

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“NIVELES DE GUANO DE ISLAS Y DOSIS DE MICROORGANISMOS  
EFICACES - EM, EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum sp.*) VAR.  
MAMA LUCHA. Canaán, 2750 msnm. - AYACUCHO”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**FRANKLIN CRISTIAN MENDOZA TORRES**

**AYACUCHO – PERÚ**

**2013**

Tesis  
Ag 1026  
Men

**“NIVELES DE GUANO DE ISLAS Y DOSIS DE MICROORGANISMOS EFICACES – EM, EN EL CULTIVO DE PAPA (Solanum sp) VAR. MAMA LUCHA. CANAAN, 2750 msnm. - AYACUCHO”**

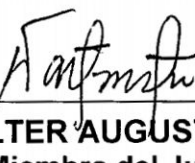
Recomendado : 22 de abril de 2013

Aprobado : 24 de mayo de 2013



---

**M.Sc. ING. MARHLENI CERDA GÓMEZ**  
Presidente del Jurado



---

**M.Sc. ING. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO**  
Miembro del Jurado



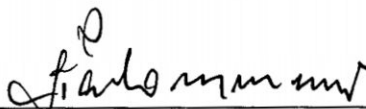
---

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



---

**Dra. NERY LUZ SANTILLANA VILLANUEVA**  
Miembro del Jurado



---

**Dr. JUAN RAMIRO PALOMINO MALPARTIDA**  
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

## DEDICATORIA

A mis queridos papas;  
Edgar y Martha que me guían desde el cielo y que por ellos me encamino en una vida profesional, ya que me dejaron su sabiduría y esfuerzo para luchar en el día a día.

A mis abuelos Alberto y Juana rosa, que son las personas especiales para mi vida en futuro, en general a toda mi familia por ser un ejemplo a seguir. Que en las buenas y las malas me apoyaron, con sus consejos y recomendaciones que vierten en mi persona

A mi pareja María Margot, mi hija Bell y mi hermana Maribel; por ser el pilar fundamental de todo lo que soy, en toda mi educación, académica, como personal. Por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, Alma Mater de mis estudios profesionales, que hicieron posible la realización y culminación del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Walter A. Mateu Mateo, Ing. Alex Tineo Bermúdez, Ing. Eduardo Robles García. Que mediante su dinámico apoyo y valiosa orientación se hizo posible culminar el presente trabajo.

A mis maestros, ingenieros de mí querida escuela, que con su sapiencia, paciencia, dedicación y acertados consejos me inculcaron un futuro mejor y así culminar con mi carrera.

## RESUMEN

El presente trabajo experimental con el objetivo de incremento de los niveles de Guano de Islas y Microorganismos eficaces en la producción cultivo de papa Var. Mama Lucha, se condujo en el Centro Experimental de Canaán, de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNSCH, entre los meses de agosto del 2011 y enero 2012, teniendo como objetivo general, conocer el efecto de niveles crecientes de guano de islas y dosis de Microorganismos eficaces EM en el rendimiento y calidad de tubérculos de papa Var. Mama Lucha, objetivos específicos, 1. Determinar el efecto de niveles crecientes de guano de islas y dosis crecientes de Microorganismos eficaces EM en el rendimiento y calidad de tubérculos de papa Var. Mama Lucha y 2. Estimar el índice de rentabilidad económica de los tratamientos estudiados. Los factores estudiados fueron a. **Niveles de Guano de Islas (GI):**  $g_1$ : 0 t.ha<sup>-1</sup>,  $g_2$ : 0.81 t.ha<sup>-1</sup>,  $g_3$ : 1.62 t.ha<sup>-1</sup>,  $g_4$ : 2.43 t.ha<sup>-1</sup>,  $g_5$ : 3.43 t.ha<sup>-1</sup> de G.I. b. **Dosis de EM: Microorganismos eficaces (EM):**  $m_1$ : 40.0 litros de EM activado por ha.,  $m_2$ : 80.0 litros de EM activado por ha; de la combinación de los factores en estudio resultaron 10 tratamientos, los que se condujo en el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial, evaluándose 30 unidades experimentales en un área de cultivo de 10.50 m<sup>2</sup>.

Las conclusiones a que se arribaron fueron: 1) La aplicación de niveles crecientes de guano de islas acompañadas de una dosis alta de EM permite incrementar en el rendimiento de papa Var, Mama Lucha en 1636 kg.ha<sup>-1</sup> de tubérculo de papa. 2) La aplicación de niveles crecientes de guano islas acompañado de una dosis baja de EM permite incrementos en el rendimiento de papa Var. Mama Lucha en 1612 kg.ha<sup>-1</sup> de tubérculo de papa. 3) Al incrementar los niveles de GI, se reduce ligeramente los azúcares reductores del tubérculo de 0.21 a 0.17 %; el contenido de proteína se incrementa ligeramente de 2.2 a 2.5 %; el contenido de materia seca de los tubérculos, se incrementa al aumentar el nivel de GI, de 24.5 a 27.9 %. 4) Existe una regresión positiva con coeficiente  $R^2 = 0.899$ , entre peso y número de tubérculos, con 80 y 40 l.ha<sup>-1</sup> de EM. Teniendo una mejor respuesta con 80

l.ha<sup>-1</sup> de EM 5) La rentabilidad económica de los tratamientos son aceptables y oscilan entre 67.1 y 93.1 %. La mayor rentabilidad se obtiene con 80 l.ha<sup>-1</sup> de EM y sin Guano de Islas. Sin embargo la mayor utilidad se obtiene con los nivel 3.43 t.ha<sup>-1</sup> de GI, 40 y 80 l.ha<sup>-1</sup> de EM.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
<b>CAPÍTULO I REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
1.1 Guano de isla	4
1.1.1 Generalidades	4
1.1.2 Importancia del guano de isla	6
1.1.3 Propiedades del guano de isla	7
1.1.4 Características del guano de isla	8
1.1.5 Tipos de guano de isla en el mercado	11
1.1.6 Empleo del guano de isla como abono	11
1.1.7 Precauciones en el uso y almacenamiento	12
1.2. Microorganismos eficaces	13
1.2.1 Generalidades	13
1.2.2 Tipo de Microorganismos	14
1.2.3 Modo de Acción de los Microorganismos	18
1.2.4 Aplicaciones del EM	18
1.2.5 Los EM y su acción solubilizante	20
1.3 Del cultivo	20
1.3.1 Origen de la papa	20
1.3.2 Clasificación taxonómica	23
1.3.3 Morfología	23
1.3.4 Etapas de crecimiento y desarrollo	27
1.3.5 Variedad Mama Lucha	29
1.3.6 Valor nutritivo	31
1.3.7 Tipo de crecimiento según los cultivares de papa	31

1.3.8 Condiciones para la siembra	33
1.3.9 Condiciones de la semilla	36
1.3.10 Abonamiento	36
1.3.11 Rol de las fuentes de fertilización	37
1.3.12 Labores culturales	38

## **CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS**

2.1 Del campo experimental	48
2.1.1 Ubicación geográfica	48
2.1.2 Antecedentes del campo experimental	48
2.1.3 Características del suelo	48
2.1.4 Análisis químico del guano de islas	50
2.2 Características climáticas	50
2.3 Materiales requeridos	53
2.4 Diseño experimental y análisis estadístico	53
2.5 Factores estudiados	54
2.6 Tratamientos	54
2.7 Descripción del campo experimental	55
2.8 Croquis del campo experimental	56
2.9 Instalación y conducción del experimento	57
2.10 Variables y criterios de evaluación	59
2.10.1 Precocidad	59
2.10.2 Productividad	59
2.10.3 Calidad de tubérculo	60

## **CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

3.1 Variables de precocidad	62
3.2 Variables de rendimiento	63
3.2.1 Altura de planta	63
3.2.2 Rendimiento de tubérculos categoría primera	66
3.2.3 Rendimiento de tubérculos categoría segunda	68
3.2.4 Rendimiento de tubérculos categoría tercera	70
3.2.5 Rendimiento total de tubérculos	72

3.3 Evaluación de la calidad del tubérculo de papa Var. Mama Lucha	74
3.4 Regresión del rendimiento total por los diferentes niveles de guano de islas en cada concentración de EM	76
3.5 Mérito económico de los tratamientos estudiados	77
<b>CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
4.1 Conclusiones	79
4.2 Recomendaciones	81
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	82
<b>ANEXO</b>	85

## INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum sp.*) constituye un alimento de gran importancia para el poblador peruano y muy especialmente, del poblador de la sierra, donde se consume básicamente cocido.

Actualmente a nivel nacional, según las estadísticas de MINAG (2011) se cultivan 270,000 has de papa, con un rendimiento de  $11,000 \text{ kg/ha}^{-1}$ ; mientras que en el departamento de Ayacucho, se cultiva papa en 11,000 has con un rendimiento de  $7,000 \text{ kg/ha}^{-1}$ , que esta muy por debajo del promedio nacional. El bajo nivel de productividad obtenido se debe a una serie de factores que inciden directamente en el rendimiento, como son; limitada fertilización orgánica y mineral del cultivo, presencia de plagas y enfermedades, labores de deshierbo, riego y aporque inoportunos y deficientes, utilización de variedades de bajo rendimiento, densidad de plantas inadecuadas, etc.

Mejorando las practicas de cultivo es posible incrementar el rendimiento de tubérculos, que aunado a una comercialización adecuada pueden ayudar a mejorar la rentabilidad del cultivo y un abastecimiento regular al mercado.

Sin embargo, dado que el cultivo de papa requiere grandes cantidades de nutrientes, los que generalmente se aportan mediante los fertilizantes sintéticos, conllevan el riesgo de contaminar el suelo y el ambiente. Entonces, surge la preocupación de reducir los niveles de contaminación para lo cual se puede reemplazar con abonos orgánicos amigables con la naturaleza, como son el guano de islas y los microorganismos eficaces y que reporten rendimientos aceptables.

Teniendo en cuenta las premisas señaladas se ha planteado el presente experimento bajo las condiciones de Canaán – Ayacucho, con los siguientes objetivos:

## **Objetivo General**

Conocer el efecto de niveles crecientes de Guano de Islas y Microorganismos eficaces EM en el rendimiento de tubérculos de papa Var. Mama Lucha, bajo las condiciones de Canaán-Ayacucho.

## **Objetivos Específicos**

1. Determinar el efecto de niveles crecientes de Guano de Islas y dosis crecientes de Microorganismos eficaces EM en el rendimiento y calidad de tubérculos de papa Var. Mama Lucha.
2. Estimar el índice de rentabilidad de los tratamientos estudiados.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1. GUANO DE ISLA

##### 1.1.1. Generalidades.

**Suquilanda (2001)**, menciona que la adición de enmiendas orgánicas al suelo (composta, residuos de cosechas, estiércol, abonos verdes, otros) contribuye al crecimiento de las plantas a través de los efectos que estos causan en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, esto debido a que la materia orgánica provoca un aumento en las poblaciones de microorganismos los cuales llevan a cabo procesos biológicos importantes como la degradación de la materia orgánica o la mineralización de nutrientes. Además, el aumento de las poblaciones de microorganismos causa una competencia natural con otros microorganismos patógenos. Las enmiendas orgánicas también mejoran las propiedades físicas de los suelos, ya que mejora la aireación, la retención de la humedad y promueven una mejor estructura de suelo. En general, todos los aportes dados por la acción de las enmiendas orgánicas al suelo causan un efecto positivo sobre la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de la planta.

**Proabonos (2007)**, menciona que el guano de isla es un recurso natural renovante, que procede como su nombre lo indica de las islas y puntas del litoral peruano, lugares donde se aposentan y reproducen las aves guaneras; también se encuentran en la costa chilena pero en poca cantidad.

El guano de isla es la acumulación de las deyecciones (estiércoles) de las aves marinas es por lo general la anchoveta, pejerrey, lorna, jurel, liza, machete, sardina, otros; sin embargo, el guano de isla también es enriquecido por los cadáveres de miles de aves que mueren en forma natural, esta constituido por carne y esqueleto de los peces que han sido ingerido por las aves, y que sufren todo un proceso digestivo que los convierte en material de fácil asimilación por las plantas.

El guano de isla es un poderoso fertilizante orgánico utilizado con gran éxito por los agricultores y legado desde hace mucho tiempo a nuestra historia; tiene un alto contenido de nitrógeno, fosforo y potasio, además de muchos elementos nutritivos, que los convierte en el fertilizante orgánico mas completo del mundo.

Biológicamente el guano de isla juega un rol esencial en el metabolismo básico del desarrollo de raíces, tallos y hojas asegurando la nutrición de las plantas, además de tener una acción benéfica sobre la vida de los suelos.

**Tineo (2010)**, menciona que el guano de isla es un abono orgánico producido por las aves guaneras (guayanay, piquero, alcatraz o pelicano) en algunas islas de la costa peruana. El guano de isla es una mezcla de excremento de aves, plumas, restos de aves muertas, huevos, otros. Los cuales experimentan un proceso de fermentación sumamente lento lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales, señala también que es uno de los abonos naturales de buena calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes.

Sánchez citado por **Casas (2007)**, manifiesta que es una mezcla de excremento de aves marinas, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc. Los cuales experimentan un proceso de fermentación lenta. Se trata de uno de los abonos de mejor calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes, y puede tener 12 % de N, 11% de P y 2 % K; debe aplicarse pulverizando a una profundidad aceptable o tapanlo inmediatamente para evitar perdida de amoniaco. También se puede mezclar con otros abonos orgánicos para aumentar su mineralización y lograr su eficiencia, además menciona, que al ser incorporado se inicia la

fermentación; las materias orgánicas nitrogenadas y especialmente la urea, dan origen al carbonato amónico y a una sustancia denominada guanina; la materia orgánica no nitrogenada produce ácido carbónico, oxálico y ciertos ácidos grasos que confiere al guano un olor fuerte, el fermento nítrico que se produce a expensas de la materia orgánica nitrogenada, ácido nítrico que se encuentra principalmente en forma de nitrato de cal.

**Camasca (1984)**, menciona que el guano de isla conserva un lugar de importancia entre los abonos orgánicos comerciales, debido a su producción y sus cualidades fertilizantes excepcionantes pero en la actualidad su uso ha decaído notablemente por no satisfacer la demanda.

Perú es el principal productor mundial del guano de las aves marinas, esta constituido por una mezcla heterogénea de excrementos de aves muertas y cascara de huevos, que se acumulan a través del tiempo en las islas que bordean el litoral de la parte central y en algunas partes del norte y sur del país.

Menciona que el guano de isla es un compuesto orgánico heterogéneo, cuya utilización nos da ventajas en la enmienda, además del hecho de funcionar igual que los fertilizantes sintéticos comerciales como fuentes de N, P y K elevado por tanto el rendimiento y debiendo su utilización a seguir lineamiento de uso de dichos fertilizantes.

### **1.1.2. IMPORTANCIA DEL GUANO DE ISLA**

ENCI citado por **Casas (2007)**, señala que desde 1840 hasta 1870, el guano de isla jugó un papel trascendental en la economía de la joven república peruana, pero después de dicho periodo, vendría la competencia con el nitrato de Chile, que lo desplazaría del mercado mundial.

Desde 1909, año en que se funda la compañía Administrativa del Guano, hasta su colapso económico en 1957 por la expansión de la industria de la harina de anchoveta, el guano fue el principal fertilizante para la agricultura costera y de los demás importantes valles interandinos.

El guano de islas, es un recurso renovable, debido a ello se evito por muchos años el ingreso de los fertilizantes sintéticos. Solo el tiempo y la falta del mismo habrían de revelar la enorme importancia que ha jugado y que jugara en el futuro para el Perú.

Hasta el año de 1996, la división de fertilizantes de PESCA PERU, estuvo encargada de su explotación y comercialización. En 1997, el ministerio de Agricultura a través de su programa especial PROABONOS asumió estas responsabilidades.

**Proabonos (2007)**, menciona que el guano de isla es la columna vertebral de nuestra agricultura, es el mejor fertilizante natural y el más barato del mundo. Su calidad es reconocida en el país y en el extranjero donde a raíz del cese de exportación se le recuerda todavía como el “guano del Perú”. Sin embrago, no está lejos el día en que el guano de isla vuelva a ocupar el lugar que le corresponde en la agricultura nacional debido a que aporta todos los nutrientes para los cultivos y mejora de los suelos del Perú.

### **1.1.3. PROPIEDADES DEL GUANO DE ISLA**

Gros citado por **Casas (2007)**, manifiesta que el guano de isla conserva un lugar de importancia entre los abonos comerciales, debido a su producción y sus cualidades fertilizantes excepcionales. Se presenta como un material amarillento grisáceo y cuando es molido presenta una decoloración amarilla pálido o marrón claro. El guano rico se caracteriza por sus olores de vapores amoniacales, se forma mediante el proceso de fermentación sumamente lenta lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales, especialmente los nitrogenados tales como los uratos, carbonatos, sulfatos y otras combinaciones menos abundantes. Este abono es el tipo compuesto por que aporta N, P, K, Ca, Mg, S y aun elementos menores.

Entre sus propiedades importantes tenemos:

- Es un abono natural y completo, contiene todos los nutrientes que las plantas requieren para su normal crecimiento y desarrollo
- Es un producto ecológico, no contamina el medio ambiente.
- Es biodegradable
- Incrementa la actividad microbiana del suelo
- Es soluble en agua y de fácil asimilación por las plantas.

#### 1.1.4. CARACTERÍSTICAS DEL GUANO DE ISLA

**Proabonos (2007)**, señala las siguientes características:

##### **A. Características Físicas:**

- El guano de isla se presenta en forma de polvo de granulación uniforme
- De color gris amarillento verdoso
- Con olor fuerte a vapores amoniacales
- Contiene una humedad de 16 – 18 %.

##### **B. Características Químicas:**

El guano de isla es un abono orgánico natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción de cosechas rentables. Viene siendo utilizado en la producción orgánica de diferentes cultivos, con buenos resultados.

##### **Contenido de nutrientes:**

El guano de isla contiene:

**Macronutrientes** : Nitrógeno, fósforo y potasio.

**Elementos secundarios:** Calcio, magnesio y azufre.

**Micronutrientes** : Hierro, zinc, cobre, magnesio, boro.

### Macroelementos

Nitrógeno	N	10 – 14	%
Fosforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10 – 12	%
Potasio	K <sub>2</sub> O	2 – 3	%

### Elementos secundarios

Calcio	CaO	8	%
Magnesio	MgO	5	%
Azufre	S	16	%

### Microelementos

Hierro	Fe	320	p.p.m.
Zinc	Zn	20	p.p.m.
Cobre	Cu	240	p.p.m.
Manganeso	Mn	200	p.p.m.
Boro	B	160	p.p.m.

### También contiene

Flora microbiana	Hongos y bacterias benéficas
------------------	------------------------------

### Mineralización:

La recolección del guano de isla se realiza cada 5-6 años en una misma isla o punta, durante ese periodo se va acumulando las deyecciones climáticas de alta humedad relativa y temperaturas promedio de 16°C en invierno y 25°C en verano; estando presente diferentes microorganismos, entre estos hongos y bacterias benéficas que utilizan el guano de islas como sustratos de alimentación, constituyéndose en millones de laboratorios biológicos que realizan una serie de reacciones bioquímicas de oxidación, transformando los productos complejos (orgánicos) en productos

más simples (inorgánicos) que es la forma como las plantas toman los nutrientes.

### **Disponibilidad de nutrientes:**

#### **Formas de Nitrógeno en el Guano de Isla.**

Del nitrógeno total, en promedio el 35 % se encuentra en forma disponible (33 % en forma amoniacal-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y 2 % en forma nítrica -NO<sub>3</sub>); el 65 % se encuentra en forma orgánica, por mineralizarse.

#### **Formas de fosforo en el Guano de Isla.**

Del fosforo total, en promedio el 34% se encuentra en forma disponible (ácido fosfórico H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) Y EL 66 % se encuentra en forma orgánica. El resto de los elementos nutritivos presentes en el guano de isla se van liberando en forma iónica conforme se realiza la mineralización de la materia orgánica:

Potasio	K <sup>+</sup>	Zin	Zn <sup>++</sup>
Calcio	Ca <sup>++</sup>	Cobre	Cu <sup>++</sup>
Magnesio	Mg <sup>++</sup>	Manganeso	Mn
Azufre	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Boro	BO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Hierro	Fe <sup>+++</sup>		

Al abonar con guano de isla, en promedio el 35 % de nitrógeno, fosforo y demás nutrientes presentes en el guano, están disponibles para ser absorbidas por las raíces de las plantas en forma inmediata. La forma orgánica continúa en el suelo, los cuales se van liberando en forma paulatina, aportando nutrientes gradualmente durante el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo.

### **C. Características Biológicas:**

El Guano de Isla es portador de una rica flora microbiana (hongos y bacterias) conformando millones de laboratorios biológicos que por acción de sus jugos gástricos y enzimas realizan la transformación de

sustancias complejas a formas simples. El Guano de Isla aporta nutrientes y materia orgánica, los cuales son utilizados por las plantas y los microorganismos, el cual se suma a la existente en forma natural, mejorando su actividad microbiológica.

#### 1.1.5. TIPOS DE GUANO DE ISLA EN EL MERCADO.

Proabonos (2011), señalan que actualmente se comercializa dos tipos de guano de isla que comercializa proabonos o por los distribuidores autorizados estas son; Guano de exportación y Guano Agricultura Nacional.

##### A.- Guano de exportación

Formula:

Nitrógeno	14%
Fosforo	11%
Potasio	2%
Humedad	17%

##### B.- Guano Agricultura Nacional

Formula:

Nitrógeno	10%
Fosforo	10%
Potasio	2%
Humedad	17%

#### 1.1.6. EMPLEO DEL GUANO DE ISLA COMO ABONO.

ENCI citado por Casas (2007), menciona que el guano de isla para su descomposición en el suelo debe poseer cierta flora microbiana, esta flora varia considerablemente según el tratamiento que este ha sufrido, así el guano secado al horno contiene pocos micro organismos, siendo el fresco rico en nitro bacterias.

**Camasca (1984)**, señala que a pesar de que la materia orgánica del guano de isla se nitrifica rápidamente en los suelos, es deseable para iniciar la nutrición nitrogenada en las plantas, aplicar conjuntamente con el guano, un tercio de nitrógeno, bajo la forma de nitrato de preferencia salitre potásico a fin de compensar parcialmente la pobreza del guano en potasio.

La asociación del guano de isla y abonos verdes es excelente para llevar rápidamente el contenido de un suelo en materia orgánica igualmente el guano de islas proporciona una mayor eficiencia de acción a los abonos compuestos, si son aplicados conjuntamente. El guano de isla puede ser aplicado antes o en mezcla con clases de abono compuesto.

#### **1.1.7. PRECAUCIONES EN EL USO Y ALMACENAMIENTO**

**Proabonos (2007)**, menciona que bajo ninguna modalidad de uso, y en cualquier cultivo, evite que el guano de isla entre en contacto con las raíces de las plantas, pues estas se quemaran por el alto contenido de materia orgánica (44.64 %) en transformación, lo cual produce gran cantidad de calor. Usar las dosis recomendadas y evite el gasto innecesario del guano, ya que aplicaciones excesivas no aumentaran los rendimientos.

En cultivos anuales, realizar las aplicaciones lo más pronto posible, según sea el caso: a la siembra, o al trasplante. Evite que los sacos del guano se mojen con agua u otros líquidos pues perderán su nitrógeno. Recordar que una sola aplicación puede servir para dos campañas de cultivo.

La experiencia nacional, a través de los años, confirma la cantidad del guano de isla como el fertilizante para los cultivos más exigentes.

## 1.2. MICRORGANISMOS EFICACES

### 1.2.1 Generalidades

La producción agrícola comienza con el proceso de fotosíntesis por parte de las plantas verdes, las que requieren energía solar, agua y dióxido de carbono. Estos son elementos de libre disponibilidad. De esta manera podríamos decir que “la agricultura es la producción de algo a cambio de nada”.

**Higa y Párr (1991)**, en la página web de Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES), menciona que los EM, es una abreviación de Effective Microorganismos (Microorganismos Eficaces), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros. Cuando el EM es inoculado en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinergista por su acción en comunidad. El EM, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.

Según el **Manual de aplicación del EM (1996)**, los microorganismos eficaces o EM son un cultivo mixto de microorganismos benéficos (fundamentalmente bacterias fotosintéticas y productoras de ácido láctico, levaduras, actinomicetes y hongos fermentadores) que pueden aplicarse como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos, lo que a su vez aumenta el crecimiento, la calidad y el rendimiento de los cultivos.

El concepto de inoculación de suelos y plantas con microorganismos benéficos para crear un ambiente microbiano más favorable para el crecimiento de las plantas ha sido motivo de discusión durante décadas por parte de los científicos dedicados a la agricultura. Aunque la tecnología que soporta el concepto de los microorganismos efectivos y sus aplicaciones prácticas fueron desarrolladas por

el profesor Teruo Higa en la Universidad de Ryukyus, con sede en Okinawa, Japón.

El profesor Higa ha dedicado gran parte de su carrera científica a seleccionar y aislar diferentes tipos de microorganismos con capacidad de desarrollar efectos beneficiosos en suelos y plantas, lo que le permitió hallar diversos microorganismos que pueden coexistir en culturas mixtas y que son fisiológicamente compatibles unos con otros. Cuando estas culturas son introducidas en el medio ambiente, sus efectos benéficos individuales se ven aumentados significativamente de una manera sinérgica.

### **Efectos del EM**

- a) Promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas.
- b) Mejora física, química y biológicamente el ambiente de los suelos, y suprime los patógenos y plagas que promueven enfermedades.
- c) Aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos.
- d) Asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas.
- e) Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante.

Como consecuencia de estos efectos beneficiosos del EM, se incrementa el rendimiento y la calidad de los cultivos.

### **1.2.2 Tipo de Microorganismos:**

**Higa y Párr (1991)**, en la página web de Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES) y **Suquilanda (2001)** otro autor, mencionan que los principales grupos de microorganismos presentes en el EM son: Bacterias Fototróficas, Bacterias Ácido lácticas, Levaduras, Actinomicetes, Hongos de fermentación:

### **a.- Bacterias Fotosintéticas (bacteria fototrópica)**

Las bacterias fotosintéticas son microorganismos autosuficientes e independientes. Ellas sintetizan las sustancias útiles producidas por la secreción de las raíces, materia orgánica y/o gases perjudiciales como el (sulfuro de hidrogeno) utilizando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias benéficas está compuestas por aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, todas las cuales ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas.

Estos metabolitos son absorbidos directamente por las plantas actuando también como substratos para el desarrollo de las bacterias. Al crecer las bacterias fotosintéticas en los suelos aumentan la cantidad de otros microorganismos eficaces.

Veamos un ejemplo: Los substratos secretados por las bacterias fotosintéticas aumentan la disponibilidad de aminoácidos o componentes nitrogenados. Es así que la cantidad de la VA (vesicular/arbuscular) mycorrhiza se incrementa por la disponibilidad de compuestos nitrogenados (aminoácidos) en los substratos secretados por la actividad de la bacteria fotosintética. A su vez la VA mycorrhiza incrementa la solubilidad de los fosfatos en los suelos suministrando fosforo a las plantas. También la VA mycorrhiza puede coexistir con el azotobactor como bacteria fijadora de nitrógeno, aumentando así la capacidad de fijación del nitrógeno en las legumbres.

### **b.- Bacterias Ácidas Lácticas (Lactic Acid Bacteria)**

Las bacterias ácido lácticas producen ácidos a partir de azúcares y otros carbohidratos provenientes de las bacterias fotosintéticas y las levaduras. Esta es la razón por la que ciertas comidas o bebidas, tales como el yogurt o los pickles se fabrican utilizando estas bacterias lácticas desde hace un largo tiempo. El ácido láctico es un potente esterilizador. Como tal, combate los microorganismos perjudiciales y acelera la descomposición de las materias orgánicas. Por otra parte las bacterias ácido lácticas facilitan la fermentación de materiales tales

como la celulosa y los troncos evitando así causar perjuicios similares a los que se originan cuando estos materiales entran en descomposición.

La bacteria ácido láctica tiene la habilidad de suprimir la programación del *fusarium* (microorganismo patógeno que produce problemas de enfermedades en los cultivos). Generalmente el incremento en las poblaciones de *fusarium* debilita las plantas. A su vez esta condición de debilidad produce el incremento en las poblaciones de nematodos. La presencia de estos nematodos, a medida que las bacterias ácido lácticas actúan suprimiendo los *fusarium*, disminuye progresivamente hasta desaparecer.

### **c.- Levaduras**

Las levaduras sintetizan y utilizan las sustancias antimicrobianas que intervienen en el crecimiento de las plantas, a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas, así como las de la materia orgánica y de las raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, tales como hormonas y enzimas producidas por las levaduras incrementan la actividad celular y el número de raíces. Sus secreciones son sustratos útiles para ciertos microorganismos efectivos, tales como las bacterias ácido lácticas y los Actinomicetos.

### **d.- Actinomicetos**

La estructura de los Actinomicetos, intermedia entre la de las bacterias y hongos, produce sustancias antimicrobianas a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas y por la materia orgánica. Esas sustancias antimicrobianas suprimen hongos dañinos y bacterias patógenas.

Los Actinomicetos pueden coexistir con la bacteria fotosintética. Así, ambas especies mejoran la calidad de los suelos a través del incremento de la actividad microbiana.

### **e.- Hongos de Fermentación**

Los hongos de fermentación como el *Aspergillus* y el *Penicilina* actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, esteroides y sustancias antimicrobianas.

Esto es lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales y gusanos.

NOTA: Cada una de las especies contenidas en el EM (Bacterias Fotosintéticas, Ácido láctico, Levaduras, Actinomicetos y Hongos de Fermentación) tiene su propia e importante función. Sin embargo podríamos decir que la bacteria fotosintética es el pivote de la tecnología EM. Pues soportan las actividades de los otros microorganismos. Por otro lado utilizan para sí mismas varias sustancias producidas por otros microorganismos.

Cuando los EM se desarrollan como una comunidad dentro del suelo, también ocurre lo mismo con los microorganismos nativos de esos suelos. Por tal razón la microflora se enriquece y el ecosistema microbiano comienza a equilibrarse mientras disminuye el porcentaje de patógenos. Así las enfermedades producidas por los suelos se suprimen mediante el proceso conocido como "competencia exclusiva". Las raíces de las plantas producen también sustancias útiles como carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos y enzimas. Los microorganismos eficientes utilizan este sustrato para desarrollarse. Durante este proceso ellos segregan también sustancias y proveen aminoácidos, ácidos nucleicos, y una gran cantidad de vitaminas y hormonas a las plantas. Por esta razón en estos suelos los microorganismos eficientes y otras bacterias benéficas coexisten a nivel de la Rizosfera (área de las raíces) en un estado de simbiosis con las plantas.

### **1.2.3. Modo de Acción de los Microorganismos**

**Higa y Párr (1991)**, en la página web de Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES), indican que:

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

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

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

### **1.2.4. Aplicaciones del EM:**

**Higa y Párr (1991)**, en la página web de Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES), indican las siguientes aplicaciones del EM en la Agricultura:

El EM, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.

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 rizo bacterias 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:**

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se pueden mencionar:

Efectos en las condiciones físicas del suelo: acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.

Efectos en las condiciones químicas del suelo: mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los

mantiene fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

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

### **1.2.5. Los EM y su acción solubilizante**

**Higa y Párr (1991)**, indican que los EM tienen 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.

Estos microorganismos efectivos, cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, quelatos y antioxidantes. Cambian la 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, y ésta a su vez tiene la capacidad de transformarse en tierra azimogénica. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus.

## **DEL CULTIVO**

### **1.3.1 Origen de la papa**

Vavilov, citado por **Montalvo (1984)**, señala como centro de origen a ocho lugares de todas las especies cultivadas. Sostiene que el centro de origen de una especie está allí donde se encuentra una mayor variación en sus formas cultivadas y silvestres, el mismo autor, considera que la papa cultivada tuvo dos centros de origen: el centro de origen Chiloe, donde está la papa *Solanum tuberosum*, y el

centro de origen Perú, Ecuador y Bolivia, donde están representadas las papas cultivadas andinas *Solanum andigenum*.

Según Hawkes citado por **Vásquez (1988)**, la región del lago Titicaca sería el centro de origen de la papa cultivada, porque allí existe un gran número de especies, al igual que variedades cultivadas; es allí donde habría nacido la agricultura más primitiva basado en el cultivo de la papa y otras tuberosas (ollucos, oca, y otros).

Así mismo señala que el género es uno de los más grandes del reino vegetal y su distribución es mundial, pero la concentración de diversidad está situada en el continente americano, como ocurre con la familia solanácea.

En el mundo existen 5,000 variedades, en Perú se encuentran alrededor de 3,000. La papa uno de los aportes del Perú al mundo es hoy en día un producto que por su versatilidad se encuentra en las recetas de las mas variadas cocinas a nivel mundial ([wiki.sumaqperu.com](http://wiki.sumaqperu.com)).

**Egusquiza (2000)**, menciona que la papa es una planta alimenticia que ha estado vinculada con las culturas más remotas de nuestra historia. Los primeros habitantes del Perú (cazadores, recolectores, nómades) colectaron tubérculos de especies silvestres que se encuentran ampliamente distribuidas en nuestro territorio.

También menciona, que hace 10,000 u 8,000 años, cuando se inicio la agricultura, en la "chacra primitiva" se sembró diferentes especies de papas silvestres que se cruzan entre ellas. A través de los años, el agricultor selecciono híbridos que producían tubérculos más grandes y menos amargos y mejor adaptados a las diferentes condiciones de suelo y climas de los Andes peruanos.

La papa habría sido llevada a Europa en el siglo XVI, según **Hawkes (1980)**, quien añade que fue introducido a España alrededor de 1570, desde el Perú, vía Cartagena de las Indias.

Diversos investigadores han opinado y aún discuten sobre el origen de la antigua papa europea, sin embargo las variedades generadas alrededor de 1850 hacia adelante, en Europa y Norteamérica, tienen fuerte influencia de variedades nativas de Chile.

En la actualidad la papa es consumida en casi todas las naciones del Mundo, y es, junto al trigo, maíz y arroz uno de los cuatro cultivos básicos en la alimentación humana. Datos estadísticos de 1991-93 señalan que 275.4 millones de toneladas se produjeron en 18.13 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de  $15 \text{ t.ha}^{-1}$ .

La Federación Rusa, China, Polonia e India presentaron superficies entre 3.3 y 1.0 millones de hectáreas. Sus rendimientos fluctuaron entre 11 y  $17 \text{ t.ha}^{-1}$ . Los países con mayores rendimientos en orden decreciente son Holanda con  $42 \text{ t.ha}^{-1}$ , EE.UU. con  $36 \text{ t.ha}^{-1}$ , Alemania con  $33 \text{ t.ha}^{-1}$ .

La década del '90 se caracteriza por una disminución de la papa fresca y un sostenido aumento de demanda de productos procesados (papas fritas, papas en hojuelas, papas pre peladas envasadas etc.) en todas partes del mundo, por efecto incremento de comida rápida, bocadillos, y cocidas preparadas. Ello debido a que más mujeres se incorporan a la fuerza laboral, al crecimiento de la población urbana con ingresos en constante aumento, al turismo que se nutre en locales de comida rápida.

La papa destinada al consumo animal, en esta misma década, ha disminuido por desplazamiento de la explotación agrícola familiar hacia la producción de mayor escala y especialización, elevados costos de procesamiento de la papa y precios más competitivos de los cereales.

El comercio internacional indica, para este período, una importación mundial de 7 millones de toneladas, y una exportación de 7,5 millones de toneladas. En América Latina se importaron 297 mil toneladas y se exportaron 74 mil toneladas, el valor de importación fue de US \$120 millones.

### 1.3.2 Clasificación taxonómica

**Mateu (2009)** señala que las papas cultivadas se ubican en las siguientes categorías:

- Familia : Solanaceas
- Genero : Solanum
- Sub género : Pachistemonum
- Sección : Petota (antes tuberarium)
- Sub sección : Potatoe
- Serie : Tuberosa
- Especies : *Solanum sp.*

### 1.3.3 Morfología

**Moreno (1999)**, 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)**, manifiesta 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**

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 **Egúsquiza (2000)**.

#### **c. El Tallo**

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. 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 **Egúsquiza (2000)**.

#### **d. La Raíz**

**Ezeta (1986)**, menciona que las raíces formadas a partir de tubérculos 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 solo adquieren un buen desarrollo en un suelo mullido.

**Moreno (1999)**, 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**

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 **Egúsquiza (2000)**.

#### **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 tienen 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 modificados por el ambiente (Variedad, Suelo, Humedad relativa, Temperatura del ambiente, Intensidad de luz, Duración de la luz).

**Estrada (2000)**, menciona que la papa es una planta autógama, siendo su androesterilidad muy frecuente, a causa de los abortos de los estambres o del polen según las condiciones climáticas. 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**

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. **Egúsquiza (2000)**.

**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. Estolón**

Es 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, **Egúsquiza (2000)**.

#### **i. El Tubérculo**

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) **Egúsquiza (2000)**.

**Moreno (1999)**, sostiene 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 determinara la cávida 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.

### **1.3.4 Etapas de crecimiento y desarrollo**

#### **Etapa I: Desarrollo del Brote**

La primera etapa comienza con brotes en desarrollo de los ojos y termina en la emergencia de la tierra. Los ojos de una papa son los pequeños puntos negros que aparecen en la piel de la papa. Los tallos de la papa brotan de los ojos. La pieza de semillas, o tubérculo semilla, es la única fuente de energía para el crecimiento durante esta etapa.

#### **Etapa II: Crecimiento Vegetativo**

En esta segunda etapa se forman y se diferencian todas las partes vegetativas de las plantas (hojas, ramas, raíces y estolones). Comienza en la emergencia y se prolonga hasta que los tubérculos inicien a desarrollarse.

El crecimiento en las fases I y II van desde los 30 a 70 días aproximadamente, dependiendo de la fecha de siembra, la temperatura del suelo, el clima, y otros factores ambientales.

#### **Etapa III: Inicio de Tuberización.**

Durante la tercera etapa de crecimiento, los tubérculos se forman en las puntas de tallos rastrojos, pero que todavía no incrementa en masa. Al escarbar una planta de papa se observa que los tubérculos son aún muy pequeños de 1 a 3 cm de diámetro aproximadamente, pero ya se van diferenciando. Esta etapa dura alrededor de dos semanas.

El número de tubérculos por planta formada se llama el tubérculo conjunto. Inicialmente la planta puede producir 20 a 30 tubérculos pequeños, pero sólo 5 a 15 tubérculos generalmente alcanzan la madurez. La planta va absorber parte de

los tubérculos del conjunto original. El número de tubérculos que llega a la madurez va depender de la humedad y los nutrientes disponibles en el suelo. La humedad óptima y los niveles de nutrientes a principios de la temporada de cultivo son fundamentales para el mantenimiento y desarrollo de los tubérculos.

#### **Etapa IV: Llenado de los Tubérculos**

Etapa que consiste en el crecimiento de las células del tubérculo con la acumulación de agua, los nutrientes e hidratos de carbono. El llenado de los tubérculos es la etapa de crecimiento de mayor duración. Dependiendo de la época de siembra, temperatura, condiciones del suelo, y el cultivar de selección, el llenado de los tubérculos puede durar hasta tres meses, pero por lo general dura unos 45-60 días.

#### **Etapa V: Maduración**

Las plantas se vuelven amarillas y se pierden las hojas, la fotosíntesis disminuye gradualmente y la tasa de crecimiento del tubérculo se desacelera (senescencia de la planta). Esta etapa no se puede producir cuando se cultiva una variedad de larga temporada en un área de producción con una corta estación de crecimiento, en estos casos se practica el corte del follaje o la aplicación de un herbicida. Los campos también son sacrificados con el fin de minimizar el trabajo de la maquinaria agrícola al momento de la cosecha. Algunas otras variedades completan esta etapa llegando a la cosecha con las hojas y tallos totalmente secos y quebradizos **Ezeta (1986)**.

### 1.3.5 Variedad Mama Lucha

#### Descripción General

- Se produce desde los 2500 m.s.n.m. en los departamentos: Ayacucho (Distritos de; Tambillo (Tinte, Condoray), Vinchos, Chiara).
- Planta de porte mediano con abundantes flores grosellas y de muy escasa producción de frutos.
- Tubérculos de forma redondeada a ovalada, piel amarillas clara con yemas moradas; ojos semi profundos.
- Pulpa amarilla y brotes crema.
- Excelente calidad culinaria, no debe hervirse en exceso ni pincharlas, porque revienta por su textura, rica en materia seca, se presta para puré, también sancochado.

En el Perú existe un gran número de variedades nativas, presentan una enorme diversidad de características y se les reconoce como recurso genético valioso para la alimentación del futuro.

Las especies de papa se pueden agrupar en silvestres y cultivadas las especies silvestres crecen en forma natural solamente en América, mientras que las cultivadas son aquellas que tienen uso alimenticio. Existen ocho especies cultivadas.

En el Perú las variedades cultivadas se clasifican en nativas y modernas, las nativas se siembran en la sierra especialmente en las alturas que corresponden a las comunidades campesinas a partir de los 2500 m.s.n.m. **Ochoa (1990)**.

Algunas variedades nativas se siembran en áreas más extensas para comercializarlos en el mercado de las ciudades más importantes del país, mas no así la variedad mama lucha, debido a que no es muy conocida, pero si compite en cuanto a porcentaje de materia seca y características físicas y organolépticas, calidad culinaria, otros.

Las variedades modernas conocidos también como mejoradas se caracterizan por tener mayor capacidad productiva que la mayoría de las variedades nativas **Egúsquiza (2000)**.

La variedad amarilla es su representante por excelencia, es planta de la familia de las Solanáceas, de tallo erguido, anguloso, ramoso, algo belloso de nudos dilatados, cuyo fruto tiene la forma de bolitas, las flores son de color moradas.

La papa amarilla es cultivada exclusivamente por sus tubérculos, los cuales nacen de los tallos subterráneos, la dilatación es producida por la acumulación de productos ricos en almidón. Sus singulares propiedades para la alimentación.

Las papas presentan un contenido en glúcidos, proteínas y energía interna entre los que se observa en frutas, hortalizas y cereales.

En cuanto al tipo de glúcidos las papas se parecen más a los cereales ricos en almidones que en las frutas y hortalizas ricos en azúcares sencillos. En este sentido, en general el consumo de papa por los diabéticos es más recomendable que el consumo de frutas ricas en azúcares sencillos, esto se debe a que los polisacáridos predominantes en tubérculos y cereales son glúcidos de lenta digestión y absorción **Alcarraz (2010)**.

### 1.3.6 Valor nutritivo

La papa es un tallo subterráneo, succulento, que presenta un alto contenido de hidratos de carbono, vitaminas y minerales.

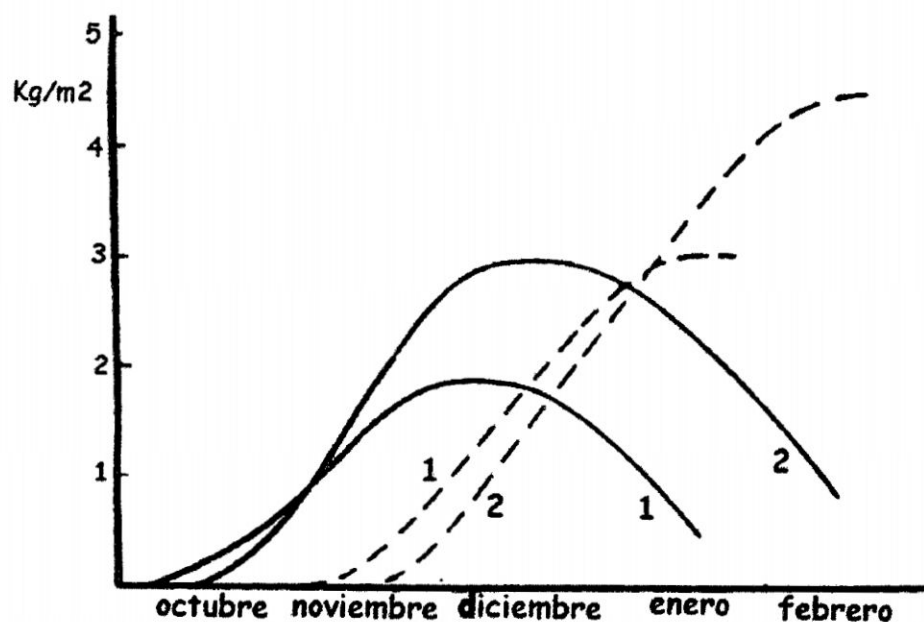
**Cuadro 1.1.** Principales componentes de la papa, rango y media.

Componentes	Rango %	Media
Agua	63.2 - 86.9	75.0
Sólidos totales	13.1 - 36.8	23.7
Proteína(Nitrógeno total + 6.25)	0.7 - 4.6	2
Glicoalcaloides (Solanina)	0.2 - 41	3-10 (mg/100g)
Grasa	0.02 - 0.2	0.12
Azúcares reductores	0.0 - 5.0	0.3
Total Carbohidratos	13.3 - 30.5	21.9
Fibra Cruda	0.17 - 3.48	0.71
Ácidos Orgánicos	0.4 - 1.0	0.6
Ceniza	0.44 - 1.9	1.1
Vitamina C	1 - 54 (mg/100g)	10-25 (mg/100g)

Pese al bajo contenido proteico de la papa, este tiene un alto valor biológico. Es rico en Lisina, Leucina e isoleucina. Es pobre en metionina y cistina. Presenta un alto contenido de vitamina C, tiamina 5, riboflavina y niacina.

#### Tipo de crecimiento según los cultivares de papa

Existen dos tipos definidos de crecimiento de las variedades de papa, sin descartar algunos tipos intermedios. Podemos asimilarlos a cultivares de período vegetativo corto (tipo de crecimiento 1) y cultivares de período vegetativo largo (tipo de crecimiento 2). Los primeros presentan un desarrollo foliar reducido, en comparación con el tipo 2, y maduran prematuramente (Fig.1.1).



**Fig. 1.1.- Evolución del follaje (\_\_\_\_) y de los tubérculos (-----) en cultivares de tipo de crecimiento 1 y 2.**

El tipo de desarrollo es influenciado por factores del medio y técnicas de manejo, por lo cual es posible adecuar producciones conociendo estos factores.

**Cuadro 1.2** Factores adecuados al tipo de crecimiento

TIPO DE CRECIMIENTO 1 (ciclo corto)	TIPO DE CRECIMIENTO 2 (ciclo largo)
Fotoperiodo corto	Fotoperiodo largo
Alta intensidad lumínica	Baja intensidad lumínica
Alta temperatura	Baja temperatura
Tubérculo - semilla vieja	Tubérculo - semilla joven
Alta densidad de plantación	Baja densidad de población
Altos niveles de fósforo	Niveles normales de fósforo
Bajos niveles de nitrógeno	Altos niveles de nitrógeno
Humedad restringida	Riego abundante
B9 y CCC	Acido gibérelico

Por ejemplo si tenemos un cultivar tipo 2 y queremos que se desarrolle en corto tiempo, podemos llevarlo a condiciones de fotoperiodo corto, usar tubérculo

semilla fisiológicamente viejo, con alta densidad de población, con bajo nivel de N y alto nivel de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

### **1.3.7 Condiciones para la siembra**

#### **a. Condiciones del Clima**

Las condiciones climáticas nos van a permitir decidir sobre el ciclo más conveniente, programar la época de siembra en base al periodo histórico de heladas extremas.

**Moreno (1999)**, señala que la producción y el contenido en materia seca de las papas son resultado de la fotosíntesis y de las pérdidas por respiración. En este proceso también intervienen las condiciones climáticas: insolación, duración del día y temperatura. La insolación y la duración del día determinando el crecimiento y la producción del cultivo; la temperatura influye en la eficacia de la fotosíntesis y por la noche en las pérdidas por respiración. Los días largos y temperaturas muy altas pueden estimular el crecimiento vegetativo de forma que puede originar un incremento del contenido de azúcares reductores. A nivel experimental, se ha demostrado que con 10-14-18 horas de duración, el color de las papas fritas se van oscureciendo progresivamente, lo que demuestra que el aumento de azúcares reductores se corresponde con un aumento de la duración del día. Por tanto, según la climatología de la zona, es esencial saber escoger la variedad apropiada, teniendo en cuenta a que destino vamos a dedicar esa cosecha.

**Temperatura.-** señala que los factores que influyen en la tuberización son temperatura, fotoperiodo y agua. El cultivo de papa responde a temperaturas de 16 a 20 °C, altitud desde 0 msnm hasta los 4 000 msnm, precipitaciones de 500 mm y fotoperiodos de 15 a 16 horas con un promedio de 12 horas. Debe ser frío, en la zona en la que se desea sembrar papa debe existir por lo menos dos meses en los que las temperaturas promedio diarias deben ser menores de 25 °C **Ezeta (1986)**.

**Luz.-** Este tubérculo no requiere de luz para brotar, sin embargo, cuando la planta ha emergido necesita bastante luz para su desarrollo.

**Fotoperiodo.-** Es bien marcado en el crecimiento de los estolones, floración y tuberización. Las especies y variedades de papa crecen más en los días largos y disminuyen su crecimiento cuando los días se acortan.

La cantidad de flores es abundante cuando los días son más largos. El inicio de tuberización ocurre más temprano bajo condiciones de días cortos, es más violenta y alcanza tempranamente su madurez **Ezeta (1986)**.

#### **b. Sanidad**

Las condiciones climáticas favorecen la presencia de determinadas plagas y enfermedades, la siembra se realiza en épocas de ausencia de lluvias para evitar daños de "rancha".

#### **c. Agua**

Las características climáticas de una zona de producción determinan la temporada de lluvias o la temporada donde existe reserva de agua para el cultivo no se debe sembrar en zonas donde exista escasez de agua. La excesiva humedad en el periodo de desarrollo de los tubérculos ocasiona pudrición y rajaduras produciendo baja calidad del producto.

#### **d. Suelo**

La papa presenta un sistema radicular muy ramificado y con innumerables raicillas que llegan a 90 centímetros de profundidad y, fácilmente ocupan 40 centímetros de cobertura horizontal. Por ello, para que este sistema radical se desarrolle adecuadamente requiere de un suelo profundo, orgánico, mullido, con buena retención de humedad.

Ello se consigue seleccionando adecuadamente el suelo, y si se desea plantar en una pradera degradada es conveniente iniciar las labores de preparación de suelo oportunamente, con ello se permitirá que las raicillas alcancen profundidades sobre los 50 cm, lo que favorecerá la absorción de nutrientes y agua.

Suelos compactos, pedregosos, toscos y napas freáticas altas no permitirán un buen desarrollo de las raíces y raicillas en profundidad, los estolones y los tubérculos tendrán oposición a un crecimiento y ello impedirá conseguir altos rendimientos y tubérculos de buena conformación. En un suelo franco o franco-arenoso, con pH ligeramente ácido la planta se desarrolla adecuadamente.

### **Condiciones del Suelo**

**Ibáñez (1983)**, manifiesta las labores esenciales en la preparación del suelo en la siembra de papa son: Aradura, cruzada, mullimiento y surcadura; y que la preparación del suelo debe:

- Asegurar buenas relaciones con el agua.
- Asegurar buen crecimiento de las raíces.
- Reducir la presencia de malas hierbas.
- Aunque la papa puede cultivarse, prácticamente, en toda clase de suelos, no deja de tener sus preferencias determinadas fundamentalmente por su ciclo varietal.

### **Preparación de suelo**

El inicio de las labores debe ser cuando el suelo está con un contenido bajo de humedad, es decir, ni seco ni excesivamente húmedo, ya que en el primer caso la maquinaria tendrá mayor desgaste, y será difícil su penetración en el suelo. Por otro lado un suelo excesivamente húmedo impedirá el buen funcionamiento de rastras y arados, al quedar mucho barro adherido a éstas, lo que dificulta la labor. El tipo de labor a realizar dependerá del pre cultivo, sin embargo lo importante de considerar es mullir el suelo en profundidad, incorporar materia orgánica y controlar malezas. Existen diferentes implementos que realizan estas labores. Rastras para romper material vegetal e incorporar abonos orgánicos; arado de vertedera y/o discos para invertir suelo con material vegetal; arado cincel para mullir en profundidad, rastra combinada para afinar cama de semillas; niveladores para riego.

El inicio de las labores preparatorias deben hacerse con la anticipación debida que permita que la masa vegetal se descomponga y se incorpore a la vida del

suelo, y aumente los organismos, como gusanos, hongos, bacterias, insectos, los cuales iniciarán el proceso de descomposición y pondrán a disposición de la planta mayor cantidad de nutrientes, como también habrá una mejor provisión de agua al suelo.

### **Rotación de Cultivos**

El efecto del monocultivo siempre será contraproducente ya que aumentará la cantidad de inóculo de las enfermedades y plagas. Igualmente debido a que las raíces crecen siempre a un nivel determinado, la planta tendrá a su disposición menos nutriente, o bien estos deberían aumentarse en el tiempo.

El aumento de Marchitez Bacteriana ha sido provocado por monocultivo o cultivos muy afines a la papa y a la enfermedad como tomate, pimentón y pepino dulce. Por ello, para romper los ciclos de desarrollo de enfermedades y plagas se debe realizar una rotación de cultivos.

En el proceso de certificación de papa-semilla se exige una rotación de mínimo 4 años para volver a poner papas en el mismo potrero.

#### **1.3.8 Condiciones de la semilla**

El tamaño tiene importancia económica, los recomendables oscilan entre los 40 a 60g las semillas grandes se recomienda para zonas donde se tiene problemas de sequía o presencia de heladas. Debe estar en la edad de brotación múltiple (por lo menos dos brotes). No se debe sembrar la semilla que está ciega, vieja y desbrotada **Egúsquiza (2000)**.

#### **1.3.9 Abonamiento**

**Ibáñez y Aguirre (1983)**, señalan que se tiene que aplicar buena cantidad de materia orgánica como el Guano de Isla para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. El abonamiento nitrogenado debe estar

equilibrado con el abonamiento fosfórico y potásico. No es deseable la sobredosis de nitrógeno.

Según **Villagarcía (1990)**, las necesidades de nutrientes minerales de la planta para producir una tonelada de tubérculo fresco (cosecha económica) que necesita extraer del suelo es:

4 a 6 kg de	<b>N</b>
0.7 a 1.1 kg de	<b>P</b> (1.6 a 2.5 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
6 a 7.5 kg de	<b>K</b> (7.2 a 9 kg de K <sub>2</sub> O)
0.6 a 0.8 kg de	<b>Mg</b>
0.6 a 0.8 kg de	<b>Ca</b>
0.6 a 0.8 kg de	<b>S</b>

La variación de la cantidad extraída de nutrientes minerales por la papa depende de la riqueza natural del substrato, de la fertilización aplicada, del pH del suelo, otros.

### **Rol de las fuentes de fertilización**

**Guerrero (1993)**, manifiesta lo siguiente:

#### **Nitrógeno**

El cultivo de papa requiere nitrógeno para el desarrollo inicial de tallos y hojas. La falta de nitrógeno, reduce la absorción del fósforo y produce un desarrollo deficiente, tamaño reducido y hojas cloróticas. El nitrógeno es deficiente en suelos arenosos que se expresa por el contenido bajo de materia orgánica. La deficiencia se identifica con un crecimiento de la planta presentando; un color verde amarillento uniforme, muerte de hojas inferiores, maduración temprana, frutos y semillas pequeñas.

#### **Fósforo**

Los fosfatos se pueden aplicar al momento de la siembra por que las plantas jóvenes responden bien a estas. La disponibilidad de la planta es mejor en suelos con pH entre 6.5 y 7.5. La asimilación más intensa se da en el periodo de

crecimiento, mientras que la deficiencia muestra un desarrollo pobre de raíces, con un crecimiento lento de la planta, las hojas y tallos muestran un color verde muy oscuro o púrpura.

### **Potasio**

El rol de este elemento es regular las presiones osmóticas, es retenido en casi todos los suelos con excepción de los suelos arenosos, se puede aplicar antes o durante la siembra. La deficiencia muestra síntomas resaltantes, como el achaparrado de las hojas, entrenudos cortos, hojas de color oscuro, pequeñas manchas blancas, raíz de desarrollo pobre.

### **Magnesio**

La necesidad de este elemento es mínima toma parte en la molécula de clorofila y enzimas, los suelos deficientes de este son generalmente ácidos.

### **Calcio**

Elemento que influye en la descomposición de la materia orgánica, provocando la transformación de elementos nutritivos de la forma orgánica a la mineral.

#### **1.3.10 Labores culturales**

**Egúsquiza (2000)**, señala que después de la etapa de instalación, es deseable "dirigir" el normal crecimiento y desarrollo del cultivo. Las operaciones agronómicas que se realizan con este propósito son denominadas "Labores de Mantenimiento".

Las labores de mantenimiento son:

- El cultivo
- El manejo de malezas
- El aporque
- La protección sanitaria y los riegos.

## **a. Cultivo**

El Cultivo es una operación agronómica manual o mecánica de remoción del suelo.

Objetivos:

- Para corregir el tapado de las semillas.
- Para romper la costra superficial endurecida del suelo y mejorar la ventilación del sistema subterráneo.
- Para remover y extraer malezas principalmente de la línea de siembra.
- Para remover ("aflojar") el suelo antes del aporque.

En algunas localidades del país, se le denomina cultivo a la operación del aporque. Se dice "primer cultivo" cuando se quiere referir a un primer aporque.

## **Oportunidad y número**

Es dependiente del objetivo principal que se procura obtener. No sería necesaria esta labor si no se presenta cualquiera de las condiciones que se desea mejorar. Contrariamente, si persisten las condiciones que deseamos cambiar, será necesario realizar hasta dos cultivos. Normalmente debe efectuarse cuando las plantas de papa han emergido para evitar daño a las plantas o a su sistema radicular.

## **b. Manejo de malezas**

- Las malezas o "malas hierbas" son plantas diferentes a la papa que compiten con ella en la absorción y el uso de luz, agua y nutrientes.
- Las malezas pueden ser plantas infectadas o convertirse en plantas huéspedes de plagas y enfermedades que se transmiten al cultivo de papa.
- El campo de papa se debe mantener limpio de malezas hasta el aporque. El período de siembra hasta el aporque es más susceptible a la competencia que causan las malezas.

- El manejo de malezas es un conjunto de labores de campo destinadas a reducir la cantidad de "malas hierbas" para evitar la competencia y el riesgo de infección de plagas y enfermedades.
- La limpieza de canales y acequias reduce el problema de malezas porque el agua de riego es el principal diseminador de semilla de malezas.
- La rotación de cultivos está destinada a instalar cultivos que, por desarrollar abundante cobertura, limitan la instalación y desarrollo de malezas.
- El barbecho (aradura) con descanso del suelo permite que las malezas se descompongan.
- Regar para que germinen las malezas antes de la aradura.
- Recoger manualmente las malezas durante el trabajo de aradura y mullimiento.
- Elegir las variedades de rápido crecimiento.
- Elegir la semilla en edad fisiológica de brotación múltiple para lograr rápida emergencia.
- El cultivo manual o mecánico ayuda a eliminar malezas.
- El aporque es otra labor agronómica que ayuda a eliminar malezas.

### **Control Químico de Malezas**

El uso de productos químicos para control de malezas (herbicidas) se justifica en cultivos de papa de gran extensión, con presencia abundante de malezas y en situaciones de escasez de mano de obra. Los herbicidas controlan malezas a través de la acción química de su ingrediente activo que bloquea el normal funcionamiento de las plantas maleza. Los ingredientes activos de los herbicidas recomendados para el cultivo de papa:

- Metribuzín
- Metabromurón
- Linurón

Usar boquillas especiales para lograr una aplicación "en abanico". Es importante que el suelo se encuentre húmedo al momento de la aplicación de herbicidas.

Modo de aplicación: Pueden aplicarse en "cobertura total" (a toda la superficie del suelo) o "en banda" (solamente a la línea de siembra o solamente al surco de riego). Oportunidad de aplicación: Después de la siembra o, cuando las malezas están pequeñas y no tengan más de 4 hojas.

### **c. Aporque**

Es una labor agronómica que consiste en elevar los camellones de los surcos trasladando tierra al cuello de la planta de papa.

#### **Objetivos:**

El aporque se realiza fundamentalmente para alejar la zona subterránea de la planta de la infección de parásitos y de condiciones que reducen la producción y causan daño a los tubérculos disminuyendo su calidad.

#### **Oportunidad del Aporque**

El aporque debe efectuarse antes del inicio de tuberización, sin embargo, el momento oportuno para realizar esta labor es dependiente de la variedad y de las condiciones del clima. En las variedades precoces (p.ej. Revolución, Amarilis, María Bonita, etc.) el aporque debe efectuarse más temprano que en el caso de variedades tardías.

En la costa el aporque se realiza cuando las plantas alcanzan un tamaño de 25 a 30 cm. En cultivos de papa de la sierra se debe seguir este mismo indicador. Sin embargo, por seguridad el aporque debe realizarse tan pronto las plantas alcancen 25 cm y se presente un "período de escampe" (ausencia de lluvias).

## **Número de Aporques**

Por razones económicas, un solo aporque es suficiente cuando está bien realizado.

Se justifica realizar dos aporques cuando la variedad sembrada es muy tardía, cuando la zona de producción es muy lluviosa o cuando en la localidad existe condiciones muy favorables para "ranchar" o "gusaneras". El segundo aporque se realiza dos o tres semanas después del primero.

Entre las ventajas de esta práctica tenemos:

- Fomentar el desarrollo de raíces y la formación de tubérculos.
- Obtener el control de la humedad.
- Facilitar el drenaje y la aireación.
- Evitar que los estolones afloren a la superficie y se conviertan en material vegetal y no en tubérculos.
- Proteger los tubérculos de ataque de plagas.
- Evitar que las esporas del tizón lleguen por el agua movida a los tubérculos en crecimiento.

## **d. Riegos**

El riego del cultivo de papa es una actividad de significativa importancia para la mayor productividad. Existe relación positiva y directa entre la cantidad de agua que dispone la planta y el rendimiento comercial. La planta de papa es muy sensible a la deficiencia de agua.

### **Importancia del agua**

**OIA (2004)**, señala que este cultivo tiene requerimiento de 150 a 300 kg de agua para formar 01 kg de materia seca, el agua es fundamental para procesos fisiológicos como, fotosíntesis, respiración, transporte de minerales, turgencia de células, transpiración y regulación de la temperatura.

- El agua transporta los nutrientes del suelo hacia la zona de raíces.
- El agua que ingresa a la planta la "refresca" y mantiene turgentes a las células y tejidos.
- El agua que forma parte de las células interviene en la fotosíntesis y en la respiración.
- La transpiración es el proceso por el cual el agua es eliminada de la planta en forma de vapor.
- La condición óptima es que la cantidad de agua que transpira la planta sea por lo menos igual que la cantidad de agua absorbida.
- Solamente el 5% del agua que toma la planta es utilizada en su constitución celular y en las funciones fisiológicas. La mayor parte (95%) es transpirada.
- Cuando hay deficiencia de agua disponible en el suelo, la transpiración es mayor que la absorción. Entonces, para evitar mayor pérdida de agua, las hojas cierran los poros (estomas) por los que transpira.
- La planta muestra síntomas de sequía cuando se encuentra en estas condiciones por un tiempo prolongado. Si esta condición de sequía es de corta duración algunas células ya no se recuperan; si la sequía es más prolongada, la planta se marchita.

Entonces, el cierre de estomas trae las siguientes consecuencias indeseables:

- Reducción del ingreso de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>)
- Menor actividad fotosintética.
- Menor producción de materia seca.
- Incremento de la temperatura interna de la planta.
- Mayor respiración.
- Maduración precoz del cultivo.

## **Volumen y frecuencia de riego**

Debido a las condiciones muy variables de suelo y clima en el Perú, las decisiones más eficientes sobre el volumen y frecuencia de riego se deben adoptar después del análisis de muchos factores.

## **e. Plagas y Enfermedades**

**FAO (1995)**, sostiene que el manejo de plagas y enfermedades debe ser tecnificado y orientado especialmente a la reducción de daños que causan las plagas y enfermedades en la pulpa o interior de los tubérculos. Es decir, debe prevenirse y controlar principalmente las siguientes plagas y enfermedades:

### **e.1. Plagas:**

#### **Pulguilla de la papa (*Epitrix sp.*)**

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 domestica. 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 **Gregory (1996)**.

#### **Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes sp.*)**

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, rastrojos cerca al cuello de las plantas.

Las hembras depositan un total de 600 a 1000 huevos en rastrojos 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. **Gregory (1996).**

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

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 **Gregory (1996).**

### **Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*)**

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, son muy activos durante las horas de mayor calor del día, se alimentan realizando picaduras en la hoja y succionando los jugos celulares **Gregory (1996).**

## **e.2. Enfermedades:**

### **Tizón Tardío o Rancho (*Phytophthora infestans*)**

Es la enfermedad fungosa más seria y que causa más 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 más 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 **Gregory (1996).**

### **Marchitez Bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*)**

La marchitez generalmente comienza unilateralmente, afectando solo folíolos de lado de la hoja, solo 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 apachurramiento. Un síntoma que se acompaña a la marchitez es un ligero amarillamiento del follaje **Gregory (1996)**.

### **Rizoctoniasis (*Rhizoctoni solani*)**

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 **Gregory (1996)**.

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

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 **Gregory (1996)**.

### **Los virus que afectan a la papa.**

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. **Egúsquiza (2000).**

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1 DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

##### **2.1.1 Ubicación geográfica**

El presente trabajo experimental se realizó en el Centro Experimental de Canaán, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; ubicado geográficamente a 13° 08' Latitud Sur y 74° 32' Longitud Oeste, a una altitud de 2750 msnm, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

##### **2.1.2 Antecedentes del campo experimental**

La campaña agrícola anterior al presente trabajo de investigación, en el campo experimental estuvo ocupado por el cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) con nivel de fertilización sintética baja.

##### **2.1.3 Características del suelo**

Para conocer las características físicas y químicas del suelo, se efectuó el análisis físico-químico de una muestra representativa de suelo, tomado hasta una profundidad de 20 cm, para su respectivo análisis en el Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Los resultados se muestran en el Cuadro 2.1.

En base a los resultados obtenidos se realizó la interpretación respectiva, determinándose que el pH de 7.40, se encuentra en un rango óptimo para el cultivo de papa; según el INIA y el Proyecto TTA (1992), el pH oscila de 5.5 a 7.5 aunque tolera bien valores de pH desde 5.0 hasta 8.0 (Guerrero, 1993).

Ibáñez (1983), menciona que de acuerdo a la clasificación de suelos por su contenido de materia orgánica pertenece a un suelo mineral; y en función al nivel de materia orgánica en suelos minerales, es pobre. Así mismo el contenido de nitrógeno total es pobre. El contenido de fósforo disponible es medio. El potasio es considerado como alto.

La textura del suelo de acuerdo a sus componentes de arena, limo y arcilla corresponde a la Clase Textural Franco-Arcilloso. La textura medio arcilloso es óptima para el cultivo de la papa, pues un terreno muy arcilloso es perjudicial, debido a que retiene demasiada humedad, así mismo los terrenos demasiados arenosos pueden provocar una escasez hídrica (Simpson, 1986).

**Cuadro 2.1** Resultados del análisis físico y químico del suelo de Canaán 2011-2012

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase textural	pH H <sub>2</sub> O	M.O (%)	Nt (%)
	50.1	17.7	32.2				
01	50.1	17.7	32.2	Fr-Ar-Ao	7.40	1.28	0.06

Elementos disp.(ppm)		C.E.	Cationes cambiabiles (Cmol (+).kg <sup>-1</sup> )						CIC
P	K		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	
		ds. m <sup>-1</sup>	(Cmol (+).kg <sup>-1</sup> )						
38.9	57.4	0.493	17.2	7.1	0.29	-	-	-	24.5

Los métodos utilizados en los diferentes análisis fueron:

- Análisis mecánico : Por el método del hidrómetro
- pH : Método del potenciómetro, suelo: agua 1:2.5
- Materia Orgánica : Método de Walkley Y BLACK; %MO = %C x 1.724
- Fosforo : Por el método de Bray Kurtz I
- Potasio : Método turbidimétrico de Morgan – Peech

#### 2.1.4 Análisis químico del Guano de Islas

Del mismo modo, para el análisis químico del guano de islas, se tomó una muestra de 1 kg y se analizó en el Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Muestra	Elementos		
	(%) N-total	(%) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(%) K <sub>2</sub> O
01	4.23	3.25	1.28

#### 2.2 Características climáticas

Canaán, se encuentra en la Ciudad de Ayacucho está caracterizado como una Región Intermedia entre Valle interandino y la Región sub andina; con una precipitación anual que varía de 500 mm a 800 mm por año; siendo los meses de Mayo hasta Octubre los meses de escasa precipitación y correspondiendo a los de diciembre a marzo los más lluviosos. La temperatura anual de esta zona se encuentra en un valor de 12°C a 28°C; presentándose valores mínimos de 8°C a 2°C en el mes de junio.

Los datos fueron tomados del registro de datos meteorológicos de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga de la Estación Meteorológica de Pampa del

Arco; mediante una tabulación de los datos de temperatura y precipitación se obtuvo la evapotranspiración potencial utilizando la fórmula propuesta por la Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN). De la evapotranspiración potencial ajustada o real (ETPR) se restó la precipitación, obteniéndose la deficiencia o exceso de agua en el suelo.

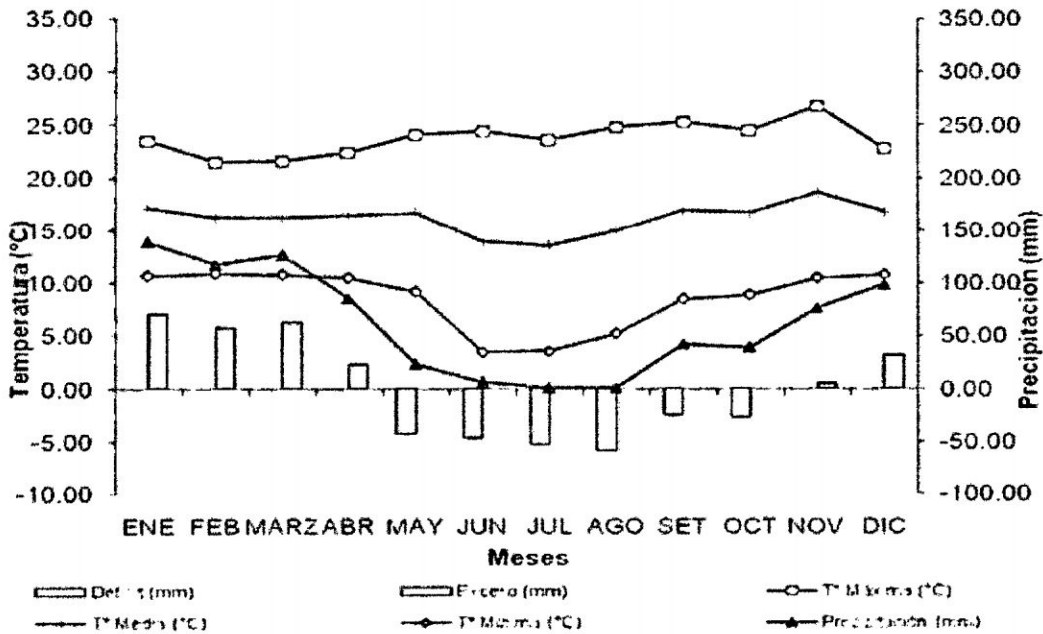
En el **Cuadro 2.2**, donde las temperaturas promedio de máxima, mínima y media mensuales fueron de 23.78, 8.54 y 16.18°C respectivamente, la precipitación anual fue de 757.30 mm.

La temperatura fue favorable para las diferentes fases fisiológicas del cultivo, cuyo rango osciló entre 17.35 y 18.70°C de temperatura media, los cuales son considerados como moderados para el funcionamiento del sistema fisiológico de la planta. Del balance hídrico se tuvo déficit de humedad en el suelo los meses de setiembre octubre y noviembre y exceso de agua en el mes de diciembre del 2011. Los meses con déficit se supero con riegos cada 10 días aproximadamente ( necesidad del cultivo) en el mes de enero no se necesito agua para el cultivo en vista de que se cosecho el 10 de enero del 2012. Uno de los indicadores muy importantes para la agricultura de secano es la humedad del suelo. El balance hídrico propuesta por ONERN (1970), relaciona la precipitación con evapotranspiración (evaporación de agua del suelo y la transpiración del cultivo), quienes a su vez están estrechamente relacionadas con la temperatura máxima, mínima y media registradas durante el día. Todo este conjunto de datos determinan las características climáticas de Huamanga, y específicamente de la zona de Canaán.

**Cuadro 2.2** Temperatura Máxima, Media, Mínima y Balance Hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2011, de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco

AÑO	2011													TOTAL	PROM
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC			
T° Máxima (°C)	23.5	21.5	21.6	22.4	24.1	24.4	23.6	24.8	25.3	24.5	26.8	22.8		23.78	
T° Mínima (°C)	10.7	10.9	10.8	10.5	9.2	3.5	3.6	5.2	8.5	8.9	10.5	10.8		8.59	
T° Media (°C)	17.1	16.2	16.2	16.45	16.65	13.95	13.6	15	16.9	16.7	18.65	16.8		16.18	
Factor	4.96	4.6	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96	4.96	4.96	4.96	4.8	4.96			
ETP(mm)	84.8	74.52	80.35	78.96	82.58	66.96	67.46	74.4	83.82	82.83	89.52	83.33	949.6	0.798	
Precipitación (mm)	139	117.6	126.9	85.6	23.5	6.4	0.8	0.9	42.4	39.3	76.4	98.7	757.3		
ETP Ajust. (mm)	67.6	59.43	64.08	62.97	65.86	53.4	53.8	59.34	66.85	66.06	71.4	66.46			
H del suelo (mm)	71.2	58.17	62.82	22.63	-42.36	-47	-53	-58.44	-24.45	-26.8	5	32.24			
Déficit (mm)					-42.36	-47	-53	-58.44	-24.45	-26.8					
Exceso (mm)	71.2	58.17	62.82	22.63							5	32.24			

**Figura 01** Diagrama ombrotermico: T° Vs PP y Balance hídrico



En la Figura 01 muestra las temperaturas máximas, mínimas y el promedio mensual; asimismo la precipitación pluvial y el balance hídrico correspondiente a los meses de enero a diciembre del 2011. Durante el periodo vegetativo de la papa comprendido entre agosto a diciembre, la temperatura máxima registrada fluctúa entre 23.6 a 26.8°C. La temperatura mínima fluctúa entre 3.6 a 10.5°C, que son temperaturas adecuadas para un buen desarrollo de la papa Var. Mama Lucha, en los meses de septiembre, octubre y noviembre fue de manera esporádica y se ha compensado con riegos según la necesidad del cultivo.

## 2.3 MATERIALES REQUERIDOS

Para la instalación y conducción del experimento se utilizó los siguientes materiales: Wincha, cordel, estacas, guano de islas, pesticidas, mochila de fumigar, herramientas (zapapicos y azadones), balanza de precisión y plataforma, libreta de campo, cámara fotográfica, costales, etc. Se utilizó semilla de papa de variedad Mama Lucha.

## 2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento se condujo en el Diseño de Bloque Completo Randomizado con arreglo factorial de 5 GI x 2 niveles de EM, con tres repeticiones (bloques).

Con los resultados de las variables evaluadas se realizó el análisis de la variancia y la prueba de contraste Tukey. Se uso la hoja de cálculo Excel y el Software SAS.

En cuanto al modelo aditivo lineal, a cada observación le corresponde una ecuación lineal de la siguiente forma:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + \alpha\delta(ij) + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación cualquiera en la unidad experimental

$\mu$  = Efecto medio parámetro.

$\beta_k$  = Efecto del k-ésimo bloque parámetro.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor  $\alpha$ , nivel de Guano de Islas.

$\delta_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor  $\delta$ , dosis de microorganismos-EM.

$\alpha\delta(ij)$  = Efecto de la interacción. Nivel de guano de isla x dosis de Microorganismos.

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental en la observación  $Y_{ijk}$

## 2.5 FACTORES ESTUDIADOS

### a. Niveles de Guano de Islas (G):

$g_1$ : 0 t.ha<sup>-1</sup> de G.I.

$g_2$ : 0.81 t.ha<sup>-1</sup> de G.I.

$g_3$ : 1.62 t.ha<sup>-1</sup> de G.I.

$g_4$ : 2.43 t.ha<sup>-1</sup> de G.I.

$g_5$ : 3.43 t.ha<sup>-1</sup> de G.I.

### b. Dosis de Microorganismos (M):

$m_1$ : 40.0 litros de EM activado por ha.

$m_2$ : 80.0 litros de EM activado por ha.

## 2.6 TRATAMIENTOS

**Cuadro 2.1.** Niveles de Guano de Islas y EM a aplicarse en el cultivo de papa.

Canaán, 2750 msnm. Ayacucho.

Tratam.	G.I	Dosis de EM	G.I (t.ha <sup>-1</sup> )	Dosis EM (l.ha <sup>-1</sup> )
1	$g_1$	$m_1$	0	40
2	$g_1$	$m_2$	0	80
3	$g_2$	$m_1$	0.81	40
4	$g_2$	$m_2$	0.81	80
5	$g_3$	$m_1$	1.62	40
6	$g_3$	$m_2$	1.62	80
7	$g_4$	$m_1$	2.43	40
8	$g_4$	$m_2$	2.43	80
9	$g_5$	$m_1$	3.43	40
10	$g_5$	$m_2$	3.43	80

## 2.7. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

### Bloques

- Número de bloques : 3
- Ancho de bloques : 3.50 m
- Largo de bloques : 30.00 m
- Área total del bloque : 105.00 m<sup>2</sup>
- Área total de bloques : 315.00 m<sup>2</sup>

### Parcelas

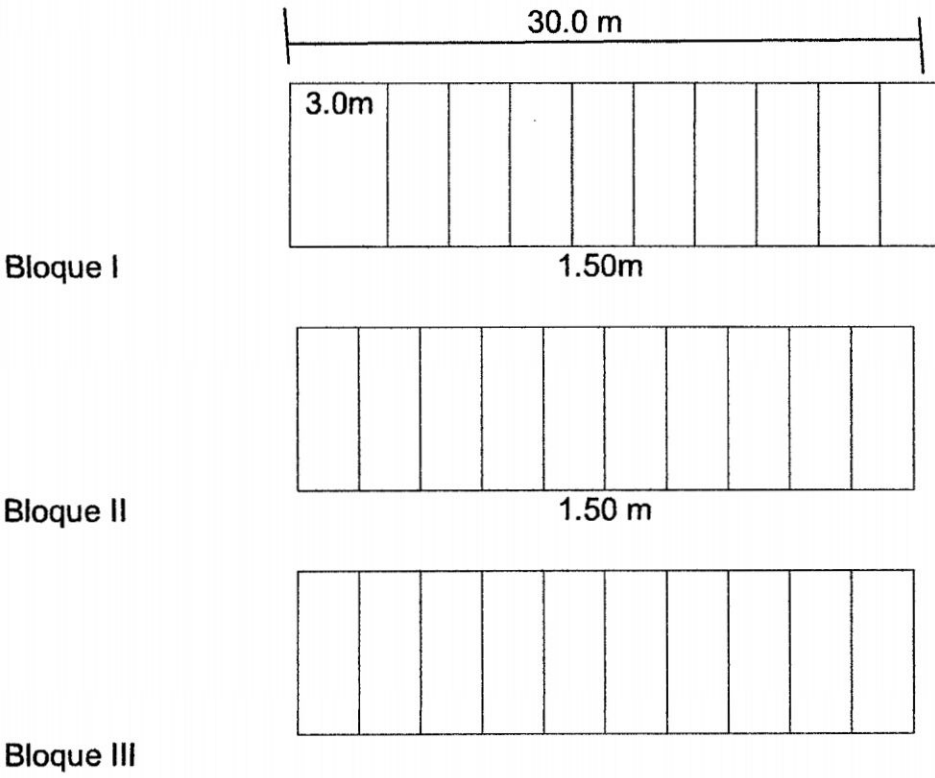
- Número de parcelas por bloque : 10
- Número total de parcelas : 30
- Longitud de las parcelas : 3.5 m
- Ancho de las parcelas : 3.0 m
- Distanciamiento entre surcos : 1.0 m
- Número de surcos por parcelas : 3
- Distanciamiento entre plantas : 0.25 m
- Número de tubérculos por surco : 14
- Número de tubérculos por parcela : 42
- Área de las parcelas : 10.5 m<sup>2</sup>

### Calles:

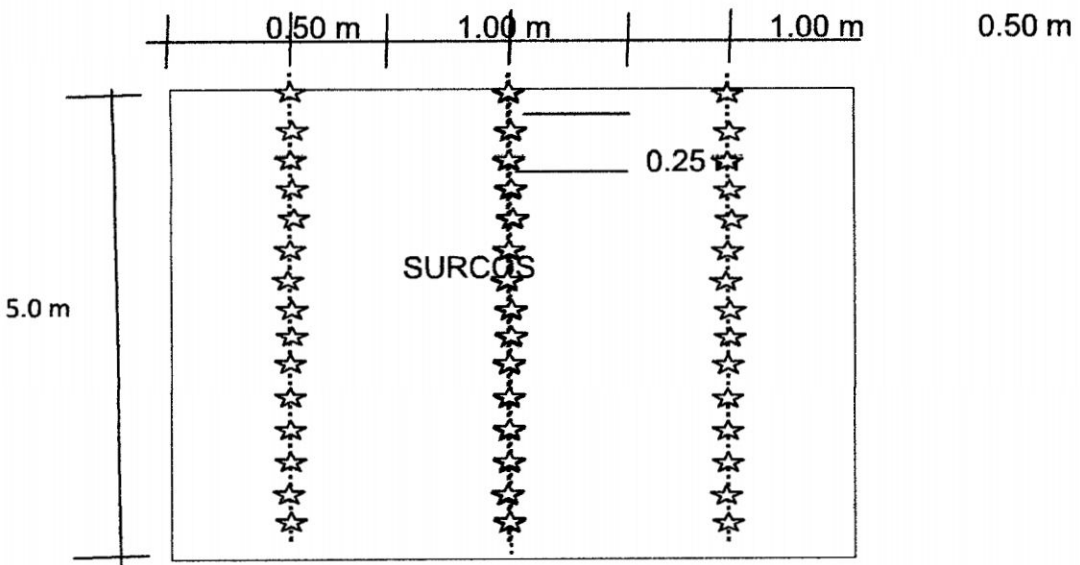
- Largo de la calle : 30.00 m
- Ancho de la calle : 1.50 m
- Número de calles : 2

**Área total del experimento : 583.20 m<sup>2</sup>**

## 2.8. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



## CROQUIS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL



## **2.9. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**

### **a) Preparación de los Tubérculos - Semilla**

Los tubérculos seleccionados, previo a la siembra, se sometieron al verdeo para una brotamiento uniforme y vigoroso para lo cual se expuso los tubérculos semilla a luz difusa en un patio, formado capa de 10 cm, por un periodo de dos semanas. El peso promedio de tubérculos fue de 50 gramos.

### **b) Preparación del terreno**

Se realizó el 05 de julio del 2011 con una pasada de arado de discos en forma cruzada a una profundidad aproximada de 25 cm; posteriormente el 20 de julio se realizó el desmenuzando de los terrones con una pasada de rastra de discos, finalmente se realizó el nivelado del suelo con ayuda de picos y rastrillos.

### **c) Surcado y demarcación del campo experimental**

El surcado se realizó el 29 de julio del 2011, a un distanciamiento de 0.90 m entre surcos y a una profundidad aproximada de 0.20 m; posteriormente se procedió a efectuar la demarcación del campo experimental en bloques, calles y unidades experimentales, para lo cual se empleó wincha, yeso, estacas y rafia.

### **d) Abonamiento**

Consistió en la incorporación del guano de islas y EM, se realizó el 08 de agosto del 2011 de acuerdo a los tratamientos establecidos, en el fondo del surco y cubriendo luego con una capa de tierra.

Previo al abonamiento, se realizó la inoculación del EM activado a cada uno de los niveles de guano de islas.

La aplicación de los niveles de guano de islas y las dosis de EM activado fue en el momento de la siembra.

#### **e) Siembra**

La siembra se realizó el 08 de agosto del 2011, colocando las semillas brotadas en el fondo del surco a 25 cm entre tubérculos, estas se cubrirán con una capa de suelo de 10 cm.

#### **f) Riegos**

Se dieron riegos de gravedad por surcos. El primer riego (riego de enseño) se aplicó previo a la siembra, el segundo riego se aplicó al 10 % de emergencia de las plántulas. Los riegos posteriores se aplicaron según las necesidades del cultivo.

#### **h) Deshierbo**

El primer deshierbo se realizó al mes de la siembra con los azadones, a fin de eliminar las malezas que compiten con las plantas de papa. El segundo deshierbo coincidió con el primer aporque.

#### **i) Control fitosanitario**

Esta labor se realizó para prevenir y controlar básicamente el ataque de insectos, para lo cual se aplicó un caldo de cube, previa evaluación y las veces que sean necesarias. Para controlar las enfermedades se aplicó un fungicida cúprico.

#### **j) Aporque**

El Aporque se efectuó aproximadamente a los 60 días después de la siembra y consistió en acumular tierra en el cuello de la planta, a modo de un camellón, para favorecer el desarrollo de tubérculos. Para esta labor se utilizó los azadones.

#### **k) Cosecha**

La cosecha de cada uno de los tratamientos se realizó el 10 de enero del 2012 cuando las plantas llegaron a la madurez fisiológica, el follaje de la planta ha tomado un color verde amarillento y la piel bien adherida al tubérculo. La cosecha

se realizó en forma manual con el “allachu”, removiendo la tierra alrededor de las plantas y arrancando las plantas y separando los tubérculos. Luego se procedió con la selección de los tubérculos y pesaje correspondiente.

## **2.10 VARIABLES Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

### **2.10.1 Precocidad**

#### **a. Floración**

En la parcela, se determinó los días transcurridos después de la siembra hasta que más del 50 % de plantas presenten flores abiertas.

#### **b. Madurez fisiológica**

En la parcela, se determinó los días transcurridos después de la siembra hasta que más del 50 % de plantas presenten el follaje amarillento y tubérculos maduros, listos para la cosecha.

### **2.10.2. Productividad**

#### **a. Altura de planta**

En los surcos; los dos surcos se tomó 10 plantas al azar, y luego se midió la longitud en cm con una wincha, desde el cuello hasta el ápice de la planta. La evaluación se efectuó al inicio de la madurez fisiológica de la planta. Luego se obtuvo la altura promedio de cada tratamiento.

#### **b. Rendimiento Total de tubérculos.**

Se realizó el pesado y conteo de los tubérculos comerciales por cada tratamiento, con la ayuda de una balanza graduada en gramos, para luego determinar el promedio por cada unidad experimental.

### c. Rendimiento por categorías

La cosecha de tubérculos se selecciono cuidadosamente por categorías y luego se pesará en una balanza de plataforma. Luego los rendimientos se inferirán a una hectárea. La clasificación de los tubérculos se realizó por peso y de acuerdo a las siguientes categorías:

Primera y extra	: mayor a 60 g
Segunda	: de 40 a 59 g
Tercera	: de 30 a 39 g

### d. Rentabilidad

Se efectuó en base al índice de rentabilidad Beneficio/Costo (B/C) que se calculo considerando la utilidad neta y costo total de producción para cada tratamiento en estudio.

El índice de rentabilidad de los tratamientos se calculo con la siguiente fórmula:

$$\text{I.R.} = (\text{Utilidad neta} / \text{Costo total}) \times 100$$

## 2.10.3 Calidad de tubérculo

**a. Materia seca.-** El contenido de materia seca en los tubérculos es factor importante para la agroindustria. Existen algunos factores que influyen como: las prácticas de cultivo, clima, tipo de suelo e incidencia de plagas y enfermedades.

Varios estudios han demostrado la elevada correlación entre el contenido de la materia seca y gravedad específica del tubérculo. Una papa con alto

contenido de materia seca resulta con una apariencia más harinosa después de cocida. El rendimiento de las papas que se industrializan para convertirlas en: fécula o harina, puré en polvo, chips u hojuelas o papas fritas francesas, es tanto más elevado cuanto mayor sea el porcentaje de contenido de materia seca. A mayor contenido de materia seca del tubérculo existe un menor consumo de aceite para fritura, lo que reduce costos por requerir de menor cantidad de energía para evaporar el agua. Por cada incremento de 0.005 en la gravedad específica se produce un aumento del 1% en el rendimiento de hojuelas o chips.

- b. Azúcares reductores.-** Las muestras de cada tratamiento se enviaron a laboratorio de la Kola Real en lima. Mediante los resultados nos muestra que la papa es adecuada para la industrialización.
- c. Proteína.-** Mediante el método de kjeldahl, que se utiliza para poder saber el contenido de proteína y así ver el valor alimenticio de este cultivo.
- d. Aceptabilidad en el sancochado.-** Para poder ver la aceptabilidad, se sometió a la degustación y textura de la papa sancochada de cada tratamiento, mediante 10 jueces conocedores de la calidad en el sancochado de la papa en especial de la variedad nativa, donde se juzgaron tres categorías de calidad del sancochado: Malo, regular y bueno.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 VARIABLES DE PRECOCIDAD

**Cuadro 3.1.** Número de días después de la siembra de las variables de precocidad en papa Var. Mama Lucha. Canaán 2750 msnm.

Tratamientos		Emergencia	Inicio Tuberización	Floración	Madurez fisiológica	Madurez de Cosecha
GI t.ha <sup>-1</sup>	EM l.ha <sup>-1</sup>					
0	40	15-25	60	100-110	120-140	153
0	80	15-25	60	100-110	120-140	153
0.81	40	15-25	60	100-110	120-140	153
0.81	80	15-25	60	100-110	120-140	153
1.62	40	15-25	60	100-110	120-140	153
1.62	80	15-25	60	100-110	120-140	153
2.43	40	15-25	60	100-110	120-140	153
2.43	80	15-25	60	100-110	120-140	153
3.43	40	15-25	62	105-115	125-145	156
3.43	80	15-25	64	105-115	125-145	156

**dds:** días después de la siembra

En el **Cuadro 3.1** se muestra las características fenológicas del cultivo en número de días después de la siembra (dds) en forma general se puede indicar que en los diferentes niveles de guano de islas y EM, la madurez fisiológica y la madurez de cosecha tiene casi los mismos valores de 120 a 140 días para la madurez fisiológica y para madurez de cosecha a los 153 días, pero existe un leve retardo en el tiempo cuando se abona con el máximo nivel de guano de islas el que llegó

a los 125 a 145 dds para la madurez fisiológica; esta debido a que recibe más nitrógeno y por lo tanto alarga el periodo vegetativo. Para la cosecha, esta se efectuó a los 156 días.

**Leguía (2011)** reporta periodo de maduración de 26 cultivares de papa nativa entre 150 a 180 días, estas se han cultivado a los 3400 a 4150 msnm. La variedad Mama Lucha se encuentra entre las variedades semi precoz, pese a las adversidades en cuanto a altitud y temperatura se refiere, la variedad estudiada reporta igual o similar promedio que reporta Leguía.

**Gómez (2010)** menciona en la variedad Canchán, la emergencia de brotes ocurrió entre los 30-37 días después de la siembra; el crecimiento vegetativo, entre los 37 y 65 días y el inicio de la tuberización, entre los 65 y 70 días, mientras que la madurez fisiológica se da a los 125 días después de la siembra. La variedad Mama Lucha evaluada se comporta como una variedad semi precoz con 120 a 145 días a la madurez fisiológica comportándose en igual tiempo para esta fase fenológica con la variedad mencionada por el autor.

## **3.2 VARIABLES DE RENDIMIENTO**

### **3.2.1. Altura de planta**

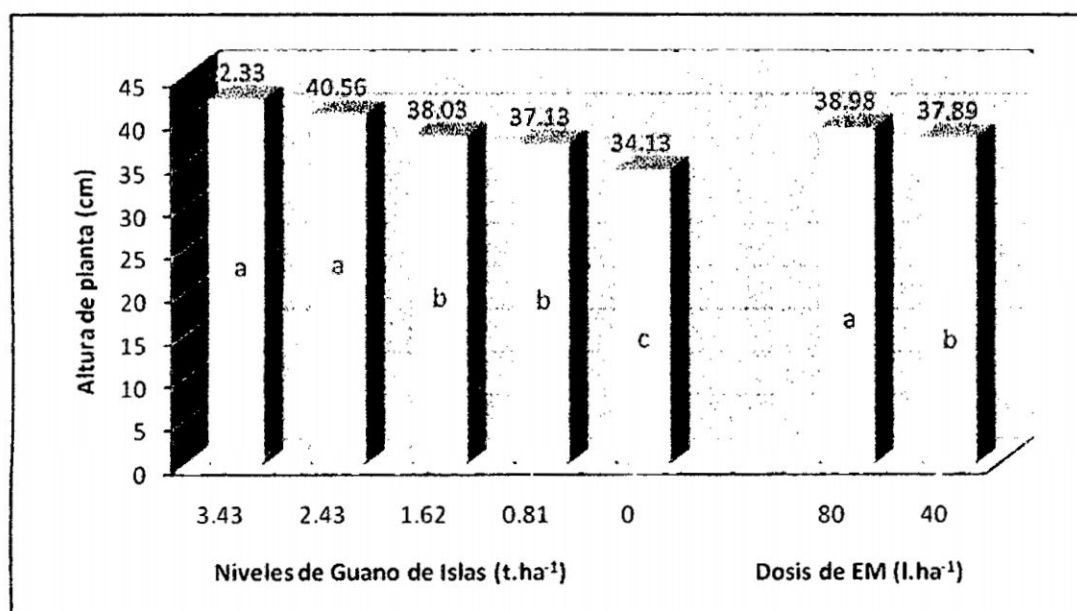
En el **cuadro 3.2** se observa que se alcanzó alta significación en bloques y niveles de guano de islas y significación en los niveles de EM. El coeficiente de variabilidad de 3.6 % indica buena precisión del experimento.

**Cuadro 3.2** ANVA de altura de planta de papa Var. Mama Lucha. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	31.634	15.817	7.98	0.003 **
GI	4	240.605	60.151	30.36	<0.001 **
EM	1	8.965	8.965	4.53	0.047 *
Inter (GI x EM)	4	3.448	0.862	0.44	0.781 NS
Error	18	35.659	1.981		
Total	29	320.312			

C.V. = 3.6 %

Según la prueba de Tukey (**Grafico 3.1**), el nivel 3.43 y 2.43 t.ha<sup>-1</sup> de guano de islas muestra las mayores alturas de planta con valores de 42.33 y 40.56 cm, respectivamente, estos dos valores superan a los demás tratamientos. Estas respuestas obtenidas es en promedio de los microorganismos eficaces (EM). Esta diferencia se atribuye al mayor contenido de nutrientes del guano de islas. La respuesta tiene una tendencia lineal y positiva, o sea que a mayor dosis de guano de islas mayor altura de planta.



**Grafico 3.1** Prueba de Tukey de la altura de planta de papa Var. Mama Lucha. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.

**El Grafico 3.1** muestra que la dosis de 80 l.ha<sup>-1</sup> de EM supera a 40 l.ha<sup>-1</sup> de EM, tomando valores de 38.98 y 37.89 cm respectivamente, La mayor dosis incrementa la población de microorganismos que ayudan el desarrollo de la planta, esto con el apoyo del mayor nivel de guano de islas obteniendo buena respuesta con los niveles de 3.43 y 2.43 t.ha<sup>-1</sup>.

Con la variedad Mariva **Manyahuilca (1997)**, obtuvo un promedio de 36.25 a 86.5 cm en la altura de plantas, encontrándose en el rango de altura promedio con la Var. Mama lucha.

**Ochoa (2010)**, menciona que la planta de la papa es de tipo herbáceo cuyo tamaño varía de 0.30 a 1.0 m, según la variedad, con un crecimiento erecto o semierecto nuestro resultado se aproxima a la altura de planta comparada con las papas nativas.

Según **Tineo (2003)**, el guano de isla es utilizado como un fertilizante orgánico efectivo debido a sus altos niveles de nitrógeno y fósforo. La principal acción del guano de isla mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo; mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos, y ligazón a suelos sueltos y arenosos. Por consiguiente mejora la porosidad incrementa la disponibilidad del N, P y S. en especial del N a través del lento proceso de mineralización. La materia orgánica constituye el sustrato y fuente de energía para la actividad microbiana, respectivamente. Esto corrobora la respuesta de la altura de planta con la concentración del EM a 80 l.ha<sup>-1</sup>.

### 3.2.2. Rendimiento de tubérculos categoría primera.

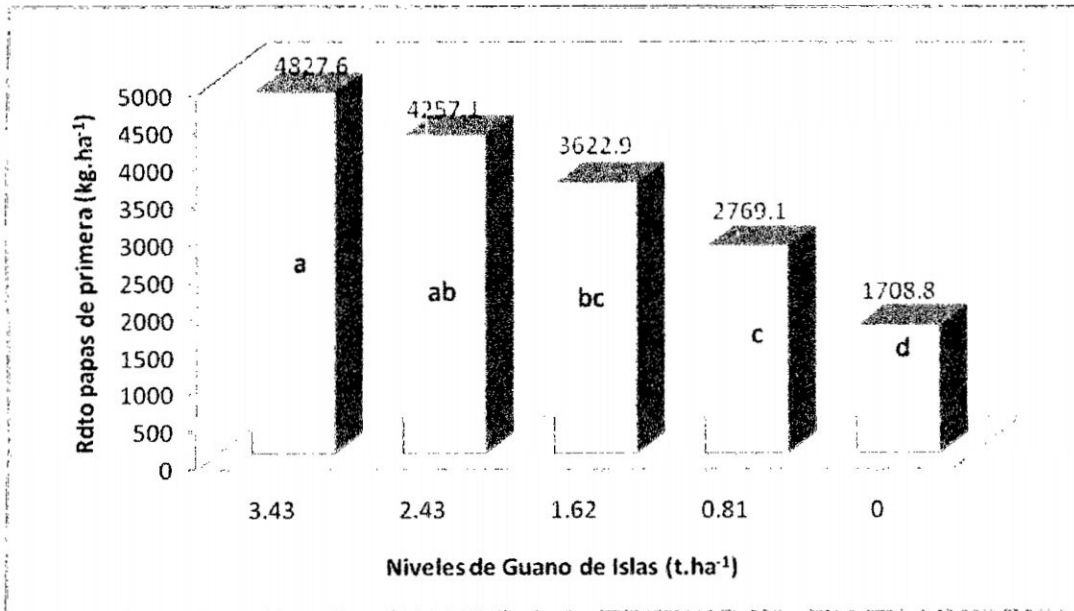
**Cuadro 3.3.** ANVA de rendimiento de tubérculos de papa Var. Mama Lucha, categoría primera. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	8692280.19	4346140.10	14.25	0.0002 **
GI	4	36443041.93	9110760.48	29.86	<0001 **
EM	1	397604.45	397604.45	1.30	0.2686 NS
Inter (GI x EM)	4	318516.55	79629.14	0.26	0.899 NS
Error	18	5491325.66	305073.65		
Total	29	51342768.78			

C.V. = 16.06 %

En el ANVA del rendimiento de tubérculos de papa categoría primera en la variedad Mama Lucha existe alta significación en la fuente de variación de niveles de guano de islas, lo que sugiere realizar la prueba de Tukey correspondiente. En las fuentes de variación de EM y la interacción GI \* EM no se alcanzó significación. Esto quiere decir que en el experimento hubo influencia de los niveles de guano de islas aplicados en el rendimiento de tubérculos de papa de categoría primera; sin embargo, no se ha evidenciado ninguna influencia de los EM, ni la interacción en el rendimiento de papa categoría primera.

El coeficiente de variación de 16.06 % muestra una regular precisión motivado por la gran variación ambiental. Sin embargo se ha logrado alta significación estadística en el factor guano de islas y EM, en sus diferentes niveles.



**Grafico 3.2** Prueba de Tukey del rendimiento de papa Var. Mama Lucha, categoría primera Canaán 2750 msnm.

En la Prueba de Tukey correspondiente, para determinar la importancia de los niveles estudiados de guano de islas en el rendimiento de tubérculos de papa Var. Mama Lucha, el nivel 3.43 t·ha<sup>-1</sup> de GI tiene similar rendimiento de papa categoría primera que 2.43 t·ha<sup>-1</sup>, igualmente 2.43 t·ha<sup>-1</sup> y 1.62 t·ha<sup>-1</sup> de GI presentan rendimientos similares; 1.62 t·ha<sup>-1</sup> y 0.81 t·ha<sup>-1</sup> tiene similares rendimientos y superiores al testigo sin GI.

La respuesta encontrada se atribuye al mayor contenido de nutrientes en mayores niveles de GI aplicados, que provocan mayor crecimiento de los tubérculos y por lo tanto, incremento del rendimiento de los tubérculos de categoría primera, o sea que al incrementar los niveles de GI se obtiene mayor rendimiento de tubérculos de categoría primera.

Al respecto **Alcarraz (2010)** con la variedad amarilla Tumbay en Andahuaylas – Apurímac a 3850 msnm, con los tratamientos de 4 t·ha<sup>-1</sup> de gallinaza y 1.5 t·ha<sup>-1</sup> de cal; encontró un rendimiento de 19,233 kg·ha<sup>-1</sup> de tubérculos de categoría segunda. Nuestros resultados son inferiores esto debido principalmente que el mencionado autor trabajo en zona productora de la variedad, mientras que en el

trabajo experimental se evaluó con una mediana adaptación a la zona de Canaán 2750 msnm.

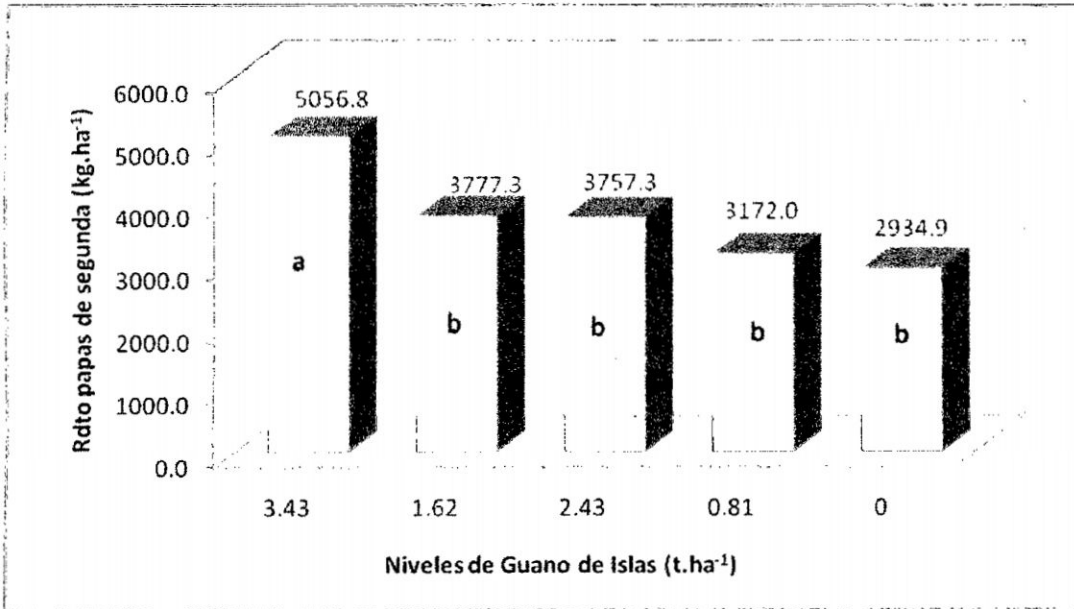
### 3.2.3. Rendimiento de tubérculos categoría segunda

**Cuadro 3.4.** ANVA de rendimiento de papa Var. Mama Lucha, categoría segunda Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	1656082.31	828041.15	2.79	0.088 NS
GI	4	16238606.09	4059651.52	13.67	<0001 **
EM	1	94849.66	94849.66	0.32	0.578 NS
Inter (GI x EM)	4	597171.07	149292.77	0.50	0.734 NS
Error	18	5343793.12	296877.40		
Total	29	23930502.26			

C.V. = 14.56 %

En el ANVA del rendimiento de tubérculos de papa categoría segunda en la variedad Mama Lucha existe alta significación en la fuente de variación de niveles de guano de islas, lo que sugiere realizar la prueba de Tukey correspondiente. En las fuentes de variación de EM y la interacción GI \* EM no se alcanzó significación. Esto quiere decir que en el experimento hubo influencia de los niveles de guano de islas aplicados en el rendimiento de tubérculos de papa de categoría segunda; sin embargo, no se evidencia ninguna influencia de los EM, ni la interacción en el rendimiento de papa categoría segunda.



**Grafico 3.3** Prueba de Tukey del rendimiento de papa categoría segunda en los diferentes niveles de guano de islas en papa Var. Mama Lucha. Canaán 2750 msnm.

En la Prueba de Tukey correspondiente, para determinar la importancia de los niveles estudiados de guano de islas en el rendimiento de tubérculos de papa categoría segunda en la Var. Mama Lucha, el nivel 3.43 t.ha<sup>-1</sup> de GI supera a los otros niveles de guano de islas aplicados, que presentan rendimiento de tubérculos de categoría segunda similares entre sí.

La respuesta encontrada se atribuye a que el nivel 3.43 t.ha<sup>-1</sup> de GI provoca el mayor rendimiento de tubérculos de categoría segunda, a diferencia de los niveles 1.62, 2.43, 0.81 t.ha<sup>-1</sup> y el testigo que tienen rendimientos similares entre sí.

Al respecto **Alcarráz (2010)** con la variedad amarilla Tumbay en Andahuaylas – Apurímac a 3850 msnm, con los tratamientos de 4 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza y 1.5 t.ha<sup>-1</sup> de cal; encontró un rendimiento de 4,533 kg.ha<sup>-1</sup> de tubérculos de categoría segunda. Nuestros resultados son similares, nos indica que el nivel máximo de 3.43 t.ha<sup>-1</sup> de guano de islas supera en la eficiencia ala gallinaza y así también la Var. Mama lucha se adapta muy bien a la zona de los valles interandinos – Canaán 2750 msnm.

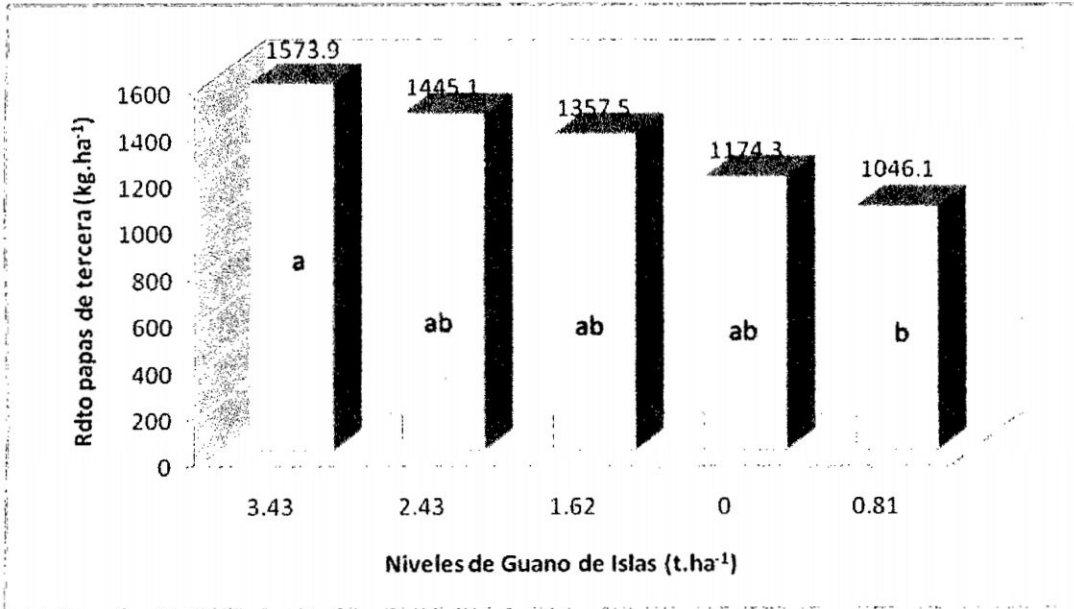
### 3.2.4. Rendimiento de tubérculos categoría tercera

**Cuadro 3.5.** ANVA de rendimiento de papa Var. Mama Lucha, categoría tercera Canaán, 2750 msnm – Ayacucho.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	537253.47	268626.73	3.73	0.044 *
GI	4	1066746.88	266686.72	3.70	0.022 *
EM	1	266909.75	266909.75	3.70	0.070 NS
Inter (GI x EM)	4	58955.15	14738.78	0.20	0.932 NS
Error	18	1297127.143	72062.61		
Total	29	3226992.41			

C.V. = 20.34 %

En el ANVA del rendimiento de tubérculos de papa categoría tercera en la variedad Mama Lucha existe significación en la fuente de variación de niveles de guano de islas, lo que sugiere realizar la prueba de Tukey correspondiente. En las fuentes de variación de EM y la interacción GI \* EM no se alcanzó significación. Esto quiere decir, que en el experimento hubo influencia de los niveles de guano de islas aplicados en el rendimiento de tubérculos de papa de categoría tercera; sin embargo, no se evidencia ninguna influencia de los EM, ni la interacción en el rendimiento de papa categoría tercera.



**Grafico 3.4** Prueba de Tukey del rendimiento de papa Var. Mama Lucha, categoría tercera Canaán 2750 msnm.

En la Prueba de Tukey correspondiente, para determinar la importancia de los niveles estudiados de guano de islas en el rendimiento de tubérculos de papa categoría tercera en la Var. Mama Lucha, el nivel 3.43 t.ha<sup>-1</sup> de GI tiene rendimiento muy similar a 2.43, 1.62 y 0 t.ha<sup>-1</sup> de GI; los niveles 2.43, 1.62, 0 y 0.81 t.ha<sup>-1</sup> de GI tiene rendimientos similares de categoría tercera.

La respuesta encontrada nos indica que los niveles de GI no presentan diferencias entre ellos; en este caso los tubérculos de tercera son los de menor tamaño.

Al respecto **Alcarráz (2010)** con la variedad amarilla Tumbay en Andahuaylas – Apurímac a 3850 msnm, con los tratamientos de 4 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza y 1.5 t.ha<sup>-1</sup> de cal; encontró un rendimiento de 1,933 kg.ha<sup>-1</sup> de tubérculos de categoría tercera. Nuestros resultados son similares, nos indica que el nivel máximo de 3.43 t.ha<sup>-1</sup> de guano de islas supera en la eficiencia a la gallinaza y así también se adapta muy bien la Var. Mama Lucha a la zona de los valles interandinos – Canaán 2750msnm.

### 3.2.5. Rendimiento total de tubérculos.

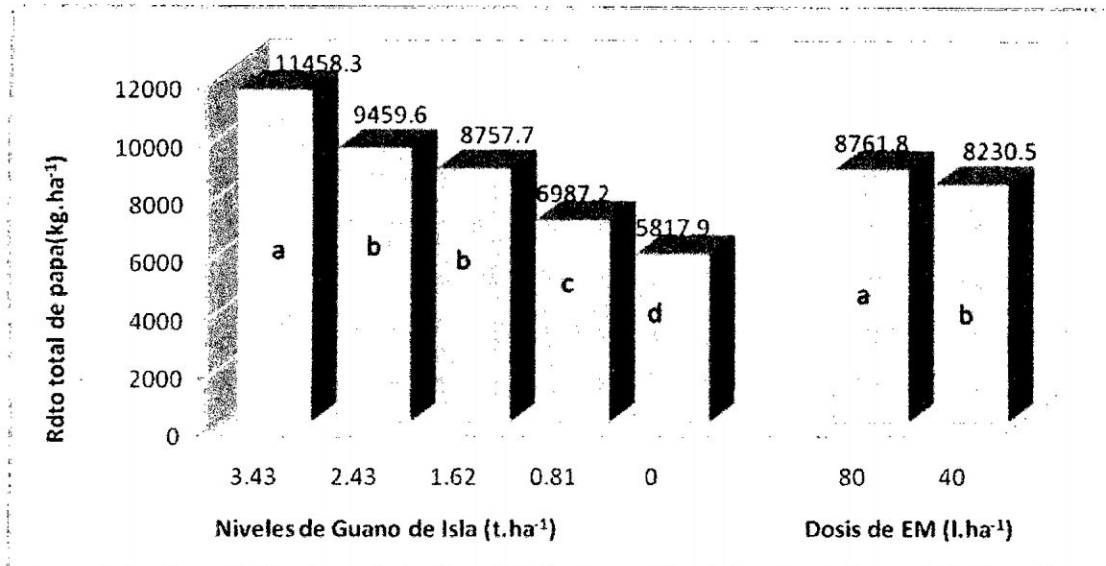
**Cuadro 3.6.** ANVA de rendimiento total con niveles de GI y microorganismos eficaces (EM) en papa Var. Mama Lucha. Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	11615771.2	5807887.6	16.03	0.0001 **
GI	4	115324494.1	28831123.5	79.59	<0001 **
EM	1	2117514.2	2117514.2	5.85	0.0264 **
Inter (GI x EM)	4	182718.0	45679.5	0.13	0.971 NS
Error	18	6520750.1	362263.9		
Total	29	135761251.6			

C.V. = 7.08 %

En el ANVA del rendimiento total de tubérculos de papa en la variedad Mama Lucha existe alta significación en las fuentes principales de variación, niveles de guano de islas y EM, lo que sugiere realizar las pruebas de Tukey correspondientes. En las fuentes de variación, interacción GI \* EM no se alcanzó significación. Esto quiere decir, que en el experimento hubo influencia de los niveles de guano de islas y EM aplicados, en el rendimiento total de tubérculos de papa; sin embargo, no se evidencia influencia de la interacción en el rendimiento total de papa.

En la Prueba de Tukey correspondiente, para determinar la importancia de los niveles estudiados de guano de islas y EM en el rendimiento total de tubérculos de papa Var. Mama Lucha, el nivel 3.43 t.ha<sup>-1</sup> de GI supera a 2.43 y 1.62 t.ha<sup>-1</sup> que son similares entre sí, pero superiores a 0.81 t.ha<sup>-1</sup> de GI, que fue superior al testigo.



**Grafico 3.5** Prueba de Tukey del rendimiento total de papa en los diferentes niveles de guano de islas y diferentes niveles de EM en la papa Var. Mama Lucha. Canaán 2750 msnm.

La respuesta encontrada se atribuye a que los niveles crecientes de GI aportan mayor cantidad de nutrientes y por lo tanto mayor rendimiento total de tubérculos de papa.

Por otro lado, el nivel 80 I.ha<sup>-1</sup> de EM supera en rendimiento total de tubérculos de papa al nivel 40 I.ha<sup>-1</sup> de EM. La respuesta se atribuye a que las mayores dosis de EM tienen mayor población de microorganismos y contribuye con el suelo mejorando su estructura dándole soltura a suelos pesados y ligazón a suelos arenosos, reduce la compactación, por lo tanto tienen un medio adecuado así realizan una mayor descomposición del guano de islas y por ende provocan mayor rendimiento.

Investigaciones realizadas con otras variedades, en zonas distintas a Canaán-Ayacucho, para comparar el nivel de productividad de la papa se presentan a continuación:

Al respecto **Alcarraz (2010)**, con la variedad amarilla Tumbay en Andahuaylas – Apurímac a 3850 msnm, en suelos bien drenados, esorrentía superficial

moderada, ausencia de pedregosidad y profundos; con los tratamientos de 4 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza y 1.5 t.ha<sup>-1</sup> de cal; encontró un rendimiento de 25,700 kg.ha<sup>-1</sup> de tubérculos de rendimiento total. Nuestros resultados son inferiores esto debido principalmente que el mencionado autor trabajo en zona productora de la variedad, mientras que en el trabajo experimental se evaluó con una mediana adaptación a la zona de Canaán 2750 msnm.

### **3.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL TUBÉRCULO DE PAPA VAR. MAMA LUCHA**

El tubérculo de la variedad Mama Lucha, presenta una pulpa amarilla (carotenos). Se observa que la incorporación de mayores niveles de guano de islas incrementa el contenido de materia seca en los tubérculos de la variedad Mama Lucha. Se observa también que el tenor de azúcares reductores en forma general se reduce ligeramente al incrementar el nivel de guano de islas. También el contenido de proteína se incrementa de 2.2 hasta 2.5 % cuando se incorpora guano de islas al cultivo, incrementándose ligeramente al incrementar los niveles de guano de islas al cultivo de papa variedad Mama Lucha. Finalmente, el cocimiento de los tubérculos mejora con la adición de guano de islas, esto quiere decir, mejoran su textura y cocimiento del tubérculo.

**Egusquiza y Pacheco (1992)**, refieren que los tubérculos son de muy buena calidad con un 26 – 28 % de materia seca.

Para **Gómez et al. (2008)**, mencionado por **Leguía (2011)**, indica que las papas nativas poseen los más altos porcentajes de materia seca que van desde el 25 al 30 % en el rendimiento y en las condiciones de adaptación de entre 3500 a 4500 msnm. En nuestros resultados los valores alcanzados en materia seca se encuentra en los rangos de 24.5 a 27.9 % de M.S, estas se dieron en diferente condición ambiental a 2750 msnm.

**Leguía (2011)**, menciona que la adaptación en la sierra hasta los 4800 msnm (campo semillero) y desde 3500 a 4500 msnm es el óptimo para la agroindustria

debido a la poca acumulación de azúcares reductores, en nuestro trabajo de investigación se realizó a 2750 msnm. Condiciones ambientales diferentes, que nos indica la adaptabilidad de la variedad Mama Lucha con resultados muy favorables en contenido de azúcares reductores.

**Cuadro 3.7** Contenido de materia seca, azúcares reductores, proteínas y aceptabilidad del tubérculo de papa Var. Mama Lucha. Canaán 2750 msnm.

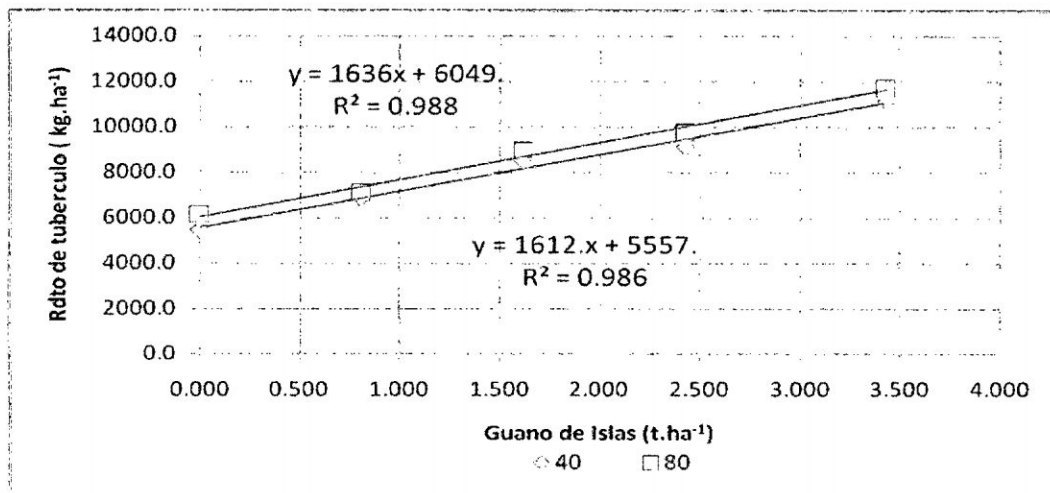
Tratamientos		Materia Seca (%)	Azúcares reductores g/100 g peso fresco	Proteína	Aceptabilidad Sancochado
G. l t.ha <sup>-1</sup>	EM (l)				
0	40	24.5	0.20	2.2	Regular
0	80	24.8	0.21	2.2	Regular
0.810	40	25.6	0.18	2.3	Buena
0.810	80	25.8	0.18	2.4	Buena
1.620	40	25.9	0.21	2.5	Buena
1.620	80	26.2	0.17	2.5	Buena
2.430	40	27.6	0.17	2.5	Buena
2.430	80	27.8	0.18	2.5	Buena
3.430	40	27.9	0.18	2.5	Buena
3.430	80	27.6	0.17	2.5	Buena

**Gómez (2010)**, menciona que el contenido en azúcares reductores puede variar desde cantidades muy pequeñas (trazas) hasta más del 10 % del peso seco total del tubérculo. El almacenamiento de tubérculos a bajas temperaturas (por debajo de los 4°C) induce a aumentar los azúcares, lo cual es probablemente el problema

más importante que enfrentan los procesadores de papa. La glucosa y la fructuosa son considerados azúcares reductores. Tienen una influencia significativa en la fritura porque influyen directamente en la formación del color y del sabor. Si el contenido en azúcares reductores es alto, aparece un color marrón oscuro y sabor amargo. Por eso, la industria requiere de variedades con bajos contenidos en azúcares reductores; inferiores al 0.1 % del peso fresco es ideal para la producción de hojuelas valores más altos (0.33 %) son inaceptables.

Los valores encontrados en azúcares reductores (0.17 a 0.21 %), muy por debajo del valor o parámetro considerados “inaceptables”, son bastante promisorios en la variedad Mama Lucha, porque el tubérculo se puede utilizar en producción de hojuelas, tomando en cuenta que la pulpa es de color amarillo-crema, que es muy atractivo a la vista.

### 3.4 Regresión del rendimiento total por los diferentes niveles de Guano de Islas en cada concentración de EM



**Grafico 3.6** Regresión del rendimiento total de tubérculos por los diferentes niveles de guano de islas. Canaán 2750 msnm.

La **Grafica 3.6**, muestra la regresión positiva, donde el rendimiento se manifiesta con mayor grado en la concentración de 80 l.ha<sup>-1</sup> de EM. La tendencia lineal nos indica que el rendimiento se incrementa con el mayor nivel de guano de islas,

pero siempre que se incremente la concentración de microorganismos eficaces, para obtener una mayor respuesta en el rendimiento de tubérculo.

### **3.5 MERITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS**

En el **Cuadro 3.8**, se observa que la rentabilidad en forma general es mayor cuando se incrementa el nivel de EM, sin embargo se reduce a medida que se eleva el nivel de guano de islas. Esta respuesta se atribuye a que al incrementar el nivel de guano de islas en el cultivo de papa, se incrementa los costos de producción, reduciendo la utilidad del cultivo.

El costo de producción de papa varía desde 3186.15 soles hasta 7410.49 soles; el incremento se debe al mayor costo de los EM y compra del guano de islas que se aplica al cultivo.

El valor de la producción igualmente se incrementa al incorporar tanto el EM como los niveles de guano de islas, desde 5726.51 soles hasta 12855.92 soles. Sin embargo al elevarse los costos de producción, se reducen también la rentabilidad, cuando se incrementan los niveles de guano islas utilizados en el cultivo; cuyos valores van desde 93.1 % hasta 67.1 %, que significa tener una ganancia de 0,93 a 0.67 soles por cada sol invertido en el cultivo.

Los niveles altos de guano de islas, si bien es cierto no muestran buena rentabilidad, pero estos ofrecen un efecto residual para otras campañas y la mejora del suelo que en la rentabilidad no se considera, finalizaremos de que mediante la incorporación del guano de islas se induce a una agricultura sostenible.

La rentabilidad encontrada cuyo rango va desde 70 % hasta 93.1 %, se encuentran en un nivel aceptable, sin embargo se puede mejorar en la medida que se utilice semilla certificada.

**Cuadro 3.8** Valorización de la producción y rentabilidad para cinco niveles de abonamiento con Guano de Islas y EM en papa Var. Mama Lucha. Canaán 2750 msnm.

Guano Isla t.ha <sup>-1</sup>	EM l.ha <sup>-1</sup>	Rdto kg.ha <sup>-1</sup>			Precio Unif. (S/)			Ingresos	Costo de P Total (S/.)	Utilidad (S/.)	Rentabilidad (%)
		Prim	Seg	Terc	Prim	Seg	Terc				
0	40	1570.3	2791.6	1116.9	1.3	1	0.8	5726.51	3186.65	2539.86	79.7
0	80	1847.2	3078.1	1231.6	1.3	1	0.8	6464.74	3347.65	3117.09	93.1
0.81	40	2464.8	3395.4	1000.4	1.3	1	0.8	7399.96	4146.1	3253.86	78.5
0.81	80	3073.5	2948.6	1091.8	1.3	1	0.8	7817.59	4307.1	3510.49	81.5
1.62	40	3546.7	3686.1	1282.7	1.3	1	0.8	9322.97	5105.54	4217.43	82.6
1.62	80	3699	3868.6	1432.4	1.3	1	0.8	9823.22	5266.54	4556.68	86.5
2.43	40	4220.1	3615.2	1288.4	1.3	1	0.8	10132.05	6064.99	4067.06	67.1
2.43	80	4293.3	3899.4	1601.9	1.3	1	0.8	10762.21	6225.99	4536.22	72.9
3.43	40	4807.2	4928.8	1436.9	1.3	1	0.8	12327.68	7249.49	5078.19	70
3.43	80	4848	5184.8	1710.9	1.3	1	0.8	12855.92	7410.49	5445.43	73.5

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. Conclusiones**

1. La aplicación de niveles crecientes de guano de islas acompañado de una dosis alta de  $80 \text{ l.ha}^{-1}$  de EM permite incrementar en el rendimiento de papa Var, Mama Lucha en  $1636 \text{ kg.ha}^{-1}$  de tubérculo de papa.
2. La aplicación de niveles crecientes de guano islas acompañado de una dosis baja de  $0.81 \text{ l.ha}^{-1}$  de EM permite incrementos en el rendimiento de papa Var. Mama Lucha en  $1612 \text{ kg.ha}^{-1}$  de tubérculo de papa.
3. Al incorporar niveles de GI, se reduce ligeramente los azúcares reductores del tubérculo en 0.21 a 0.17 %; el contenido de proteína se incrementa ligeramente de 2.2. a 2.5 %; el contenido de materia seca de los tubérculos, se incrementa al aumentar el nivel de GI y dosis de EM, en 24.5 a 27.9 %.
4. Existe una regresión positiva con coeficiente  $R^2 = 0.988$ , nos indica que; el 98 % de los resultados encontrados en el experimento, obedece a los factores de estudio y la diferencia a los otros factores no estudiados. Teniendo entonces una mejor respuesta solo para esta dosis de  $80 \text{ l.ha}^{-1}$  de EM.

5. La rentabilidad económica de los tratamientos son aceptables y oscilan entre 67.1 y 93.1 %. La mayor rentabilidad se obtiene con 80 l.ha<sup>-1</sup> de EM y sin guano de islas. Sin embargo la mayor utilidad se obtiene con los nivel 3.43 t.ha<sup>-1</sup> de GI, 40 y 80 l.ha<sup>-1</sup> de EM.

## **4.2 Recomendaciones**

1. Sembrar esta variedad para zonas similares a Canaán, aplicando  $3.43 \text{ t.ha}^{-1}$  de guano de islas e incubado con  $80 \text{ l.ha}^{-1}$  de EM.
2. Realizar la valorización del efecto residual, para ver el verdadero efecto del uso de guano de islas en la rentabilidad, ya que esta se verán reflejadas en las campañas siguientes con una tendencia hacia una Agricultura sostenible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ALCARRAZ, C. 2010.** Efecto del Encalado y Gallinaza en el Rendimiento de Papa. Variedad Amarilla Tumbay en Andahuaylas-Apurímac. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho-Perú.
2. **CAMASCA, A. 1984.** "Horticultura Practica" Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONCYTEC. Ayacucho-Perú.
3. **CANET, R. 2000.** Uso de materia Orgánica en Agricultura. Instituto Valenciano de Investigaciones agrarias. Valencia-España.
4. **CASAS, D. 2007.** Respuesta del jengibre al nivel de NPK y Guano de isla. Tesis. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho-Perú.
5. **CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, 1986.** Manual Práctico de Producción de Semilla de Papa. Lima-Perú.
6. **CERDA, G.** Comparación de la Eficiencia de Abonos Orgánico-Minerales, Sintéticos y Orgánicos en dos Cultivares de Papa en un suelo Altoandino de Ayacucho. Tesis Magister Scientiae. UNALM - Lima-Perú.
7. **EGUSQUIZA, B. 2011.** Guía técnica - curso taller en Manejo integrado de la Papa. UNALM - AGROBANCO. Cuzco-Perú.
8. **ENCI, 1980.** Manual de uso de fertilizantes. Editorial de la Empresa Nacional de Lima-Perú.
9. **ESTRADA, N. 2000.** La Biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. Edición Bill Hardy-CIP.
10. **EVANS, T. 1980.** Fisiología de los Cultivos. Editorial Hemisferio Sur. Madrid-España.
11. **EZETA, F. 1986.** Aspectos Fisiológicos de la Producción de Papa. En V Curso Internacional Sobre el cultivo de Papa con Énfasis en producción de Semilla. Programa de Investigaciones en Papa. UNA La Molina. Lima-Perú.
12. **GÓMEZ, R. 2010.** Efecto del momento de defoliación mecánica en el rendimiento y calidad de tubérculo de papa Var. Canchan – Inía, Canaán 2750 msnm-Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH Ayacucho-Perú.

13. **GREGORY, P. 1996.** Principales enfermedades y plagas de la papa. CIP. Lima-Perú.
14. **GUERRERO, J. 1993.** Abonos Orgánicos. RAAA. Lima-Perú.
15. **HAWKES, K. 1980.** Historia de la Papa. CIP. Lima-Perú.
16. **HERRERA, E. 2007.** Efecto de Aplicación de abonos orgánicos y químicos sobre la fertilidad del suelo en el cultivo de papa en el norte de la Paz- Bolivia.
17. **HIGA, T y PARR, J.** Microorganismos Efectivos (EM) Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES) disponible en; <http://www.fundases.com/p/em01.html>. Consultado 10 de agosto 2011.
18. **HUAMAN, Z. 1986.** Botánica y Sistemática y Morfología de la Papa, Segunda Edición Revisada. Centro Internacional de la Papa. Lima-Perú.
19. **IBÁÑEZ, R. y AGUIRRE, G. 1983.** Manual de Práctica de Fertilidad de Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias - UNSCH. Ayacucho, Perú.
20. **IRIARTE, L. 1994.** Efecto de abonos orgánicos sobre las poblaciones de nematodos y la producción de la papa. Cochabamba-Perú.
21. **LEGUÍA, D. 2011.** Identificación de Papas Nativas con Aptitud para Hojuelas, en comunidades Altoandinas de Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho-Perú.
22. **MANUAL DE APLICACIÓN DEL EM PARA LOS PAISES APNAM (red de Agricultura Natural del Asia / Pacífico) 1996.** EM Technologies, INC. Arizona- USA.
23. **MANYAHUILLCA, G. 1997.** Efecto de la Densidad y Niveles de Fertilización en el Rendimiento de la Papa (*Solanum Tuberosum*) Var. Mariva, Canaán 2760m.s.n.m. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho Perú.
24. **MATEU, W. 2010.** Guía de Tuberosas y Granos Andinos. FCA-UNSCH. Ayacucho, Perú.
25. **MONTALDO, A. 1984.** Cultivo y mejoramiento de la Papa. IICA. San José Costa Rica.

26. **MORENO, U. 1999.** Aspectos Fisiológicos de la Producción de papa. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú.
27. **OCHOA, C. 1990.** La Papa en el Perú. INDOAGRO. Lima-Perú.
28. **OCHOA, C. 1999.** Las papas de Sudamérica. Perú. Allen Press Lawrence. Kansas Estados Unidos.
29. **POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. 1997.** Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. U.S.A.
30. **SIMPSON. K. 1986.** Abonos y Estiércoles. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
31. **SUQUILANDA, M. 2001.** Curso internacional sobre elaboración de abonos orgánicos. Corporación PROEXANT. Quito.
32. **TINEO, A. 2003.** Guía de fertilidad de Suelos. FCA – UNSCH. Ayacucho-Perú.
33. **TINEO, A. 2010.** “Manejo y Conservación de Suelos”, Guía de estudio. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
34. **VÁSQUEZ, A. 1988.** Mejoramiento Genético de la papa CONCYTEC. Amaru Editores Cajamarca-Perú.
35. **VILLAGARCIA, S. 1990.** Resultados de Ensayos de Campo sobre Fertilización y Nutrición mineral en el cultivo de papa (campaña 1989-1990) Universidad Nacional Agraria la Molina-CIP.

#### **LITERATURA CONSULTADA POR INTERNET**

1. **Monografias.com.** Cultivo de la papa. Consultado el 01 de julio de 2012.
2. **Cipotato.org.** Morfología de la papa. Consultado el 08 de julio de 2012.
3. **Peruecologico.com.pe.** Comercialización de la papa. Consultado el 02 agosto de 2012.
4. **Wikisumaqperu.com.** Papa sudamericana. consultado 03 de junio 2012

**ANEXO**

**Cuadro: 1 A Datos de la evaluación del rendimiento de tubérculos Var. Mama Lucha Canaán 2011-2012**

Bloque	Tratamiento		Altura	Rdto por parcela					Rdto kg.ha <sup>-1</sup>		
	GI (t.ha <sup>-1</sup> )	EM (l.ha <sup>-1</sup> )		Planta	Total	1ra	2da	3ra	total	prim	seg
I	0	40	35.381	4.700	1.410	2.350	0.940	5371.429	1611.429	2685.714	1074.286
I	0	80	33.729	6.500	1.950	3.250	1.300	7428.571	2228.571	3714.286	1485.714
I	0.81	40	33.677	6.758	2.058	3.875	0.825	7723.429	2352.000	4428.571	942.857
I	0.81	80	33.294	7.055	3.256	2.878	0.921	8062.857	3721.143	3289.143	1052.571
I	1.62	40	33.333	7.939	3.456	3.562	0.921	9073.143	3949.714	4070.857	1052.571
I	1.62	80	35.333	8.327	4.254	3.125	0.948	9516.571	4861.714	3571.429	1083.429
I	2.43	40	39.435	9.150	4.568	3.568	1.014	10457.143	5220.571	4077.714	1158.857
I	2.43	80	38.792	9.377	4.658	3.371	1.348	10716.571	5323.429	3852.571	1540.571
I	3.43	40	34.560	10.523	5.426	3.985	1.112	12026.286	6201.143	4554.286	1270.857
I	3.43	80	39.593	11.234	5.658	4.565	1.011	12838.857	6466.286	5217.143	1155.429
II	0	40	44.023	5.534	1.468	2.904	1.162	6324.571	1677.714	3318.857	1328.000
II	0	80	38.000	5.288	1.586	2.644	1.058	6043.429	1812.571	3021.714	1209.143
II	0.81	40	43.024	6.091	2.056	2.882	1.153	6961.143	2349.714	3293.714	1317.714
II	0.81	80	38.429	6.259	2.356	2.788	1.115	7153.143	2692.571	3186.286	1274.286
II	1.62	40	38.214	7.282	2.869	3.152	1.261	8322.286	3278.857	3602.286	1441.143
II	1.62	80	35.769	7.537	2.987	3.250	1.300	8613.714	3413.714	3714.286	1485.714
II	2.43	40	36.906	7.019	3.256	2.688	1.075	8021.714	3721.143	3072.000	1228.571

II	2.43	80	35.444	7.772	3.156	3.297	1.319	8882.286	3606.857	3768.000	1507.429
II	3.43	40	42.069	9.685	3.215	4.897	1.573	11068.571	3674.286	5596.571	1797.714
II	3.43	80	35.875	10.577	3.173	5.289	2.115	12088.000	3626.286	6044.571	2417.143
III	0	40	41.061	4.148	1.244	2.074	0.830	4740.571	1421.714	2370.286	948.571
III	0	80	39.666	4.374	1.313	2.186	0.875	4998.857	1500.571	2498.286	1000.000
III	0.81	40	36.000	5.160	2.356	2.156	0.648	5897.143	2692.571	2464.000	740.571
III	0.81	80	38.462	5.360	2.456	2.074	0.830	6125.714	2806.857	2370.286	948.571
III	1.62	40	37.000	7.132	2.985	2.962	1.185	8150.857	3411.429	3385.143	1354.286
III	1.62	80	35.905	7.761	2.469	3.780	1.512	8869.714	2821.714	4320.000	1728.000
III	2.43	40	37.266	7.783	3.256	3.234	1.293	8894.857	3721.143	3696.000	1477.714
III	2.43	80	37.000	8.562	3.456	3.568	1.538	9785.143	3949.714	4077.714	1757.714
III	3.43	40	34.555	9.121	3.978	4.056	1.087	10424.000	4546.286	4635.429	1242.286
III	3.43	80	34.033	9.016	3.895	3.756	1.365	10304.000	4451.429	4292.571	1560.000

## FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



1 Preparación del terreno



Nº 02 Pasada de arado de discos



3 Surcado



Nº 04 Demarcación del campo experimental



5 Delimitación de bloques



Nº 06 Delimitación de unidad experimental

## DEL PROCESO DE INOCULACIÓN DE EM ACTIVADO



07 Guano de Isla



Nº 08 Preparado del EM activado



9 Inoculación de EM activado



Nº 10 Mezcla uniforme del EM y GI



11 Abonamiento y siembra



Nº 12 Control fitosanitario

## PROCESO DE MANEJO AGRONÓMICO Y COSECHA DE LA PAPA



14 Primer aporque



Nº 15 Segundo aporque



6 Cosecha de la papa

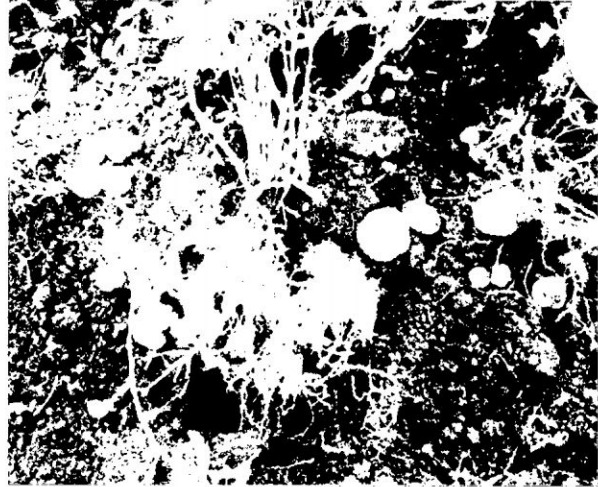


Nº 17 Selección y pesado de los tubérculos

## PROCESO DE SELECCIÓN Y PESO DE LA PAPA



3 Selección de los tubérculos



Nº 19 Selección de los tubérculos



3 Selección, pesado de los tubérculos

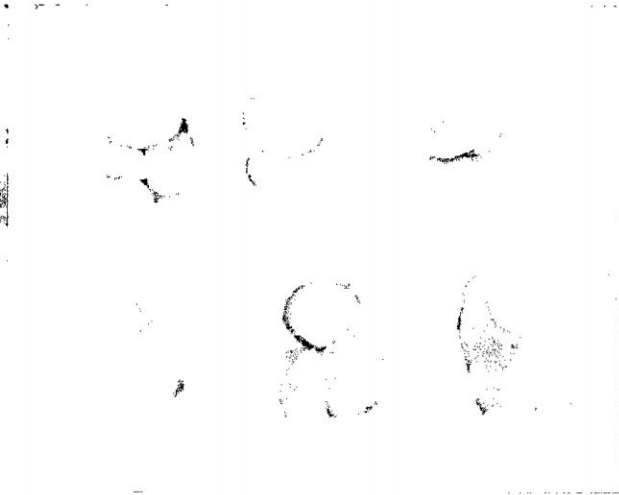


Nº 21 Conteo de los tubérculos comerciales

## PROCESO DEL TUBÉRCULO PARA SER SOMETIDO A ESTUFA



2 Muestra de tubérculo para la estufa



Nº 23 Tubérculo para obtener la materia seca.