

**EFFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SULFATO DE POTASIO SOBRE EL CONTENIDO DE AZÚCARES REDUCTORES EN TUBÉRCULOS DE *SOLANUM TUBEROSUM* L. VAR. UNICA, PARA PROCESAMIENTO INDUSTRIAL**

**Effect of different concentrations of potassium sulfate on the reducing sugar content in tubers of *Solanum tuberosum* L. var. unica for industrial processing**

**Eloy López-Medina<sup>1</sup>Noly Riveros-Gerónimo<sup>1</sup>, Roger Veneros-Terrones<sup>1</sup>, Carmen Zavaleta-Salvatierra<sup>1</sup>**

**RESUMEN**

La adecuada aplicación de nutrientes a una determinada variedad de *Solanum tuberosum* L., permite obtener un producto de calidad de acuerdo al uso que se destine. El sulfato de potasio se utiliza como fuente de potasio en el cultivo de papa; este nutriente entre otras funciones, disminuye el contenido de azúcares reductores, factor importante para el procesamiento industrial. Se evaluó el efecto de diferentes concentraciones de sulfato de potasio sobre el contenido de azúcares reductores en tubérculos de *Solanum tuberosum* L. var. unica, para procesamiento industrial; para ello se cultivaron plantas distribuidas en bloques completos al azar, fertilizadas con sulfato de potasio a concentraciones: 60, 100, 140 y 180 Kg/ha bajo condiciones de invernadero. Se cosecharon los tubérculos de papa a los 95 días y se cuantificó azúcares reductores. Se encontró que el contenido de azúcares reductores varió inversamente con la concentración de sulfato de potasio. Se obtuvieron valores significativamente más bajos de azúcares reductores entre 140 y 180 Kg/ha, no observándose diferencias significativas entre ellas, por otro lado el rendimiento obtenido fue significativamente mayor con la aplicación de estos tratamientos. Se concluye que para esta variedad, la producción de tubérculos de mejor calidad para procesamiento industrial se obtienen utilizando dosis altas de sulfato de potasio.

**Palabras clave:** *Solanum tuberosum* var. Única, azúcares reductores, Sulfato de potasio.

**ABSTRACT**

The proper application of nutrients to a certain variety of *Solanum tuberosum* L. produces a quality product according to its intended use this species. Potassium sulfate is used as a source of potassium in the potato crop, the nutrient among other things, the content of reducing sugars, an important factor in industrial processing. In this study we evaluated the effect of different concentrations of potassium sulfate on the reducing sugar content in tubers of *Solanum tuberosum* L. var. unica for industrial processing. Distributed plants were grown in Complete blocks to the azar, fertilized with potassium sulphate concentrations: 60, 100, 140 and 180 kg/ha under greenhouse conditions. In potato tubers harvested 95 days reducing sugars were quantified. The reducing sugar content varied inversely with the concentration of potassium sulphate. We obtained significantly lower values of reducing sugars between 140 and 180 kg/ha, no significant difference among them, on the other hand, the yield was significantly greater with the application of these treatments. These results indicate that this variety of potato tubers produce highest quality for industrial processing, when they were fertilized with high doses of potassium sulphate.

**Keywords:** *Solanum tuberosum* var. unica, reducing sugars, Potassium sulphate

<sup>1</sup>Laboratorio de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Biológicas de la UNT.

Presentado el 18.10.2011 aceptado el 08.11.2013

**INTRODUCCION**

*Solanum tuberosum* L., desarrolla un rol importante en el sistema de alimentación global, contribuye con los requerimientos energéticos y nutricionales a más de dos mil millones de personas en los países en desarrollo, es producida y consumida en su mayoría por los agricultores más pobres. La papa, constituye el cuarto alimento de mayor consumo en el mundo y su producción, a nivel mundial, es de unos 320 millones de toneladas por año. El Perú es el país con mayor

diversidad de papa en el mundo, cuenta con 8 especies cultivadas, 3 000 variedades nativas y 91 especies que crecen en forma silvestre<sup>1</sup>.

UNICA es una variedad de papa, seleccionada y evaluada por la División de Mejoramiento y Utilización de Recursos Genéticos del Centro Internacional de la Papa (CIP), la inscripción ante el Registro Nacional de Variedades Comerciales en (SENASA) y lanzamiento posterior fue realizado en coordinación con la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Perú.

Se caracteriza por tener hábito de crecimiento erecto, buen desarrollo de follaje, color de flor violeta oscuro, tubérculos de forma oblonga y alargada, ojos semi-profundos, color de piel rosado, carne crema intenso, maduración temprana de 90-96 días, y rendimiento promedio potencial de 50 t/ha. Además tiene atributos de resistencia y precocidad que la hacen atractiva para los agricultores involucrados en el cultivo de papa<sup>2</sup>.

Las características principales del uso de la variedad UNICA es que presenta atributos para el procesamiento de papas peladas y cortadas en tiras, utilizada comúnmente en el Perú como guarnición para los pollos a la brasa, teniendo un 58% de rendimiento en procesamiento para tiras mayores de 8 cm sobre el rendimiento total<sup>3</sup>.

El procesamiento industrial implica diversas características entre las que incluyen, bajo contenido de azúcares reductores y alta gravedad específica además de buen rendimiento en tamaño y peso de los tubérculos<sup>4,5</sup>. El contenido de azúcares reductores (glucosa y fructosa) en papa, es el mayor factor para estimular los atributos de calidad interna para procesamiento. Estos deben ser inferiores a 0,25% o, preferiblemente, estar por debajo de 0,1%, al momento de su proceso<sup>6</sup>. Los azúcares reductores en altas concentraciones ejercen una influencia negativa sobre el color de las papas fritas, produciendo un oscurecimiento causado por la reacción entre los grupos reductores (grupos aldehídos) de los azúcares y los grupos aminos de los aminoácidos durante la fritura, conocida como la reacción de Maillard. La concentración de azúcares reductores depende de la variedad, de las condiciones de crecimiento, la madurez y las condiciones de almacenamiento; El contenido de azúcares reductores en los tubérculos de *Solanum tuberosum* var. unica tiene un rango de 0,19 a 1,59%<sup>7</sup>.

Respecto a la fertilización, después del nitrógeno, el potasio es el nutriente mineral requerido en mayor cantidad por las plantas. El requerimiento de potasio para el óptimo crecimiento vegetal esta en el rango de 2 a 5 % del peso seco vegetal de las partes vegetativas, frutas carnosas y tubérculos<sup>8</sup>. El potasio es activador de muchas enzimas esenciales en la fotosíntesis y la respiración, además, activa enzimas reguladoras particularmente de la piruvato quinasa y la fosfofructoquinasa, necesarias para formar almidón y proteínas. El potasio además contribuye de manera importante al potencial osmótico celular y por consiguiente, a su presión de turgencia. Su alta movilidad permite que se traslade rápidamente de célula a célula, de tejido

viejo a tejido nuevo en desarrollo, o a los órganos de almacenamiento<sup>9</sup>.

En el crecimiento y desarrollo de la papa, el potasio, es necesario para el transporte de carbohidratos desde las hojas hacia los tubérculos. Es muy móvil dentro de la planta y es el catión  $K^+$  la forma en que es absorbido del suelo. El ión  $K^+$  se redistribuye con facilidad de los órganos maduros a los juveniles, por lo que los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas de mayor edad. Los beneficios del potasio en la papa es que actúan aumentando el contenido del ácido cítrico y de la vitamina C, influye positivamente en el contenido de almidón y disminuye el contenido de azúcares reductores, aspectos importantes para el procesamiento industrial de la papa. Los niveles de fertilización estándar Nitrógeno, Fósforo y Potasio (NPK) para el cultivo de papa considerados por diversas instituciones de investigación y promoción del desarrollo agrario es de: 200 – 160 – 100 Kg/ha. Siendo esta variable dependiente de diversos factores como lugar, suelo, clima, variedad del cultivo, entre otros<sup>10-13</sup>.

Se ha evaluado el efecto de diversos niveles de  $K_2O$  sobre el contenido de azúcares reductores en tubérculos de papa, encontrándose que con un abonado de 300 Kg/ha de  $K_2O$  se logró reducir notoriamente en un primer momento el contenido de azúcares reductores a niveles inferiores de 0.18 %. Con el aumento posterior de la dosis de potasio se pudo seguir disminuyendo sólo de manera leve el contenido de azúcares reductores<sup>12</sup>. También se ha evaluado el efecto de la fertilización sobre la calidad de la papa para procesamiento, encontrándose que las concentraciones de NPK ( $1500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) en proporción 1-2-2 es la adecuada para papa destinada a la industria, ya que favorecen el mejoramiento en la calidad del producto terminado (papas fritas, chips, bastones). En otros trabajos se reporta que con el aumento de las tasas de sulfato de potasio se obtuvo un incremento significativo ( $p > 0,05$ ) en altura de plantas, área foliar, concentración de clorofila, peso específico, concentración de K y rendimiento de tubérculos negociables<sup>14-18</sup>.

Reportes aplicando K de manera fraccionada según, favorece al rendimiento de tubérculos comerciales y totales<sup>19-21</sup>. Esto debido a que el K es un elemento móvil y su presencia en el suelo es por poco tiempo como reserva, entonces la mayor tasa de aplicación del fertilizante K tiene mayores posibilidades de fijación y presencia para la planta, con la aplicación de dosis altas, pulverizado y mejor aun de manera fraccionada<sup>22,23,24</sup>; esto asegura su disponibilidad en el suelo, se evita la pérdida por lixiviación o se

reduce al mínimo, entonces se mantiene el K necesario y permanente ya que las plantas de papa necesitan del abastecimiento continuamente de K, para el transporte de fotosintatos a los tubérculos, produciendo un mayor rendimiento de tubérculos<sup>25,26,27</sup>. Respecto a la fuente potásica, se encontraron como más apropiadas para la producción de papa industrial hojuelas fritas son K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y nitrato de potasio, mientras que para la industria de frituras en tiras las fuentes potásicas no difieren<sup>28</sup>.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el contenido de azúcares reductores y el rendimiento en número y peso de los tubérculos de *Solanum tuberosum* L. Var. unica, para procesamiento industrial, fertilizados con diferentes concentraciones de sulfato de potasio.

### MATERIAL Y METODOS

#### a. Material biológico:

Los tubérculos semillas pre-básicos de *Solanum tuberosum* L. Var. unica procedieron del invernadero del Instituto de la Papa y Cultivos Andinos, Universidad Nacional de

Trujillo (IPACA-UNT), ubicado en Carabamba (Julcan - La Libertad).

#### b. Localización:

Los tubérculos de *S. tuberosum* L. Var. unica, fueron cultivados en condiciones de invernadero en el área de Fisiología de Vegetal, Facultad de Ciencias Biológicas, Ciudad Universitaria; durante el segundo semestre del 2010, a 34 msnm y temperatura de 15°C ± 3°C. El suelo presentó una textura franco-arenosa, según las características físico-químicas del suelo (Tabla 1).

#### c. Establecimiento de los tratamientos:

Se empleó 04 tratamientos a base de sulfato de potasio (50% K<sub>2</sub>O) las cuales fueron establecidos de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis del suelo, determinándose una fertilización estándar media de NPK, 200 – 160 - 100 Kg/ha para el cultivo de papa<sup>10</sup>, para el presente trabajo, el nivel de potasio constituye el tratamiento control, debido que se trata de un nutriente esencial y su presencia en un nivel básico es muy importante para el normal desarrollo de la planta.

**Tabla 1.** Análisis físico-químico de suelo del invernadero de fisiología vegetal, CCBB-UNT.

ANALISIS	METODO	RESULTADO	CALIFICACION
<i>pH</i>	Electrolítico	7.00	Neutro
<i>Conductividad eléctrica</i>	Electrolítico	1.5 dS/m	No salino
<i>Materia orgánica</i>	Calcinación	1.50 %	Bajo
<i>Fosforo disponible Potasio disponible</i>	Olsen modificado	62 ppm	Alto
	Tetrafenilborato	87 ppm	Medio

**Tabla 2.** Tratamientos a base de NPK para determinar su efecto sobre el contenido de azúcares reductores en los tubérculos de *S. tuberosum* var. única.

Tratamientos	Concentraciones (Kg/ha)		
	N	K	P
T <sub>1</sub>	200	<b>60</b>	160
T <sub>2</sub>	200	<b>100</b>	160
T <sub>3</sub>	200	<b>140</b>	160
T <sub>4</sub>	200	<b>180</b>	160

#### d. Diseño experimental:

Se aplicó un diseño en bloques completos al azar con tres bloques, cuatro tratamientos y 06 unidades muestrales por tratamiento, de acuerdo a los tratamientos establecidos. La unidad experimental comprendió 06 plantas,

las cuales constituyó 1 surco en el campo experimental. La siembra se realizó con distancias entre planta - planta de 0.25 m y entre surco - surco de 0.75 m.

#### e. Aplicación de los tratamientos:

La aplicación del sulfato de potasio se realizó de manera fraccionada (en 2 partes iguales), debido a sus propiedades residuales o inmóviles no así para el nitrógeno por sus propiedades volátiles<sup>12</sup>, siendo su aplicación mayor en el primer aporque y con respecto al fósforo se aplicó en su totalidad al inicio. La primera aplicación se realizó a la emergencia (20 días) y la siguiente en el primer aporque (40 días).

**f. Cosecha:**

Se procedió previamente a eliminar el follaje de las plantas de manera manual, 7 días antes de realizar la cosecha. La cual se realizó la primera semana del mes de octubre del 2010, fecha en la cual el cultivo cumplió un ciclo de 92 días desde la siembra.

**g. Variables evaluadas:**

➤ *Contenido de azúcares reductores :*

Para determinar el contenido de azúcares reductores se utilizó el método de la glucosa oxidasa, para la cual primero se preparó el reactivo compuesto por enzima glucosa oxidasa, fenol y 4-amino fenazona; las muestras se tomaron al azar de cinco tubérculos con tamaño uniforme; seguidamente se procedió a realizar la obtención de muestras de 03 g., los cuales fueron hervidas y diluidas en 50 mL de agua destilada; luego de 30' de sedimentación se tomó alícuotas de 1,5 mL de la solución en *tubos de espectral*, se agregó 1,5 mL de reactivo, se agitó y mantuvo a temperatura ambiente, luego con el *espectrofotómetro Milton Roy®* se realizó las lecturas de absorbancia (ABS) a longitud de onda ( $\lambda$ ) de 505 nm; para la correcta lectura se utilizó un tubo con reactivo estándar de glucosa y otro con

solución a concentración de 0 g/L de glucosa como blanco para llevar a cero la absorbancia previo a cada lectura. El contenido de azúcares reductores (AR) se calcula según la siguiente relación:

$$[AR] = (1 \text{ g/L/ABS}_{\text{Estandar}}) \times \text{ABS}_{\text{MuestraProbl.}}$$

Los resultados son expresados en mg /100 mg ó (%).

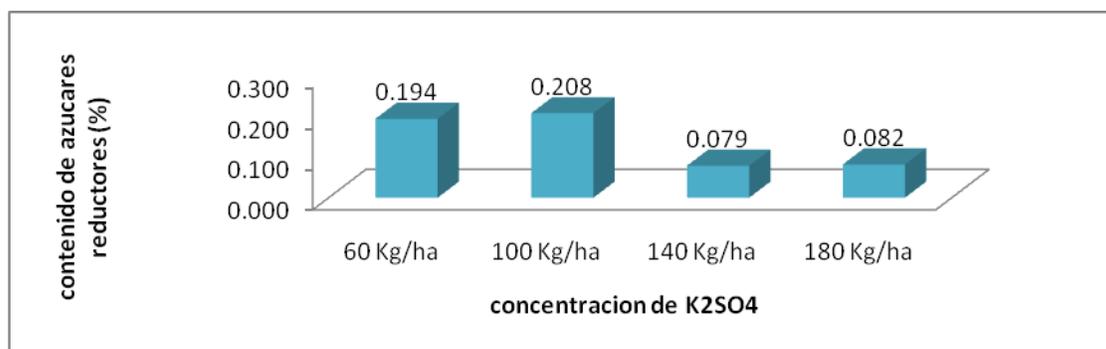
➤ *Rendimiento:* se determinó mediante el peso y número de tubérculos por planta, para ello previamente se clasificó en diferentes categorías: primera (diámetro > 4 cm), segunda (diámetro 2-4 cm) y tercera o no comerciales (diámetro < 2 cm). El rendimiento total de tubérculos fueron expresados en Kg/ha y N°/ha.

**h. Análisis estadístico:**

El análisis estadístico de los resultados se realizó utilizando el análisis de varianza (ANAVA) y la prueba de comparación entre medias, a través del test de comparación múltiple de Duncan para ( $p \leq 0,05$ ); mediante el programa estadístico computacional Statgraphic plus 5.2<sup>29</sup>.

**RESULTADOS**

El contenido de azúcares reductores en los tubérculos de *Solanum tuberosum* var. unica a diferentes concentraciones de  $K_2SO_4$ , fue de 0.079 y 0.082 %, en aquellos cuya aplicación fue de 140 y 180 Kg/ha de  $K_2SO_4$  respectivamente, a diferencia de los 0.194 y 0.208 % encontrados con la aplicación de 60 y 100 Kg/ha de  $K_2SO_4$ , apreciando que el contenido de azúcares reductores disminuye a medida que la aplicación de sulfato de potasio es mayor, como se puede apreciar en la (Fig. 1).



**Fig. 1.** Contenido de azúcares reductores en tubérculos de *S. tuberosum* var. unica con aplicación de diferentes concentraciones de sulfato de potasio.

El análisis de varianza brinda un p-valor del test F inferior a 0.05, lo que indica que hay diferencia estadísticamente significativa entre el Contenido de Azúcares Reductores medias de un nivel de Tratamientos a otro, para un nivel de confianza del 95.0%. (Tabla N° 2). El contenido de azúcares

reductores es estadísticamente significativo menor en los tubérculos aplicados con los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> que en los T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, sin embargo; no existe diferencias significativas entre ellos como se aprecia en (Tabla N° 3.a).

**TABLA N° 3.** Análisis de varianza para el contenido de azúcares reductores en tubérculos de *S. tuberosum* var. unica con diferentes concentraciones de sulfato de potasio.

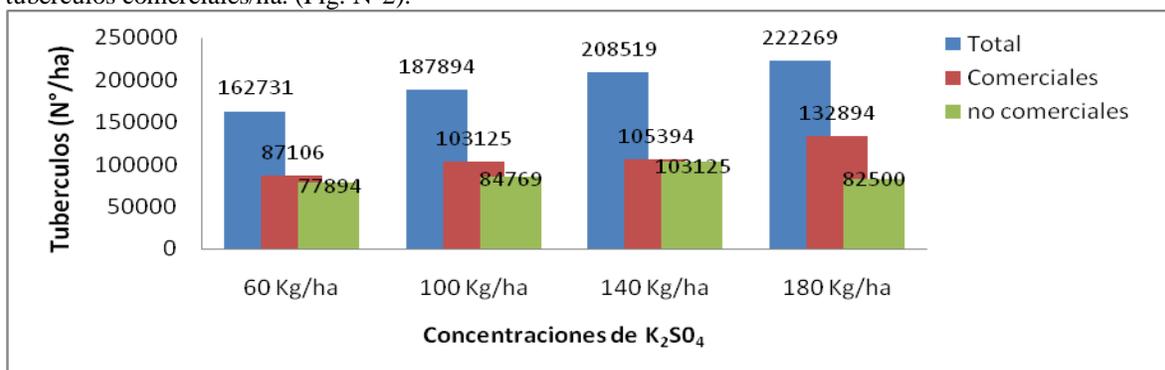
Fuente	SC.	GL.	CM.	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0.0442	3	0.0147	4.25	0.0452
Intra grupos	0.0278	8	0.0035		
Total (Corr.)	0.0720	11			

**TABLA N° 3.a.** Contraste Múltiple de Rango para el contenido de azúcares reductores en tubérculos de *S. tuberosum* var. unica con diferentes concentraciones de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

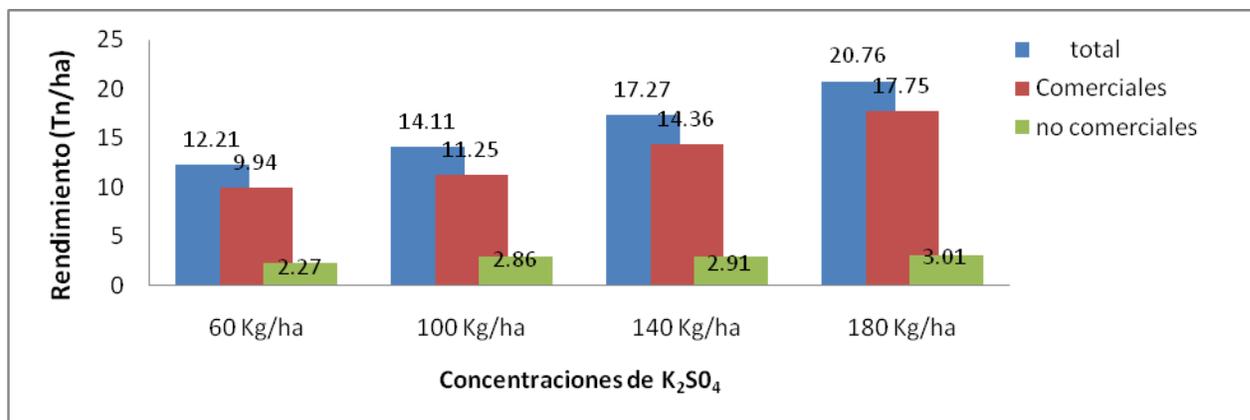
<i>Método: 95.0 porcentaje Duncan</i>			
Tratamientos	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T3	3	0.0787	X
T4	3	0.0817	X
T1	3	0.1947	X
T2	3	0.2077	X

Respecto al rendimiento evaluado a través de la cantidad y peso de los tubérculos de *S. tuberosum* var. unica aplicados con diferentes concentraciones de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, los mayores resultados en rendimiento se obtuvieron entre los tratamientos con 140 y 180 Kg/ha de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, produciendo rendimientos de 105394 y 132894 tubérculos comerciales/ha respectivamente, así mismo en los tratamientos de 60 y 100 Kg/ha un rendimiento promedio de 87106 y 103125 tubérculos comerciales/ha. (Fig. N°2).

El rendimiento en peso, se obtuvo 14.36 y 17.75 Ton/ha de tubérculos comerciales en los tratamientos de 140 y 180 Kg/ha de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> respectivamente y los tratamientos de 60 y 100 Kg/ha de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> un rendimiento promedio de 9.94 y 11.25 Tn/ha de tubérculos comerciales (Fig. N°3). Logrando apreciar en ambos casos que el rendimiento tanto de los tubérculos comerciales y totales aumenta a medida que se incrementa la concentración de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.



**Fig. 2.** Promedios del rendimiento en cantidad (N°/ha) de tubérculos totales, comerciales y no comerciales de *S. tuberosum* var. unica a diferentes concentraciones de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.



**Fig. 3.** Promedio del rendimiento en peso (Tn/ha) de tubérculos totales, comerciales y no comerciales de *S. tuberosum* var. unica a diferentes concentraciones de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

El análisis de varianza en la evaluación del rendimiento tanto en peso de tubérculos totales como comerciales (Tn/ha), proporciona un p-valor del test F inferior a 0.05, lo que indica que hay diferencia estadísticamente significativa entre el peso promedio total y comercial de tubérculos entre un nivel de tratamiento a otro (Tablas 3 y 4); obteniéndose que el rendimiento en peso es

significativamente mayor con 180 Kg/ha de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos restantes que produjeron rendimientos menores (Tablas 3.a y 4.a).

Efecto contrario ocurre con el peso y número de los tubérculos no comerciales, donde no presenta diferencia estadística significativa para todas las concentraciones de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**TABLA 4.** Análisis de varianza para peso de tubérculos totales (Tn/ha) según tratamiento.

Fuente	S.C.	G.L.	C.M.	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	1.8605	3	0.6202	5.49	0.0241
Intra grupos	0.9032	8	0.1128		
Total (Corr.)	2.7637	11			

**TABLA 4.a.** Contraste Múltiple de Rango para el peso total (Kg/ha) según Tratamiento.

<i>Método: 95.0 porcentaje Duncan</i>				
Tratamientos	Frec.	Media	Grupos homogéneos	
T1	3	12.2333	X	
T2	3	14.1000	X	
T3	3	17.2667	X	X
T4	3	20.7333	X	

**Tabla 5.** Análisis de varianza para peso de tubérculos comerciales (Kg/ha) por tratamiento.

Fuente	S.C.	G.L.	C.M.	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	1.6052	3	0.5351	6.40	0.0161
Intra grupos	0.6690	8	0.8363		
Total (Corr.)	2.2742	11			

**TABLA 5.a.** Contraste Múltiple de Rango para pesos comerciales según Tratamientos

<i>Método: 95.0 porcentaje Duncan</i>			
Tratamientos	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T1	3	9.93333	X
T2	3	11.2667	X
T3	3	14.3667	X X
T4	3	17.7667	X

## DISCUSIÓN

La relación inversa entre el contenido de azúcares reductores en los tubérculos de *S. tuberosum* var. UNNICA (Fig. 1), con la aplicación de diferentes concentraciones de  $K_2SO_4$ , se fundamenta en que el potasio interviene en la síntesis de almidón, a través del gran número de reacciones enzimáticas, debido a que dicha síntesis se produce mediante fosfatización; ya sea a partir de glucosa o del consumo de esta, lo cual produce la disminución de los azúcares reductores en los órganos de reserva (Tablas 3, 3<sup>a</sup>)<sup>26</sup>, esto confirma también la hipótesis de la relación inversa entre la aplicación de K y el contenido de azúcares reductores y por ende determinante en la calidad de la papa en la industria<sup>14,15,17</sup>. Asimismo el nivel encontrado cumple con los requerimientos comerciales que los azúcares reductores deben ser inferiores a 0,25% o preferiblemente, estar por debajo de 0,1%, al momento de su proceso<sup>6</sup>, siendo 0.079 % el menor valor encontrado de azúcares reductores, ello con aplicación de 140 Kg/ha de  $K_2SO_4$ .

Dichos resultados contrasta con otros trabajos, donde muestran una disminución de azúcares reductores a niveles inferiores de 0.18 % con la aplicación de 300 Kg/ha de  $K_2O$ <sup>12</sup>, y una disminución gradual con el aumento de K aplicado mejorando la calidad del producto procesado<sup>19</sup>. Cuando se aplicó la relación NPK: 1-1-1 (95-95-96), se ha encontrado que la relación 1-1-2 favoreció el mayor contenido de materia seca y menor concentración de azúcares reductores, a niveles de 0.11 %; por otro lado la relación 1-2-1 produjo el mayor rendimiento<sup>23</sup>. También se ha encontrado una disminución estadísticamente no significativa en el contenido de azúcares reductores en tubérculos de papa con la aplicación dosis elevadas de NPK<sup>7</sup>. Sin embargo, existen trabajos de investigación que reportan la no existencia de diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) entre los niveles de potasio sobre el rendimiento de tubérculos frescos, peso

específico, azúcares reductores y calidad de fritura<sup>18</sup>.

De igual modo, se ha encontrado que el mayor contenido de azúcares reductores produjo un color oscuro de los chips y los tubérculos con menor contenido de azúcares reductores y fenoles producen chips de color más claro y mejor calidad<sup>22</sup>. Por otro lado, los azúcares reductores en niveles elevados ejercen una influencia negativa, produciendo un oscurecimiento causado por la reacción entre los grupos aldehídos libres de los azúcares reductores y los grupos amino libres de los aminoácidos de las proteínas durante el procesamiento, conocida como la Reacción de Maillard<sup>7,8</sup>.

Respecto al rendimiento en peso de tubérculos; el mayor rendimiento se logra con la aplicación de 180 Kg/ha de  $K_2SO_4$ ; como se aprecia en la (Fig.2,3; Tablas 4,4<sup>a</sup>5,5<sup>a</sup>). El significativo incremento, es debido a la función del K en la traslocación de los hidratos de carbono durante la fotosíntesis desde las hojas hacia los tubérculos ( Fig. 4,5)<sup>10</sup>; aunado a su alta movilidad, lo que permite se redistribuya con facilidad de célula a célula, de tejido u órganos maduros a los juveniles en desarrollo o a los órganos de almacenamiento.<sup>8,9</sup> Demostrándose además que la aplicación del potasio en cualquiera de sus presentaciones o fuentes (Anexo 1) reduce un incremento en el rendimiento de la papa<sup>16, 17, 28</sup>.

Dichos resultados concuerdan con los encontrados por otros autores<sup>14,15,16,17,18,19,25</sup> con la variación de las condiciones de desarrollo del experimento; las de invernadero conlleva a limitaciones como el hacinamiento, lo que resulta en una menor producción respecto al cultivo desarrollado en campo, ello explica el bajo rendimiento encontrado en el universo de los tratamientos (tablas 4, 4<sup>a</sup> y 5).

## CONCLUSIONES

- El menor contenido de azúcares reductores en tubérculos de *S. tuberosum* var. UNICA se obtuvo con la aplicación de 140 Kg/ha de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- El contenido de azúcares reductores en los tubérculos de *S. tuberosum* var. UNICA varía inversamente con la concentración de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- El mayor rendimiento (Tn/ha.) de los tubérculos comerciales de *S. tuberosum* var. UNICA se logra con la aplicación de 180 Kg/ha de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Centro Internacional de la Papa - CIP. 1998. La papa en cifras: producción, uso, consumo, comercialización: Actualidades de la papa, Lima 2010 disponible en: [http://www.cipotato.org/potato-/facts/facts\\_esp\\_papaprod.pdf](http://www.cipotato.org/potato-/facts/facts_esp_papaprod.pdf).
2. Gutierrez, R., J. Espinoza, M. Bonierbale. UNICA: variedad Peruana para mercado fresco y papa frita con tolerancia y resistencia para condiciones climáticas adversas. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 2007; 14 (1): 41-50.
3. Centro internacional de la papa - CIP. Informe Técnico Anual 2001-2002 del Proyecto FONTAGRO “Selección y Utilización de Variedades de Papa con Resistencia a Enfermedades para el Procesamiento Industrial de América Latina”. Lima-Perú. 2002. 84 p.
4. Vásquez E. Influencia de los Factores Ambientales en la Predicción del Comportamiento de los Clones de Papa para la Costa del Perú. Universidad Nacional Agraria “La Molina”. Lima, Perú. 2003. 102 p.
5. Martínez N., G. Ligarreto. Evaluación de cinco genotipos promisorios de papa *Solanum tuberosum* sp. *andigena* según desempeño agronómico y calidad industrial. *Agronomía Colombiana*, 2005; 23(1): 17-27.
6. Hernández E. Herencia de los factores de calidad para el procesamiento de papas autotetraploides. Tesis de Posgrado. Universidad Agraria de La Molina, Lima. Perú. 1989.
7. Palacios B., S. Jaramillo, L. González, J. Cotes. Efecto de la fertilización sobre la calidad de la papa para procesamiento en dos suelos antioqueños con propiedades ándicas. *Agronomía colombiana*. 2008; 26(3): 487-496.
8. Marschner H. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2a edition. Edit. Academic Press Limited. London. 1995. pp. 21-40.
9. Salisbury F., C. Ross. Fisiología Vegetal. Cuarta Edición. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V. México. D.F. 1994. 758 p.
10. Bernal J., J. Espinosa. Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos. Instituto de la Potasa y el Fósforo. INPOFOS. Quito – Ecuador. 2003.
11. Alarcón N. Efecto del Potasio en la Calidad de la Papa Para Industria, *Revista Papas Colombianas*. 2000; 3(1-2): 78-84.
12. Lanwedel L. Efecto de diferentes niveles de aplicación de potasio sobre el contenido de azúcares reductores en los tubérculos de papa (Universidad de Gottingen). 2002. disponible en: [http://www.kalimbh.com/eses/fertiliser/advisory\\_service/crops/potatoht](http://www.kalimbh.com/eses/fertiliser/advisory_service/crops/potatoht).
13. Hasbún J., P. Esquivel, A. Brenes, I. Alfaro. Propiedades Físico-Químicas y Parámetros de Calidad Para Uso Industrial de Cuatro Variedades de Papa. *Agronomía Costarricense*. 2009; 33(1): 77-89.
14. Bishnu H., B. Krishna. Effect of Potassium on Potato Tuber Production in Acid Soils of Malepatan, Pokhara. *Nepal Agric. Res. Journal*. 2006; 7(1): 42-48.
15. Al-Moshileh A., M. Errebhi, M. Motawei. Effect of various potassium and nitrogen rates and splitting methods on potato under sandy soil and arid environmental conditions. *Emir. Journal Agric. Sci*. 2005; 17(1): 01-09.
16. Al-Moshileh M., M. Errebhi. Effect of Various Potassium Sulfate Rates on Growth, Yield and Quality of Potato Grown under Sandy Soil and Arid Conditions. IPI regional workshop on Potassium and Fertigation development in West Asia and North Africa; Rabat, Morocco, 24-28 /11/2004. disponible en: <http://www.ipipotash.org/udocs/Effect/of/Variou/Potassium/Sulf./Rates%20on.pdf>.
17. Haase T., C. Schuler, N. Haase. Impact of agronomic measures on yield and quality of organic potatoes (*Solanum tuberosum* L.) for industrial processing. 16<sup>th</sup> IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, 16-20/06/2008. Disponible en: [http://www.orgprints.org/12390/1/Haase\\_12390\\_ed.doc](http://www.orgprints.org/12390/1/Haase_12390_ed.doc).
18. Abdelgadir A., M. Errebhi, H. Sarhan, M. Ibrahim. The Effect of Different Levels of Additional Potassium on Yield and Industrial Qualities of Potato (*Solanum tuberosum* L.) in an Irrigated Arid Region. *American Journal of Potato Research*. 2003; 80(3): 219-222.
19. Moinuddin A., U. Shahid. Influencia de la aplicación combinada de potasio y azufre sobre el rendimiento, la calidad y el comportamiento de almacenaje de la Papa. Disponible en: <http://www.informaworld.com/smpp/content.db=a1lcontent=a713624968>.
20. Becerra L., S. Navia, C. Núñez. Efecto de niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar ‘Criolla Guaneña’ en el departamento

de Nariño. Revista Latinoamericana De La Papa 2007; 14(1): 51-60.

21. Pérez L., L. Rodríguez, M. Gómez. Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y mg y la aplicación de los micronutrientes B, Mn y Zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (*Solanum phureja*) var. Criolla. Agronomía colombiana. 2008; 26(3): 477-486.

22. Vázquez G., O. Rubio, Y. Salinas. Contenido de fenoles, azúcares solubles y calidad de chips en Cuatro variedades de papa (*solanum tuberosum* l.) Producidas bajo 3 Sistemas de protección de las plantas. XXIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa y VI Seminario Latinoamericano de Uso y Comercialización de la Papa: Memorias - 1a ed. - Mar del Plata - Argentina: 2008. Pag. 64.

23. Mejía D., L. Arenas, L. Rodríguez, M. Gomez. Efecto de diferentes relaciones de fertilización edáfica, sobre el rendimiento y calidad de frito de la variedad diploide criolla guaneña en colombia. XXIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa y VI Seminario Latinoamericano de Uso y Comercialización de la Papa: Memorias- 1a ed. - Mar del Plata - Argentina: 2008. Pag. 116.

24. Riveros Ch., S. Huanco, R. Boza, A. Alvarado, L. Zuñiga, M. Torres. Mejoramiento de

la calidad industrial de la papa en la sierra Central del Perú. XXIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa y VI Seminario Latinoamericano de Uso y Comercialización de la Papa: Memorias-1a ed. - Mar del Plata - Argentina: 2008. Pag. 262.

25. Añez B. Respuesta de la papa a la aplicación fraccionada de nitrógeno y potasio. Agricultura Andina 2006; 11(1): 28-38.

26. Schneider A. Release and fixation of potassium by a loamy soil as affected by initial water content and potassium status of soil samples. *European J. Soil Sci.* 1997; 48(1): 263-271.

27. Rao C., A. Rao. Minimal exchangeable potassium status of 15 smectitic soils in relation to potassium, uptake and plant mobilization rate of soil reserve potassium. *Communication in Soil Science and Plant Analysis.* 2000; 31(1):913-921.

28. Martínez N., G. Ligarreto. Evaluación de cinco genotipos promisorios de papa *Solanum tuberosum* sp. andigena según desempeño agronómico y calidad industrial. *Agronomía Colombiana*, 2005; 23(1): 17-27.

29. Steel H y J. Torrie. 1989. Bioestadística. Mc Graw-Hill. México.

Correspondencia:

Segundo Eloy López Medina

Centro Laboral: Departamento de Biológicas,

Facultad de CC. Biológicas,

Universidad Nacional de Trujillo.

Dirección:

N- 25 Urb. Monserrate-Trujillo

Telefono:

044-617171 / 949581627

E-mail:

Seellome88@gmail.com

ANEXOS



**Fig. 4** Plantas de *Solanum tuberosum* var. UNICA tratado con 180 Kg/ha de  $K_2SO_4$   
( a) 50 días, (b) 85 días



(a) (b)  
**Fig. 5** Tubérculos comerciales (a) y no comerciales (b) *Solanum tuberosum* var. UNICA tratadas con 180 Kg/ha de  $K_2SO_4$