

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

**Facultad de Ciencias Agrícolas**

**Escuela Académico Profesional de Agronomía**

**RESPUESTA DE DOS VARIETADES DE PAPA MEJORADA  
(*Solanum tuberosum* L.) A TRES NIVELES DE POTASIO  
EN EL DISTRITO DE POCOLLAY**

**TESIS**

Presentada por:

**Bach. VÍCTOR MARTÍN HUACHO AYCA**

Para optar el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TACNA - PERÚ**

**2010**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA**


**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**Escuela Académico Profesional de Agronomía**

**RESPUESTA DE DOS VARIEDADES DE PAPA MEJORADA  
(*Solanum tuberosum* L.) A TRES NIVELES DE POTASIO  
EN EL DISTRITO DE POCOLLAY**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 19 DE AGOSTO DEL 2010,  
JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

**PRESIDENTE:**

  
.....  
**Dr. Oscar Fernández Cutire**

**SECRETARIO:**

  
.....  
**Mgr. Virgilio Vildoso Gonzáles**

**VOCAL:**

  
.....  
**Ing. Rodi Alférez García**

**ASESOR:**

  
.....  
**MSc. Nelly Arévalo SolSol**

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN" DE TACNA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

TITULO PROFESIONAL

Tomos: 02

Folio N° 490

El Decano de la Facultad, CERTIFICA:

Que el Bachiller: HUACHO AYCA  
VICTOR MARTIN

ha sustentado el presente Trabajo de Tesis y ha sido APROBADO  
por MAYORIA, con el calificativo de BUENO

Tacna, 2010 Octubre 11



  
DECANO FCAG

## DEDICATORIA

*A mi amado abuelo Víctor Mauricio Ayca Cossío, quien con su ejemplo de honradez y trabajo me dio la motivación de ser profesional.*

*A mi madre Lidia Concepción Ayca de Huacho y padre Honorio Martín Huacho Toledo, quienes trabajaron para mi bienestar y superación en la vida.*

*A mis tíos Miguel Salomón Ayca Cossío y su esposa Hilda Cuadros de Ayca, que gracias a sus consejos supieron sacarme de un camino de errores.*

*A mí amada esposa Rosa e hija Adriana, que son la razón de mi vida.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer profundamente a todas las personas que creyeron en mi persona y apoyaron en momentos buenos y malos de mi vida:

- A mi asesor; MSc. Nelly Arévalo Solsol por su orientación y motivación constante, apoyándome en el momento más crítico de mi vida personal y estudiantil.
- A mi hermana Rosario Guadalupe Huacho Ayca y esposo Juan Pilco Mamani, quienes me brindaron su apoyo en la sustentación de la presente tesis.
- A mi padrino Fausto Foraquita Mendoza y esposa Marianela Quiroz de Foraquita, quienes con sus palabras calmaban mi corazón impetuoso.
- A todos mis profesores de la Facultad Ciencias Agrícolas de la UNJBG, quienes son los responsables de mi formación profesional, sembrando gran inquietud por la superación y hambre de conocimiento constante.

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
V. CONCLUSIONES	86
VI. RECOMENDACIONES	87
VII. BIBLIOGRAFÍA	88
VIII. ANEXOS	97

## RESUMEN

La presente investigación da a conocer los resultados de la tesis **“RESPUESTA DE DOS VARIEDADES DE PAPA MEJORADA (*Solanum tuberosum* L.) A TRES NIVELES DE POTASIO EN EL DISTRITO DE POCOLLAY”** El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto de 3 dosis de potasio en el rendimiento de 2 variedades de papa en el distrito de Pocollay

Se empleó el diseño de parcelas divididas, teniendo dos factores en estudio: dos variedades mejoradas de papa y tres niveles crecientes de potasio, es decir con 8 tratamientos y 4 repeticiones, con un total de 8 parcelas principales y 32 sub parcelas en el experimento. Para el análisis estadístico se utilizó la técnica del análisis de varianza utilizando la prueba de F de 0,05 y 0,01 de probabilidad, asimismo se empleo regresión lineal. Los resultados más importantes fueron los siguientes:

En cuanto al rendimiento la variedad Unica alcanzó logró 39,93 t/ha, y la variedad Amarilis INIA obtuvo un promedio de rendimiento de 26,83 t/ha respectivamente. En cuanto al número de tubérculos extra la variedad Única ( $V_1$ ) alcanzó el mayor promedio con 2,07 tubérculos extra superando estadísticamente a la variedad Amarilis INIA que obtuvo 1,88 tubérculos

La variable calibre extra de tubérculos variedad Única ( $V_1$ ) obtuvo un promedio de 565,195 g mientras que la variedad Amarilis INIA ( $V_2$ ) alcanzó 358,259 g, con respecto al calibre primera la variedad que alcanzó el mayor peso fue Única ( $V_1$ ) con un promedio de 367,621 g mientras que la variedad Amarilis INIA ( $V_2$ ) alcanzó 259,970 g respectivamente.

En lo relacionado al número de tubérculos por planta, la variedad Amarilis INIA ( $V_2$ ) obtuvo el mayor promedio con 8,83 tubérculos mientras que la variedad Única ( $V_1$ ) alcanzó 6,33 tubérculos respectivamente.

La variable altura de planta la variedad Unica alcanzó 90,55 cm, y la variedad Amarilis alcanzó 82,22 cm.

La evidencia del estudio nos indica que hay respuestas a la aplicación de tres niveles de potasio, en medida que la dosis de potasio aumenta en las variables: calibre de tubérculo, peso de tubérculo, altura de planta, materia seca y rendimiento, siendo la variedad Unica con un rendimiento promedio superior a la variedad Amarilis.

## I. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las zonas de producción, la baja fertilidad de los suelos es uno de los factores que limita la producción de papa, considerando que las estrategias de fertilización del cultivo de la papa deben concebirse en base a las condiciones de fertilidad de los suelos de las zonas de producción y de los sistemas de producción manejados por los agricultores.

El potasio es el nutriente requerido en mayor cantidad por el cultivo de papa afectando el rendimiento y la calidad de los tubérculos, incluyendo el peso específico, el color post fritura, contenido de azúcares reductores y las cualidades para el almacenamiento, asimismo el potasio es uno de los tres nutrientes minerales que necesitan las plantas en mayor cantidad, el potasio es muy móvil dentro de la planta, y muestra sus deficiencias en las hojas más viejas, llegando a producir quemaduras semejantes a las producidas por exceso de sales. El potasio es un activador de muchas enzimas esenciales en la fotosíntesis y la respiración, además, activa enzimas reguladoras particularmente de la piruvato quinasa y las fosfofructoquinasas, necesarias para formar almidón y proteínas (**Bhandal y Malik, 1988** citado por **Salisbury & Ross, 1994**).

Según la Oficina de Información Agraria Tacna el rendimiento de papa en el distrito de Pocollay es de 15,500 kg/ha, la superficie de siembra en el distrito es de aproximadamente 20 has.

La papa es un cultivo que demanda una fertilización fuerte y equilibrada, calculada de acuerdo con la fertilidad del suelo y de la aplicación de abonos anteriores.

Actualmente en el Perú, es el principal cultivo del país en superficie sembrada y representa el 25% del PBI agropecuario. Es la base de la alimentación de la zona andina y es producido por 600 mil pequeñas unidades agrarias. La papa es un cultivo competitivo del trigo y arroz en la dieta alimentaria. Es un producto que contiene en 100 gramos; 78 g de humedad; 18,5 g de almidón y es rico en potasio (560 mg) y vitamina C (20 mg.). **CHÁVEZ R. (1986).**

La papa es el cuarto principal producto alimenticio en el mundo, después del trigo, el arroz y el maíz. El Perú ocupa el lugar número 23 entre los principales países productores de papa, participando con 0,7% de la producción mundial, estimada en 290 millones de toneladas al año (promedio del periodo 1995-2005). La producción de los cinco primeros productores representa 51,7% de la producción mundial. Los principales países productores son: China (16,7% de la producción mundial),

Federación Rusa (12,3%), Polonia (9,1%), Estados Unidos (7,1%) e India (6,4%).

La exportación peruana de papa en sus diferentes presentaciones y entre los primeros cuatro meses del año 2009 alcanzó la cifra de US\$ 257.000, lo que representa un incremento de 44% con respecto a similar periodo del año anterior, informó la Asociación de Exportadores (ÁDEX). En base a lo manifestado anteriormente.

#### **OBJETIVO GENERAL:**

- Evaluar el efecto de tres dosis de potasio en el rendimiento de dos variedades de papa en el distrito de Pocollay durante la campaña agrícola 2009.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Determinar la dosis óptima de aplicación de potasio para dos variedades de papa para las condiciones de Pocollay.
- Evaluar el efecto de la fertilización potásica en el tamaño del tubérculo, peso de tubérculo, número de tubérculos, vigor de la planta.

**HIPÓTESIS:**

La aplicación de tres niveles de potasio tendrán un efecto significativo en el rendimiento de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en el Distrito de Pocollay durante la campaña agrícola 2009.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. ORIGEN

CHÁVEZ, R. (1986). Manifiesta que la papa (*Solanum tuberosum* L.), es una planta tetraploide altamente heterocigótica originaria de América del Sur; ocupa el primer lugar en la producción mundial de cultivos de raíces y tubérculos siendo el cuarto alimento más importante a nivel mundial, superada solamente por el arroz, el trigo y el maíz.

### 2.2 BOTÁNICA

#### 2.2.1. Taxonomía

**Reino:** Vegetal

**División:** Angiospermas.

**Clase:** Dicotiledóneas.

**Orden:** Solanales.

**Sub-Orden:** Solaninae

**Familia:** Solanaceae.

**Sub-Familia:** Solanoideae

**Tribu:** Solanae

**Género:** Solanum.

**Sub-género:** Petatoe.

**Especie:** *Solanum tuberosum* L.

### 2.2.2. Morfología

La papa *Solanum tuberosum* L., es una planta anual, herbácea, de altura variable entre 50 a 80 centímetros. Los tallos aéreos son de color verde, marrón rojizo o morado con ramificaciones. Los estolones son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo y que pueden formar tubérculos o crecer verticalmente desarrollando follaje normal, lo anterior ocurre en el caso que los estolones no hayan sido cubiertos de tierra por completo (HUAMAN, Z. 1980).

El crecimiento inicial de la raíz es muy ramificado y en una primera etapa, se ubica en el área próxima a la superficie del suelo (primeros 20 cm) (FAIGUENBAUM, 1987). Por otra parte DOMINGUEZ, A. (1989), afirma que durante la germinación comienza a desarrollarse el sistema radicular en sentido horizontal, pero muy reducido en comparación con otros cultivos, el suelo en el que se establezca debe ser fino, suelto y sin sectores compactos que dificulten el desarrollo de las raíces, los terrones y las piedras reducen el contacto de estas con el suelo y causan deformaciones en los tubérculos en crecimiento (CORTBAOUI, R. 1993). Por su parte BENACCHIO, S. (1983), señala que el pH puede estar entre 4,8 y 7 siendo el óptimo entre 5,5 y 6.

Según **DOMÍNGUEZ, A. (1989)**, la papa se adapta bien a diferentes tipos de suelo, siempre que posean una buena estructura, lo más esponjoso posible y con una buena aireación. Es así como los suelos de textura franco – arenosa, con un buen nivel de materia orgánica y buena permeabilidad, son los más favorables para el desarrollo de este cultivo.

Por otra parte y debido a su baja densidad radicular, la papa es una especie de alta respuesta a la aplicación de fertilizantes. Presenta una gran demanda de nutrientes primarios; nitrógeno, fósforo y potasio, además de otros secundarios como calcio, magnesio y azufre y una serie de microelementos como boro, zinc, cobre, fierro, manganeso, molibdeno y cloro (**SIERRA, C. 1993**).

**FAIGUENBAUM, H (1987)**, señala que la papa se adapta bien a climas predominantemente frescos y con valores no muy altos de humedad ambiental, lo anterior para que el desarrollo de la planta sea lento, favoreciendo la formación de carbohidratos que son fundamentales para el proceso de formación de los tubérculos.

La papa se desarrolla con temperaturas medias relativamente bajas, inferiores a 25° C, temperatura que establece el límite por sobre el cual

deja de ocurrir la tuberización (**DOMÍNGUEZ, A. 1989**). Al respecto, **DOOREMBOS, J.; KASSAM (1986)**, señalan que las temperaturas más favorables para el desarrollo de la planta y la producción de los tubérculos, oscilan entre los 15 a 20 °C, siendo las temperaturas nocturnas inferiores a 15 ° C las óptimas para dar inicio a la tuberización.

La temperatura del suelo influye en la velocidad de crecimiento de los brotes y de la emergencia. Es así como suelos fríos (por debajo de los 15 °C), retardan la emergencia en tanto que los suelos más calientes la estimulan. Por otra parte, temperaturas demasiado altas (temperaturas nocturnas de sobre 20° C), pueden impedir la formación de tubérculos (**CORTBAOUI, R. 1993**).

Al respecto **MIDMORE, D. (1988)**, afirma que sobre los 25° C la longevidad de la hoja es mucho más corta, lo anterior conduce a la formación de poco follaje que no es suficiente para la completa captación de energía solar. Señala además que sobre ese rango de temperaturas, el crecimiento de las raíces es mucho menor, inhibiendo la absorción de iones.

En cuanto a los requerimientos de luz, **ARSE (1996)**, señala que mientras mayor sea la intensidad de luz, mayor es la fotosíntesis. La relación entre el desarrollo del follaje y el crecimiento de los tubérculos se ve favorecido

por estímulos como nitrógeno, días largos, temperaturas elevadas y alta humedad.

**MIDMORE, D. (1998)** sin embargo, afirma que bajo condiciones no limitantes de irradiación, el cultivo presenta una tasa de fotosíntesis óptima en el intervalo de 16 a 25°C, aumentando las pérdidas en respiración con el incremento de la temperatura: aproximadamente el doble por cada 10 °C de incremento, tanto así que a temperaturas superiores de 30 °C la fotosíntesis es mucho menor que a 20 °C.

Según el mismo autor, las temperaturas altas del suelo y del aire tienen efectos diferentes sobre la tuberización; las temperaturas elevadas del aire pueden influir positivamente en el potencial de inducción a la tuberización en tanto que las altas temperaturas del suelo pueden bloquear dicho proceso.

### **2.3 Recurso hídrico**

El agua según **KALAZICH, J. (1993)**, es un elemento fundamental para el crecimiento; indispensable en procesos como la fotosíntesis, respiración y otras funciones fisiológicas. Por otro lado es el medio de transporte de minerales y productos de la fotosíntesis, necesaria para la turgencia de

las células de la planta y para la transpiración y regulación de la temperatura de las hojas.

La papa es sensible tanto al déficit como al exceso de humedad. La falta de precipitaciones en condiciones de sierra conduce a bajos rendimientos en tanto que los excesos de agua, son perjudiciales producto de la mala aireación que generan al sistema de raíces y estolones, lo que se traduce en retardos en el desarrollo (**MILLER, E. y MARTIN, M. 1985, FAIGUENBAUM, H 1987**).

Al verse sometida a condiciones de estrés hídrico, la planta de papa responde con una cadena de reacciones fisiológicas que incluyen: baja en la fotosíntesis debido al cierre de los estomas, aumento en la temperatura de la hoja, disminución de la asimilación de CO<sub>2</sub> debido a la lisis de los cloroplastos (clorosis), ascenso temporal de la respiración que luego se deprime, desnaturalización de enzimas, fallas en las nitrato reductasas, cese en la síntesis de proteínas, aumento en el contenido de ABA y cese del crecimiento, produciendo un envejecimiento prematuro de la planta y por ende una disminución en la acumulación de productos fotosintéticos en los tubérculos (**KING, B.; STARK, J. 2000**).

Según un estudio realizado por **SEPÚLVEDA et al. (1999)**, sobre dos cultivares de papa, las plantas que crecieron en suelos con altos niveles de humedad (50 a 55% de humedad aprovechable en el suelo), tuvieron en promedio un periodo vegetativo más largo y mayores rendimientos que aquellas que se desarrollaron con niveles más bajos de humedad en el suelo (20 a 25%).

Lo anterior concuerda con lo señalado por **JARA, J. (1999)**, quien afirma que una disminución del agua aprovechable en el suelo disminuye los rendimientos. Además de ello, estimula la respiración y acelera el envejecimiento del cultivo (**SOLÓRZANO et al. 1993**).

Por otro lado y comparada con otros cultivos, el cierre de los estomas en papa ocurre más temprano y es relativamente lento en suelos con déficit de agua. Así, una falta de humedad en el suelo disminuye la tasa de respiración y fotosíntesis del cultivo (**VAN LOON, D. 1981**).

Al respecto y según la clasificación basada en el ritmo de apertura y cierre de los estomas, el cultivo posee estomas “tipo papa”, que definen a las plantas cuyos estomas permanecen abiertos de continuo, exceptuando

algunas horas del crepúsculo vespertino, durante el resto del día solo se cierran en caso de marchitez (**FUENTEALBA, 2001**).

Según el mismo autor, lo anterior ayuda a explicar en parte, los descensos en los rendimientos cuando el cultivo ha sido sometido a estrés hídrico, pues no tiene la posibilidad de activar un mecanismo de cierre estomático que le permita reducir la pérdida de agua a través de las hojas. Por otra parte al ser un cultivo C-3, es poco eficiente en cuanto a fijación de CO<sub>2</sub> se refiere, lo que repercute directamente sobre el crecimiento.

**KING, B.; STARK J. (2000)**, señalan que otra de las respuestas fisiológicas del cultivo a la falta de agua es la reducción del crecimiento generalizado de la planta, que en el caso específico del sistema radicular, limita el área de exploración de las raíces. Lo anterior adquiere vital relevancia si se considera que la tasa de absorción de agua por parte de la planta depende factores como la diferencia de potencial de agua entre la raíz y el suelo, el número de raíces y la actividad radicular, entre otros.

/Por su parte, **HAVERKORT (1986)**, señala que el sistema radicular relativamente superficial de la papa se limita la “zona efectiva de raíces” entre los 50 a 80 centímetros de profundidad, siendo débil y con un poder de succión relativamente bajo.

**STALHAM** y **ALLEN (2001)** sin embargo, señalan que cuando las plantas de papa se establecen en suelos suficientemente húmedos, su sistema radicular puede superar los 140 centímetros, determinando tres fases de crecimiento de las raíces (que en variedades tempranas puede abarcar 60 días desde la siembra), y que es donde el agua debe estar fácilmente disponible para la planta. Informan además de importantes diferencias varietales en el crecimiento y desarrollo del sistema radical, debido principalmente a la diferencia en la duración de las tres fases de crecimiento.

Los tubérculos semillas son especialmente sensibles a la pudrición. Si el exceso de agua ocurre justo después de la siembra puede reducir la emergencia debido al crecimiento excesivo de las lenticelas lo que permite la entrada de parásitos. Lo anterior conduce a la podredumbre de la semilla, susceptibilidad a enfermedades fungosas y bacterianas, fallas a lo largo de las hileras y favorece la presencia de un sistema radical superficial (**SOLÓRZANO et al. 1993**). Según **HAVERKORT (1986)**, el suelo debe mantenerse con cierta humedad para evitar rajaduras que permitan la entrada de enfermedades e insectos perjudiciales.

## **2.4 Requerimientos hídricos del cultivo de la papa *Solanum tuberosum* L.**

**EKANAYAKE** (1994), señala que en términos generales el cultivo de papas debe regarse a 0,35 bares de potencial tensiométrico del suelo para mantener un micromedio bien irrigado. Al respecto **SOBOH *et al.*** (2000), afirman que la tensión de humedad ideal para el cultivo es de 0,4 bares.

Un buen cultivo de papas requiere en promedio de 400 a 800 milímetros de agua dependiendo de las condiciones climáticas y de la duración del período vegetativo (**HAVERKORT**, 1986). Al respecto **BOSNJAK y PEJIK** (1996), reportan necesidades que varían entre 460 y 480 milímetros, en tanto que **KLASSEN *et al.*** (2001), señalan que para la obtención de buenos rendimientos y dependiendo de las condiciones climáticas de la zona, el cultivo de papas necesita de aproximadamente 455 milímetros de agua por temporada.

### **2.4.3. Fertilización.**

**SÁNCHEZ, C. (2003).** Señala que La papa es un cultivo que demanda una fertilización fuerte y equilibrada, calculada de acuerdo con la fertilidad

del suelo y de la aplicación de abonos anteriores. Los requerimientos de la papa son de: 150 a 200 kg/ha de nitrógeno, 300 a 600 kg de fósforo y de 200 a 250 kg/ha de potasio.

#### **2.4.4. Fertilización potásica**

**BERNAL, J. Y ESPINOSA, J. (2003)** Manifiestan que la cantidad de potasio que absorben algunos cultivos es grande y junto con el nitrógeno (N) y el fósforo (P) componen los tres nutrientes esenciales más importantes. Entre las plantas cultivadas que el hombre aprovecha para su beneficio obteniendo alimento o fibras, existen las que requieren altas cantidades de potasio (K).

El cultivo de la papa requiere grandes cantidades de K. Un cultivo con altos rendimientos puede absorber más de 340 kg/ha de  $K_2O$  (aprox. 5,6 kg de  $K_2O$  por tonelada), lo cual constituye un 60% más que la absorción de nitrógeno (N) (aprox. 3,5 kg de N por tonelada) y casi cuatro veces más que la absorción de fósforo (aprox. 1,5 kg  $P_2O_5$  por tonelada).

En el caso de la papa, el 50 % de la cantidad de K total absorbido por la planta se acumula en los tubérculos, que son las partes cosechadas de la planta. Entonces, como los tubérculos son órganos de reserva, en donde se acumulan grandes cantidades de almidón producido en la fotosíntesis

directamente en esta parte de las plantas, es necesario proveer de cantidades suficientes de K al suelo con la suficiente anticipación para que el cultivo pueda absorberlo en los momentos de mayor demanda.

**Cuadro 1:** Rango de los nutrientes removidos por las plantas de papa por cada tonelada del tubérculo cosechada.

Nutrientes	kg	t
Nitrógeno	4,5	5,9
Fósforo	0,6	1,1
<b>Potasio</b>	<b>7,1</b>	<b>10,7</b>
Calcio	0,10	0,15
Magnesio	0,25	0,45
Zinc	0,0002	0,003

Fuente: Managing the Potato Production System, Hill B. Dean, Ph.D

**Alarcón, N. (2000)** indica que con la finalidad de poder controlar las cantidades de K que requieren estos cultivos, se recomienda ampliamente el uso de los análisis de suelo, análisis de la solución del suelo y los análisis foliares. De esta manera puede conocer anticipadamente el nivel de este nutriente en el suelo y así aplicar las enmiendas recomendadas antes de sembrar o plantar. Igualmente con la ayuda del laboratorio podrá estar monitoreando los niveles de K las hojas durante todo el ciclo de

producción y así estar balanceando las cantidades aplicadas después del transplante o siembra.

## **2.5. Importancia del potasio en el cultivo de papa**

El K se considera de gran importancia en la nutrición de las plantas, especialmente en su aspecto sanitario. Este elemento es responsable de más de 48 funciones distintas en las plantas desde regulador del cierre estomático de las hojas en las células oclusivas, hasta principal activador de la síntesis de carbohidratos. Esta última función es muy importante en cultivos como la papa debido al gran contenido de carbohidratos que debe formar y almacenar en los tubérculos.

**Marschner, H. (1995)** sostiene que el K es esencial para la síntesis de almidón y azúcares simples y para la translocación de carbohidratos. También juega un papel muy importante en el mantenimiento del "tono", del vigor y de la eficiencia de la planta de papa. La deficiencia de K se reconoce fácilmente.

Cuando la deficiencia es leve, las hojas jóvenes completamente expandidas toman una apariencia arrugada y desarrollan una superficie

brillosa con una pigmentación negra muy leve. A medida que la deficiencia se acentúa, los síntomas clásicos comienzan con la quema del margen de las hojas seguido por necrosis y por una coloración marrón.

**TISDALE, S y WERNER, N. (1991)** indican que la aplicación de **K** debe de estar balanceada con la aplicación de N, P y otros nutrientes como el magnesio (Mg). Producciones de 55 toneladas absorben mas de 50 kg de Mg en toda la planta y los tubérculos pueden remover de nuestro campo hasta 20 kg/ha.

En el caso del potasio (K), su deficiencia puede reducir las ganancias del producto varias maneras:

- Menores rendimientos
- Tubérculos más pequeños
- Mayor susceptibilidad al " magullado"
- Menor contenido de almidón y mayor contenido de azúcares
- Mayor susceptibilidad a enfermedades
- Mayor susceptibilidad a daño por heladas

El potasio (K) después del nitrógeno, es el nutriente mineral requerido en mayor cantidad por las plantas. El requerimiento del potasio para el óptimo crecimiento vegetal esta en el rango de 2- 5 % del peso seco vegetal de las partes vegetativas, frutas carnosas y tubérculos **(MARSCHNER, H. 1995)**.

El potasio es un activador de muchas enzimas esenciales en la fotosíntesis y la respiración, además, activa enzimas reguladoras particularmente de la piruvato quinasa y las fosfofructoquinasas, necesarias para formar almidón y proteínas **(Bhandal y Malik, 1988** citado por **SALISBURY, F. Y ROSS, C. 1994)**. El potasio contribuye de manera importante al potencial osmótico de las células y, por consiguiente, a su presión de turgencia. Su alta movilidad permite que se traslade rápidamente de célula a célula, tejido viejo a tejido nuevo en desarrollo, o a los órganos de almacenamiento **(MARSCHNER, H. 1995)**.

En el cultivo de la papa, es necesario para el transporte de azúcares desde las hojas hacia los tubérculos.

## **2.6. Extracción de potasio por el cultivo**

La extracción de nutrientes minerales por el cultivo de la papa está determinada principalmente por el rendimiento posible de alcanzar por el

cultivo (**RODRÍGUEZ, 1990**). Entre los principales nutrientes, se destaca por la cantidad extraída el K, le siguen en importancia el N, P, calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S).

En el Cuadro 1 se muestra la extracción de K reportada por diferentes investigadores. La extracción de K varía entre 221 y 480 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O según las diferentes fuentes señaladas, le sigue en importancia el N. Los datos no presentan una clara consistencia si se relaciona cantidad extraída de elementos y rendimiento. Sin embargo, se aprecia una tendencia general, que a mayor rendimiento existe un moderado incremento de la extracción. Esta poca relación puede explicarse por el hecho que corresponden a distintas variedades y quizás más importante que esto, es el hecho que no se considera la extracción por efecto de lo que se denomina “consumo de lujo” por parte de las plantas. El “consumo de lujo” se refiere a la cantidad de K excesivo que la planta normalmente puede absorber sin afectar su rendimiento.

La extracción de K por el cultivo dependerá principalmente del rendimiento esperado, a mayor rendimiento, mayor demanda de nutrientes por el cultivo. Este aumento de la demanda se debe a la mayor cantidad de materia seca formada y no a un aumento de la concentración del elemento en planta.

La importancia de este elemento, radica en el alto contenido de almidón que presentan los tubérculos de papa. Se reconoce que las especies de cultivos productoras de frutos ricos en energía como el plátano, la remolacha y la papa son grandes consumidores de K.

Cuadro 2. Extracción de potasio por el cultivo de papa, según diferentes autores y diferente nivel de rendimiento.

Tubérculos	K <sub>2</sub> O	Referencia
t ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	
38	336	Dahnke y Nelson, 1976
40	221	Kupers, 1972
63	396	Tisdale y Nelson, 1975
94	480	Sierra y Rojas, 1989

## 2.7. Absorción del potasio

El potasio es absorbido como ion potásico K<sup>+</sup> y se encuentra en los suelos en cantidades variables, el fertilizante potásico es añadido a los suelos en forma de sales solubles tales como yoduro potásico, sulfato potásico, nitrato potásico y sulfato potásico magnésico (**TISDALE Y NELSON, 1982**).

Llega a las raíces de las plantas por transporte en la solución del suelo y su concentración determina cuanto potasio alcanza las raíces en un momento dado. Se debe conocer que los niveles de potasio soluble del suelo son solamente indicadores de disponibilidad momentánea. Para la exitosa producción de cultivos es más importante que se mantenga la concentración de potasio en la solución del suelo a un nivel satisfactorio a través del ciclo de cultivo (**RAMÍREZ, 1991**).

Cuando el potasio entra en el sistema metabólico de las células, forma sales con los ácidos orgánicos e inorgánicos del interior de las mismas, que sirven para regular el potencial osmótico celular, regulando así el contenido de agua interna. En algunas plantas jóvenes esta función puede ser reemplazada por otros cationes como el litio ( $\text{Li}^+$ ) y el sodio ( $\text{Na}^+$ ), pero siempre de una forma restringida, es decir, de los efectos tóxicos que pueda traer colateralmente. Las plantas absorben el potasio ya sea por la solución del suelo, del complejo absorbente (**RODRÍGUEZ, 1992**).

El potasio según **Rodríguez (1992)**, es absorbido por la planta en su forma catiónica,  $\text{K}^+$ . La absorción en el suelo está relacionada a la concentración de otros cationes, como es el caso de magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ),

por problemas de competencia iónica, en la cual son absorbidos con mayor facilidad y velocidad los cationes que tienen una sola carga positiva que los que tienen mayor cantidad (**Rodríguez, 1992**).

## **2.8. Fuentes de potasio**

Las principales fuentes de potasio en el mercado nacional son las siguientes:

Cloruro de potasio:	0-0-60
Sulfato de potasio:	0-0-50
Nitrato de potasio:	13-0-44

## **2.9. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN**

### **2.9.1. Respuesta de la papa cv. Yagana a la aplicación de dos fuentes de potasio.**

**Sierra B., Rojas J. y Kalazich C. (2005)** se realizó en la zona sur de **Chile** en el año 2002, se evaluó el efecto de sulfato de K y cloruro de K en el cv. Yagana. Todo el experimento recibió una dosis de 150 kg N kg/ha y 540 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg/ha usando úrea y superfosfato triple, como fuente de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. La dosis de K aplicado fue de 260 kg K<sub>2</sub>O kg/ha. Antes de la plantación, el suelo se muestreó para determinar su contenido

de K de intercambio, estableciéndose una disponibilidad de 289 ppm ( $0,74 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ ) en la capa arable. El testigo sin K alcanza los 36 t/ha de rendimiento, mientras que al aplicar ambas fuentes de K, cloruro y sulfato se produce un claro incremento del rendimiento por sobre las 41 t/ha.

### **2.9.2. Respuesta del cultivo de la papa cv. *Ultimus* a la aplicación de fósforo y potasio**

**Sierra B., Rojas J. y Kalazich C. (2002)** El presente experimento se llevo a cabo en la zona sur de Chile el año 2005, se estableció un experimento para evaluar el efecto del P y K en diferentes dosis, considerando una dosis constante de N de 160 kg/ha. Se utilizó como fuente de N, úrea y como fuente de P y K, superfosfato triple y sulfato de K, respectivamente. El experimento se realizó en la localidad de Osorno. Los resultados señalan que al aplicar solamente P sin K, se produce un incremento desde 41 hasta 57 t/ha. Al aplicar 120 kg  $\text{K}_2\text{O}$  kg/ha se incrementa el rendimiento moderadamente, pero al aplicar 240 kg  $\text{K}_2\text{O}$  kg/ha el rendimiento de los tratamientos con 200 y 400 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  kg/ha se incrementan claramente, superando las 60 t/ha de tubérculos. Estos resultados sugieren que para altos rendimientos se requieren dosis moderadamente altas de K para la variedad *Ultimus*.

### **2.9.3. Respuesta de la papa a la aplicación de potasio**

**A. Devaux, J. Vallejos, R. Hijmans. J. Ramos (2003)** La investigación conducida en mejoramiento genético y manejo del cultivo se desarrolló en la sierra central Durante las campañas de 1990-91 y 1991-92, se estudió en la Estación Experimental Toralapa en Cochabamba, Bolivia, la respuesta agronómica de dos variedades de papa, Rosita (spp. *tuberosum*) y Waych'a (ssp. *andigena*) a cuatro niveles de nitrógeno y fósforo combinados con dos niveles de potasio los resultados demostraron que se ha mejorado el rendimiento de la papa incrementando la demanda de potasio (K) Se hacía necesario conducir investigación de campo que examine el efecto del K en las variedades mejoradas de papa cultivadas, las dosis utilizadas fueron de 0, 60 y 120 kg/ha obteniéndose el rendimiento máximo de 49,7 t/ha con la dosis de 120 kg/ha, seguida de la dosis de 60 kg/ha con un rendimiento de 49,3 t/ha no existiendo diferencias estadísticas,

### **2.9.4. Evaluación de fuentes de potasio en el rendimiento del cultivo de papa, y fuentes orgánicas**

**Guillermo Aguirre Y. (2004)** Para evaluar el efecto de diversas fuentes de potasio, se condujeron 2 experimentos de fertilización en el cultivo de papa con las variedades CICA y Perricholi, en una zona alto andina

(Chincheró 3800 msnm, Cusco), En ambas variedades de papa se encontró superioridad de las fuentes solubles. En papa Var. CICA con la fuente de potasio se logró rendimientos de 42,5 t/ha (132% más que el Testigo sin potasio = 18,4 t/ha), y en Var. Perricholi con ST se logró 4,8 t/ha (143% más que el Testigo sin potasio = 17,6 t/ha). En ambas variedades secundó el S-24 (CICA 36,1 t/ha y Perricholi 34,8 t/ha).

#### **2.9.5. Adaptación de cuatro variedades de papa *Solanum tuberosum* a las condiciones de E. E. A. Satipo**

Valencia A. y Mendoza Flores (2008) con el objetivo de evaluar el rendimiento de cuatro variedades de papa: Yungay, Canchan, Perricholi y Unica en condiciones de trópico, en época de otoño e invierno correspondiente a los meses de abril a setiembre se midió su capacidad de adaptación a través del rendimiento de tubérculos, el lugar de ejecución fue la Estación experimental agropecuaria de Satipo en el distrito de Río Negro, provincia de Satipo a 760 metros sobre el nivel del mar. Arribándose a las siguientes conclusiones: De las cuatro variedades de papa cultivadas en dicho lugar, los clones que mejor rendimiento presentaron fue la variedad Unica y Perricholi, con 35 280 y 32 550 kg/ha respectivamente las mismas que no presentan diferencia estadística entre ellas.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

La presente investigación se realizó en el fundo “El Ciprés”, ubicado en Lateral 7 de la Comisión de Regantes de Uchusuma en el distrito de Pocollay, provincia y departamento de Tacna.

##### 3.1.1. Ubicación geográfica

Latitud sur: 17° 59' 43,71”

Longitud oeste: 70° 12' 15,23”

Altitud. 708 msnm

##### 3.1.2. Cultivos anteriores:

- Cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) (2004, 2005)
- Cultivo de habas (*Vicia faba*) en épocas de otoño e invierno (2006 y 2007)
- Cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) (2008)

**Cuadro 3:** Análisis físico- químico del suelo del área experimental

ANÁLISIS FÍSICO	RESULTADOS
Arena	55%
Limo	32%
Arcilla	13%
Clase textural	Franco arenoso
ANÁLISIS QUÍMICO	RESULTADOS
Materia orgánica	1,70 %
Nitrógeno total	0,1072 %
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	80 kg/ha
Potasio (K <sub>2</sub> O)	180 kg/ha
Conductividad eléctrica	0,91 ds/cm
pH	6,5

Fuente: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias laboratorio regional de análisis de Suelos y plantas. (2007)

Según el cuadro 3 del análisis de suelo señala es un terreno franco arenoso, En cuanto al pH del suelo fue de 6,50 siendo ligeramente ácido, Por su parte **BENACCHIO, S. (1983)**, señala que el pH puede estar entre 4,8 y 7 siendo el óptimo entre 5,5 y 7,0, su conductividad eléctrica según el análisis fue de 0,91 (ds/cm) que según **FUENTES, J. (1999)** es inapreciable (todos los cultivos pueden soportarla), en lo relacionado al contenido de materia orgánica fue del 1,70 % que según **FUENTES, J. (1999)** es considerado bajo.

**CUADRO 4:** Temperaturas y humedad relativa registradas en el campo experimental año 2009

Meses	Temperatura máxima      mínima °C		Temperatura Promedio °C	Humedad Relativa
Mayo	24,4	13,7	17,50	71,30
Junio	19,4	10,9	14,10	79,70
Julio	19,9	10,8	14,20	76,80
Agosto	20,30	10,50	13,80	80,30
Setiembre	20,80	10,90	14,50	76,90

Fuente: SENAMHI – TACNA (2009)

Las temperaturas registradas durante la etapa de ejecución del experimento, se encuentran dentro de los rangos normales, según **DOOREMBOS, J.; KASSAM (1986)**, las temperaturas más favorables para el desarrollo de la planta y la producción de los tubérculos, oscilan entre los 15 a 20 °C, siendo las temperaturas nocturnas inferiores a 15 °C las óptimas para dar inicio a la tuberización. La temperatura del suelo influye en la velocidad de crecimiento de los brotes y de la emergencia. Por otra parte **CORTBAOUI, R. (1993)** manifiesta que en suelos fríos (por debajo de los 15 °C), retardan la emergencia en tanto que los suelos más calientes la estimulan. Por otra parte, temperaturas demasiado altas

(temperaturas nocturnas de sobre 20° C), pueden impedir la formación de tubérculos.

### **3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL**

Se empleó como material genético en la presente investigación 2 variedades de papa: Única y Amarilis, sometidas con 4 dosis crecientes de potasio

#### **3.2.1. Características del material experimental:**

##### **Revista Latinoamericana de la Papa (2007)**

##### **A. Variedad Única.**

- La planta de la variedad UNICA es herbácea con hábito de crecimiento erecto, los tallos son gruesos de color verde oscuro, alcanzando una longitud entre 0,90 a 1,20 m.
  
- Tiene floración moderada entrada la temporada de primavera en costa, escasa floración en el invierno en costa y ausencia de floración en condiciones de sierra (mayor a 2000 m.s.n.m.)

- Los tubérculos son oblongos y alargados, con ojos superficiales y en la parte del ojo apical es semi-profundo.
- La piel del tubérculo es de color rosado, que toma una tonalidad más clara hacia finales de la primavera en la Costa y es roja en condiciones de Sierra. La pulpa es crema
- Alto rendimiento potencial (50 t/ha), para el invierno en zonas de costa peruana (trópico bajo) y en épocas húmedas de la zona sierra (trópico alto) se puede alcanzar el rendimiento potencial. En la primavera y en la época seca de las respectivas zonas se reduce el rendimiento. Comercialmente se pueden lograr rendimientos promedios de hasta 40 t/ha.

#### **B. Variedad Amarilis- INIA**

- Amarilis-INIA, es una variedad de papa resistente a rancho, originada del cruce (Monserate x atzimba) x una mezcla de clones precoces.

- Período vegetativo de 4 a 5 meses en zonas húmedas y de 4,5 a 6 meses en zonas de cultivo en seco (sobre los 3200 m.s.n.m.), amplia adaptación desde los 500 hasta los 3700 m.s.n.m.
- Color de piel y pulpa crema amarilla, tamaño mediano de planta (0,80 a 1,00 m).
- Plantas con 5 -7 tallos de color verde claro y mediana floración de color blanco.
- Rendimientos de 30-40 t/ha, con una producción balanceada o sea tubérculos medianos a grandes, buena para sancochado, fritura y papa seca, buen período de almacenamiento hasta 9 meses inclusive, sin perder su calidad.

### **3.2.2. FACTORES DE ESTUDIO:**

Los factores en estudio fueron los siguientes

**Factor cualitativo A:** Variedades papa

V<sub>1</sub>: Variedad Unica

V<sub>2</sub>: Variedad Amarilis – INIA

**Factor cuantitativo B: Niveles de potasio**K<sub>0</sub>: 0,0 kg/haK<sub>1</sub>: 80 kg/haK<sub>2</sub>: 160 kg/haK<sub>3</sub>: 240 kg/ha**Cuadro 5: Combinación de los tratamientos en estudio**

Factor variedad	Factor Potasio	Tratamientos
V <sub>1</sub> : Única	K <sub>0</sub> : 0,0 kg/ha	T <sub>1</sub> = V <sub>1</sub> K <sub>0</sub>
	K <sub>1</sub> : 80,0 kg/ha	T <sub>2</sub> = V <sub>1</sub> K <sub>1</sub>
	K <sub>2</sub> : 160,0 kg/ha	T <sub>3</sub> = V <sub>1</sub> K <sub>2</sub>
	K <sub>3</sub> : 240,0 kg/ha	T <sub>4</sub> = V <sub>1</sub> K <sub>3</sub>
V <sub>2</sub> : Amarilis - INIA	K <sub>0</sub> : 0,0 kg/ha	T <sub>5</sub> = V <sub>2</sub> K <sub>0</sub>
	K <sub>1</sub> : 80,0 kg/ha	T <sub>6</sub> = V <sub>2</sub> K <sub>1</sub>
	K <sub>2</sub> : 160,0 kg/ha	T <sub>7</sub> = V <sub>2</sub> K <sub>2</sub>
	K <sub>3</sub> : 240,0 kg/ha	T <sub>8</sub> = V <sub>2</sub> K <sub>3</sub>

Fuente: Elaboración propia

**3.3. Diseño experimental**

Para el desarrollo de este estudio se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas con un total de 8 parcelas principales y 32 sub parcela con 8 tratamientos y 4 repeticiones.

### 3.3.1 Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_k + \alpha_j + Y_{ijk} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{iskl}$$

Donde:

- $Y_{ijk}$  : es el valor observado con el i-ésimo nivel del factor A, j-ésima repetición, y el K-ésimo nivel del factor B
- $\mu$  : media general
- $\rho_k$  : efecto del k-ésimo bloque
- $\alpha_j$  : efecto del i-ésimo nivel del factor a que se estudia en las parcelas
- $Y_{ij}$  : efecto de factores no controlados
- $\beta_j$  : efecto del j-ésimo nivel del factor b que se estudia en las subparcelas.
- $(\alpha\beta)_{ij}$  : efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor a con el j-ésimo nivel del factor b
- $\varepsilon_{ijk}$  : error experimental
- $Y_{ijk}, \varepsilon_{ijk}$  se distribuyen normal e independientemente con media cero y varianzas  $\sigma_a^2 (E_a), \sigma_b^2 (E_b)$
- $i = 1, \dots, a$  (a= número de niveles del factor A)
- $j = 1, \dots, r$  (r= número de repeticiones para los niveles del factor A)

- $k= 1, \dots, b$  (b= número de niveles del factor B)

### **3.4. Análisis estadístico**

Se utilizó la técnica del análisis de varianza; bajo el diseño de parcelas divididas utilizando la prueba de F de 0,05 y 0,01 de probabilidad, asimismo para la comparación de medias se utilizó la prueba de significación de Duncan, y regresión simple para establecer la relación de entre las variables

Para los datos evaluados cualitativamente se realizó la transformación de datos antes de realizar el análisis de varianza empleando la siguiente fórmula:

$$\sqrt{x+1}$$

Donde x es el dato a transformar.

### **3.5. Variables de respuesta:**

#### **A. Altura de planta.**

Esta evaluación consistió en medir la altura de planta en centímetros a los 100 días después de la siembra, se midió 10 plantas por unidad experimental de cada uno de los tratamientos.

**B. Vigor de la planta.**

Se evaluó el vigor de la planta a los 80 y 100 días después de haber realizado el trasplante de 10 plantas por unidad experimental de cada uno de los tratamientos; utilizando la escala de grados recomendadas por el Centro Internacional de la Papa, siendo la siguiente escala: 1, 3, 5, 7 y 9.

- 1: Sin vigor.
- 3: Regularmente vigoroso
- 5: Medianamente vigoroso
- 7: Vigoroso.
- 9: Altamente vigoroso

**C. Número de tubérculos por planta.**

Se realiza por conteo directo de los tubérculos de diez (10) plantas o unidades experimentales elegidas al azar de cada uno de los tratamientos en estudio.

**D. Número de tubérculos por calibres**

Los tubérculos cosechados de 10 plantas elegidas al azar de cada uno de los tratamientos se calibrarán mediante un pie de metro, (vernier) de acuerdo al diámetro ecuatorial de los tubérculos. El objetivo de esta

medición fue ver en que calibre se concentran los tubérculos o que calibres se verán favorecidos con la aplicación de las distintas dosis de potasio. La distribución se realizó de acuerdo a la siguiente clasificación.

Clasificación:

- Menor a 35 mm : Categoría 4
- Entre 35 a 45 mm : Categoría 3
- Entre 45 a 55 mm : Categoría 2
- Entre 55 a 65 mm y : Categoría 1
- Mayor a 65 mm. : Categoría extra

#### **E. Rendimiento (kg/ha)**

Es la variable más importante debido a que es el indicador resultante de la sumatoria de todas las plantas y representa en plenitud lo cosechado, y que para los agricultores es el indicador determinante en el uso de cualquier tecnología. Se realizó de la siguiente manera:

1. Se sumó los calibres de categorías comerciales de las 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental.
2. Luego se dividió el peso obtenido por el número de plantas, obteniendo de esta manera el rendimiento promedio el peso –

tubérculo de cada planta en un determinado tratamiento.  
kg/planta/tratamiento.

3. Finalmente se multiplicó el peso obtenido por el número de plantas por hectárea (densidad) por el rendimiento promedio de cada tratamiento.

#### **F. Materia seca**

Para esta evaluación se realizó utilizando el método gravimétrico, se efectuó dentro de las 24 horas de después de la cosecha, en el laboratorio de biotecnología utilizando una estufa y una balanza de precisión de 0,1 g para esto se corto secciones de la parte central y extremos del tubérculo y se pico en trozos pequeños tipo hojuelas hasta sumar 100 g, y luego se colocó las muestras en la estufa y se seco durante 24 horas aproximadamente a una temperatura de 60 °C.

### **3.6. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

#### **A. Campo experimental:**

- Largo : 40
- Ancho : 7,5
- Área total : 600 m<sup>2</sup>

**B. Características del bloque:**

- Largo : 7,5
- Ancho : 20
- Área total : 150 m<sup>2</sup>
- Número de bloques: 4

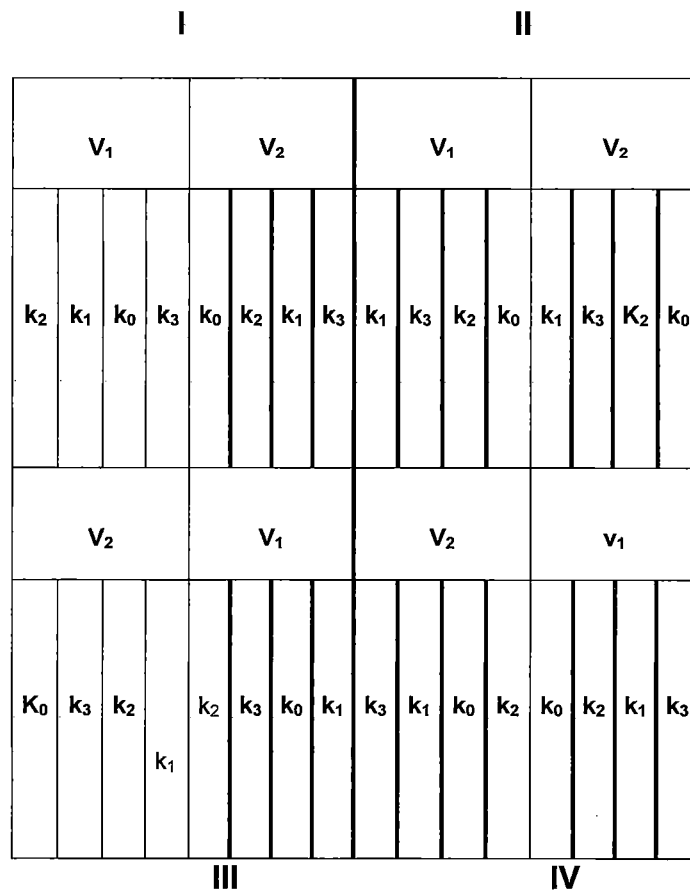
**C. Características de la parcela principal:**

- Largo : 7,5
- Ancho : 10
- Área total : 75 m<sup>2</sup>
- Número de parcelas: 8

**D. Características de la sub parcela:**

- Largo : 7,5
- Ancho : 2,5
- Área total : 18,75
- Número de sub parcelas: 32

## ALEATORIZACIÓN DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO EXPERIMENTAL



### 3.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

#### 3.7.1 Preparación de terreno

Se incorporó materia orgánica a razón de 20 t/ha de estiércol vacuno, con la finalidad de mejorar la textura del suelo. Después se utilizó un tractor con arado de discos para la rotura del suelo produciéndose de esta

manera la mezcla de la materia orgánica (estiércol) con el suelo. El nivelado del campo experimental se hizo de manera manual con un nivel tipo burbuja, una regla de aluminio, una lampa y azadón, la preparación de surcos fue hecha de manera mecánica: primero con un tractor provisto de surcadoras separadas a 1,20 metros entre sí, después se hizo el arreglo de bordes y surcos de forma manual.

### **3.7.2. Medición de la parcela experimental**

Esta labor se realizó con la ayuda de una wincha de 30 m y estacas para situar y marcar los hitos de referencia para los bloques, parcelas principales y sub parcelas en el campo experimental.

### **3.7.3. Siembra**

Entre 20 – 30 días antes de realizar la siembra se procedió a la desinfección de la semilla con Benomex (Benomyl) con la finalidad de protegerla de la chupadera fungosa (*Rhizoctonia solani*), también se hizo una aplicación química de Tamaron (Metamidophos) para la prevención de polillas (*Phthorimaea operculella*); luego se esperó al brotamiento abrigando a los tubérculo semillas con estiércol vacuno. La siembra se realizó el día 01 de mayo del 2009, en forma directa con la ayuda de una lampa colocando de 1 a 2 tubérculos por golpe a un distanciamiento de 25

cm entre plantas y 120 cm entre surcos, además de agregar la fertilización de fondo N (80 + 80) – P (160) – K (00, 80, 160, 240). También se realizó la aplicación de Gusadrin 2,5 % PS (Diazinon) a razón de 44 kg /ha antes del tapado.

#### **3.7.4 Riego**

El riego se efectuó en forma de gravedad, los riegos se efectuaron de acuerdo a las necesidades del cultivo, las condiciones climáticas, la edad de la planta y la retentividad de humedad del suelo. Es así que se produce el primer riego una vez que todas las plantas hayan emergido teniendo una altura de 5 – 10 cm., siendo un riego bajo, para evitar el encharcamiento excesivo que pueda dar lugar a la presencia de enfermedades fungosas. Los riegos se producen cada 7 ½ días según la mita de riego en campo, dejando de regar una semana después de cada aporte realizado para que no haya un compactamiento de terreno que pueda dar origen a enfermedades fungosas; y por último se corta el riego de 10 -15 días antes de la cosecha.

#### **3.7.5. Fertilización**

La fórmula que se utilizó fue de: N - 160, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 160 y el K<sub>2</sub>O a utilizar los niveles de 00, 80, 160 y 240 kg/ha respectivamente. Se utilizó como

fuentes al nitrato de amonio (45 % N), al fosfato diamónico (46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y al sulfato de potasio (50 % K<sub>2</sub>O). La aplicación se hizo de forma manual en los espacios entre los tubérculos, independientemente un fertilizante del otro, es decir, primero el nitrato de amonio, luego el fosfato diamónico y por último el sulfato de potasio en sus diversas dosis. Al momento de la siembra se usa el 100% del potasio y fósforo en sus formas descritas y 50% de nitrógeno a la siembra y el restante al primer aporte 35 días después de la siembra.

### **3.7.6. Control de malezas**

El control de malezas se realizó en forma manual cada cierto tiempo en las primeras etapas de desarrollo de la planta y posteriormente una vez al mes. Se presentaron las siguientes malezas:

Yuyo (*Amaranthus sp.*)

Hierba del gallinazo (*Chenopodium murale* L.)

Malva (*Malvastrum coromandelianum*)

Janacho (*Sonchus oleraceus*)

Cebadilla (*Bromus lanatus*)

Amor seco (*Bidens pilosa* L.)

A los 20 días de realizada la siembra, se fueron eliminando progresivamente de forma mecánica con un afloje de terreno con

herramientas de lampa y azadón, para más adelante a los 40 días se realizó otro deshierbo conforme se realizaba el primer aporque del cultivo cuando este tenía unos 25-35 cm de altura.

Para los 80 días y entrando al cuarto mes de siembra se realizan deshierbos mecánicos rutinarios, ya que el follaje del cultivo no permite el crecimiento de malezas debido a su limitada exposición al sol que trae por consecuencia escasa fotosíntesis y deficiente aprovechamiento de los nutrientes en el suelo.

### **3.7.7. Aporque**

El objetivo del aporque es darles a las plantas mejor sostenimiento, aprovechar la mayor cantidad de estolones productores de tubérculos, evitar el ataque de plagas y enfermedades a los tubérculos. Se realizaron dos aporques al cultivo:

Primer aporque.- 11 de junio del 2009, se realizó aproximadamente una altura promedio de 25-35 cm de altura, realizando también labores de deshierbo conforme se iban presentado malezas de diversos tipos. Se realiza este aporque para evitar tumbamientos prematuros y conseguir un mejor macollamiento de la planta para la presencia de más estolones. Se realiza la segunda aplicación de nitrato de amonio para el crecimiento de las plantas.

Segundo aporque.- 11 de julio del 2009, se realizó el aporque con la finalidad de darle un mejor sostenimiento a la planta y a su vez ayudar a la tuberización a nivel de estolones. Fue hecho de forma que la planta se inclino para uno de los lados, dando la sensación de tumbado pero que progresivamente vuelve a su postura normal.

### **3.7.8. Enfermedades y plagas**

Se realizaron controles fitosanitarios en forma preventiva en general con pesticidas del tipo sistémico, y en otras ocasiones de contacto según se presentaba el inconveniente.

#### **3.7.8.1. Enfermedades:**

Chupadera fungosa (*Rhizoctonia solani*).- aplicaciones dirigidas con desinfección del tubérculo semilla a base de fungicida específico utilizado en el tratamiento antes de la siembra (Benomex – benomyl). Todo realizado 30 días antes de la siembra en campo, presentándose de manera casi imperceptible en el campo, procediendo a la eliminación de la planta si fuese el caso.

Hielo, mildiu, rancho o tizón tardío (*Phytophthora infestans*.)- aplicaciones dirigidas directamente al cultivo 5 días después de la emergencia de los

primeros brotes con un fungicida sistémico local de acción preventiva como Fitoraz 76% (Propineb 70% + Cymoxanil 6%). Se realizaron dos aplicaciones de Fitoraz a la emergencia del cultivo con dosis de 2,5 gramos por litro de agua; y a los 35 – 40 días de emergido el cultivo a dosis de 3 gramos por litro de agua. Cuando la planta se encontraba en su pleno crecimiento vegetativo y formación de tubérculos se hicieron aplicaciones con otro fungicida sistémico de contacto: Ridomil (Mancozeb + Metalaxil – M) para realizar la rotación de fungicidas y así evitar una probable resistencia del hongo.

#### **3.7.8.2. Plagas:**

Gusanos de suelo (*Agrotis ipsylon*).- comúnmente llamados gusanos cortadores de los brotes, se presentaron de forma esporádica, debido al tratamiento aplicado en la siembra. Se realizó control químico con aplicaciones de polvo seco Gusadrin 2.5 % PS (Diazinon) de manera dirigida a las plantas recién emergidas a razón de 44kg./ha, después de la primera aplicación de Fitoraz 76%.

Mosca minadora (*Liryomiza huidobrensis*).- escasa presencia, ligeros ataques en etapa de mayor crecimiento y maduración de los tubérculos. Se realizó aplicaciones de Trigard (Ciromazina) a 80 g/200 litros de agua,

en dos aplicaciones, la primera en combinación con el control de gusanos de suelo y la segunda 21 días después.

### **3.7.9. Cosecha**

La labor cosecha se realizó a los 110 – 120 días después de la siembra, con la ayuda de un azadón y picota, cuando el follaje de la papa empezó a tomar una coloración amarilla y marchita, se procedió a cortar los tallos para una cosecha uniforme 7 días antes de la misma.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**CUADRO 6:** Análisis de varianza de altura de planta (cm) de dos variedades mejorada de papa a tres niveles de potasio a los 100 días. Pocollay 2009.

Fuentes de Variabilidad	GI	SC	CM	FC	F $\alpha$	
					0,05	0,01
<b>Bloques</b>	3	188,468	62,822	67,764	9,28	29,46 **
<b>Varietades</b>	1	552,843	552,843	596,325	10,13	34,12 **
<b>Error (a)</b>	3	2,781	0,9270			
<b>Total parc.</b>	7	744,093				
<b>Potasio</b>	3	1,140	0,380	0,184	3,16	5,09 NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	66,640	22,213	10,802	3,16	5,09 NS
<b>Error exp. (b)</b>	18	37,015	2,056			
<b>Total subparc.</b>	31	848,890				

CV (a) 1,114 %    CV (b) 1,160 %

El cuadro 6, de análisis de varianza, de altura de planta indica que se encontraron diferencias estadísticas entre los bloques, para el factor variedad se encontraron diferencias altamente significativas por lo que deducimos que una de las variedades alcanzó mayor altura, para el factor potasio no se encontró diferencias.

Para la interacción de variedades y niveles de potasio no hubo significación estadística, es decir que ambos factores son independientes.

Los coeficientes de variación fueron de 1,114 % para parcelas principales y 1,160 % para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

A continuación se presenta la prueba de significación de Duncan para el factor variedad.

**CUADRO 7:** Prueba de significación de Duncan para altura de planta de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.

O. M.	Variedades	Promedio (cm)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Única	90,55	a
2	Amarilis INIA	82,22	b

El cuadro 7, de la prueba de significación de Duncan de altura de planta, observamos que la variedad Unica alcanzó el mayor promedio con 90,55 cm, y la variedad Amarilis INIA alcanzó 82,22 cm respectivamente.

**CUADRO 8:** Análisis de varianza de vigor de planta a 80 días de siembra de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio. Pocollay 2009.

Fuentes de variabilidad	GI	SC	CM	FC	F <sub>oc</sub>	
					0,05	0,01
<b>Bloques</b>	3	0,1493	0,0497	13,594	9,28	29,46 *
<b>Variedades</b>	1	0,00375	0,00375	1,025	10,13	34,12 NS
<b>Error (a)</b>	3	0,0109	0,00366			
<b>Total parc.</b>	7	0,1640				
<b>Potasio</b>	3	1,550	0,5168	15,524	3,16	5,09 **
<b>Lineal</b>	1	1,541	1,541	46,415	10,13	34,12 **
<b>Cuadrático</b>	1	0,018	0,018	0,542	10,13	34,12 NS
<b>Cúbico</b>	1	0,003	0,003	0,090	10,13	34,12 NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	0,0109	0,0036	0,110	3,16	5,09 NS
<b>Error exp. (b)</b>	18	0,599	0,0332			
<b>Total subparc.</b>	31	2,324				

CV (a) 0,814 % CV (b) 2,453% transformación de datos  $\sqrt{x+0,5}$

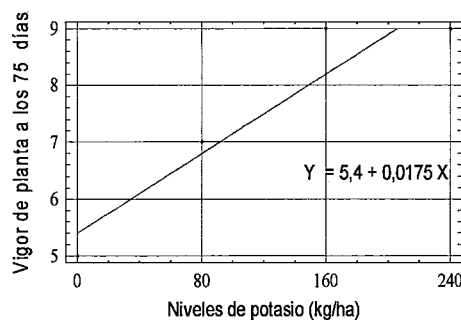
El cuadro de análisis de varianza 8, de vigor de la planta a los 80 días indica que se encontraron diferencias estadísticas entre los bloques, es decir el campo fue heterogéneo, para el factor variedad no se halló diferencias estadísticas, para el factor potasio se hallaron diferencias altamente significativas, siendo la componente lineal altamente

significativa, es decir a medida que se incrementa la dosis de potasio se incrementa el vigor de la planta.

Para la interacción de variedades y niveles de potasio no hubo significación estadística, es decir que ambos factores son independientes.

Los coeficientes de variación fueron de 0,814 % para parcelas principales y 2,453 % para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

**Gráfico 2:** Regresión lineal de vigor de planta de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.



El gráfico 2, de vigor de la planta se observa que la tendencia es lineal, es decir que a medida que se aumenta la dosis de potasio el vigor de planta de incrementa, es decir por cada kilogramo por hectárea de potasio incorporado en el experimento el vigor se incrementa en 0,0175.

**CUADRO 9:** Análisis de varianza de vigor de planta a 100 días de siembra de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio. Pocollay 2009

Fuentes de variabilidad	GI	SC	CM	FC	F <sub>α</sub>	
					0,05	0,01
<b>Bloques</b>	3	0,2759	0,0919	6,803	9,28	29,46 NS
<b>Variedades</b>	1	0,00369	0,0036	0,273	10,13	34,12 NS
<b>Error (a)</b>	3	0,0405	0,0135			
<b>Total parc.</b>	7	0,3201				
<b>Potasio</b>	3	1,926	0,6421	38,611	3,16	5,09 **
<b>Lineal</b>	1	1,475	1,475	88,855	10,13	34,12 **
<b>Cuadrático</b>	1	0,160	0,180	10,006	10,13	34,12 NS
<b>Cúbico</b>	1	0,0184	0,0184	9,368	10,13	34,12 NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	0,0110	0,0036	0,221	3,16	5,09 NS
<b>Error exp. (b)</b>	18	0,2993	0,0166			
<b>Total subparc.</b>	31	2,556				

CV (a) 1,512 %      CV (b) 1,678%

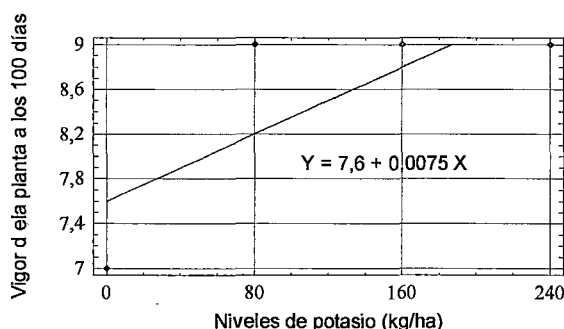
El cuadro 9, de análisis de varianza, de vigor de la planta a los 100 días indica que no se encontraron diferencias estadísticas entre los bloques, es decir el campo fue homogéneo, para el factor variedad no se halló diferencias estadísticas, es decir que ambas variedades tuvieron el mismo grado de vigor. Para el factor potasio se hallaron diferencias altamente significativas, siendo la componente lineal altamente significativa, es decir

a medida que se incrementa la dosis de potasio se incrementa el vigor de la planta.

Los coeficientes de variación fueron de 1,512 % para parcelas principales y 1,1678 % para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

Para la interacción de variedades y niveles de potasio no hubo significación estadística, es decir que ambos factores son independientes.

**Gráfico 3:** Regresión lineal de vigor de la planta de dos variedades de papa



El gráfico 3, de vigor de la planta a los 100 días se observa que la tendencia es lineal, es decir que a medida que se aumenta la dosis de potasio el vigor de planta de incrementa, es decir por cada kg/ha de potasio el grado de vigor de la planta se incrementa en 0,0075.

**CUADRO 10:** Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio. Pocollay 2009.

Fuentes de variabilidad	GI	SC	CM	FC	F <sub>α</sub>		
					0,05	0,01	
<b>Bloques</b>	3	4,563	1,521	1,230	9,28	29,46	NS
<b>Variedades</b>	1	49,750	49,750	40,289	10,13	34,12	**
<b>Error (a)</b>	3	3,708	1,236				
<b>Total parc.</b>	7	58,022					
<b>Potasio</b>	3	35,643	11,881	15,621	3,16	5,09	**
<b>Lineal</b>	1	35,063	35,063	46,135	10,13	34,12	**
<b>Cuadrático</b>	1	0,300	0,300	0,395	10,13	34,12	NS
<b>Cúbico</b>	1	0,281	0,281	0,369	10,13	34,12	NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	7,778	2,592	3,408	3,16	5,09	*
<b>Error exp. (b)</b>	18	13,690	0,760				
<b>Total subparc.</b>	31	115,1353					

CV (a) 14,671 %      CV (b) 11,508 %

El cuadro 10, de análisis de varianza de número de tubérculos, no se encontraron diferencias estadísticas entre los bloques, es decir el campo fue uniforme, para el factor variedad se encontraron diferencias altamente significativas por lo que deducimos que una de las variedades alcanzó mayor número tubérculos, para el factor potasio se hallaron diferencias

altamente significativas, siendo la componente lineal altamente significativa, es decir a medida que se incrementa la dosis de potasio se incrementa el número de tubérculos con valor comercial.

Para la interacción de variedades y niveles de potasio se encontraron diferencias significativas, es decir que ambos factores no son independientes.

Los coeficientes de variación fueron de 14,761 % para parcelas principales y 11,508 % para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

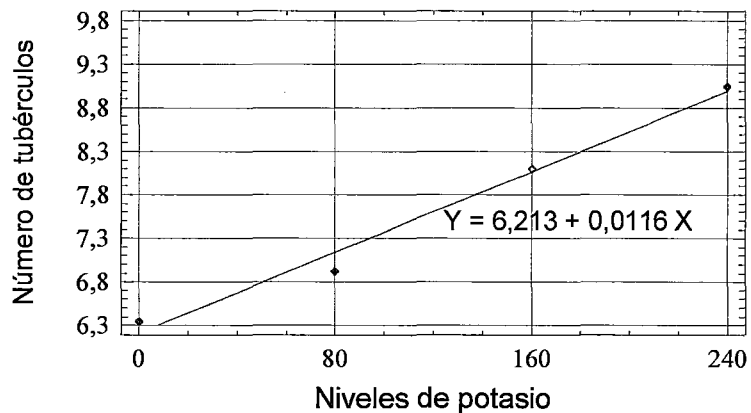
**CUADRO 11:** Prueba de significación de Duncan para el número total de tubérculos por planta en dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.

O. M.	Variedades	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilis INIA	8,83	a
2	Única	6,33	b

Según la prueba de significación de Duncan del cuadro 11, la variedad que alcanzó el mayor número de tubérculos fue la variedad Amarilis INIA

(V<sub>2</sub>) con un promedio de 8,83 tubérculos mientras que la variedad Única (V<sub>1</sub>) alcanzó 6,33 tubérculos respectivamente.

**Gráfico 4:** Regresión lineal de número de tubérculos por planta de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.



Según el gráfico 4, se puede observar que la tendencia es lineal, es decir que a medida que se incrementa los niveles de potasio se eleva el número de tubérculos, es decir por cada kg/ha de potasio incorporado al experimento, el número de tubérculos se incrementan en 0,0116 respectivamente.

**CUADRO 12:** Análisis de varianza de peso de tubérculos calibre extra de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio. Pocollay 2009.

Fuentes de variabilidad	GI	SC	CM	FC	F <sub>α</sub>		
					0,05	0,01	
<b>Bloques</b>	3	50756,50	16918,83	0,651	9,28	29,46	NS
<b>Variedades</b>	1	342599,50	342599,50	13,199	10,13	34,12	*
<b>Error (a)</b>	3	77865	25955,00				
<b>Total parc.</b>	7	471221					
<b>Potasio</b>	3	1001526	333847,30	50,957	3,16	5,09	**
<b>Lineal</b>	1	994603,2	994603,2	151,813	10,13	34,12	**
<b>Cuadrático</b>	1	6922,905	6922,905	1,0566	10,13	34,12	NS
<b>Cúbico</b>	1	936,317	936,3127	0,0244	10,13	34,12	NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	480,50	160,1667	0,0244	3,16	5,09	NS
<b>Error exp. (b)</b>	18	117927	6551,50				
<b>Total subparc.</b>	31	1591171					

CV (a) 34,892 %      CV (b) 17,530 %

El cuadro 12, de análisis de varianza de peso de tubérculos calibre extra, no se encontraron diferencias estadísticas entre los bloques, es decir el campo fue uniforme, para el factor variedad se encontraron diferencias altamente significativas por lo que deducimos que una de las variedades alcanzó mayor peso tubérculos, para el factor potasio se hallaron diferencias altamente significativas, siendo la componente lineal

altamente significativa, es decir a medida que se incrementa la dosis de potasio se incrementa el número de tubérculos.

Para la interacción de variedades y niveles de potasio no se encontraron diferencias significativas, es decir que ambos factores son independientes.

Los coeficientes de variación fueron de 34,892 % para parcelas principales y 17,530 % para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

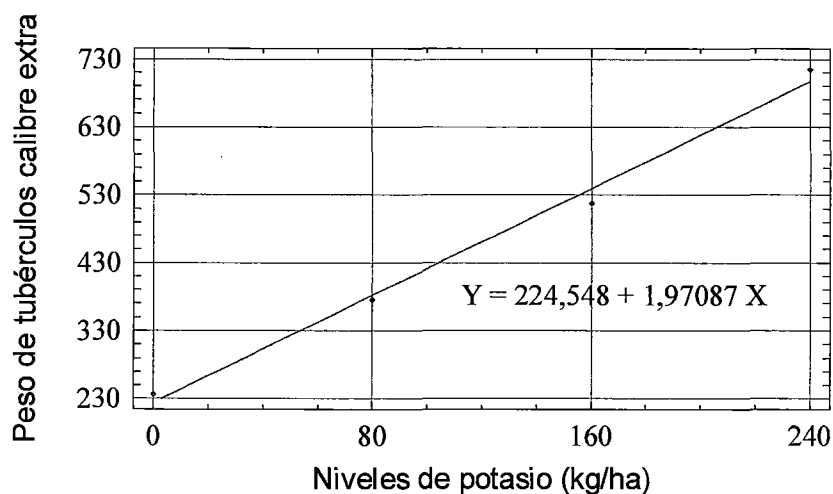
**CUADRO 13:** Prueba de significación de Duncan para peso (g) de tubérculos por planta de calibre extra en dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.

O. M.	Variedades	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Única	565,195	a
2	Amarilis INIA	358,259	b

Según la prueba de significación de Duncan del cuadro 13, la variedad que alcanzó el mayor peso extra de tubérculos fue la variedad Única ( $V_1$ )

con un promedio de 565,195 g mientras que la variedad Amarilis INIA (V<sub>2</sub>) alcanzó 358,259 g.

**Gráfico 4:** Regresión lineal de peso de tubérculos calibre extra de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.



En el gráfico 4, se puede observar que la tendencia es lineal, es decir que a medida que se incrementa los niveles de potasio se eleva el peso de tubérculos extra, es decir que por cada kg/ha de potasio incorporado al experimento el peso de tubérculos se incrementa en 1,97087 g respectivamente.

**CUADRO 14:** Análisis de varianza de peso de tubérculos calibre primera de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio. Pocollay 2009.

Fuentes de variabilidad	GI	SC	CM	FC	F <sub>α</sub>		
					0,05	0,01	
<b>Bloques</b>	3	6382,25	2127,417	4,704	9,28	29,46	NS
<b>Variedades</b>	1	97369,25	97369,25	215,299	10,13	34,12	**
<b>Error (a)</b>	3	1356,75	452,25				
<b>Total parc.</b>	7	105108,30					
<b>Potasio</b>	3	27673,75	9224,583	1,422	3,16	5,09	NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	31307,50	10435,83	1,609	3,16	5,09	NS
<b>Error exp. (b)</b>	18	116720,00	6484,44				
<b>Total subparc.</b>	31	267689,80					

CV (a) 6,748 %      CV (b) 25,553 %

El cuadro 14 de análisis de varianza muestra que entre bloques no presentan diferencias estadísticas, sin embargo para el factor variedades se hallaron diferencias altamente significativas, es decir que una de las variedades posee mayor número de calibre primera. Para el factor potasio no se encontraron diferencias estadísticas indicando el efecto general de la fertilización potásica causó el mismo efecto sobre la variable en estudio, la interacción resultó no significativa es decir ambos factores son independientes.

Los coeficientes de variación fueron de 6,748 % para parcelas principales y 25,553 % para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

**CUADRO 15:** Prueba de significación de Duncan para peso (g) de tubérculos por planta de calibre primera en dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.

O. M.	Variedades	Promedio (g)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Única	367,621	a
2	Amarilis INIA	259,970	b

Según la prueba de significación de Duncan del cuadro 15, la variedad que alcanzó el mayor peso extra de tubérculos fue la variedad Única ( $V_1$ ) con un promedio de 367,621 g mientras que la variedad Amarilis INIA ( $V_2$ ) alcanzó 259,970 g respectivamente

**CUADRO 16:** Análisis de varianza de peso de tubérculos calibre segunda de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio. Pocollay 2009.

Fuentes de variabilidad	GI	SC	CM	FC	F <sub>α</sub>		
					0,05	0,01	
<b>Bloques</b>	3	9349,438	3116,479	3,515	9,28	29,46	NS
<b>Variedades</b>	1	813,000	813,000	0,9171	10,13	34,12	NS
<b>Error (a)</b>	3	2659,188	886,395				
<b>Total parc.</b>	7	12821,63					
<b>Potasio</b>	3	13092,94	4364,313	1,775	3,16	5,09	NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	17907,38	5969,125	2,422	3,16	5,09	NS
<b>Error exp. (b)</b>	18	44345,25	2463,625				
<b>Total subparc.</b>	31	267689,80					

CV (a) 16,833 %    CV (b) 28,063 %

El cuadro nº 16, del análisis de varianza muestra que entre bloques no presentan diferencias estadísticas, asimismo para el factor variedad se no se encontraron diferencias estadísticas. Para el factor potasio no se encontraron diferencias estadísticas indicando el efecto general de la fertilización potásica causó el mismo efecto sobre la variable en estudio, la interacción resultó no significativa es decir ambos factores son independientes. Los coeficientes de variación fueron de 16,833 % para parcelas principales y 28,063 % para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

**CUADRO 17:** Prueba de significación de Duncan para peso (g) de tubérculos por planta de calibre segunda en dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.

O. M.	Variedades	Promedio (g)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Única	181,902	a
2	Amarilis INIA	171,642	b

La prueba de significación de Duncan del cuadro 18, se observa que la variedad que alcanzó el peso de tubérculos de segunda fue la variedad Única ( $V_1$ ) con un promedio de 181,902 g mientras que la variedad Amarilis INIA ( $V_2$ ) alcanzó 171,642 g respectivamente

Rozo (2006), evaluó el efecto de diferentes niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar Criolla Colombia en dos localidades de Cundinamarca (Zipaquirá y Cogua), donde encontró respuesta del cultivar a la aplicación de fósforo en las variables: peso de tubérculo de categoría primera, segunda y total, ello debido principalmente a que el fósforo disponible en los suelos evaluados se encontraba en niveles bajo y medio respectivamente (14,2; 23,9 Bray II); sin embargo, el rendimiento no se

incrementó con la aplicación de niveles superiores a  $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . En el caso del potasio no encontró respuesta del cultivar a la aplicación de diferentes niveles de este elemento, debido a un alto contenido natural de K en los suelos donde se desarrolló la investigación ( $1,16$  y  $1,72 \text{ meq} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  respectivamente).

**DURÁN y PEÑA (1997)** evaluaron en papa criolla dos fuentes de potasio ( $\text{KCl}$  y  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ), en dosis desde 0 hasta  $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , en suelos andisoles de Boyacá (municipio Saboyá) y Cundinamarca (municipio Subachoque), con niveles de potasio en suelo de  $0,3$  y  $1,1 \text{ meq} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  respectivamente. Encontraron respuesta a este elemento solamente en el suelo de bajo nivel de potasio (Saboyá) hasta la dosis de  $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

**CUADRO 18:** Análisis de varianza de peso de tubérculos calibre tercera de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio. Pocollay 2009.

Fuentes de variabilidad	GI	SC	CM	FC	F <sub>α</sub>		
					0,05	0,01	
<b>Bloques</b>	3	276,2031	92,067	0,116	9,28	29,46	NS
<b>Variedades</b>	1	852,4375	852,437	1,0740	10,13	34,12	NS
<b>Error (a)</b>	3	2381,063	793,687				
<b>Total parc.</b>	7	11394,33					
<b>Potasio</b>	3	256,187	85,395	0,310	3,16	5,09	NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	2682,047	894,015	3,253	3,16	5,09	*
<b>Error exp. (b)</b>	18	4946,391	274,799				
<b>Total subparc.</b>	31	267689,80					

CV (a) 32,176 %      CV (b) 18,933 %

Según el cuadro 18, del análisis de varianza muestra que entre bloques no presentan diferencias estadísticas, asimismo para el factor variedad no se encontraron diferencias estadísticas. Para el factor potasio no se encontraron diferencias estadísticas indicando el efecto general de la fertilización potásica causó el mismo efecto sobre la variable en estudio, la interacción resultó no significativa es decir ambos factores son independientes. Los coeficientes de variación fueron de 32,176 % para parcelas principales y 18,933% para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

**CUADRO 19:** Análisis de varianza de número de tubérculos extra de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio. Pocollay 2009.

Fuentes de variabilidad	GI	SC	CM	FC	F <sub>oc</sub>	
					0,05	0,01
<b>Bloques</b>	3	2,386	0,7953	21,292	9,28	29,46 *
<b>Variedades</b>	1	0,5100	0,5100	13,645	10,13	34,12 *
<b>Error (a)</b>	3	0,112	0,0373			
<b>Total parc.</b>	7	37,476				
<b>Potasio</b>	3	22,472	7,490	20,025	3,16	5,09 **
<b>Lineal</b>	1	20,851	20,851	55,751	10,13	34,12 **
<b>Cuadrática</b>	1	0,858	0,858	2,294	10,13	34,12 NS
<b>Cúbica</b>	1	0,114	0,114	0,304	10,13	34,12 NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	5,562	1,754	4,689	3,16	5,09 *
<b>Error exp. (b)</b>	18	6,733	0,374			
<b>Total subparc.</b>	31	37,476				

CV (a) 9,969 %      CV (b) 31,547%

El cuadro 19, de análisis de varianza de número de tubérculos extra indica que se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los bloques, es decir el campo fue heterogéneo, para el factor variedad se encontraron diferencias significativas por lo que deducimos que una de las variedades alcanzó mayor número tubérculos calibre extra, para el factor potasio se hallaron diferencias altamente significativas, siendo la

componente lineal altamente significativa, es decir a medida que se incrementa la dosis de potasio se incrementa el número de tubérculos de calibre extra.

Para la interacción de variedades y niveles de potasio se encontraron diferencias significativas, es decir que ambos factores son dependientes.

Los coeficientes de variación fueron de 9,969% para parcelas principales y 31,547% para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

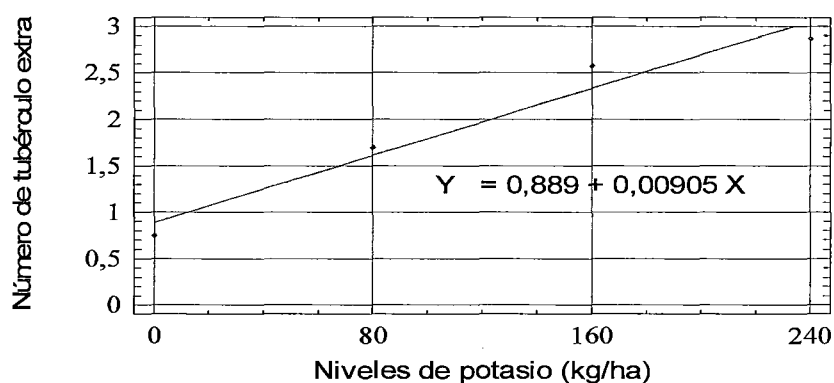
**CUADRO 20:** Prueba de significación de Duncan de número de tubérculos extra en dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.

O. M.	Variedades	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Única	2,07	a
2	Amarilis INIA	1,88	b

La prueba de significación de Duncan del cuadro 16, se observa que la variedad que la variedad Única ( $V_1$ ) alcanzó 2,07 tubérculos extra

superando estadísticamente a la variedad Amarilis INIA que obtuvo con 1,88.

Gráfico 5: Regresión lineal de número de tubérculos calibre extra de dos variedades de papa a tres niveles de potasio



En el gráfico 5, de regresión lineal de número de tubérculos calibre extra se puede observar que la tendencia es lineal, es decir que a medida que se incrementa los niveles de potasio se eleva el número de tubérculos extra, es decir por cada kg/ha de potasio incorporado al experimento el número de tubérculos de calibre extra se incrementa en 0,00905.

**CUADRO 21:** Análisis de varianza de número de tubérculos de primera de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio. Pocollay 2009.

Fuentes de variabilidad	Gl	SC	CM	FC	F <sub>α</sub>		
					0,05	0,01	
<b>Bloques</b>	3	0,9365	0,3121	1,386	9,28	29,46	NS
<b>Variedades</b>	1	2,2154	2,2154	9,835	10,13	34,12	*
<b>Error (a)</b>	3	0,6757	0,2252				
<b>Total parc.</b>	7	3,827					
<b>Potasio</b>	3	0,9514	0,3171	0,642	3,16	5,09	NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	5,0785	1,6928	3,428	3,16	5,09	*
<b>Error exp. (b)</b>	18	8,8888	0,4938				
<b>Total subparc.</b>	31	18,746					

CV (a) 20,094 %      CV (b) 29,753%

Según el cuadro 21, del análisis de varianza muestra que entre bloques no presentan diferencias estadísticas, sin embargo para el factor variedad se encontraron diferencias estadísticas significativas. Para el factor potasio no se encontraron diferencias estadísticas indicando el efecto general de la fertilización potásica causó el mismo efecto sobre la variable en estudio, la interacción resultó significativa es decir ambos factores son dependientes. Los coeficientes de variación fueron de 20,094% para parcelas principales y 29,753% para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

**CUADRO 22:** Prueba de significación de Duncan número de tubérculos primera en dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.

O. M.	Variedades	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilis INIA	2,63	a
2	Unica	1,83	b

La prueba de significación de Duncan del cuadro 22, se observa que la variedad que la variedad Amarilis INIA alcanzó 2,63 tubérculos de primera superando estadísticamente a la variedad Unica que obtuvo un promedio de 1,83 tubérculos de primera.

**CUADRO 23:** Análisis de varianza de número de tubérculos de segunda de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio. Pocollay 2009.

Fuentes de variabilidad	GI	SC	CM	FC	F <sub>α</sub>	
					0,05	0,01
<b>Bloques</b>	3	1,2159	0,4053	3,368	9,28	29,46 NS
<b>Variedades</b>	1	18,1503	18,1503	150,849	10,13	34,12 **
<b>Error (a)</b>	3	0,3609	0,1203			
<b>Total parc.</b>	7	19,727				
<b>Potasio</b>	3	0,4158	0,1386	0,299	3,16	5,09 NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	2,380	0,7936	1,712	3,16	5,09 NS
<b>Error exp. (b)</b>	18	8,340	0,4633			
<b>Total subparc.</b>	31	30,864				

CV (a) 15,971 %    CV (b) 31,342%

Según el cuadro 23, del análisis de varianza muestra que entre bloques no presentan diferencias estadísticas, sin embargo para el factor variedad se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas. Para el factor potasio no se encontraron diferencias estadísticas indicando el efecto general de la fertilización potásica causó el mismo efecto sobre la variable en estudio, la interacción resultó no significativa es decir ambos factores son independientes. Los coeficientes de variación fueron de 15,971 % para parcelas principales y 31,342 % para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

**CUADRO 24:** Prueba de significación de Duncan número de tubérculos segunda en dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.

O. M.	Variedades	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilis INIA	2,92	a
2	Unica	1,29	b

La prueba de significación de Duncan del cuadro 24, se observa que la variedad Amarilis INIA alcanzó 2,92 tubérculos de segunda superando estadísticamente a la variedad Unica que obtuvo un promedio de 1,29 tubérculos de segunda.

**CUADRO 25:** Análisis de varianza de número de tubérculos de tercera de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio. Pocollay 2009.

Fuentes de variabilidad	GI	SC	CM	FC	F <sub>α</sub>		
					0,05	0,01	
<b>Bloques</b>	3	0,0577	0,0192	0,562	9,28	29,46	NS
<b>Variedades</b>	1	20,576	20,576	600,7913	10,13	34,12	**
<b>Error (a)</b>	3	0,1027	0,1027				
<b>Total parc.</b>	7	20,7366					
<b>Potasio</b>	3	3,532	1,1776	7,526	3,16	5,09	**
<b>Lineal</b>	1	2,993	2,993	19,193	10,13	34,12	**
<b>Cuadrática</b>	1	0,293	0,293	1,873	10,13	34,12	NS
<b>Cúbica</b>	1	0,035	0,035	0,223	10,13	34,12	NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	2,300	0,7666	4,901	3,16	5,09	*
<b>Error exp. (b)</b>	18	2,816	0,1564				
<b>Total subparc.</b>	31	29,3867					

CV (a) 12,353 %      CV (b) 26,404%

El cuadro 25, de análisis de varianza de número de tubérculos de tercera indica que no se encontraron diferencias estadísticas entre los bloques, es decir el campo fue homogéneo, para el factor variedad se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, por lo que deducimos que una de las variedades alcanzó mayor número tubérculos calibre

tercera, para el factor potasio se hallaron diferencias altamente significativas, siendo la componente lineal altamente significativa, es decir a medida que se incrementa la dosis de potasio se incrementa el número de tubérculos.

Para la interacción de variedades y niveles de potasio se encontraron diferencias significativas, es decir que ambos factores son dependientes.

Los coeficientes de variación fueron de 12,353 % para parcelas principales y 26,404 % para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

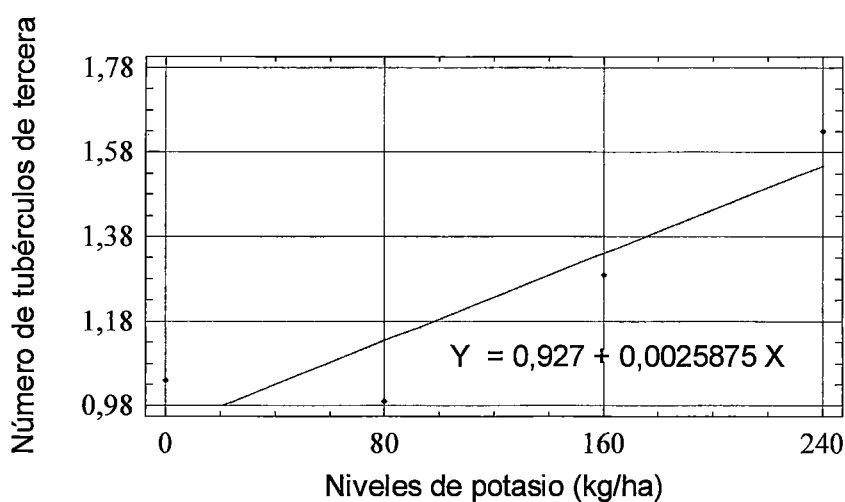
**CUADRO 26:** Prueba de significación de Duncan número de tubérculos tercera en dos variedades de papa.

O. M.	Variedades	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Amarilis INIA	1,86	a
2	Unica	0,61	b

La prueba de significación de Duncan del cuadro 22, se observa que la variedad que la variedad Amarilis INIA alcanzó 1,86 tubérculos de

segunda superando estadísticamente a la variedad Unica que obtuvo un promedio de 0,61 tubérculos de tercera

**Gráfico 6:** Regresión lineal de número de tubérculos de dos variedades de papa a tres niveles de potasio.



En el gráfico 6, se puede observar que la tendencia es lineal, es decir que a medida que se incrementa los niveles de potasio se eleva el número de tubérculos de tercera, es decir que por cada kg/ha de potasio incorporado al experimento el número de tubérculos de tercera se incrementa en 0,0025875.

**CUADRO 27:** Análisis de varianza de materia seca de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio. Pocollay 2009.

Fuentes de variabilidad	GI	SC	CM	FC	F <sub>α</sub>	
					0,05	0,01
<b>Bloques</b>	3	3,805	1,268	10,589	9,28	29,46 *
<b>Variedades</b>	1	9,579	9,579	79,964	10,13	34,12 **
<b>Error (a)</b>	3	0,3593	0,119			
<b>Total parc.</b>	7	13,744				
<b>Potasio</b>	3	12,792	4,264	5,7313	3,16	5,09 **
<b>Lineal</b>	1	12,516	12,516	16,822	10,13	34,12 **
<b>Cuadrático</b>	1	0,272	0,272	0,365	10,13	34,12 NS
<b>Cúbico</b>	1	0,0083	0,0083	0,011	10,13	34,12 NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	5,328	1,776	2,387	3,16	5,09 NS
<b>Error exp. (b)</b>	18	13,392	0,744			
<b>Total subparc.</b>	31	45,287				

CV (a) 1,676 %    CV (b) 4,177%

El cuadro 27, de análisis de varianza de materia seca indica que se encontraron diferencias estadísticas entre los bloques, es decir el campo fue heterogéneo, para el factor variedad se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas por lo que deducimos que una de las variedades alcanzó mayor porcentaje de materia seca, para el factor

potasio se hallaron diferencias altamente significativas, siendo la componente lineal altamente significativa, es decir a medida que se incrementa la dosis de potasio se incrementa el porcentaje de materia seca. Para la interacción de variedades y niveles de potasio no se encontraron diferencias significativas, es decir que ambos factores son independientes.

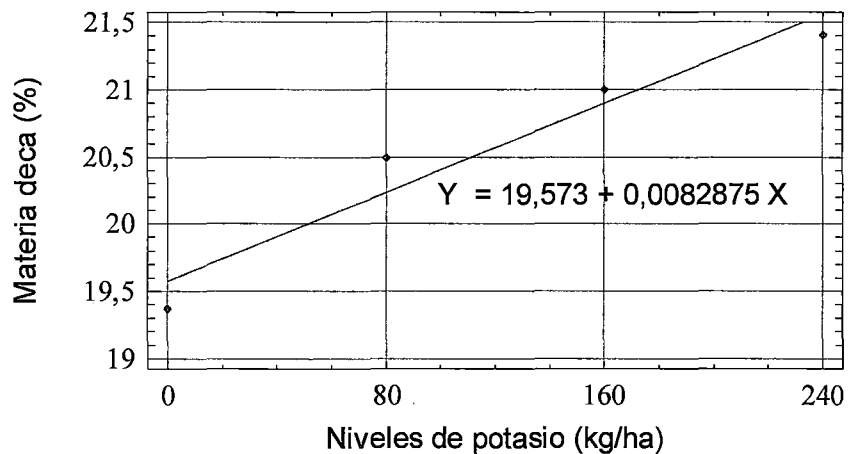
Los coeficientes de variación fueron de 1,676 % para parcelas principales y 4,177% para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

**CUADRO 28:** Prueba de significación de Duncan de materia seca (%) de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.

O. M.	Variedades	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	Unica	21,20	a
2	Amarilis INIA	20,10	b

La prueba de significación de Duncan del cuadro 28, se observa que la variedad Unica alcanzó 21,20 % de materia seca tubérculos de segunda superando estadísticamente a la variedad Amarilis INIA que obtuvo un promedio de 20,10% respectivamente

**Gráfico 7:** Regresión lineal de materia seca de dos variedades de papa a tres niveles de potasio.



En el gráfico 7, de regresión lineal de materia seca se puede observar que la tendencia es lineal, es decir que a medida que se incrementa los niveles de potasio se eleva el contenido de materia seca, es decir por cada kg/ha de potasio incorporado al experimento el porcentaje de materia seca se incrementa en 0,008%.

**CUADRO 29:** Análisis de varianza de rendimiento por planta (g) de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio. Pocollay 2009.

Fuentes de variabilidad	GI	SC	CM	FC	F <sub>0c</sub>		
					0,05	0,01	
<b>Bloques</b>	3	0,03080	0,01026	0,7283	9,28	29,46	NS
<b>Variedades</b>	1	0,47311	0,47311	33,559	10,13	34,12	**
<b>Error (a)</b>	3	0,04229	0,01409				
<b>Total parc.</b>	7	0,54620					
<b>Potasio</b>	3	1,90073	0,6335	67,662	3,16	5,09	**
<b>Lineal</b>	1	1,882	1,882	201,068	10,13	34,12	**
<b>Cuadrático</b>	1	0,00079	0,00079	0,0844	10,13	34,12	NS
<b>Cúbico</b>	1	0,01834	0,01834	1,9594	10,13	34,12	NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	0,09402	0,03134	3,347	3,16	5,09	*
<b>Error exp. (b)</b>	18	0,16854	0,00936				
<b>Total subparc.</b>	31	2,70959					

CV (a) 12,820 %      CV (b) 10,448 %

El cuadro 29, de análisis de varianza de rendimiento (t/ha) indica que no encontraron diferencias estadísticas entre los bloques, es decir el campo fue homogéneo, para el factor variedad se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas por lo que deducimos que una de las variedades alcanzó rendimiento superior, para el factor potasio se

hallaron diferencias altamente significativas, siendo la componente lineal altamente significativa, es decir a medida que se incrementa la dosis de potasio se incrementa el rendimiento. Para la interacción de variedades y niveles de potasio no se encontraron diferencias significativas, es decir que ambos factores son independientes.

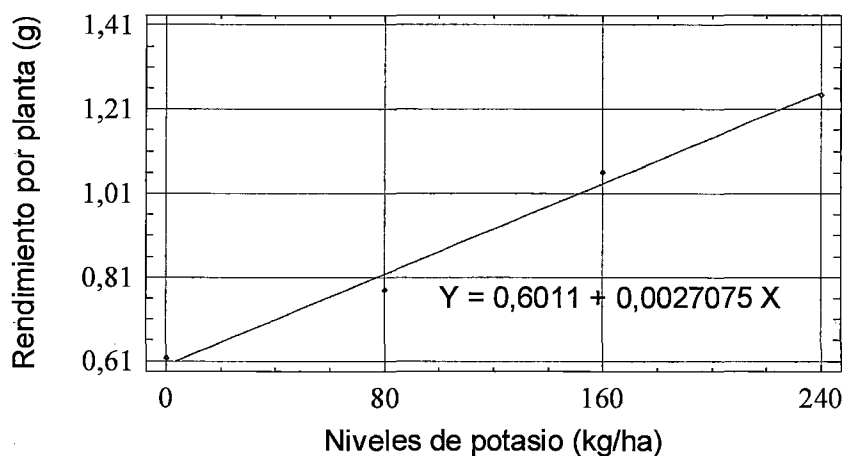
Los coeficientes de variación fueron de 12,820 % para parcelas principales y 10,448 % para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

**CUADRO 30:** Prueba de significación de Duncan de rendimiento por planta (g) de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.

O. M.	Variedades	Promedio (g)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Unica	1,048	a
2	Amarilis INIA	0,804	b

La prueba de significación de Duncan del cuadro n° 30, se observa que la variedad que la variedad Unica fue estadísticamente superior con 1,048 g, la variedad Amarilis INIA que obtuvo un promedio de 0,804 g.

**Gráfico 8:** Regresión lineal rendimiento por planta de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.



En el gráfico 8, de regresión lineal de rendimiento por planta (g) se puede observar que la tendencia es lineal, es decir que a medida que se incrementa los niveles de potasio se eleva el rendimiento por planta, es decir por cada kg/ha de potasio incorporado al experimento el rendimiento por planta se incrementa en 0,002 kg respectivamente.

**CUADRO 31:** Análisis de varianza de rendimiento (t/ha) de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio. Pocollay 2009.

Fuentes de variabilidad	GI	SC	CM	FC	F <sub>α</sub>		
					0,05	0,01	
<b>Bloques</b>	3	34,070	11,356	0,732	9,28	29,46	NS
<b>Variedades</b>	1	527,435	527,435	34,010	10,13	34,12	**
<b>Error (a)</b>	3	46,523	15,507				
<b>Total parc.</b>	7	608,029					
<b>Potasio</b>	3	2117,32	705,773	68,498	3,16	5,09	**
<b>Lineal</b>	1	2099,665	2099,665	203,771	10,13	34,12	**
<b>Cuadrático</b>	1	21,273	21,273	2,064	10,13	34,12	NS
<b>Cúbico</b>	1	20,414	20,144	1,954	10,13	34,12	NS
<b>Inter. (AXB)</b>	3	106,629	35,542	3,449	3,16	5,09	*
<b>Error exp. (b)</b>	18	185,465	10,304				
<b>Total subparc.</b>	31	3017,443					

CV (a) 12,749 %      CV (b) 10,392 %

El cuadro 31, de análisis de varianza de rendimiento (t/ha) indica que no encontraron diferencias estadísticas entre los bloques, es decir el campo fue homogéneo, para el factor variedad se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas por lo que deducimos que una de las variedades alcanzó rendimiento superior, para el factor potasio se

hallaron diferencias altamente significativas, siendo la componente lineal altamente significativa, es decir a medida que se incrementa la dosis de potasio se incrementa el rendimiento. Para la interacción de variedades y niveles de potasio no se encontraron diferencias significativas, es decir que ambos factores son independientes.

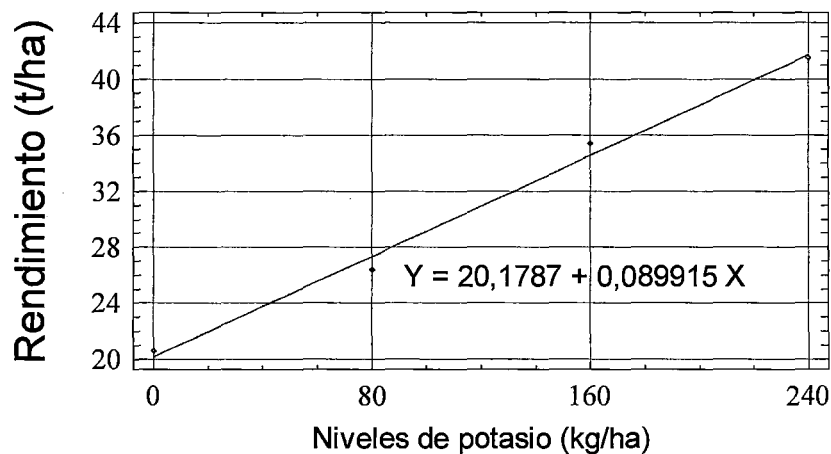
Los coeficientes de variación fueron de 12,749 % para parcelas principales y 10,392 % para sub parcelas, estando dentro de los rangos normales para los experimentos en campo.

**CUADRO 32:** Prueba de significación de Duncan de rendimiento (t/ha) de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio

O. M.	Variedades	Promedio (t/ha)	Significación $\alpha = 0,05$
1	Unica	39,93	a
2	Amarilis INIA	26,83	b

La prueba de significación de Duncan del cuadro 32, se observa que la variedad que la variedad Unica fue estadísticamente superior con 39,93 t/ha, la variedad Amarilis INIA que obtuvo un promedio de 26,83 t/ha respectivamente.

**Gráfico 9:** Regresión lineal de rendimiento (t/ha) de dos variedades de papa mejorada a tres niveles de potasio.



En el gráfico 9, de regresión lineal de rendimiento (t/ha) se puede observar que la tendencia es lineal, es decir que a medida que se incrementa los niveles de potasio se eleva el rendimiento, es decir por cada kg/ha de potasio incorporado al experimento el rendimiento se incrementa en 0,089915 t/ha respectivamente.

Resultados similares a los obtenidos en esta investigación, fueron encontrados por Rozo (2006), en el cultivar Criolla Colombia (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja), donde se encontró respuesta por encima del nivel 0 kg·ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, hasta el nivel de 50 kg·ha, en un suelo con un nivel de fósforo de 14,2 ppm, ausencia de aluminio intercambiable y de textura franca.

Los resultados obtenidos a nivel de rendimientos totales como en el tratamiento  $T_8=V_2K_3$  repetición uno, llegan a más de 36 t/ha y el  $T_5=V_2K_0$  se llega a una producción de más de 18 t/ha, contrastando con rendimientos obtenidos en localidades de Chanta Alta-Cajamarca, donde trabajos de comparaciones de cinco variedades de papa dan como rendimientos en **Amarilis** 14,8 t/ha, Libertaña 12,4 t/ha, Yungay 10,1 t/ha, Canchan 8,6 t/ha, Kori INIA 7,7 t/ha; donde las comparaciones se hacen para seleccionar variedades resistentes a racha (*Phitophthora infestans*), recomendando realizar un abonamiento adecuado en las variedades de mayor rendimiento. **Elliot, J. (2007).**

En la localidad de Temuco capital de la IX Región De La Araucanía, Chile; de condiciones edafoclimáticas similares a Tacna, se observan resultados en el experimento: "Efecto de la fertilización nitrogenada y potásica sobre el rendimiento y calidad de *Solanum tuberosum* var. Desirée" donde el ensayo se fertilizó con 220 u N/ha; 300 u  $P_2O_5$ ; 150, 300, 600 u  $K_2O$  y un testigo con 0 u  $K_2O$ , teniendo como resultado que el tratamiento de 300 u  $K_2O$  produce diferencias significativas respecto a los demás tratamientos con un rendimiento de 82,1 t/ha en comparación con el testigo de 67,4 t/ha, dando como conclusión que dosis crecientes de potasio favorecen en el rendimiento y calidad de la producción hasta 300 u de  $K_2O$ . **Pinilla Quezada (2002-2004).**

## V. CONCLUSIONES

1. La variedad Unica alcanzó el mayor rendimiento con 39,93 t/ha, y la variedad Amarilis INIA que obtuvo un promedio de 26,83 t/ha respectivamente.
2. En cuanto al número de tubérculos extra la variedad Única ( $V_1$ ) alcanzó el mayor promedio con 2,07 tubérculos extra superando estadísticamente a la variedad Amarilis INIA que obtuvo 1,88.
3. Con respecto al peso de tubérculos extra la variedad Única ( $V_1$ ) obtuvo el mayor promedio con 565,195 g mientras que la variedad Amarilis INIA ( $V_2$ ) alcanzó 358,259 g.
4. la variedad que alcanzó el mayor número de tubérculos por planta fue la variedad Amarilis INIA ( $V_2$ ) con un promedio de 8,83 tubérculos mientras que la variedad Única ( $V_1$ ) alcanzó 6,33 tubérculos respectivamente
5. Para la variable altura de planta la variedad Unica alcanzó 90,55 cm, y la variedad Amarilis alcanzó 82,22 cm

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a las conclusiones obtenidas en la investigación se recomienda lo siguiente:

1. Utilizar mayores dosis de potasio en experimentos similares para poder hallar la dosis óptima con las mismas variedades.
2. Efectuar diferentes análisis de suelos en las zonas donde se pretenda llevar a cabo trabajos similares, con la finalidad de aprovechar su beneficios.
3. Establecer un programa intensivo de capacitación y asistencia técnica en el uso eficiente de residuos orgánicos dentro de un enfoque de agricultura ecológica.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALARCÓN, N. 2000. Efecto del Potasio en la Calidad de la Papa para Industria. Papas Colombianas 2000. 15 pp.
2. A. BECERRA-SANABRIA 1, S.L. Navia-de Mosquera 2, C. E. Núñez-López Efecto de niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar 'Criolla Guaneña' en el departamento de Nariño L. Colombia 150 pp
3. ARSE, F. 1996. Cultivo de la patata. Madrid, España. Ediciones Mundiprensa. 272 pp
4. BENACCHIO, S. 1983. *Algunas exigencias ambientales del cultivo de la papa y situación en Venezuela*. FONAIAP Divulga. N° 13 noviembre – diciembre 35 pp.
5. BERNAL, J. Y ESPINOSA, J. 2003. Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos. Instituto de la Potasa y el Fósforo. INPOFOS. Quito –Ecuador. 35 pp

6. BOSNJAK, D. Y PEJIK, B. 1996. Potatoes water requirement in the Chernozem zone of Yugoslavia. *Acta Horticulturae*, Leuven 37 pp.
7. CALZADA, J. 1983. Métodos estadísticos para la investigación. 3ra. Edición. Editorial Milagros. Lima - Perú. 494 pp.
8. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1996. Informe anual del Centro Internacional de la Papa. Lima - Perú. 60 pp.
9. CHÁVEZ, R. 1986. Cultivo de tubérculos y raíces en el Perú. Texto Universitario. UNJBG-Tacna-Perú. 110 pp.
10. CORTBAOUI, R. 1993. Siembra de papa. Boletín de Información Técnica 11 CIP. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa. 105 pp.
11. DEAN, HILL B. 1994. Manging the Potato System. Soil Improvement Committee, California Fertilizer

Association. 1995. Western Fertilizer Handbook.  
Interstates Publishers, USA. 23 pp.

12. DOMINGUEZ, A. 1989. Tubérculos y raíces. Tratado de fertilización, segunda edición. Madrid, España. Ediciones Mundiprensa. 601 pp.

13. DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. 1986. Yield response to water. Irrigation and Drainage. Roma, Italia. FAO, Food and Agriculture Organization of United Nations. P 193 pp.

14. DURÁN, L.F, Y PEÑA, F.J. 1997. Respuesta de la papa criolla (*S. phueja* J. et Buk) a la aplicación de fuentes y dosis de potasio en suelos derivados de cenizas volcánicas. Facultad de Ingeniería, Carrera de Ing. Agronómica. UDCA, Bogotá, Colombia. 70 pp.

15. ELLIOT, J. Desarrollo Participativo de Tecnologías: Lecciones desde la experiencia práctica en la sierra del Perú/ Jorge Elliot. -- Lima:Soluciones Prácticas-ITDG; 2007.

16. EGÚSQUIZA, R. 2000. La Papa: producción, transformación y comercialización. 1ra. Edición Editorial Prisma. Lima - Perú. 192 pp.
17. EKANAYAKE, I. 1994. Estudios sobre estrés por sequía y necesidades de riego en la papa. Guía de Investigación CIP 30. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa. 40 pp.
18. FAIGUENBAUM, H. 1987. Producción de cultivos en Chile, papa. Santiago, Chile. Publicitaria Torrelodones. 332 pp.
19. FUENTEALBA, J. 2001. La papa una planta C-3. *Revista de la Papa*. [en línea]: revista electrónica fuente en internet. Año 3. N° 10. Diciembre 2001. 42 pp.
20. HAVERCORT, A. 1986. Manejo de agua en la producción de papa. 122 pp.

21. KALAZICH, J. 1993. Nuevas variedades de papa, objetivos, aptitudes y usos. En: 5º Jornadas de extensión Agrícola. "Manejo Agronómico del Cultivo de Papa y las perspectivas de mercado". Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile 45 pp
22. KLASSEN, G.; MILLS, G. Y GEISEL B. 2001. Potato Production. Irrigation 36 pp
23. KING, B.; STARK, J. 2000. *Potato irrigation management*. [en línea]: documento electrónico fuente en internet. University of Idaho, Coperative extension system, College of agricultura 45 pp.
24. HUAMAN, Z. 1980. Botánica sistemática y morfológica de la papa. Boletín de información técnica 6. Centro Internacional de la Papa., Lima, Perú. 20 pp
25. JARA, J. 1999. Relaciones agua – planta – producción. En: XI<sup>as</sup> Jornadas de Extensión Agrícola. (21 – 22 de octubre, 1999, Temuco, Chile). Avances en Tecnología de Riego y

Mecanización. (Temuco, Chile). Universidad Católica de Temuco. 63 pp.

26. MARSCHNER, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2a edición. Editorial Academic Press Limited. London. 115 pp.

27. MARTINEZ, C. y HUAMAN, Z. 1987, Aspectos fisiológicos en el cultivo de papa. En el cultivo de papa con énfasis en producción de semillas. Lima – Perú, 327 pp .

28. MIDMORE, D. 1998. Fisiología de la planta de papa bajo condiciones de clima cálido. Guía de Investigación 24. Lima, Perú. CIP, Centro Internacional de la Papa. 15 pp.

29. MILLER, E. y MARTIN, M. 1985. Effect of water stress during tuber formation on subsequent growth and internal defect in Russet Burbank potatoes. 36 pp

30. PAINTER, G. 1979. "Nutrient use by potato vines and tubers" Univ. Idaho. Current Inf. Ser. No. 470 pp.

31. PINILLA QUEZADA, H. Efecto de diferentes alternativas de fertilización nitrogenada, potásica y fosforada sobre el rendimiento y calidad de un cultivar de papa Desirée. 2002 – 2004. 123 pp.
32. RODRÍGUEZ S. J. 1990. La Fertilización de los cultivos: Un Método racional. Departamento Ciencias Vegetales. Facultad de Agronomía. Pontifica Universidad Católica de Chile. 152 pp.
33. ROZO, Y. 2006. Evaluación del Efecto de Diferentes Niveles de Fósforo y Potasio sobre el Rendimiento de Papa Criolla (*Solanum phureja* Juz. et Buk) en dos Localidades de Cundinamarca. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 24 pp
34. SALISBURY, F. B. Y ROSS, C.W. 1994. Fisiología Vegetal. Cuarta Edición. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V. México. D.F. 758 pp.

35. SÁNCHEZ C. 2003 Evaluación de algunos parámetros de calidad industrial en 78 genotipos de la Colección Central Colombiana de Papa *Solanum tuberosum* ssp. andígena. Tesis, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia 123 pp.
36. STALHAM, M. y ALLEN, E. 2001. Effect of variety, irrigation regime and planting date on depth, rate, duration and density of root growth in the potato (*Solanum tuberosum*) crop. 68 pp.
37. SEPÚLVEDA, P.; LÓPEZ, H y NÚÑEZ, D. 1999. Efecto de diferentes niveles de humedad en el suelo sobre el desarrollo del carbón de la papa (*Angiosorus solani*) en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*) bajo condiciones de invernadero. Agricultura Técnica. 60(4):313 – 319. Octubre – diciembre 2000 98 pp.

38. SIERRA, C. 1993. Fertilización del cultivo de la papa. En: 5º Jornadas de Extensión Agrícola. (26 – 27 de agosto, 1993, Temuco, Chile). Manejo Agronómico del Cultivo de la Papa y las Perspectivas de Mercado. Universidad Católica de Temuco. 14 pp
39. SOLÓRZANO G.; LACRUZ C.; GARCÍA A.; BECERRA F. 1993. Riego en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) y su efecto sobre el ataque de polilla a nivel de tubérculo. *FONAIAP Divulga*. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado de Mérida. 74 pp.
40. TISDALE, S. Y WERNER N. 1991 “Fertilidad de los suelos y fertilizantes”. 1ra edición. Edit. Limusa S.A. México 458 pp.
41. VAN LOON, D. 1981. The effect of water stress on potato growth development, and yield. *American Potato Journal*. 58(1): 98 pp

# **ANEXOS**

**ANEXO 1:**  
**Número de tubérculos**

<b>Cultivares</b>	<b>Niveles de potasio</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>Promedio</b>
<b>C<sub>1</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	4,6	5,2	5,0	4,7	4,9
	<b>k<sub>2</sub></b>	6,0	3,9	6,0	4,4	5,1
	<b>k<sub>3</sub></b>	7,0	6,0	7,5	6,7	6,8
	<b>k<sub>4</sub></b>	9,7	9,20	7,7	7,7	8,6
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	8,20	7,20	7,8	7,8	7,8
	<b>k<sub>2</sub></b>	9,00	9,40	8,2	8,2	8,7
	<b>k<sub>3</sub></b>	9,20	11,80	8,2	8,2	9,4
	<b>k<sub>4</sub></b>	10,80	9,80	8,2	9,2	9,5

Elaboración propia

**ANEXO 2:**  
**Peso calibre extra (g)**

<b>Cultivares</b>	<b>Niveles de potasio</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>Promedio</b>
<b>C<sub>1</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	304,066	406,218	245,36	401,570	339,30
	<b>k<sub>2</sub></b>	539,325	412,45	396,61	591,650	482,508
	<b>k<sub>3</sub></b>	476,25	539,261	655,010	799,160	614,920
	<b>k<sub>4</sub></b>	658,053	831,643	751,633	1034,86	819,047
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	145,30	110,40	158,30	120,40	133,60
	<b>k<sub>2</sub></b>	211,123	260,825	352,266	247,425	267,912
	<b>k<sub>3</sub></b>	387,080	287,95	512,52	499,820	421,482
	<b>k<sub>4</sub></b>	619,20	687,060	627,34	505,040	609,660

Elaboración propia

**ANEXO 3:  
Peso calibre primera  
(g)**

<b>Cultivares</b>	<b>Niveles de potasio</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>Promedio</b>
<b>C<sub>1</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	206,468	379,311	237,987	387,785	302,887
	<b>k<sub>2</sub></b>	405,122	339,366	386,395	200,350	332,808
	<b>k<sub>3</sub></b>	418,560	337,666	428,860	359,512	386,149
	<b>k<sub>4</sub></b>	544,545	423,933	351,360	474,717	448,639
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	169,475	308,080	251,360	223,200	238,028
	<b>k<sub>2</sub></b>	374,880	229,180	168,740	309,600	270,60
	<b>k<sub>3</sub></b>	286,866	346,240	280,100	288,900	300,526
	<b>k<sub>4</sub></b>	274,575	201,500	233,950	212,880	230,726

**Elaboración propia**

**ANEXO 4:  
Peso calibre segunda (g)**

<b>Cultivares</b>	<b>Niveles de potasio</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>promedio</b>
<b>C<sub>1</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	236,411	107,500	228,987	171,083	185,995
	<b>k<sub>2</sub></b>	158,366	90,500	128,033	177,228	138,531
	<b>k<sub>3</sub></b>	176,212	230,060	168,822	200,033	193,781
	<b>k<sub>4</sub></b>	298,800	180,190	236,100	122,300	209,347
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	261,020	204,160	250,220	206,840	230,560
	<b>k<sub>2</sub></b>	111,925	162,960	175,440	209,640	164,991
	<b>k<sub>3</sub></b>	161,640	179,640	134,675	138,020	152,743
	<b>k<sub>4</sub></b>	233,180	132,300	92,450	95,180	138,277

**Elaboración propia**

**ANEXO 5:  
Peso calibre tercera (g)**

<b>Cultivares</b>	<b>Niveles de potasio</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>Promedio</b>
<b>C<sub>1</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	83,233	96,240	99,860	110,300	97,408
	<b>k<sub>2</sub></b>	77,033	33,250	89,975	115,300	78,889
	<b>k<sub>3</sub></b>	74,212	67,550	65,850	59,100	66,178
	<b>k<sub>4</sub></b>	81,262	78,880	104,400	51,900	79,110
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	81,075	94,966	86,100	57,300	79,860
	<b>k<sub>2</sub></b>	102,92	120,425	71,860	35,000	82,55
	<b>k<sub>3</sub></b>	85,650	109,225	82,250	119,250	99,093
	<b>k<sub>4</sub></b>	51,333	101,533	64,800	99,830	79,374

**Elaboración propia**

**ANEXO 6:  
Número de tubérculos extras**

<b>Cultivares</b>	<b>Niveles de potasio</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>Promedio</b>
<b>C<sub>1</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	0,80	1,40	1,40	1,20	1,20
	<b>k<sub>2</sub></b>	2,20	2,22	2,22	1,90	2,14
	<b>k<sub>3</sub></b>	1,80	2,60	2,60	3,00	2,50
	<b>k<sub>4</sub></b>	3,00	3,20	3,20	0,30	2,43
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	0,60	0,20	0,200	0,200	0,30
	<b>k<sub>2</sub></b>	0,80	1,40	1,400	1,400	1,25
	<b>k<sub>3</sub></b>	2,20	2,80	2,80	2,800	2,65
	<b>k<sub>4</sub></b>	2,80	3,80	3,80	2,80	3,30

**Elaboración propia**

**ANEXO 7:  
Número de tubérculos primera**

<b>Cultivares</b>	<b>Niveles de potasio</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>Promedios</b>
<b>C<sub>1</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	1,10	2,20	2,20	1,60	1,78
	<b>k<sub>2</sub></b>	2,10	1,44	1,44	0,90	1,47
	<b>k<sub>3</sub></b>	2,70	2,30	2,30	2,10	1,78
	<b>k<sub>4</sub></b>	3,60	2,60	2,60	0,40	2,30
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	1,20	3,00	3,00	2,80	2,50
	<b>k<sub>2</sub></b>	3,80	2,60	2,60	3,20	3,05
	<b>k<sub>3</sub></b>	1,80	3,80	3,80	1,80	2,80
	<b>k<sub>4</sub></b>	2,80	2,00	2,00	1,80	2,15

Elaboración propia

**ANEXO 8:  
Número de tubérculos segunda**

<b>Cultivares</b>	<b>Niveles de potasio</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>Promedio</b>
<b>C<sub>1</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	2,20	0,70	0,70	0,90	1,13
	<b>k<sub>2</sub></b>	1,40	0,44	0,44	1,20	0,87
	<b>k<sub>3</sub></b>	1,50	1,50	1,50	1,30	1,45
	<b>k<sub>4</sub></b>	1,70	2,20	2,20	0,70	1,70
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	4,40	3,00	3,00	3,80	3,55
	<b>k<sub>2</sub></b>	1,60	2,80	2,80	3,40	2,65
	<b>k<sub>3</sub></b>	2,80	3,00	3,00	2,40	2,80
	<b>k<sub>4</sub></b>	4,20	2,40	2,40	1,80	2,70

Elaboración propia

**ANEXO 9:  
Número de tubérculos tercera**

<b>Cultivares</b>	<b>Niveles de potasio</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>Promedios</b>
<b>C<sub>1</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	0,50	0,90	0,90	0,80	0,78
	<b>k<sub>2</sub></b>	0,30	0,22	0,22	0,40	0,29
	<b>k<sub>3</sub></b>	1,000	0,20	0,20	0,30	0,42
	<b>k<sub>4</sub></b>	1,400	0,80	1,20	0,40	0,95
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	2,00	1,20	1,00	1,00	1,30
	<b>k<sub>2</sub></b>	2,80	1,00	2,80	0,20	1,70
	<b>k<sub>3</sub></b>	2,40	2,80	2,20	1,20	2,15
	<b>k<sub>4</sub></b>	1,00	3,80	1,60	2,80	2,30

**Elaboración propia**

**ANEXO 10:  
Vigor de la planta a los 80 días**

<b>Cultivares</b>	<b>Niveles de potasio</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>C<sub>1</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	5	5	9	5
	<b>k<sub>2</sub></b>	7	7	7	7
	<b>k<sub>3</sub></b>	7	9	7	9
	<b>k<sub>4</sub></b>	9	9	9	9
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	5	5	7	5
	<b>k<sub>2</sub></b>	7	7	7	7
	<b>k<sub>3</sub></b>	7	7	9	9
	<b>k<sub>4</sub></b>	9	9	9	9

**Elaboración propia**

**ANEXO 11:  
Vigor de la planta a los 100 días**

Cultivares	Niveles de potasio	I	II	III	IV
<b>C<sub>1</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	5	5	7	5
	<b>k<sub>2</sub></b>	7	7	9	7
	<b>k<sub>3</sub></b>	7	9	9	9
	<b>k<sub>4</sub></b>	9	9	9	9
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	5	5	7	5
	<b>k<sub>2</sub></b>	7	7	9	9
	<b>k<sub>3</sub></b>	9	7	9	9
	<b>k<sub>4</sub></b>	9	9	9	9

Elaboración propia

**ANEXO 12:  
Altura de planta a los 100 días**

Cultivares	Niveles de potasio	I	II	III	IV	Promedio
<b>C<sub>1</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	85,4	86,4	88,4	90,6	87,7
	<b>k<sub>2</sub></b>	90,3	88,5	88,7	91,4	89,7
	<b>k<sub>3</sub></b>	88,4	90,4	91,5	92,3	90,6
	<b>k<sub>4</sub></b>	90,2	95,5	96,4	94,7	94,2
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	80,4	79,9	78,7	75,5	78,6
	<b>k<sub>2</sub></b>	85,4	80,4	80,2	80,4	81,6
	<b>k<sub>3</sub></b>	86,4	82,5	82,4	81,5	83,2
	<b>k<sub>4</sub></b>	86,9	85,9	84,2	85,4	85,6

Elaboración propia

ANEXO 13:

**Materia seca (%)**

Cultivares	Niveles de potasio	I	II	III	IV
C <sub>1</sub>	k <sub>1</sub>	21,61	20,65	19,41	21,71
	k <sub>2</sub>	21,22	21,10	21,00	21,38
	k <sub>3</sub>	21,31	21,06	20,93	21,91
	k <sub>4</sub>	21,45	21,72	21,35	21,32
C <sub>2</sub>	k <sub>1</sub>	18,38	18,86	18,48	18,58
	k <sub>2</sub>	20,10	17,62	19,44	22,00
	k <sub>3</sub>	21,98	20,80	20,36	19,64
	k <sub>4</sub>	21,46	21,50	20,72	21,70

Elaboración propia

ANEXO 14:

**Rendimiento por planta (g)**

Cultivares	Niveles de potasio	I	II	III	IV	Promedio
C <sub>1</sub>	k <sub>1</sub>	0,585	0,808	0,594	0,751	0,685
	k <sub>2</sub>	0,914	0,887	0,855	0,847	0,876
	k <sub>3</sub>	1,100	1,041	1,262	1,291	1,174
	k <sub>4</sub>	1,417	1,513	1,325	1,574	1,457
C <sub>2</sub>	k <sub>1</sub>	0,548	0,591	0,567	0,488	0,549
	k <sub>2</sub>	0,694	0,697	0,627	0,724	0,685
	k <sub>3</sub>	0,789	1,073	1,064	0,874	0,950
	k <sub>4</sub>	1,103	1,181	0,940	0,913	1,034

ANEXO 15:

**Rendimiento (t/ha)**

<b>Cultivares</b>	<b>Niveles de potasio</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>Promedio</b>
<b>C<sub>1</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	19,512	26,961	19,786	25,015	22,819
	<b>k<sub>2</sub></b>	30,473	29,590	28,497	28,248	29,202
	<b>k<sub>3</sub></b>	36,674	34,726	42,072	43,018	39,123
	<b>k<sub>4</sub></b>	47,233	50,452	44,171	52,466	48,580
<b>C<sub>2</sub></b>	<b>k<sub>1</sub></b>	18,288	19,710	18,922	16,283	18,301
	<b>k<sub>2</sub></b>	23,150	23,238	20,913	24,139	22,860
	<b>k<sub>3</sub></b>	26,312	35,788	35,478	29,148	31,682
	<b>k<sub>4</sub></b>	36,757	39,392	31,343	30,416	34,477