

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**EFECTO DEL POTASIO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIBRE DE DOS
CULTIVARES DE PAPA SEMILLA (*Solanum tuberosum* L.) EN UN
SUELO ANDISOL DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera, como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

VICTOR MANUEL SÁEZ BALBOA

TEMUCO – CHILE
2011

**EFECTO DEL POTASIO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIBRE DE DOS
CULTIVARES DE PAPA SEMILLA (*Solanum tuberosum* L.) EN UN
SUELO ANDISOL DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS**

PROFESOR GUÍA:

Sr. HERNÁN PINILLA QUEZADA
Ingeniero Agrónomo
Magíster en Ciencias Agropecuarias
Mención Fertilidad de Suelos.
Departamento de Producción Agropecuaria
Universidad de La Frontera

PROFESORES CONSEJEROS:

Sr. HÉCTOR SANHUEZA ROA
Ingeniero de Ejecución Agrícola

CALIFICACIÓN PROMEDIO TESIS:

ÍNDICE

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN.	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	3
2.1	Requerimientos edafoclimáticos.	3
2.2	Absorción de potasio por el cultivo de la papa.	4
2.3	Efectos del potasio sobre el rendimiento.	7
2.4	Efectos del potasio en el calibre del tubérculo.	8
2.5	Requerimientos de potasio del cultivo de la papa.	9
3	MATERIALES Y MÉTODOS.	10
3.1	Ubicación del ensayo.	10
3.2	Características edafoclimáticas del sector del ensayo.	10
3.2.1	Clima.	10
3.2.2	Suelo.	10
3.3	Material Vegetal.	11
3.4	Diseño experimental.	12
3.5	Manejo del ensayo.	12
3.6	Evaluaciones.	13
3.6.1	Rendimiento total.	13
3.6.2	Rendimiento por calibre.	14
3.6.3	Absorción de potasio.	14
3.7	Análisis estadístico.	14
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	15
4.1	Efecto de diferentes dosis de potasio en el rendimiento.	15
4.2	Efecto de diferentes dosis de potasio en el calibre.	17
4.3	Absorción de potasio por el cultivo de la papa.	19

4.4	Requerimientos de potasio del cultivo de la papa.	21
5	CONCLUSIONES.	22
6	RESUMEN.	23
7	SUMMARY.	25
8	LITERATURA CITADA.	27
9	ANEXOS.	30

1. INTRODUCCIÓN.

La papa es uno de los principales cultivos agrícolas a nivel mundial y nacional en cuanto a superficie, después de los cereales y algunos cultivos destinados a la agroindustria. En Chile está presente en gran parte del país y principalmente en la Región de La Araucanía, Región de los Lagos y La Región de los Ríos, teniendo una gran importancia económica, agrícola y social. Estas regiones presentan la mayor superficie del país y tradicionalmente se conoce como la zona productora de semilla, caracterizada por su clima frío, suelos profundos y ricos en materia orgánica y sin presencia de plagas cuarentenarias; sin embargo predominan los semilleros de papa corriente, y solo algunos bajo certificación.

La fertilización del cultivo de papa representa alrededor del 25% de los costos totales de producción. Este cultivo responde notablemente a la fertilización y permite incrementar considerablemente el rendimiento final del cultivo. Las características de cada cultivar y su uso final ya sea para producción comercial o para papa semilla hacen una gran diferencia en el manejo del cultivo y en los requerimientos nutricionales. La extracción de nutrientes depende de factores internos, como el potencial genético de la planta o la edad, y de factores relacionados con el ambiente en que se desarrolle el cultivo, tales como la temperatura, humedad y suelo. La aplicación excesiva de fertilizantes es uno de los mayores problemas en el cultivo de la papa ya que los agricultores utilizan muchas veces dosis mayores a las requeridas por el cultivo, lo que involucra un gasto mayor y contaminación de las napas freáticas.

La papa semilla es uno de los factores fundamentales para garantizar una alta productividad de tubérculos ya sea para producción comercial o para semilla; es por esto que la nutrición mineral tiene gran importancia para conocer los requerimientos de este cultivo y los diferentes cultivares. En los estudios que existen todavía hay gran divergencia entre algunos autores en cuanto a la real demanda de este cultivo lo que hace necesario seguir investigando.

Hipótesis

La aplicación de potasio incrementa la producción de papa semilla según cultivar.

Objetivos

El presente estudio plantea determinar:

- El efecto del potasio en la producción total de papa semilla.
- El efecto del potasio en el calibre del tubérculo.
- El requerimiento de potasio por tonelada de tubérculo.
- La absorción de potasio en diferentes etapas de desarrollo de los cultivares.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 Requerimientos edafoclimáticos.

Se cultiva desde 5.500 m.s.n.m en los Himalayas hasta unos metros bajo el nivel del mar en los Países Bajos. El rubro se adapta a una amplia gama de suelos, sin embargo, la textura de éstos se convierte en el principal factor a considerar. Por tal razón necesita suelos cuya textura favorezcan una buena aireación, un adecuado drenaje y una penetración profunda de las raíces (Linares y Gutiérrez, 2002). El proceso productivo se realiza en dos períodos del año dependiendo de la zona, de la disponibilidad de recursos, de la experiencia del productor, de la mecanización, de la fertilización, entre otros factores (Abreu *et al.*, 1993).

El clima más adecuado para el cultivo es el templado. Las temperaturas demasiado bajas acompañadas de heladas, dan como resultado una escasa producción debido al reducido tamaño de los tubérculos, por lo que no conviene que las temperaturas mínimas sean inferiores a 2°C (Sobrino, 1992).

La papa, para emerger, requiere de una temperatura mínima del suelo de aproximadamente 6°C. Este requerimiento, junto a las temperaturas posteriores del ambiente, son aspectos que necesariamente se deben considerar al momento de dar inicio a una plantación (Contreras, 2002).

La temperatura foliar óptima para la fotosíntesis en el cultivo de la papa es bastante amplia: oscila entre 18°C y 24°C. Existe una gran diferencia de respuesta entre las diferentes especies y cultivares de papa a las altas temperaturas y también la respuesta a temperaturas de enfriamiento y congelamiento varía ampliamente entre los diferentes genotipos. Las

temperaturas de enfriamiento y de congelamiento ocasionan descenso en la tasa fotosintética y tienen efectos nocivos en el crecimiento de los cultivares de papa, en las relaciones hídricas y en los procesos de translocación y asignación del carbono. La magnitud del daño varía de acuerdo a la intensidad y periodicidad de las bajas temperaturas y al estado fenológico y sensibilidad de los cultivares utilizados (Rodríguez *et al.*, 2003).

Se cultiva en suelos con una textura franca, con pendiente máxima del 30%, pH entre 5,2 y 5,9 y altos contenidos de materia orgánica. Por lo general estos suelos presentan una capacidad de intercambio catiónico (CIC) de media a alta; sin embargo muestran respuesta favorable a la aplicación de fertilizantes fosfóricos y potásicos (Calderón 2004). Mosquera (2003), señala que el mejor suelo para su cultivo es aquel que presenta un buen drenaje, que evite el exceso de humedad en la raíz, pH entre 5,2 y 5,9 y buenos niveles de materia orgánica.

La zona sur, es la que presenta las mejores ventajas comparativas en el país. Los suelos profundos, de acidez moderada y el clima templado frío favorecen al cultivo. La ausencia de enfermedades y plagas cuarentenarias, en tanto, crean un ambiente ideal para la generación de semillas (INDAP, 2004).

2.2 Absorción de potasio por el cultivo de la papa.

La nutrición mineral es uno de los factores que más contribuye para lograr un elevado rendimiento y mejor calidad del producto, de forma que los nutrientes deben ser aplicados de acuerdo a las exigencias del cultivo, en las cantidades y épocas adecuadas. Una de las herramientas utilizadas en la determinación de fertilizaciones balanceadas, son las curvas de absorción de nutrientes, expresadas bajo la forma de curvas en función de la edad de la planta (Nunes *et al.*, 1981). El conocimiento de la cantidad de nutrientes en la planta en cada fase de crecimiento, suministra información que ayuda al establecimiento de programas de fertilización.

Sin embargo, esas curvas reflejan apenas lo que la planta necesita y no lo que debe ser aplicado, ya que debe considerarse la eficiencia del aprovechamiento de los nutrientes, el cual varía según las condiciones de fertilidad del suelo, la época de siembra, condiciones climáticas, manejo del sistema de cultivo, finalidad de uso del producto cosechado y sistema de irrigación. En lo fundamental, las curvas de absorción de nutrientes auxilian en los programas de fertilización, principalmente en las cantidades de los diferentes nutrientes que deben ser aplicados en las diferentes etapas fisiológicas de las plantas (Villas-Boas, 2001).

La alta utilización de fertilizantes aumenta los riesgos potenciales de contaminación del medio ambiente. Por lo tanto, la mejora de la eficiencia de nutrientes en los cultivos es un tema importante tanto para la reducción de costos en la producción agrícola como para la protección del medio ambiente (Karam *et al.*, 2009). Los agricultores suelen diagnosticar y corregir las deficiencias de nitrógeno y fósforo, olvidándose muchas veces del efecto de la deficiencia de otros macronutrientes esenciales como el potasio, que afectará la respuesta de absorción de N y P (Perrenoud, 1993; Singh and Trehan, 1998; Kumar *et al.*, 2007).

Dado que la biomasa y la tasa de aumento de volumen de los tubérculos de papa son afectados positivamente por la síntesis y acumulación de almidón; el potasio juega un papel clave en este sentido ya que influye en la división celular, la iniciación y engrosamiento de los tubérculos, formación de hidratos de carbono por fotosíntesis, la translocación de azúcares y también influye en la actividad enzimática (George *et al.*, 2002; Byju y George, 2005).

Sancho (1999) y Bertsch (2003), afirman que la extracción de nutrientes depende de factores internos, como el potencial genético de la planta o la edad, y de factores externos que son los relacionados con el ambiente en que se desarrolle el cultivo, tales como la temperatura, humedad y tipo de suelo. De lo anterior se deduce que cada curva es específica para cada variedad y depende de las condiciones en las que se esté desarrollando.

Karam *et al.* (2009), evaluó cuatro genotipos, y observó que el patrón de respuesta de la absorción de potasio en los tubérculos a las diferentes dosis, mostró la menor captación al inicio de tuberización (66 días después de la plantación). Después de este período, la captación de potasio se incrementó hasta los 80 DDP y hasta los tubérculos maduros (100 DDP), para llegar a la máxima absorción en la cosecha (120 DDP). Además, la absorción de potasio aumentó en todos los genotipos con el aumento de la dosis. Allison *et al.* 2001, también observó un aumento de la absorción de K por los tubérculos después de la aplicación progresiva de fertilizantes potásicos, asimismo encontraron que el aumento de potasio absorbido iba acompañado de un aumento de materia seca.

Según Coraspe *et al.* (2008), quienes estudiaron plantas *in vitro* del cultivar Atlantic, la mayor acumulación en la hoja ocurre a los 64 días después del trasplante (236,12 mg/ planta) y representa el 29,32% del total acumulado. En el tallo la máxima acumulación es de 259,48 mg/ planta y representa el 32,22%, alcanzándose a los 67 días después del trasplante; lo que sumado corresponde al 61,54% del total acumulado.

Westermann *et al.* (1994), afirman que con porcentajes superiores a 5% de potasio en los pecíolos, los rendimientos no aumentan. La concentración crítica podría estar en alrededor del 5% y 4,5% de potasio a los 79 y 106 días después de la plantación, respectivamente.

Reis Junior y Fontes (1996), estudiando los efectos de la fertilización potásica en papa, verificaron que de 74,1 a 89,1 g kg⁻¹ de K en la materia seca de los folíolos son suficientes para garantizar 99-100% de la producción.

2.3 Efectos del potasio en el rendimiento.

Kupe *et al.* (2009), estudió los efectos de los fertilizantes potásicos en los componentes de rendimiento del cultivo de la papa y los indicadores de calidad, logrando inferir que en un rango de 150-200 kg ha⁻¹ de K₂O se mejoran las variables de calidad y la producción, optimizando así los indicadores económicos.

Karam *et a.* (2009), estudió la aplicación progresiva de fertilizantes de potasio de 0 a 288 kg ha⁻¹ de K₂O, en un suelo con 115 mg kg⁻¹ de potasio intercambiable; afectando significativamente los componentes del rendimiento, absorción de potasio de tubérculos y eficiencia del uso del potasio por el cultivo. El rendimiento del tubérculo total aumentó en forma cuadrática hasta la dosis de 192 kg ha⁻¹ de K₂O, logrando un promedio de 45 t ha⁻¹, estableciéndose un consumo de lujo hasta la dosis de 288 kg ha⁻¹ de K₂O.

Ahmed *et al.* (2009), evaluaron el efecto del sulfato de potasio en el cultivo de papa durante dos temporadas, 2006 y 2007. El suelo se muestreó antes de la plantación para determinar su contenido de potasio de intercambio, teniendo una disponibilidad de 160 mg kg⁻¹ para la temporada del 2006 y 195 mg kg⁻¹ para la temporada del 2007. El aumento de sulfato de potasio de hasta 450 kg ha⁻¹ de K₂O aumentó el rendimiento, logrando 30 y 33,39 t ha⁻¹ para la primera y segunda temporada, respectivamente. En tanto el tratamiento con 112 kg ha⁻¹ de K₂O obtuvo un rendimiento de 27,87 t ha⁻¹ en la primera temporada y 27,40 t ha⁻¹ en la segunda temporada.

Cortez (2007), evaluó el efecto de diferentes dosis de cloruro de potasio en la variedad Desirée; obteniendo un rendimiento de 15,36 t ha⁻¹ con una dosis de 80 kg ha⁻¹ de K₂O. En cuanto al incremento del rendimiento total, este fue de 3,82 t ha⁻¹, equivalente a 24,8% más que el testigo y el menor incremento se obtuvo con 20 kg ha⁻¹ de K₂O con un valor de 1,12 t ha⁻¹ correspondiente a un 8,8 %.

Investigaciones realizadas por Ruiz *et al.* (2003), en un suelo ferralítico rojo con 179 mg kg⁻¹ de potasio intercambiable obtuvieron un rendimiento de 42.6 t ha⁻¹ con una dosis de 275 kg ha⁻¹ de K₂O; destacándose un gran aumento respecto del testigo sin potasio el cual obtuvo un rendimiento de 22.84 t ha⁻¹. También se observaron efectos positivos en la altura de la planta y porcentaje de cobertura del suelo por las plantas.

2.4 Efectos del potasio en el calibre del tubérculo.

Ahmed *et al.* (2009), señalan que además de diferencias en el rendimiento, las diferentes dosis de sulfato de potasio también afectan el calibre de los tubérculos.

Investigaciones realizadas por Cornejo (2006), determinaron que el porcentaje de tubérculos mayores a 60 mm. aumentaba con dosis altas de potasio con respecto al tratamiento sin K. Además concluyó que mediante una adición de una dosis alta de potasio se puede mantener un bajo porcentaje de tubérculos pequeños.

Karam *et al.* (2009), observó un aumento progresivo en tubérculos de grado medio y grande como resultado del aumento de las tasas de aplicación de K. Por el contrario, la producción de tubérculos pequeños siguió una tendencia opuesta, ya que el tratamiento sin potasio dio el mayor rendimiento de estos, reduciendo de forma lineal y cuadrática por el aumento de los niveles de K. Esto indica que los tubérculos de menor tamaño pueden ser producidos para la producción de semilla de papa mediante la aplicación de dosis relativamente bajas de K junto con la dosis recomendada de N y P.

Dias *et al.* (2007), encontraron diferencias en los calibres de los tubérculos debido a las distintas dosis de potasio y afirmaron que con dosis parcializadas y altas, aumenta el porcentaje de tubérculos comerciales en desmedro de los tubérculos de desecho. Con respecto a este tema

autores como Perrenoud (1993) y Contreras (2002) señalan que con bajas dosis de potasio aumenta la proporción de tubérculos medianos y pequeños.

2.5 Requerimientos de potasio del cultivo de la papa.

El suministro de este elemento por los suelos trumaos es variable y depende del contenido del suelo antes de la plantación, a su vez esto depende de la textura del suelo y del historial de fertilización potásica. Suelos arenosos generalmente presentan un contenido y una reserva menor de potasio, que suelos con mayor contenido de arcilla (Sierra *et al.*, 2002).

Durante el máximo desarrollo del follaje si las plantas se han desarrollado adecuadamente pueden haber absorbido más de 350 o 420 kg ha⁻¹ de K₂O. Al momento de la cosecha los tubérculos maduros contienen 1,5 a 2,5% de K de la materia seca. Por lo tanto, si el rendimiento es bueno, se puede llegar a extraer unos 200 kg de K; esto es considerablemente menor que lo absorbido por la planta entera durante todo el ciclo de desarrollo (Van Der Zaag, 1986).

Sierra *et al.* (2002), comprobaron que para los cultivares Desirée y Pimpernel existe una demanda de 4,3 y 5,2 kg ha⁻¹ de K, respectivamente. Por su parte, Melo *et al.* (2006), determinaron que para un rendimiento de 33 t ha⁻¹, el cultivo absorbió un total de 187 kg ha⁻¹ de K, lo que dio como resultado una demanda de 5,6 kg K t⁻¹.

Cornejo (2006), señala que en el cultivar Desirée la cantidad de K demandada en follaje y tubérculos es de 4,1 kg K t⁻¹; y solo en tubérculos la absorción total de potasio al momento de la cosecha es de 3,9 kg K t⁻¹.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Ubicación del ensayo.

El estudio experimental se realizó en la temporada 2009-2010 en La Estación Experimental La Flor, propiedad de la empresa “Semillas SZ”. Este está ubicado en la comuna de Llanquihue, provincia de Llanquihue, Región de los Lagos, encontrándose entre los 41° 15' latitud sur - 73° 12' longitud oeste.

3.2 Características edafoclimáticas del sector del ensayo.

3.2.1 Clima. El clima que presenta la Región de los Lagos es templado lluvioso, con un régimen de precipitaciones y ausencia de períodos secos distribuidas a lo largo de todo el año; sin embargo, al igual que en otras regiones presenta variaciones por efecto del relieve. En este caso por la presencia de la Cordillera de la Costa y de los Andes, se producen significativas diferencias de precipitaciones. Así mientras al occidente de los macizos andino y costero presentan las más altas precipitaciones, hacia la depresión intermedia éstas disminuyen (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2011).

3.2.2 Suelo. El suelo de la estación experimental corresponde a un Andisol, perteneciente a la serie Nueva Braunau. Las características químicas del suelo donde se estableció el ensayo, se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características químicas del suelo.

ELEMENTO	CONTENIDO
Fósforo (mg/kg)	21
Potasio (mg/kg)	180
pH (en agua)	5,36
Potasio (cmol+/kg)	0,46
Calcio (cmol+/kg)	1,22
Magnesio (cmol+/kg)	0,47
Sódio (cmol+/kg)	0,05
Aluminio (cmol+/kg)	0,41
Saturación de aluminio	15,71
CICE (cmol+/kg)	2,61
Suma bases (cmol+/kg)	2,2
Boro (mg/kg)	0,42
Zn (mg/kg)	0,3
Azufre (mg/kg)	28

Fuente: *Laboratório de Análisis Químico de Suelos y Plantas. Instituto de Agroindustrias, Universidad de La Frontera.*

3.3 Material Vegetal.

Se utilizó como material vegetal dos cultivares de tubérculos semilla; estas corresponden a las variedades Asterix y Red Scarlett. La variedad Asterix presenta color de piel roja, tubérculo oval alargado, ojos superficiales; sus flores son abundantes y de color rojo violeta; presenta una madurez semitardía y altos rendimientos adaptándose a todas las zonas paperas del país. La variedad Red Scarlett tiene un color de piel roja, pulpa blanca-amarilla, tubérculo oval alargado, ojos superficiales; posee un alto rendimiento, buen desarrollo del follaje, madurez semitemprana e igualmente apta para todas las zonas paperas del país.

El material vegetal de las dos variedades corresponde a tubérculos semillas certificados pertenecientes a la empresa “Semillas SZ”.

3.4 Diseño experimental.

Para este experimento se utilizó un diseño completamente al azar (Little y Hills, 1989). El experimento consistió en cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno en parcelas de 3 x 6 metros, con cuatro hileras de plantación por parcela y caminos de 1 metro. En el cuadro 2 se detalla los tratamientos y repeticiones del experimento.

Cuadro 2. Dosis de potasio aplicada a las unidades experimentales.

Dosis total K ₂ O/ha	Plantación (%)	Inicio tuberización (%)
0 kg K ₂ O ha ⁻¹	-	-
100 kg K ₂ O ha ⁻¹	60	40
200 kg K ₂ O ha ⁻¹	60	40
300 kg K ₂ O ha ⁻¹	60	40

3.5 Manejo del ensayo.

La plantación se realizó el día 15 de octubre de 2009 para la variedad Asterix y el 16 de octubre de 2009 para la variedad Red Scarlett. La semilla se desinfectó con Fludioxonil *(Celest 025 FS), en dosis de 200 cc/200 kg de semilla.

La densidad de plantación fue de 74000 plantas por hectárea, con una distancia de 75 cm entre hilera y 18 cm sobre la hilera.

La fertilización base del ensayo fue de: 55 kilos de N; 200 kilos de P₂O₅; 87 kilos de CaO; 38 kilos de MgO; 31 kilos de S; 2 kilos de B y 5 kilos de Zn por hectárea, respectivamente al momento de la plantación y 46 kilos de N a inicio de tuberización.

El control de malezas se efectuó en pre-emergencia aplicando Metribuzina *(Bectra 48 SC) en dosis de 1,5 lt/ha y en post-emergencia con Haloxifop-R Ester Metílico *(Galant plus) con una dosis de 1 lt/ha.

A los 45 días después de la plantación se realizó una aporca mecánica con un aporcador acoplado al enganche integral de un tractor, permitiéndole a la planta aumentar la superficie radicular sin dañar el desarrollo del cultivo.

Para el control de tizón tardío y tizón temprano se utilizaron fungicidas preventivos y curativos utilizados frecuentemente por la empresa. Se realizó una aplicación preventiva para tizón temprano y cuatro aplicaciones para el tizón tardío alternando productos preventivos y curativos.

A los 110 días de desarrollo del cultivo se aplicó un desecante foliar para detener el crecimiento del cultivo ya que el estudio está enfocado a la producción de tubérculos semilla. Para esto se aplicó Paraquat *(Gramoxone) en dosis de 2,5 lt/ha.

3.6 Evaluaciones.

Se realizaron evaluaciones durante el desarrollo del cultivo y al momento de la cosecha. Estas evaluaciones consistieron en absorción de potasio, rendimiento total y rendimiento por calibre. A continuación se explica la metodología utilizada para las evaluaciones.

3.6.1 Rendimiento total. Se obtuvo pesando todos los tubérculos de cada parcela por separado de las dos hileras centrales en un área de 9 m². Luego se obtuvo un promedio para cada tratamiento y el valor obtenido se expresó en t ha⁻¹.

3.6.2 Rendimiento por calibre. Se determinó clasificando de acuerdo a su diámetro ecuatorial en menores de 28 mm, 28 – 35 mm, 35 – 45 mm, 45 – 55 mm, 55 – 60 mm y mayor a 60 mm. Luego se pesó cada categoría y el valor se expresó en $t\ ha^{-1}$.

3.6.3 Absorción de potasio. Se realizaron tres muestreos de plantas enteras; esto incluyó follaje y tubérculos a los 60, 90 y 110 días post-plantación. Se pesó en fresco tanto la parte aérea como los tubérculos para luego secarlos en un horno de circulación de aire forzado a $65\ ^\circ C$ durante 72 horas; posteriormente se pesó nuevamente para determinar la materia seca de cada tratamiento mediante la fórmula: $\%MS = (\text{Peso seco} / \text{Peso verde}) * 100$. Consecutivamente se eligieron las partes más representativas de cada tratamiento, para moler y ser enviada una muestra al laboratorio para determinar el potasio total y calcular el contenido de potasio absorbido por cada parte de la planta.

En el cuadro 3 se detallan en número y período de muestreos realizados al follaje y tubérculos.

Cuadro 3. Número de muestreos y días después de la plantación en que se realizaron.

Nº Muestreo	Post-plantación follaje y tubérculos (días)
1	60
2	90
3	110

3.7 Análisis estadístico.

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente, para verificar si existían diferencias estadísticas mediante un análisis de varianza (ANDEVA). Las diferencias de medias se determinaron mediante una prueba de comparaciones múltiples, a través del test de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Efecto de diferentes dosis de potasio en el rendimiento.

En la figura 1 se presentan los resultados del rendimiento obtenido con los dos cultivares y las distintas dosis de potasio aplicadas.

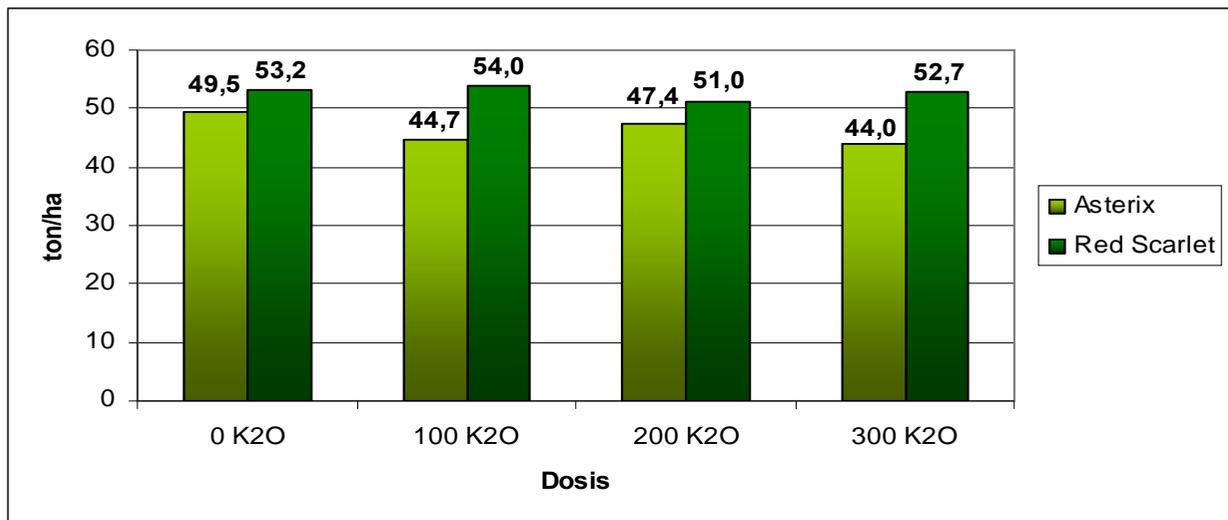


Figura 1. Efecto de dosis de potasio en el rendimiento de tubérculos de los dos cultivares, expresado en ton/ha.

De acuerdo al análisis de varianza (Anexo 1 y 2), no se presentaron diferencias significativas en los rendimientos de cada cultivar, por efecto de las distintas dosis de potasio aplicadas. Los tratamientos con altas dosis de potasio en los dos cultivares fueron levemente inferiores al tratamiento sin potasio, aunque estas diferencias no son significativas, esto puede deberse a que el contenido de cloro en el medio de cultivo disminuye la absorción y translocación de iones fosfatos en la planta (Zhong, 1993).

Es posible observar que no hay respuesta a las aplicaciones, debido probablemente al buen suministro de potasio del suelo. Estos resultados difieren de los obtenidos por Cornejo (2006), quien en un suelo incluso con mayor suministro de potasio, si obtuvo diferencias significativas alcanzando rendimientos superiores a las 70 t ha⁻¹ en el tratamiento testigo sin potasio. No obstante hay que considerar que en la presente investigación el objetivo era producir tubérculos semilla, por lo que se interrumpió el ciclo del cultivo a los 110 días, lo que no permitió al cultivo expresar su máximo potencial de rendimiento.

Los rendimientos promedios alcanzados por el testigo sin potasio fueron de 53,2 y 49,5 t ha⁻¹ para Red Scarlett y Asterix, respectivamente. Estos resultados difieren con lo planteado por Ahmed *et al.* (2009), quienes en un suelo con similar suministro de potasio, si obtuvieron respuesta a distintas dosis de potasio, pero con rendimientos algo inferiores al testigo sin potasio de este experimento.

Westermann *et al.* (1994), señalan que con un suministro de 175 mg kg⁻¹ de potasio en el suelo no es necesaria la aplicación de este fertilizante. Esto coincide con los resultados de esta investigación que con un suministro de 180 mg kg⁻¹ de potasio en el suelo no obtuvo respuesta a la fertilización potásica. Panique *et al.* (1997) y Nava *et al.* (2007) en sus respectivas investigaciones, también observaron que no existen incrementos en el rendimiento de tubérculos en los niveles de 120 a 185 mg kg⁻¹ de K intercambiable en el suelo.

4.2 Efecto de diferentes dosis de potasio en el calibre.

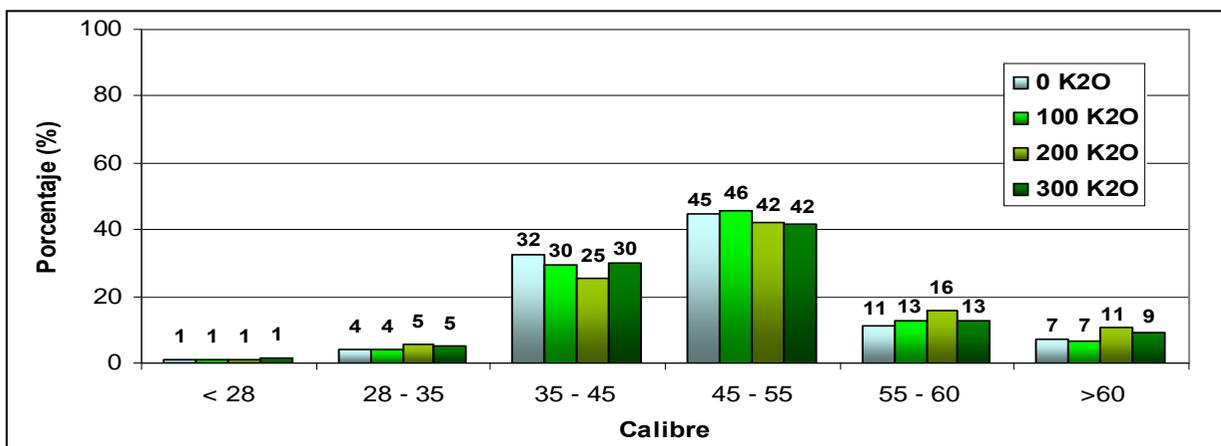


Figura 2. Efecto de las dosis de potasio en los calibres del cultivar Asterix, expresado en porcentaje (%).

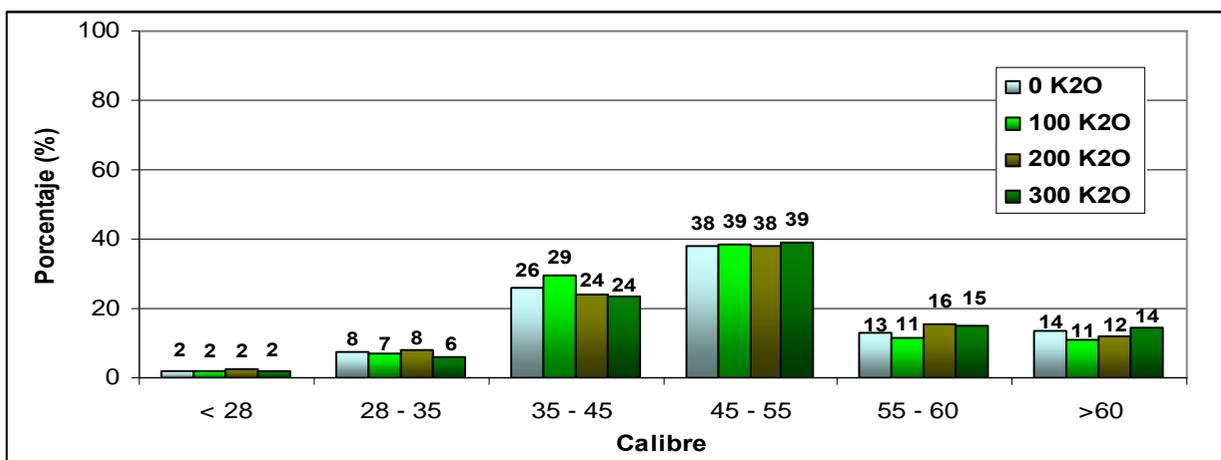


Figura 3. Efecto de las dosis de potasio en los calibres del cultivar Red Scarlett, expresado en porcentaje (%).

De acuerdo a los análisis de varianza realizados (Anexo 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 y 14), para cada categoría de calibre no se presentan diferencias significativas según las dosis de potasio. De acuerdo a los resultados, el porcentaje en orden descendente fueron 43,59 %, 29,3%,

13,01%, 8,38%, 4,67% y 1,06% para las categorías 45-55mm, 35-45mm, 55-60mm, >60mm, 28-35mm y <28mm, respectivamente para el cultivar Asterix. Para el cultivar Red Scarlett los porcentajes fueron 38,38%, 25,8%, 13,77%, 12,74%, 7,22% y 2,1% para las categorías 45-55mm, 35-45mm, 55-60mm, >60mm, 28-35mm y <28mm, respectivamente.

Estos resultados difieren a los presentados por Cornejo (2006), quién si encontró diferencias significativas según las distintas dosis de potasio; señalando que los mayores porcentajes se concentraron en los calibres mayores a 60 mm, con un 66%; muy superior al 10,56% obtenido en este experimento. Sin embargo, hay que considerar que en el ensayo de este experimento se interrumpió el crecimiento antes de que concluyera el ciclo vegetativo del cultivo, lo que explicaría que el mayor porcentaje de tubérculos se concentre por debajo de los 60 mm, que es lo que se busca conseguir en la producción de papa semilla. De acuerdo a esto se podrían esperar diferencias si el objetivo hubiese sido la producción de papa para consumo.

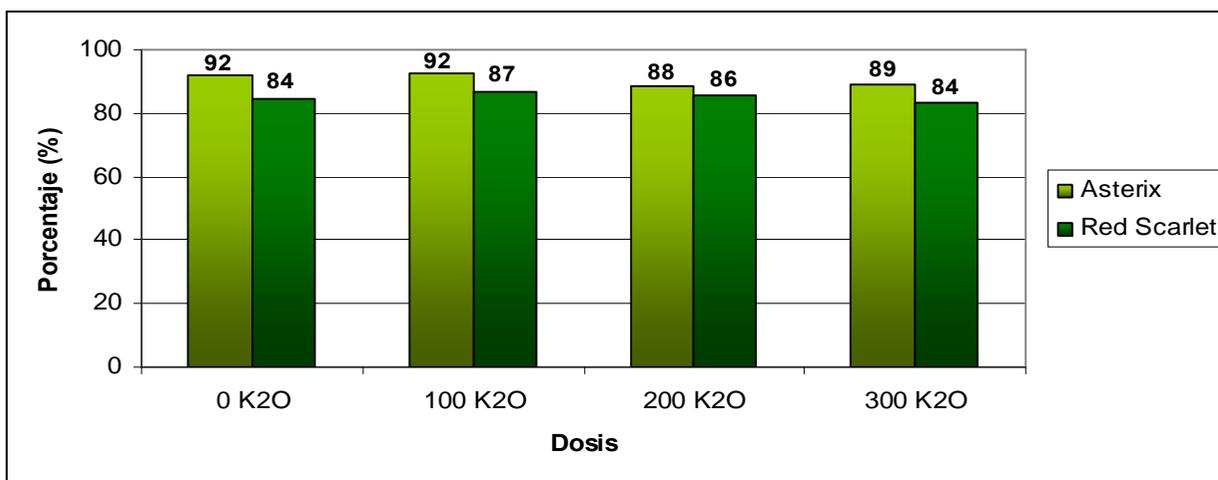


Figura 4. Efecto de las dosis de potasio en los tubérculos >28 y <60 mm, expresado en porcentaje (%).

Los resultados del análisis de varianza (Anexo 15 y 16) indican que no hubo diferencias significativas en el porcentaje total de tubérculos que son utilizados como papa semilla; estos

constituyen todas las categorías comprendidas entre 28 y 60 mm. Así, considerando estos resultados, los promedios para cada cultivar, en términos porcentuales, son de 90,56% y 85,16% para los cultivares Asterix y Red Scarlett, respectivamente.

Ahmed *et al.* (2009) y Karam *et al.* (2009), señalan que con aumentos de dosis de potasio existen diferencias significativas en los diferentes calibres, obteniendo un aumento progresivo en tubérculos de grado medio y grande. Esto difiere a lo obtenido en el presente experimento, donde el tratamiento sin K se comportó similar a los tratamientos donde si se incluía potasio.

4.3 Absorción de potasio por el cultivo de la papa.

En la figura 5 se muestra la absorción de potasio en lo parte aérea, tubérculos y planta entera al término del ciclo del cultivo.

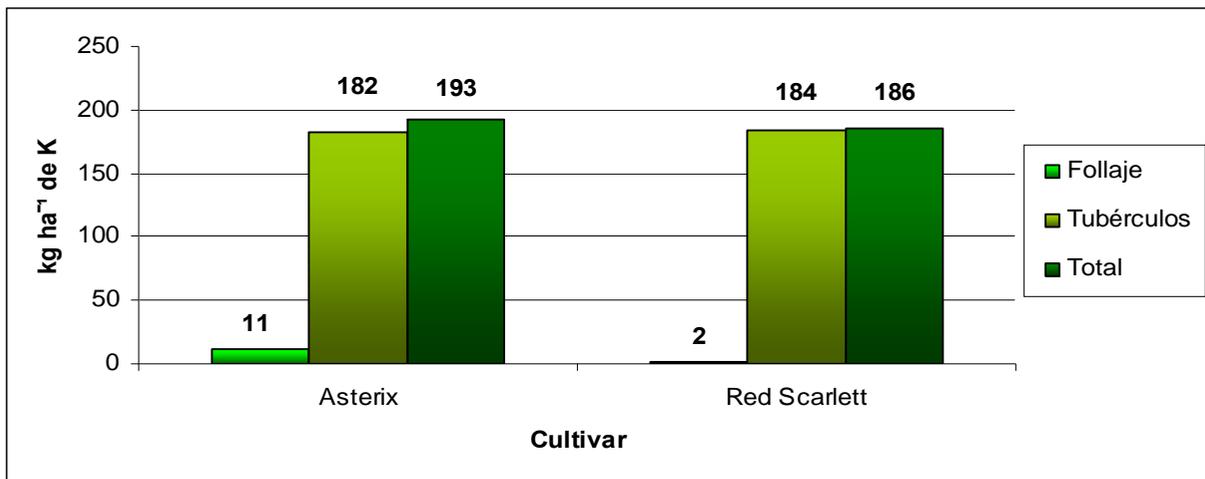


Figura 5. Absorción total de potasio al término del ciclo del cultivo, expresado en kg ha⁻¹ de K.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la planta entera absorbió 193 kg ha⁻¹ de K en el cultivar Asterix, estando el 94% de este potasio en los tubérculos y un 6% en la parte aérea. El cultivar Red Scarlett en tanto, absorbió 186 kg ha⁻¹ de K, quedando el 99% en los tubérculos y un 1% en la parte aérea. De estos resultados se puede inferir que el cultivar Red Scarlett al momento de interrumpir el ciclo ya ha translocado gran parte del potasio de la parte aérea hacia los tubérculos, no así el cultivar Asterix, que al momento en que se detiene el ciclo solo ha translocado el 94%, quedando un 6% en la parte aérea. Esto se puede explicar por la mayor precocidad del cultivar Red Scarlett sobre el cultivar Asterix.

Cornejo (2006), en su estudio señala que a los 100 días el cultivar Desirée ha absorbido en la planta entera un total de 350 kg ha⁻¹ de K, estando el 63% en los tubérculos y un 37% en la parte aérea. Estos valores son considerablemente mayores a lo obtenido en este experimento.

Cuadro 4. Contenido de potasio del follaje y tubérculos, expresado en porcentaje, base materia seca.

	60 DDP *		90 DDP		110 DDP	
	Follaje	Tubérculo	Follaje	Tubérculo	Follaje	Tubérculo
Asterix	5,04	2,25	4,23	1,68	0,69	1,87
Red Scarlett	4,68	1,77	3,75	1,35	0,25	1,95

* DDP: Días Después Plantación.

La concentración de potasio en el follaje transcurridos 60 días después de la plantación fue de 5,04 y 4,68 % en los cultivares Asterix y Red Scarlett, respectivamente. Esto coincide con lo señalado por Westermann *et al.* (1994), quienes aseveran que con un 5% de potasio en el follaje se garantiza el 100% de la producción.

Cornejo (2006), indica que transcurridos 40 a 60 días después de la plantación existe una concentración de 5,6 y 5,4 % de potasio, respectivamente. Marshner (1995), sostiene que un rango de 4,0 – 6,5 % , son niveles adecuados en hojas de papas jóvenes y totalmente maduras, muestreadas a inicio de tuberización.

Con respecto a la concentración de potasio en los tubérculos, al momento de la cosecha estos tenían un 1,87 y 1,95 % para los cultivares Asterix y Red Scarlett, respectivamente. Estos resultados concuerdan con lo estudiado por Cornejo (2006), quien obtuvo una concentración de 1,79 % en el cultivar Desirée. Westermann *et al.* (1994), sostienen que con una concentración mínima de 1,8 %, es suficiente para obtener concentraciones altas de almidón.

4.4 Requerimientos de potasio del cultivo de la papa.

Cuadro 5. Demanda y extracción de potasio, expresado en kilos de potasio por tonelada.

	Demanda total (kg K t⁻¹)	Extracción tubérculos (kg K t⁻¹)
Asterix	3,89	3,67
Red Scarlett	3,53	3,47

La demanda total de potasio calculada fue de 3,89 y 3,53 kg de K t⁻¹, para los cultivares Asterix y Red Scarlett, respectivamente. Estos valores se obtuvieron considerando el rendimiento promedio de cada cultivar y la absorción total de potasio por la planta entera, esto es parte aérea y tubérculos. El valor del cultivar Asterix se asemeja a lo obtenido por Sierra *et al.* (2002) y Cornejo (2006), quienes afirman una demanda de 4,3 y 4,1 kg de K t⁻¹, respectivamente; el cultivar Red Scarlett en tanto tiene un valor marcadamente mas bajo, lo que significa que con menos potasio disponible se logra un rendimiento óptimo.

La extracción de potasio por los tubérculos fue de 3,67 kg de K t⁻¹ para el cultivar Asterix y 3,47 kg de K t⁻¹ para el cultivar Red Scarlett. Estos valores se calcularon considerando el rendimiento promedio de cada cultivar y el potasio absorbido solamente por los tubérculos, ya que es lo que realmente se desplaza del lugar del cultivo. Esto se ajusta a lo señalado por Cornejo (2006), quien plantea que la demanda de los tubérculos es de 3,9 kg de K t⁻¹ en el cultivar Desirée.

5. CONCLUSIONES.

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación y de acuerdo a los objetivos planteados, se pueden deducir las siguientes conclusiones generales.

- No hubo diferencias significativas en los rendimientos totales de papa semilla para las distintas dosis de potasio en los dos cultivares.
- No se produjeron diferencias significativas en los calibres de los dos cultivares con la aplicación de distintas dosis de potasio aplicadas.
- Desde el punto de vista del productor de papa semilla, en un suelo con 180 mg kg^{-1} de potasio, no es necesario una alta fertilización de este nutriente; sino una dosis de mantención para reponer la extracción de potasio del cultivo.
- Del total de potasio absorbido por la planta entera; en el cultivar Asterix los tubérculos absorbieron el 94% y la parte aérea un 6% mientras que en el cultivar Red Scarlett los tubérculos absorbieron un 99% y la parte aérea un 1% del total de potasio absorbido.
- La demanda de potasio por el follaje y tubérculos fue de $3,89$ y $3,53 \text{ kg de K ton}^{-1}$ para los cultivares Asterix y Red Scarlett, respectivamente. Con respecto a los tubérculos, la absorción total de potasio fue de $3,67$ y $3,47 \text{ kg de K ton}^{-1}$ para los cultivares Asterix y Red Scarlett, respectivamente.

6. RESUMEN.

Durante la temporada agrícola 2009-2010, se llevó a cabo un experimento de campo, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de potasio en el rendimiento, calibre y absorción de potasio en dos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) para la producción de semilla, en un suelo Andisol de la provincia de Llanquihue, Región de los Lagos. El experimento se realizó en La Estación Experimental La Flor, a 41° 15' latitud sur - 73° 12' longitud oeste, perteneciente a la empresa “Semillas SZ”.

El experimento consistió en cuatro tratamientos, correspondiente a 0, 100, 200 y 300 kg K₂O ha⁻¹, con cuatro repeticiones cada uno en parcelas de 3 x 6 metros, con cuatro hileras de plantación por parcela y caminos de 1 metro. Para este experimento se utilizó un diseño de bloques completos al azar (Little y Hills, 1998).

Se realizaron tres muestreos en diferentes estados fenológicos del cultivo en la parte aérea y en tubérculos, a los 60, 90 y 110 días después de la plantación, para determinar el contenido de potasio en cada período. Al momento de la cosecha se determinó el rendimiento total y el calibre por categorías de los tubérculos.

Según los resultados obtenidos de los respectivos análisis de varianza, no se produjeron diferencias significativas para el rendimiento total de semilla, como para los diferentes calibres evaluados, en ninguno de los dos cultivares.

Los rendimientos obtenidos en el tratamiento sin aplicación de potasio, fueron de 49 t ha⁻¹ en el cultivar Asterix y 53 t ha⁻¹ en el cultivar Red Scarlett.

La demanda total de potasio en la planta entera fue de 3,89 y 3,53 kg de K t⁻¹, para los cultivares Asterix y Red Scarlett, respectivamente. En los tubérculos la demanda fue de 3,67 kg de K ton⁻¹ para el cultivar Asterix y 3,47 kg de K t⁻¹ para el cultivar Red Scarlett.

7. SUMMARY.

During the agricultural season 2009-2010, carried out an experiment in field, with the aim of evaluating the effect of different doses of potassium on the yield, caliber and absorption of potassium in two cultivars of potato (*Solanum tuberosum* L.) to seed production, in an Andisol soil in Llanquihue Province, Los Lagos Region. The experiment was held in The Station Experimental "La Flor", located on the parallel 41 ° 15' south latitude, 73 ° 12' west longitude, belonging to the company "Semillas SZ".

The experiment consisted in four treatments, corresponding to 0, 100, 200 and 300 kg K₂O ha⁻¹, with four replicates each on plots 3 x 6 meters, with four rows of plantation land and roads of 1 meter. A design of complete blocks at random was used for this experiment (Little and Hills, 1998).

Three samplings were different states phenologic cultivation in the aerial part and tubers, 60, 90 and 110 days after planting, to determine the content of potassium in each period. At the time of the harvest was determined the total return and the caliber by categories of tubers.

According to the results obtained from the respective analysis of variance, there were no significant differences for total yield of seed, as for the evaluated different calibers, none of the two cultivars.

The yields obtained in the treatment without application of potassium, were 49 t ha⁻¹ to cultivate Asterix and 53 t ha⁻¹ in cultivating Red Scarlett.

The total demand of potassium in the whole plant was 3,89 and 3,53 kg k t⁻¹, for cultivars Asterix and Red Scarlett, respectively. In tubers demand was 3.67 kg K ton⁻¹ to cultivate Asterix and 3.47 kg K t⁻¹ to cultivate Red Scarlett.

8. LITERATURA CITADA.

- Abreu, E.; Gutiérrez, A.; Fontana, H.** 1993. La Agricultura: Componente básico del sistema alimentario venezolano. Fundación Polar. Caracas, Venezuela.
- Ahmed, A.; El-Baky, F. and Kaki M.** 2009. Comparative Studies of Application Both Mineral and Bio-potassium Fertilizers on the Growth, Yield and Quality of Potato Plant. *Journal of Agriculture and Biological Sciences* 5(6): 1061-1069
- Allison, M.; Fowler J. and Allen E.** 2001. Response of potato (*Solanum tuberosum* L.) to potassium fertilizers. *Journal Agriculture Sciences. Cambridge* 136: 407-426.
- Bertsch, F.** 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. ACCS. San José, Costa Rica. 307 p.
- BCN.** 2011. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Disponible en <http://siit2.bcn.cl/actualidad-territorial>. 25 julio 2011.
- Byju, G. and George, I.** 2005. Potassium nutrition of sweet potato. [Advances in Horticultural Science](#) 19: 221-239.
- Calderón, J.** 2004. Nutrición en el Cultivo de Papa. Investigación y Desarrollo Abocol. Colombia.
- Contreras, A.** 2002. Ecofisiología del rendimiento de la planta de papa. III Seminario Internacional de la papa. Medellín, Colombia. 17 p.
- Coraspe, H.; Muraoka, T.; Franzini, V. y Do Prado, N.** 2008. Nitrógeno y potasio en solución nutritiva para la producción de tubérculos-semilla de papa. *Agronomía Tropical* 58(4): 417-425.
- Cornejo, J.** 2006. Efecto de dosis, fuente y época de aplicación de potasio en la producción y calibre de papa (*Solanum tuberosum* L.), cultivar Desirée bajo condiciones de riego. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 55p.
- Cortez, F.** 2007. Respuesta del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) a diferentes dosis de fertilización con fósforo y potasio en la zona de san pablo, provincia marban-beni. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 7 p

- Dias, A.; Rezende, M.; Lima, T. y Silveira, A.** 2007. Productivity of potato tubers in function of the doses and time of nitrogen and potassium application. *Ciência e Agrotecnologia Lavras* 31(6): 1729-1736.
- George, M.; Lu, G. and Zhou, W.** 2002. Genotypic variation for potassium uptake and utilization efficiency in sweet potato (*Ipomoeo zaomtos* L.). *Field Crops Research* 77: 7-15.
- INDAP.** 2004. Análisis de mercado nacional e internacional. Disponible en <http://serinfo.indap.cl>. 15 junio 2004.
- Karam, F.; Rouphael, Y.; Lahoud, R.; Breidi, J. and Colla, G.** 2009. Influence of genotypes and potassium application rates on yield and potassium use efficiency of potato. *Journal of Agronomy* 8(1): 27-32
- Kumar, P.; Pandey, S.; Singh, B.; Singh, S. and Kumar, D.** 2007. Influence of source and time of potassium application on potato growth, yield, economics and crisp quality. *Potato Res.* 50: 1-13.
- Kupe, L.; Bardhi, N.; Kalajnxhiu, A.; Jojiç, E.; Vorpsi, V.; Cara, M. and Bame, P.** 2009. Influence of potassium fertilization in plant of potatoes. *Journal of Agricultural Science* 41 (1).
- Linares, Y. y Gutierrez, A.** 2002 La competitividad de la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Municipio Pueblo Llano. *Agroalim.* 7(15): 37-47.
- Little, Th. y Hills, J.** 1989. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 2º edición. Editorial Trillas, México. 270 p.
- Marschner, H.** 1995 Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. San Diego, EEUU. 889 pp.
- Melo, C.; Luiz, J.; Bisognin, D.; Santos, R.; Bortolotto, O. e Lopes, G.** 2006. Relação potássio-nitrogênio para o diagnóstico e manejo nutricional da cultura da batata. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41(12): 1781-1786.
- Mosquera, C.** 2003. La Modesta Papa Criolla. En: [http:// www.angelfire.com](http://www.angelfire.com). Consulta: Octubre de 2007.
- Nava, G.; Dechen, A. y Iuchi, V.** 2007. Produção de tubérculos de batata-semente em função das adubações nitrogenada, fosfatada e potássica. *Horticultura Brasileira* 25: 365-370.
- Nunes, A.; Dias, M.; Gaspar, A.; Oliveira, M.; Pinto, E. y Carapau, A.** 1981. Analise do crescimento da beterraba sacarina em cultura de primavera. *Agric. Lusit.* 40: 217-240.

- Panique, E.; Kelling, K.; Schulte, E.; Hero, D.; Stevenson, W. and James, R.** 1997. Potassium rate and source effects on potato yield quality and disease interaction. *American Potato Journal* 74: 379-398.
- Perrenoud, S.** 1993. Potato: Fertilizer for yield and quality. International Potash Institute, Berne, Switzerland. 83 p.
- Reis Junior, R. y Fontes P.** 1996. Qualidade de tuberculos da batateira em funcao e doses de adubacao potassica. *Horticultura Brasileira* 14: 170-174.
- Rodríguez, L.; Corchuelo, G. y Núñez, C.** 2003. Influencia del espaciamento entre plantas sobre la morfología y el crecimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L. cv. Parda pastusa) bajo dos ambientes contrastantes. *Agronomía Colombiana* 21(3): 210-219.
- Ruiz, J.; García, M. y Hernández, A.** 2003. Evaluación económica de diferentes formulaciones químicas en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en un suelo ferralítico rojo de la provincia la habana. *Cultivos tropicales* 24: 85-91.
- Sancho H.** 1999. Curvas de absorción de nutrientes: importancia y uso en los programas de fertilización. *Informaciones Agronómicas* N° 36 (INPOFOS). San José, Costa Rica. 36:11-13.
- Sierra, C.; Santos, J. y Kalazich, J.** 2002. Manual fertilización del cultivo de la papa en la zona sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. 104 p.
- Singh, J. and Trehan, S.** 1998. Balanced fertilization to increase the yield of potato. Agricultural University. Ludhiana, India. p. 129-139.
- Sobrino, E.** 1992. Tratado de horticultura herbácea. Hortalizas de legumbre-tallo-bulbo y tuberosas. Editorial Aedos. Barcelona, España. p. 288-327.
- Van Der Zaag, P.** 1986. Necesidades de fertilización de suelos para la producción de papas. In: Boletines de Información Técnica del Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 21 p.
- Villas-Boas, R.** 2001. Doses de nitrogênio para pimentão aplicadas de forma convencional e a través de fertirrigação. Tesis. Universidade Estadual Paulista. Brasil. 66 p.
- Westermann, D.; Tindall, T.; James, D. and Hurst, R.** 1994. Nitrogen and potassium fertilization on potatoes, yield and specific gravity. *American Potato Journal* 71: 417-431.
- Zhong, H.** 1993. Influence of chloride on the uptake and translocation of phosphorus in potato. *Journal of Plant Nutrition*. 16(9): 1733-1737

9. ANEXOS

1. Análisis de varianza para el rendimiento del cultivar Asterix.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	78,83253	26,2775	0,9797
Error	12	321,86944	26,8225	Prob > F
C. Total	15	400,70198		0,4347

Coefficiente de variación (%): 11,15

2. Análisis de varianza para el rendimiento del cultivar Red Scarlett.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	18,84471	6,2816	0,4123
Error	12	182,81867	15,2349	Prob > F
C. Total	15	201,66339		0,7472

Coefficiente de variación (%): 7,40

3. Análisis de varianza para calibre <28 mm en cultivar Asterix.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	0,4939149	0,164638	1,3874
Error	12	1,4240075	0,118667	Prob > F
C. Total	15	1,9179224		0,2941

Coefficiente de variación (%): 32,38

4. Análisis de varianza para calibre 28-35 mm en cultivar Asterix.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	5,194322	1,73144	0,3708
Error	12	56,029132	4,66909	Prob > F
C. Total	15	61,223453		0,7755

Coefficiente de variación (%): 46,25

5. Análisis de varianza para calibre 35-45 mm en cultivar Asterix.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	100,68123	33,5604	1,4034
Error	12	286,96210	23,9135	Prob > F
C. Total	15	387,64333		0,2897

Coefficiente de variación (%): 16,72

6. Análisis de varianza para calibre 45-55 mm en cultivar Asterix.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	49,57151	16,5238	2,3617
Error	12	83,95796	6,9965	Prob > F
C. Total	15	133,52947		0,1226

Coeficiente de variación (%): 6,08

7. Análisis de varianza para calibre 55-60 mm en cultivar Asterix.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	46,75935	15,5865	2,0198
Error	12	92,60030	7,7167	Prob > F
C. Total	15	139,35965		0,1649

Coeficiente de variación (%): 21,31

8. Análisis de varianza para calibre >60 mm en cultivar Asterix.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	44,20744	14,7358	1,3196
Error	12	134,00464	11,1671	Prob > F
C. Total	15	178,21208		0,3136

Coeficiente de variación (%): 39,85

9. Análisis de varianza para calibre <28 mm en cultivar Red Scarlett.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	0,5447109	0,181570	0,3810
Error	12	5,7181360	0,476511	Prob > F
C. Total	15	6,2628469		0,7685

Coeficiente de variación (%): 34,33

10. Análisis de varianza para calibre 28-35 mm en cultivar Red Scarlett.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	10,026553	3,34218	0,6040
Error	12	66,399167	5,53326	Prob > F
C. Total	15	76,425720		0,6248

Coeficiente de variación (%): 32,59

11. Análisis de varianza para calibre 35-45 mm en cultivar Red Scarlett.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	84,99109	28,3304	1,4363
Error	12	236,70230	19,7252	Prob > F
C. Total	15	321,69339		0,2809

Coefficiente de variación (%): 17,21

12. Análisis de varianza para calibre 45-55 mm en cultivar Red Scarlett.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	3,56422	1,1881	0,0984
Error	12	144,88431	12,0737	Prob > F
C. Total	15	148,44852		0,9594

Coefficiente de variación (%): 9,04

13. Análisis de varianza para calibre 55-60 mm en cultivar Red Scarlett.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	44,41968	14,8066	0,6872
Error	12	258,57277	21,5477	Prob > F
C. Total	15	302,99245		0,5770

Coefficiente de variación (%): 33,94

14. Análisis de varianza para calibre >60 mm en cultivar Red Scarlett.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	29,87024	9,9567	0,4294
Error	12	278,22594	23,1855	Prob > F
C. Total	15	308,09618		0,7356

Coefficiente de variación (%): 37,78

15. Análisis de varianza para tubérculos >28 y <60 mm en cultivar Asterix.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	48,42005	16,1400	1,5266
Error	12	126,87312	10,5728	Prob > F
C. Total	15	175,29318		0,2581

Coefficiente de variación (%): 3,58

16. Análisis de varianza para tubérculos >28 y <60 mm en cultivar Red Scarlett.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	24,85117	8,2837	0,4090
Error	12	243,06960	20,2558	Prob > F
C. Total	15	267,92077		0,7495

Coefficiente de variación (%): 5,28