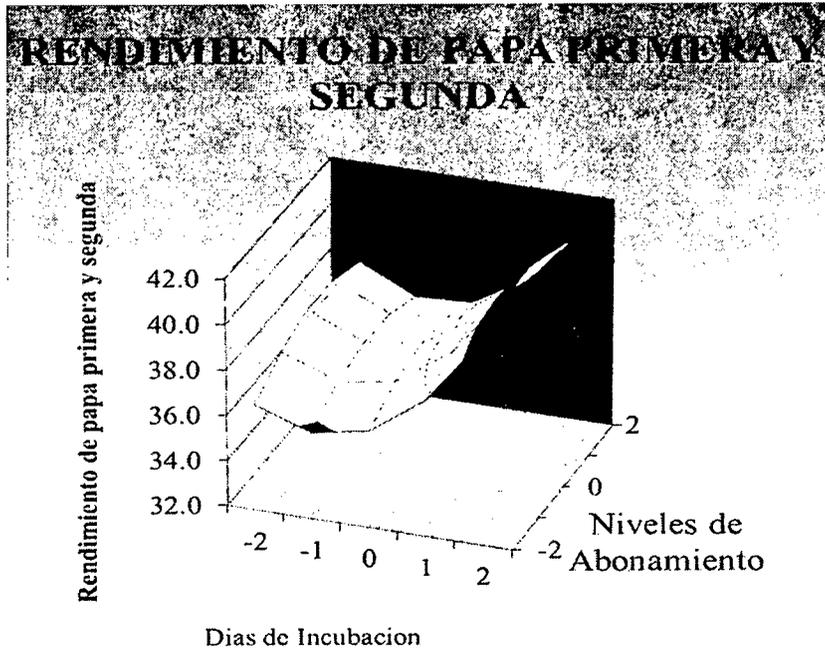


Gráfico 3.5. Superficie de respuesta para el rendimiento de papa primera y segunda

Con la finalidad de analizar el efecto de cada factor, en forma independiente, se tendría los modelos codificados siguientes (Gráfico 3.7.).

$$Y = 22.4419 + 1.05179X_1 \quad (1)$$

$$Y = 22.4419 - 0.26782X_2 \quad (2)$$

Luego de descodificarse se tendrían los modelos reales siguientes:

$$Y = 20.338 + 0.21036D \quad (3)$$

$$Y = 23.022 - 0.00080Q \quad (4)$$

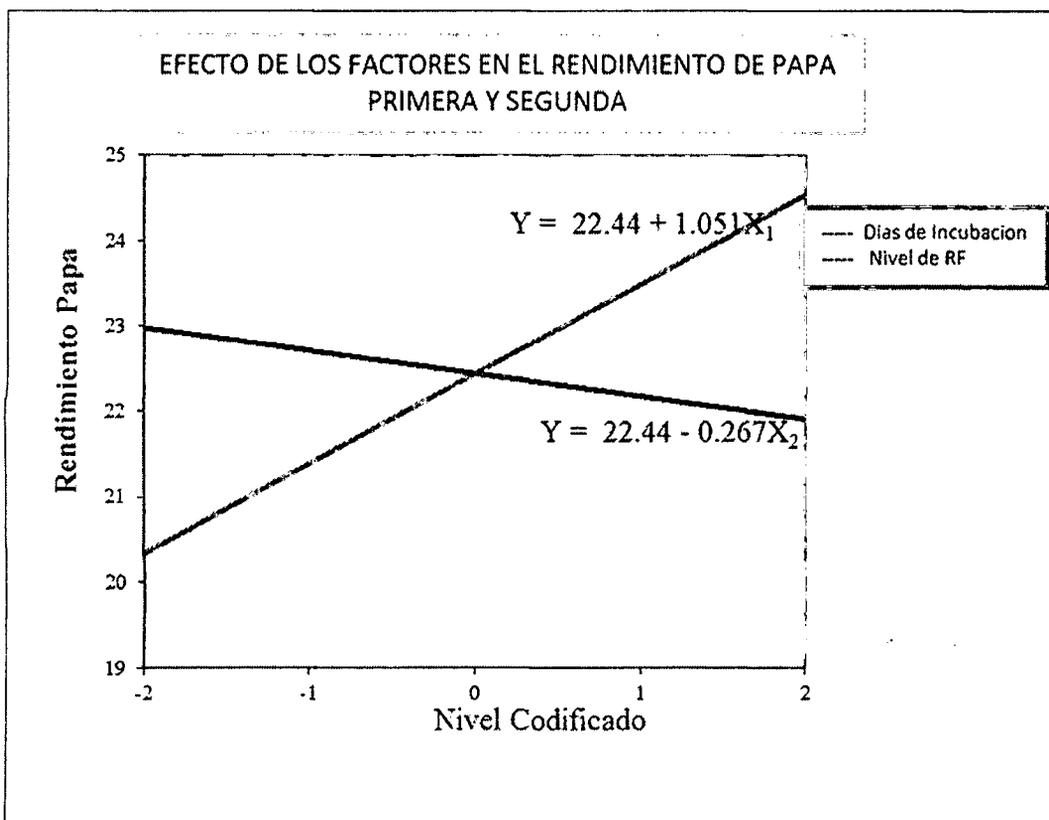


Gráfico 3.6. Rendimiento de papa primera y segunda, por efecto de los días de incubación de la RF en la SM y niveles de roca fosfórica incubada.

En los modelos (3) y (4), Y representa el rendimiento de papa primera y segunda, D representa el periodo (días) de incubación de la roca fosfórica en la SM, y Q el nivel de roca fosfórica incubada en la SM ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). El modelo (3) explica la influencia del periodo de incubación de la roca fosfórica en la SM (días), cuando la cantidad de roca fosfórica aplicada (X_2) está en el nivel medio ($650 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). El modelo (4), a su vez, explica la influencia del nivel de roca fosfórica incubada en la SM (X_2), cuando el tiempo de incubación es de 10 días.

En el gráfico 3.6. se destaca la pendiente de la curva que corresponde al factor X_1 : periodo de incubación de la roca fosfórica en la SM (días), comparado con la pendiente del factor X_2 : nivel de roca fosfórica incubada en la SM ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$); esto indica que el periodo de incubación de la roca fosfórica en la SM es el factor que más influencia tiene sobre el rendimiento de papa primera y segunda. Un análisis visual del gráfico 3.5. permite llegar a la misma conclusión, debido a que la pendiente de la superficie hacia el eje del factor X_1 (periodo de incubación de la roca fosfórica en la solución de MEN) está más inclinada.

3.5 MÉRITO ECONÓMICO

En el cuadro 3.12. se muestra el mérito económico expresado en la rentabilidad de los tratamientos estudiados en la aplicación de roca fosfórica incubada en una SM en el rendimiento de papa variedad “Roja Ayacuchana”. Se deduce que el tratamiento T2 (50 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 20 días) obtiene la mayor tasa de rentabilidad con 62.04 %, esto debido a su mínimo costo de producción y probablemente por el fósforo y potasio disponible en el suelo por efecto residual del uso de guano de isla en el cultivo anterior a la papa variedad “Roja Ayacuchana”, que favoreció su buen crecimiento y desarrollo de la planta en este tratamiento. Por otro lado, dentro de los tratamientos tratados con la roca fosfórica, los tratamientos T1 y T10 (50 y 350 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 0 y 10 días), permiten la mayor tasa de rentabilidad con 58.09 y 55.98 % respectivamente, en tanto que las menores rentabilidades, están representados por los tratamientos T13 y T8 (650 y 650 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 10 y 20 días) con 42.40 y 42.24 % respectivamente. Con respecto al T3 (1250 kg de roca fosfórica/ha incubada en la SM durante 0 días), que logra una rentabilidad de 44.30 % se puede mencionar que al invertir S/. 9252.96 se obtiene S/. 7360.32 nuevos soles como utilidad neta lo que se traduce en beneficio económico.

Es importante mencionar que la aplicación de roca fosfórica incubada en la SM, 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 3.12. Análisis económico de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Xi Codificado		Costo de Producción (S/.)	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	Precio Unitario (S/.)	Ingresos (S/.)	Utilidad Neta (S/.)	Rentabilidad (%)
	X1	X2						
T2	2	- 2	7179.36	23644.4	0.8	18915.52	11736.16	62.0451354
T1	- 2	- 2	7179.36	21416.6	0.8	17133.28	9953.92	58.0969902
T10	0	- 1	7697.76	21861.1	0.8	17488.88	9791.12	55.9848315
T8	2	0	8216.16	22672.2	0.8	18137.76	9921.6	54.7013523
T7	1	0	8216.16	21933.8	0.8	17547.04	9330.88	53.1763762
T9	0	- 2	7179.36	17872.2	0.8	14297.76	7118.4	49.7868198
T5	-2	0	8216.16	20400	0.8	16320	8103.84	49.6558824
T6	-1	0	8216.16	20216.6	0.8	16173.28	7957.12	49.199173
T11	0	1	8734.56	21027.7	0.8	16822.16	8087.6	48.0770603
T4	2	2	9252.96	22205.5	0.8	17764.4	8511.44	47.9129045
T3	-2	2	9252.96	20766.6	0.8	16613.28	7360.32	44.303834
T13	0	0	9252.96	20083.3	0.8	16066.64	6813.68	42.4088671
T12	0	2	9252.96	20027.7	0.8	16022.16	6769.2	42.2489852

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

- La solución de microorganismos permitió solubilizar el fósforo de la RF.
- El rendimiento total de papa por efecto del tiempo de incubación de la RF en la SM (X_1) y de los niveles de RF incubada en la SM (X_2) obedece al modelo $Y = 37.05 + 0.94166 X_1 + 0.05448X_2 + 0.70742X_1^2 - 0.08916 X_1 X_2$.
- El factor que más influencia tuvo en el rendimiento de papa fue el tiempo de incubación de la RF en la SM (X_1) frente a los niveles de RF incubada en la SM (X_2).
- Con el modelo obtenido no es posible determinar los niveles de tiempo de incubación de la RF en la SM (X_1) y niveles de RF incubada en la SM (X_2), que maximizan el rendimiento de papa, sin embargo, cualquier nivel de RF incubada en la SM durante 20 días es importante en el desarrollo del cultivo de papa.

4.2. RECOMENDACIONES

- Sería conveniente repetir el presente trabajo en suelos con contenido pobre en P disponible.
- Para las condiciones en las que se desarrolló el presente trabajo podría recomendarse al menos 200 kg de RF incubada en la SM durante 20 días.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la influencia del tiempo de incubación de la roca fosfórica en una SM en la solubilidad del P y el efecto de la aplicación de dosis crecientes de RF incubada en el rendimiento de papa variedad “Roja Ayacuchana”, se realizó el presente trabajo en dos etapas: La fase de la incubación se realizó en invernadero en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga en Pampa del Arco - Ayacucho a 2760 msnm; la instalación, conducción y la evaluación del experimento de campo se ejecutó en la Estación Experimental Canaán del INIA – Ayacucho a 2735 msnm. Se expuso la RF a la acción solubilizante de una solución de microorganismos con un pH de 3.5, durante periodos de 5, 10, 15, 20 días; la roca fosfórica así tratada se aplicó en distintos niveles (50, 350, 650, 950 y 1250 kg. ha⁻¹), en el cultivo de papa variedad “Roja Ayacuchana”, la que se sembró en el mes de enero 2009 y se cosechó en julio del 2009. El terreno experimental se caracterizó por tener un nivel alto de P disponible (50 ppm) lo que enmascaró el efecto de los factores ensayados en el rendimiento de papa. De los resultados obtenidos se concluye que: 1) la incubación de RF en la SM. permitió solubilizar el P de la RF, encontrándose hasta 2000 veces más P disponible en la RF incubada durante 20 días con respecto a la RF sin tratar; 2) el factor más influyente en el rendimiento de papa, fue el tiempo de incubación de la RF en SM; 3) con el modelo de regresión obtenido ($y=37.05 + 0.9466x + 0.05448 x^2 + 0.70742x^2 - 0.089116 x,x^2$) no es posible determinar los niveles de los factores en estudio que maximizan el rendimiento de papa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ALARCÓN, V. 1993.** Efecto de la Urea en la Solubilidad de la Roca Fosfatada de Sechura en condiciones de Laboratorio e Invernadero. Informe de Practicas Pre Profesionales. Escuela de Formación Profesional de Agronomía. UNSCH. Ayacucho. 74 p.
2. **ALEXANDER, M. 1981.** Introducción a la Microbiología del Suelo. A.G.T. Editor S.A. México D.F. 420 p.
3. **AMES, I. 1980.** Compendio de Enfermedades de la Papa. Trad. de la Obra de W. I. Hooker. Minnesota - E.U.A.
4. **ARBAIZA, A. 2002.** Guía Práctica y Manejo de Plagas en 26 Cultivos. 1^{ra} Edic. Edit. Del Castillo. Chiclayo – Perú.
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. Edit. UTEHA. México. 590 p.
8. **CATEDRA, IX. 1982.** Química del Suelo y los Fertilizantes. 3 era. Edición. Universidad Politécnica. Madrid. 127 p.
9. **CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1986.** “Manual Práctico de Producción de Semilla de Papa”. 1^{ra} Edición. Lima Perú.
10. **CISNEROS, V. 1995.** Control de Plagas Agrícolas. 2^{da} Edición. Lima –Perú.
11. **CHIPANA ASTUCURI, Z. 1997.** Estudio de Proporciones de la Roca Fosfórica de

Sechura y Superfosfato Triple de Calcio en Dos Variedades de papa en Huambalpa a 3262 msnm. Vicashuaman Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.

12. **CHUJO, S. L. 2004.** Página web: <http://www.chujosl.com/>
Consultado el 10 de noviembre del 2009
13. **COYNE, M. 2000.** Microbiología del Suelo: Un Enfoque Exploratorio. Edit. Paraninfo. Madrid. 524 p.
14. **DEVLIN, R. 1970.** Fisiología Vegetal. Edit. Omega S.A. Barcelona. Madrid. 614 p.
15. **DOMINGUEZ, A. 1984.** Tratado de Fertilizantes. Edit. Mundi Prensa. Madrid. 601 p.
16. **EGUSQUIZA, B, R. 2000.** La Papa, Producción, Transformación y Comercialización. UNALM. Lima – Perú.
17. **ESTRADA, N. 2002.** La Biodiversidad en el Mejoramiento Genético de la Papa. Edit. Hill Ardi. CIP. La Paz – Bolivia.
18. **EZETA, F, N. 1986.** Aspectos Fisiológicos de la Producción de Papa. Edit. Programa de Investigación en papa UNA La Molina. Lima – Perú.
19. **FAO. 2007.** Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la alimentación, disponible en:
http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index_es.jsp?term=e045&letter=M
http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index_es.jsp?term=p105&letter=M
http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index_es.jsp?term=p070&letter=M
Consultadas el 10 de noviembre del 2009
20. **FASSBENDER, H. 1984.** La Adsorción de Fosfatos en Suelos Fuertemente Ácidos y su Evaluación. Fitotecnia Latinoamericana. Vol.3, Número 1. 398 p.
21. **FASSBENDER, H. 1976.** Química de Suelos, con énfasis en Suelos de América Latina. 5 ta. Edición. Editorial IICA. San José – Costa Rica. 420 350 p.
22. **FINCK, A. 1985.** Fertilizantes y Fertilización. Edit. Reverté. S.A. Barcelona. 227 p.
23. **GÁLVEZ, J. 2009.** Efecto del Fosfato de Sechura, Incubado en Solución de Microorganismos Efectivos en el Rendimiento de Tomate (*Lycopersicon sculemtum Mill*) en Ayacucho a 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.
24. **HIGA Y PARR. 1991.** Microorganismos Efectivos (ME o EM), Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES), disponible en:

<http://www.fundases.com/p/em01.html>

Consultado el 10 de noviembre del 2009

25. **INIA. 1995.** Compendio de la Producción de Papa. Lima, Perú.
26. **INIA. 1996.** Instituto Nacional de Investigación Agraria. Boletín Informativo N° 13. Ayacucho – Perú.
27. **LIRA, R. 1994.** Fisiología Vegetal. Edit. Trillas. México.
28. **MOREIRA, N. 1988.** Semillas, Ciencia y Tecnología y Producción”.1^{ra} Ed. Edit. Hemisferio Sur. Montevideo Uruguay.
29. **RODRIGUEZ, F. 1982.** Fertilizantes, Nutrición Vegetal. A.G.T. Edit. S.A. México 75 p.
30. **RUSSELL, J. Y RUSSELL, W. 1968.** Condiciones del Suelo y Crecimiento de las Plantas. Edit. Aguilar. Madrid. 217 p.
31. **SUQUILANDA, M. 2001.** Curso Internacional Sobre Elaboración de Abonos Orgánicos. Corporación PROEXANT. Quito. Disponible en:
http://www.pidecafe.com.pe/textos/txt_6.doc
<http://www.humano.ya.com/holbeja/abonos.htm> .
Consultado el 10 de noviembre del 2009
32. **THOMPSON, L. 1974.** El Suelo y su Fertilidad. Edit. Reverté. Madrid. 356 p.
33. **TINEO, A. 2006.** Superficie de Respuesta: El Diseño 03 de Julio. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ediciones Gráficas E.I.R.L. Lima.
34. **TISDALE, S. Y NELSON, W. 1987.** Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Edit. UTEHA. México. 498 p.
35. **TUME, H. 2005.** Qué Sabe Usted de los Fosfatos. Página Web en “El regional de Piura” Disponible en:
Consultado el 10 de noviembre del 2009
http://www.elregionalpiura.com.pe/archivosnoticias/2005_03/marzo13/fosfatos_teor ia.htm

ANEXOS

ANEXO a1: NÚMERO DE FLORES

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
Días de Incubación	0	20	0	20	0	5	15	20	10	10	10	10	10	
Niveles de Roca Fosfórica	50	50	1250	1250	650	650	650	650	50	350	950	1250	650	
REPETICIÓN	1	10.60	6.40	6.40	9.20	13.20	7.00	8.00	6.20	8.00	7.20	12.40	7.80	31.60
	2	8.20	4.20	6.60	6.00	6.20	11.40	10.60	7.60	9.20	7.60	7.40	8.60	5.80
	3	7.0	7.0	6.80	7.40	10.40	11.80	11.60	7.20	7.40	6.80	6.60	7.40	8.40
TOTAL	25.80	17.60	19.80	22.60	29.80	30.20	30.20	21.00	24.60	21.60	26.40	23.80	45.80	
PROMEDIO	8.60	5.87	6.60	7.53	9.93	10.07	10.07	7.0	8.20	7.20	8.80	7.93	15.27	

ANEXO a2: ALTURA DE PLANTA

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
Días de Incubación	0	20	0	20	0	5	15	20	10	10	10	10	10	
Niveles de Roca Fosfórica	50	50	1250	1250	650	650	650	650	50	350	950	1250	650	
REPETICIÓN	1	50.25	45.70	31.80	42.40	53.90	40.70	52.80	49.30	43.50	59.30	33.70	44.80	56.00
	2	54.80	61.60	45.40	36.20	54.10	55.70	57.70	54.30	48.10	57.30	47.50	52.90	47.80
	3	45.90	50.00	46.10	50.10	48.80	48.00	45.60	55.20	46.30	51.00	43.60	61.70	43.90
TOTAL	150.95	157.30	123.30	128.70	156.80	144.40	156.10	158.80	137.90	167.60	124.80	159.40	147.70	
PROMEDIO	50.32	52.43	41.10	42.90	52.27	48.13	52.03	52.93	45.97	55.87	41.60	53.13	49.23	

ANEXO a3: RENDIMIENTO TOTAL DE PAPA

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
Días de Incubación	0	20	0	20	0	5	15	20	10	10	10	10	10	
Niveles de Roca Fosfórica	50	50	1250	1250	650	650	650	650	50	350	950	1250	650	
REPETICIÓN	1	40.17	38.18	37.43	39.80	37.25	36.82	39.82	40.43	36.00	41.25	34.50	32.87	37.50
	2	41.18	43.00	37.00	39.00	38.0	34.09	41.25	39.25	30.00	36.17	35.29	35.22	37.04
	3	34.29	46.50	37.71	41.10	34.91	38.25	37.40	42.75	30.52	40.64	43.76	44.09	33.90
TOTAL	115.64	127.68	112.14	119.90	110.16	109.16	118.47	122.43	96.52	118.06	113.55	112.17	108.44	
PROMEDIO	38.55	42.56	37.38	39.97	36.72	36.39	39.49	40.81	32.17	39.35	37.85	37.39	36.15	

ANEXO a4: RENDIMIENTO PRIMERA Y SEGUNDA DE PAPA

TRATAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
Días de Incubación	0	20	0	20	0	5	15	20	10	10	10	10	10	
Niveles de Roca Fosfórica	50	50	1250	1250	650	650	650	650	50	350	950	1250	650	
REPETICIÓN	1	21.65	23.45	17.14	23.40	21.00	22.64	26.45	28.17	27.82	29.00	24.25	26.09	25.50
	2	25.36	23.75	22.25	25.50	20.50	16.91	22.00	22.25	18.26	22.83	20.00	16.70	18.78
	3	14.86	29.50	20.86	20.40	20.73	18.00	20.00	23.50	19.04	25.36	21.53	26.61	22.50
TOTAL	61.87	76.70	60.25	69.30	62.23	57.55	68.45	73.92	65.12	77.19	65.78	69.39	66.78	
PROMEDIO	20.62	25.57	20.08	23.1	20.74	19.18	22.82	24.64	21.71	25.73	21.93	23.13	22.26	

ANEXO b: COSTO DE PRODUCCIÓN DE PAPA VARIEDAD "ROJA AYACUCHANA" POR TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO 01				
CULTIVO	: Papa	MES DE SIEMBRA	: Enero 2008	
VARIEDAD	: Roja Ayacuchana	MES DE COSECHA	: Julio 2009	
EXTENSION	: 1.00 ha	SISTEMA RIEGO	: Gravedad	
UBICACIÓN	: 2730 msnm	TECNOLOGÍA	: Media	
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504
Aradura	H. Máq.	3	75	225
Grado y nivelación	H. Máq.	2	75	150
Surcado	H. Máq.	1	75	75
Arreglo de acquia	Jornal	1	18	18
Limpieza del terreno	Jornal	2	18	36
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
3. SIEMBRA				198
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18	36
Tapado de semillas	Jornal	5	18	90
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18	72
4. LABORES CULTURALES				378
Deshierbo (1 vcs)	Jornal	5	18	90
Aporque	Jornal	12	18	216
Riego (4 veces)	Jornal	4	18	72
5. COSECHA				72
Selección y secado	Jornal	2	18	36
Almacenamiento	Jornal	2	18	36
6. INSUMOS				4680
Roca Fosforica	Saco	1	80	80
Guano de Isla	Saco	20	50	1000
Cloruro de Potasio	Saco	20	80	1600
Semilla de Papa	Kg	2000	1	2000
7. TRANSPORTE				200
Transporte de insumos y otros	Contrata		200	200
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				6092
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				6092
Sub total Costos Directos				6092
B. COSTO INDIRECTO				1087.36
Gastos Administrativos (3% A)			182.76	182.76
Imprevistos (5% A)			304.6	304.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	600	600
COSTO TOTAL (A + B)				7179.36
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	21.4166	0.8	17133.28
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	21416.6	0.8	17133.28
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				7179.36
Venta total (S/.)				17133.28
Utilidad Neta (S/.)				9953.92
Rentabilidad (%)				58.0969902

TRATAMIENTO 02

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504
Aradura	H. Máq.	3	75	225
Grado y nivelación	H. Máq.	2	75	150
Surcado	H. Máq.	1	75	75
Arreglo de acequia	Jornal	1	18	18
Limpieza del terreno	Jornal	2	18	36
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
3. SIEMBRA				198
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18	36
Tapado de semillas	Jornal	5	18	90
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18	72
4. LABORES CULTURALES				378
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18	90
Aporque	Jornal	12	18	216
Riego (4 veces)	Jornal	4	18	72
5. COSECHA				72
Selección y secado	Jornal	2	18	36
Almacenamiento	Jornal	2	18	36
6. INSUMOS				4680
Roca Fosforica	Saco	1	80	80
Guano de Isla	Saco	20	50	1000
Cloruro de Potasio	Saco	20	80	1600
Semilla de Papa	Kg	2000	1	2000
7. TRANSPORTE				200
Transporte de insumos y otros	Contrata		200	200
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				6092
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				6092
Sub total Costos Directos				6092
B. COSTO INDIRECTO				1087.36
Gastos Administrativos (3% A)			182.76	182.76
Imprevistos (5% A)			304.6	304.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	600	600
COSTO TOTAL (A + B)				7179.36
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	23.6444	0.8	18915.52
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	23644.4	0.8	18915.52
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				7179.36
Venta total (S/.)				18915.52
Utilidad Neta (S/.)				11736.16
Rentabilidad (%)				62.0451354

TRATAMIENTO 03

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504
Aradura	H. Máq.	3	75	225
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	75	150
Surcado	H. Máq.	1	75	75
Arreglo de acequia	Jornal	1	18	18
Limpieza del terreno	Jornal	2	18	36
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
3. SIEMBRA				198
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18	36
Tapado de semillas	Jornal	5	18	90
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18	72
4. LABORES CULTURALES				378
Deshierbo (1 vez)	Jornal	5	18	90
Aporque	Jornal	12	18	216
Riego (4 veces)	Jornal	4	18	72
5. COSECHA				72
Selección y secado	Jornal	2	18	36
Almacenamiento	Jornal	2	18	36
6. INSUMOS				6600
Roca Fosforica	Saco	25	80	2000
Guano de Isla	Saco	20	50	1000
Cloruro de Potasio	Saco	20	80	1600
Semilla de Papa	Kg	2000	1	2000
7. TRANSPORTE				200
Transporte de insumos y otros	Contrata		200	200
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				8012
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				8012
Sub total Costos Directos				8012
B. COSTO INDIRECTO				1240.96
Gastos Administrativos (3% A)			240.36	240.36
Imprevistos (5% A)			400.6	400.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	600	600
COSTO TOTAL (A + B)				9252.96
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	20.7666	0.8	16613.28
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	20766.6	0.8	16613.28
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				9252.96
Venta total (S/.)				16613.28
Utilidad Neta (S/.)				7360.32
Rentabilidad (%)				44.303834

TRATAMIENTO 04

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504
Aradura	H. Máq.	3	75	225
Grado y nivelación	H. Máq.	2	75	150
Surcado	H. Máq.	1	75	75
Arreglo de acequia	Jornal	1	18	18
Limpieza del terreno	Jornal	2	18	36
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
3. SIEMBRA				198
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18	36
Tapado de semillas	Jornal	5	18	90
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18	72
4. LABORES CULTURALES				378
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18	90
Aporque	Jornal	12	18	216
Riego (4 veces)	Jornal	4	18	72
5. COSECHA				72
Selección y secado	Jornal	2	18	36
Almacenamiento	Jornal	2	18	36
6. INSUMOS				6600
Roca Fosforica	Saco	25	80	2000
Guano de Isla	Saco	20	50	1000
Cloruro de Potasio	Saco	20	80	1600
Semilla de Papa	Kg	2000	1	2000
7. TRANSPORTE				200
Transporte de insumos y otros	Contrata		200	200
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				8012
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				8012
Sub total Costos Directos				8012
B. COSTO INDIRECTO				1240.96
Gastos Administrativos (3% A)			240.36	240.36
Imprevistos (5% A)			400.6	400.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	600	600
COSTO TOTAL (A + B)				9252.96
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	22.2055	0.8	17764.4
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	22205.5	0.8	17764.4
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				9252.96
Venta total (S/.)				17764.4
Utilidad Neta (S/.)				8511.44
Rentabilidad (%)				47.9129045

TRATAMIENTO 05

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504
Aradura	H. Máq.	3	75	225
Grado y nivelación	H. Máq.	2	75	150
Surcado	H. Máq.	1	75	75
Arreglo de acequia	Jornal	1	18	18
Limpieza del terreno	Jornal	2	18	36
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
3. SIEMBRA				198
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18	36
Tapado de semillas	Jornal	5	18	90
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18	72
4. LABORES CULTURALES				378
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18	90
Aporque	Jornal	12	18	216
Riego (4 veces)	Jornal	4	18	72
5. COSECHA				72
Selección y secado	Jornal	2	18	36
Almacenamiento	Jornal	2	18	36
6. INSUMOS				5640
Roca Fosforica	Saco	13	80	1040
Guano de Isla	Saco	20	50	1000
Cloruro de Potasio	Saco	20	80	1600
Semilla de Papa	Kg	2000	1	2000
7. TRANSPORTE				200
Transporte de insumos y otros	Contrata		200	200
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				7052
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				7052
Sub total Costos Directos				7052
B. COSTO INDIRECTO				1164.16
Gastos Administrativos (3% A)			211.56	211.56
Imprevistos (5% A)			352.6	352.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	600	600
COSTO TOTAL (A + B)				8216.16
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	20.4	0.8	16320
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	20400	0.8	16320
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				8216.16
Venta total (S/.)				16320
Utilidad Neta (S/.)				8103.84
Rentabilidad (%)				49.6558824

TRATAMIENTO 06

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504
Aradura	H. Máq.	3	75	225
Grado y nivelación	H. Máq.	2	75	150
Surcado	H. Máq.	1	75	75
Arreglo de acequia	Jornal	1	18	18
Limpieza del terreno	Jornal	2	18	36
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
3. SIEMBRA				198
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18	36
Tapado de semillas	Jornal	5	18	90
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18	72
4. LABORES CULTURALES				378
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18	90
Aporque	Jornal	12	18	216
Riego (4 veces)	Jornal	4	18	72
5. COSECHA				72
Selección y secado	Jornal	2	18	36
Almacenamiento	Jornal	2	18	36
6. INSUMOS				5640
Roca Fosforica	Saco	13	80	1040
Guano de Isla	Saco	20	50	1000
Cloruro de Potasio	Saco	20	80	1600
Semilla de Papa	Kg	2000	1	2000
7. TRANSPORTE				200
Transporte de insumos y otros	Contrata		200	200
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				7052
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				7052
Sub total Costos Directos				7052
B. COSTO INDIRECTO				1164.16
Gastos Administrativos (3% A)			211.56	211.56
Imprevistos (5% A)			352.6	352.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	600	600
COSTO TOTAL (A + B)				8216.16
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	20.2166	0.8	16173.28
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	20216.6	0.8	16173.28
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				8216.16
Venta total (S/.)				16173.28
Utilidad Neta (S/.)				7957.12
Rentabilidad (%)				49.199173

TRATAMIENTO 07

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504
Aradura	H. Máq.	3	75	225
Grado y nivelación	H. Máq.	2	75	150
Surcado	H. Máq.	1	75	75
Arreglo de acequia	Jornal	1	18	18
Limpieza del terreno	Jornal	2	18	36
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
3. SIEMBRA				198
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18	36
Tapado de semillas	Jornal	5	18	90
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18	72
4. LABORES CULTURALES				378
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18	90
Aporque	Jornal	12	18	216
Riego (4 veces)	Jornal	4	18	72
5. COSECHA				72
Selección y secado	Jornal	2	18	36
Almacenamiento	Jornal	2	18	36
6. INSUMOS				5640
Roca Fosforica	Saco	13	80	1040
Guano de Isla	Saco	20	50	1000
Cloruro de Potasio	Saco	20	80	1600
Semilla de Papa	Kg	2000	1	2000
7. TRANSPORTE				200
Transporte de insumos y otros	Contrata		200	200
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				7052
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				7052
Sub total Costos Directos				7052
B. COSTO INDIRECTO				1164.16
Gastos Administrativos (3% A)			211.56	211.56
Imprevistos (5% A)			352.6	352.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	600	600
COSTO TOTAL (A + B)				8216.16
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	21.9338	0.8	17547.04
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	21933.8	0.8	17547.04
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				8216.16
Venta total (S/.)				17547.04
Utilidad Neta (S/.)				9330.88
Rentabilidad (%)				53.1763762

TRATAMIENTO 08

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504
Aradura	H. Máq.	3	75	225
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	75	150
Surcado	H. Máq.	1	75	75
Arreglo de acequia	Jornal	1	18	18
Limpieza del terreno	Jornal	2	18	36
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
3. SIEMBRA				198
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18	36
Tapado de semillas	Jornal	5	18	90
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18	72
4. LABORES CULTURALES				378
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18	90
Aporque	Jornal	12	18	216
Riego (4 veces)	Jornal	4	18	72
5. COSECHA				72
Selección y secado	Jornal	2	18	36
Almacenamiento	Jornal	2	18	36
6. INSUMOS				5640
Roca Fosforica	Saco	13	80	1040
Guano de Isla	Saco	20	50	1000
Cloruro de Potasio	Saco	20	80	1600
Semilla de Papa	Kg	2000	1	2000
7. TRANSPORTE				200
Transporte de insumos y otros	Contrata		200	200
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				7052
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				7052
Sub total Costos Directos				7052
B. COSTO INDIRECTO				1164.16
Gastos Administrativos (3% A)			211.56	211.56
Imprevistos (5% A)			352.6	352.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	600	600
COSTO TOTAL (A + B)				8216.16
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	22.6722	0.8	18137.76
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	22672.2	0.8	18137.76
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				8216.16
Venta total (S/.)				18137.76
Utilidad Neta (S/.)				9921.6
Rentabilidad (%)				54.7013523

TRATAMIENTO 09

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504
Aradura	H. Máq.	3	75	225
Grado y nivelación	H. Máq.	2	75	150
Surcado	H. Máq.	1	75	75
Arreglo de acequia	Jornal	1	18	18
Limpieza del terreno	Jornal	2	18	36
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
3. SIEMBRA				198
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18	36
Tapado de semillas	Jornal	5	18	90
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18	72
4. LABORES CULTURALES				378
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18	90
Aporque	Jornal	12	18	216
Riego (4 veces)	Jornal	4	18	72
5. COSECHA				72
Selección y secado	Jornal	2	18	36
Almacenamiento	Jornal	2	18	36
6. INSUMOS				4680
Roca Fosforica	Saco	1	80	80
Guano de Isla	Saco	20	50	1000
Cloruro de Potasio	Saco	20	80	1600
Semilla de Papa	Kg	2000	1	2000
7. TRANSPORTE				200
Transporte de insumos y otros	Contrata		200	200
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				6092
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				6092
Sub total Costos Directos				6092
B. COSTO INDIRECTO				1087.36
Gastos Administrativos (3% A)			182.76	182.76
Imprevistos (5% A)			304.6	304.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	600	600
COSTO TOTAL (A + B)				7179.36
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	17.8722	0.8	14297.76
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	17872.2	0.8	14297.76
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				7179.36
Venta total (S/.)				14297.76
Utilidad Neta (S/.)				7118.4
Rentabilidad (%)				49.7868198

TRATAMIENTO 10

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504
Aradura	H. Máq.	3	75	225
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	75	150
Surcado	H. Máq.	1	75	75
Arreglo de acequia	Jornal	1	18	18
Limpieza del terreno	Jornal	2	18	36
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
3. SIEMBRA				198
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18	36
Tapado de semillas	Jornal	5	18	90
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18	72
4. LABORES CULTURALES				378
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18	90
Aporque	Jornal	12	18	216
Riego (4 veces)	Jornal	4	18	72
5. COSECHA				72
Selección y secado	Jornal	2	18	36
Almacenamiento	Jornal	2	18	36
6. INSUMOS				5160
Roca Fosforica	Saco	7	80	560
Guano de Isla	Saco	20	50	1000
Cloruro de Potasio	Saco	20	80	1600
Semilla de Papa	Kg	2000	1	2000
7. TRANSPORTE				200
Transporte de insumos y otros	Contrata		200	200
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				6572
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				6572
Sub total Costos Directos				6572
B. COSTO INDIRECTO				1125.76
Gastos Administrativos (3% A)			197.16	197.16
Imprevistos (5% A)			328.6	328.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	600	600
COSTO TOTAL (A + B)				7697.76
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	21.8611	0.8	17488.88
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	21861.1	0.8	17488.88
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				7697.76
Venta total (S/.)				17488.88
Utilidad Neta (S/.)				9791.12
Rentabilidad (%)				55.9848315

TRATAMIENTO 11

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504
Aradura	H. Máq.	3	75	225
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	75	150
Surcado	H. Máq.	1	75	75
Arreglo de acequia	Jornal	1	18	18
Limpieza del terreno	Jornal	2	18	36
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
3. SIEMBRA				198
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18	36
Tapado de semillas	Jornal	5	18	90
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18	72
4. LABORES CULTURALES				378
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18	90
Aporque	Jornal	12	18	216
Riego (4 veces)	Jornal	4	18	72
5. COSECHA				72
Selección y secado	Jornal	2	18	36
Almacenamiento	Jornal	2	18	36
6. INSUMOS				6120
Roca Fosforica	Saco	19	80	1520
Guano de Isla	Saco	20	50	1000
Cloruro de Potasio	Saco	20	80	1600
Semilla de Papa	Kg	2000	1	2000
7. TRANSPORTE				200
Transporte de insumos y otros	Contrata		200	200
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				7532
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				7532
Sub total Costos Directos				7532
B. COSTO INDIRECTO				1202.56
Gastos Administrativos (3% A)			225.96	225.96
Imprevistos (5% A)			376.6	376.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	600	600
COSTO TOTAL (A + B)				8734.56
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	21.0277	0.8	16822.16
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	21027.7	0.8	16822.16
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				8734.56
Venta total (S/.)				16822.16
Utilidad Neta (S/.)				8087.6
Rentabilidad (%)				48.0770603

TRATAMIENTO 12

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504
Aradura	H. Máq.	3	75	225
Grado y nivelación	H. Máq.	2	75	150
Surcado	H. Máq.	1	75	75
Arreglo de acequia	Jornal	1	18	18
Limpieza del terreno	Jornal	2	18	36
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
3. SIEMBRA				198
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18	36
Tapado de semillas	Jornal	5	18	90
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18	72
4. LABORES CULTURALES				378
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18	90
Aporque	Jornal	12	18	216
Riego (4 veces)	Jornal	4	18	72
5. COSECHA				72
Selección y secado	Jornal	2	18	36
Almacenamiento	Jornal	2	18	36
6. INSUMOS				6600
Roca Fosforica	Saco	25	80	2000
Guano de Isla	Saco	20	50	1000
Cloruro de Potasio	Saco	20	80	1600
Semilla de Papa	Kg	2000	1	2000
7. TRANSPORTE				200
Transporte de insumos y otros	Contrata		200	200
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				8012
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				8012
Sub total Costos Directos				8012
B. COSTO INDIRECTO				1240.96
Gastos Administrativos (3% A)			240.36	240.36
Imprevistos (5% A)			400.6	400.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	600	600
COSTO TOTAL (A + B)				9252.96
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	20.0277	0.8	16022.16
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	20027.7	0.8	16022.16
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				9252.96
Venta total (S/.)				16022.16
Utilidad Neta (S/.)				6769.2
Rentabilidad (%)				42.2489852

TRATAMIENTO 13

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				504
Aradura	H. Máq.	3	75	225
Gradeo y nivelación	H. Máq.	2	75	150
Surcado	H. Máq.	1	75	75
Arreglo de acequia	Jornal	1	18	18
Limpieza del terreno	Jornal	2	18	36
2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO				60
Análisis químico del suelo		1	60	60
3. SIEMBRA				198
Siembra (distribución de semilla)	Jornal	2	18	36
Tapado de semillas	Jornal	5	18	90
Abonamiento (2 veces)	Jornal	4	18	72
4. LABORES CULTURALES				378
Deshierbo (1 ves)	Jornal	5	18	90
Aporque	Jornal	12	18	216
Riego (4 veces)	Jornal	4	18	72
5. COSECHA				72
Selección y secado	Jornal	2	18	36
Almacenamiento	Jornal	2	18	36
6. INSUMOS				6600
Roca Fosforica	Saco	25	80	2000
Guano de Isla	Saco	20	50	1000
Cloruro de Potasio	Saco	20	80	1600
Semilla de Papa	Kg	2000	1	2000
7. TRANSPORTE				200
Transporte de insumos y otros	Contrata		200	200
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (S/.)				8012
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (S/.)				
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (S/.)	TOTAL (S/.)
A. COSTO DIRECTO				8012
Sub total Costos Directos				8012
B. COSTO INDIRECTO				1240.96
Gastos Administrativos (3% A)			240.36	240.36
Imprevistos (5% A)			400.6	400.6
Alquiler de terreno	Ha.	1	600	600
COSTO TOTAL (A + B)				9252.96
C. ANÁLISIS ECONÓMICO				
Rendimiento (Tn/Ha)	Tn/Ha	20.0833	0.8	16066.64
Venta total del producto (S/.)	S/. Kg	20083.3	0.8	16066.64
D. MARGEN ECONÓMICO				
Costo Total (S/.)				9252.96
Venta total (S/.)				16066.64
Utilidad Neta (S/.)				6813.68
Rentabilidad (%)				42.4088671

ANEXO c: FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

Preparación de sustrato para capturar microorganismos

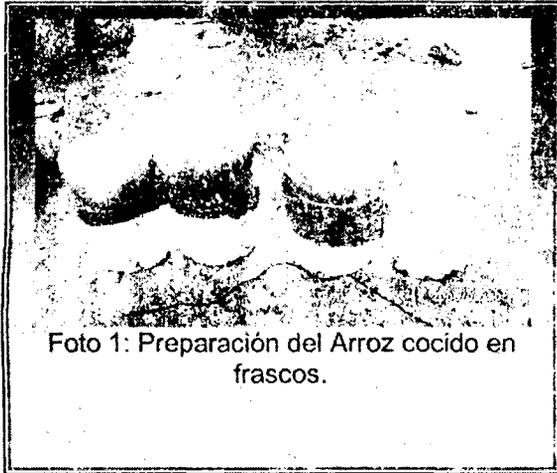


Foto 1: Preparación del Arroz cocido en frascos.



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

Captura de los microorganismos

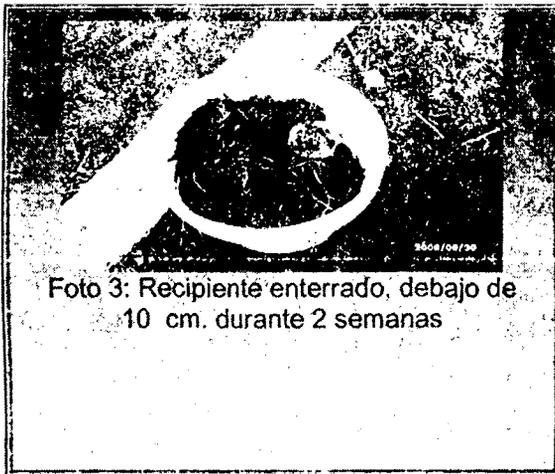


Foto 3: Recipiente enterrado, debajo de 10 cm. durante 2 semanas



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

Preparación de la solución madre de microorganismos naturales

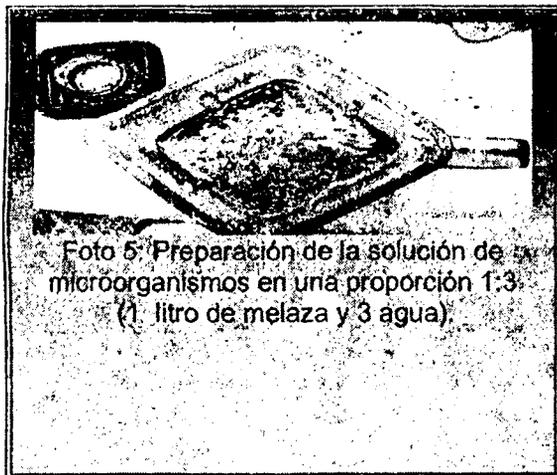


Foto 5: Preparación de la solución de microorganismos en una proporción 1:3 (1 litro de melaza y 3 agua)

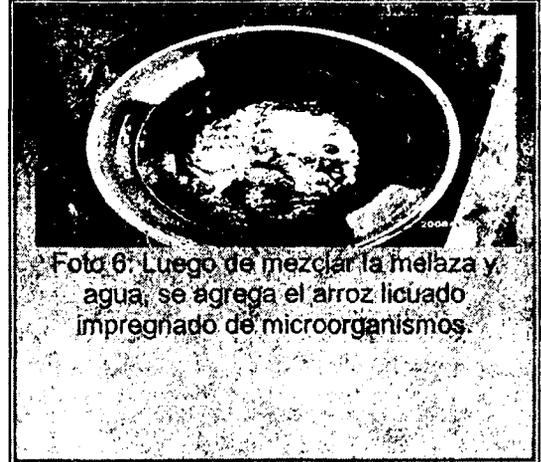


Foto 6: Luego de mezclar la melaza y agua, se agrega el arroz licuado impregnado de microorganismos.

Tratamiento de la roca fosfórica



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

Instalación del experimento



Foto 8: Siembra del papa "Roja Ayacuchana" a 0.50 m entre golpes.



Foto 9: Aplicación de la roca fosfórica tratada.



Foto 10: Tapado de la semilla de papa "Roja Ayacuchana", RF aplicada.

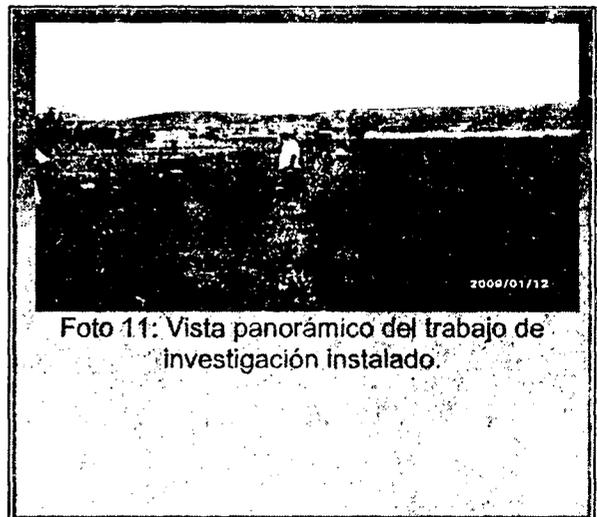


Foto 11: Vista panorámico del trabajo de investigación instalado.

Evaluación de Altura de Planta

