

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



**EFFECTO DEL NITROGENO 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.

RONALD FELIPE BAÑARES SAAVEDRA

TEMUCO – CHILE
2013

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



**EFFECTO DEL NITROGENO 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.

RONALD FELIPE BAÑARES SAAVEDRA.

PROFESOR GUIA: HERNAN PINILLA QUEZADA.

TEMUCO – CHILE
2013

**EFFECTO DEL NITROGRNO 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 del cultivo de papa.	3
2.2	Efectos del nitrógeno en el rendimiento total de papa semilla.	4
2.3	Efectos del nitrógeno en el calibre del tubérculo.	6
2.4	Requerimientos del nitrógeno en el cultivo de papa.	7
2.5	Absorción de nitrógeno por el cultivo de papa.	8
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.	13
3.6	Evaluaciones.	14
3.6.1	Rendimiento total.	14
3.6.2	Rendimiento por calibre.	14
3.6.3	Absorción de nitrógeno.	14
3.7	Análisis estadístico.	15
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	16
4.1	Efecto de diferentes dosis de nitrógeno en el rendimiento del tubérculo para papa semilla.	16

4.2	Efecto de diferentes dosis de nitrógeno en el calibre de papa semilla.	18
4.3	Absorción de nitrógeno por el cultivo de la papa.	22
4.4	Requerimiento de nitrógeno por el cultivo de papa.	25
5	CONCLUSIONES.	27
6	RESUMEN.	28
7	SUMMARY.	30
8	LITERATURA CITADA.	31
9	ANEXOS.	35

1. INTRODUCCIÓN.

La papa (*Solanum tuberosum L.*) es una planta anual del género *Solanum*, de la familia Solanaceae, incluye 200 variedades de cultivares de las cuales ocho son de uso agronómico. Pertenecen a las zonas frías y templadas con altitud de 2.000 m. En Chile este cultivo 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 cultivada del país que tradicionalmente se conoce como la zona productora de semilla.

Sin embargo la fertilización del cultivo de la papa es una práctica agronómica importante ya que permite incrementar notablemente el rendimiento y la calidad del tubérculo al momento de la cosecha, esto por ser una especie de alta respuesta a la aplicación de fertilizantes, debido a su característica de baja densidad radicular. El cultivo de papa requiere de una inversión significativa de capital, por lo que la fertilización se convierte en un punto primordial a considerar ya que generalmente representa alrededor del 30% de los costos totales de producción.

La aplicación excesiva de fertilizantes es uno de los problemas en el cultivo de la papa ya que los agricultores utilizan a menudo dosis mayores a las requeridas por el cultivo, lo que involucra un gasto mayor y contaminación de las napas freáticas. 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 papa semilla de calidad es uno de los factores primordiales para garantizar una alta productividad de tubérculos ya sea para producción comercial o semilla, por esto que la nutrición mineral tiene gran relevancia para conocer los requerimientos de este cultivo y los diferentes cultivares utilizados. En los estudios existentes todavía hay divergencia entre algunos autores en cuanto a la real demanda de este cultivo lo que hace necesario seguir investigando.

Por todo lo anterior y teniendo en cuenta la siguiente hipótesis: **“la aplicación de nitrógeno incrementa la producción de papa semilla según cultivar”**, se llevo a cabo un experimento con los siguientes objetivos:

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

2. REVISION BIBLIOGRAFICA.

2.1 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de papa.

Brennes (2001), señala que la papa se adapta a una amplia gama de suelos, sin embargo la textura se convierte en el principal factor a considerar. Se necesitan suelos con texturas que favorezcan una buena aireación, drenaje y una penetración profunda de las raíces. Así, en suelos arcillosos con poca aireación y exceso de humedad, hay un crecimiento lento y pudrición de la semilla. Los suelos arenosos tienen buena aireación, sin embargo retienen muy poca humedad, lo que afecta el desarrollo de la planta en épocas de poca lluvia. Los suelos ideales son los francos y francos arenosos, fértiles, sueltos, profundos, drenados y ricos en materia orgánica que presentan las mejores condiciones para el desarrollo del cultivo.

La papa, para emerger, requiere de una temperatura mínima de 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).

Deroncelé *et al.* (1999), recomienda que para un buen desarrollo del cultivo de papa los suelos deben presentar textura ligera, un pH que oscile entre 5,5 y 6,5 y materia orgánica superior a 3%. David (2001) plantea que la papa crece a temperaturas que oscilan entre 12°C y 24°C y que las altas temperaturas representan una limitante significativa en los rendimientos, los que solo pueden llegar a 30 - 40% de su potencial respecto a lugares templados.

La luz es otro factor que ejerce su acción sobre la actividad fisiológica de la planta. En presencia de una alta intensidad de la luz, la asimilación de nutrientes es más elevada. La presencia de mucha luz desplaza la relación follaje-crecimiento del tubérculo a favor del crecimiento de este (López *et al.*, 1995).

La humedad también influye marcadamente sobre el cultivo dado que una sequía prolongada impide el desarrollo del tubérculo. En general, las lluvias entre 600 mm y 800 mm anuales provocan mejores rendimientos de la papa. El agua es factor decisivo y su ausencia o abundancia puede paralizar por completo y destruir la planta (López *et al.*, 1995).

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 Efectos del nitrógeno en el rendimiento total de papa semilla.

Tanto el exceso como la deficiencia de nitrógeno afectan la duración del ciclo del cultivo de papa y en consecuencia el rendimiento de tubérculos. La elevada disponibilidad de nitrógeno puede prolongar el crecimiento vegetativo, retrasar el inicio de tuberización y reducir el rendimiento (Saluzzo *et al.*, 1999).

Jamaati-e-Somarin *et al.* (2008), informaron que el aumento de la aplicación de nitrógeno hasta un nivel óptimo incrementa el número de hojas por planta y el rendimiento de los tubérculos, pero mayores cantidades de nitrógeno estimularán el crecimiento del follaje y por ende un retraso en la formación de tubérculos (Honeycutt *et al.*, 1996).

Si los valores de nitrógeno exceden los niveles óptimos, tanto el peso de los tubérculos como el número de estos se reducirán (Kleinhenz y Bennet, 1992). Un déficit de nitrógeno en temporada temprana puede reducir el rendimiento del tubérculo como la tuberización del mismo (Joern y Vitosh, 1995).

Gassior (1997), en un estudio realizado con distintas dosis de nitrógeno y su efecto sobre el rendimiento de papa utilizada como semilla, obtuvo que, con dosis de 100 kg N ha^{-1} , el rendimiento del cultivo fue mayor. Sin embargo, Seed y Grewal (1994), observaron una disminución en el rendimiento al aplicar dosis de nitrógeno mayores a 130 kg ha^{-1} .

Manochehr Shiri-e-Janagrad *et al.* (2009), estudiaron la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno 80 kg N ha^{-1} , 110 kg N ha^{-1} y 150 kg N ha^{-1} en los cultivares Agria y Satina, concluyeron que el mayor rendimiento se obtuvo en el rango de 80 kg N ha^{-1} a 110 kg N ha^{-1} , además señalaron que el rendimiento de los cultivares disminuyó al incrementar los niveles de nitrógeno hasta los 150 kg N ha^{-1} .

Investigaciones realizadas por Shakt *et al.* (2001), en el cultivar de papa Diamant aplicando cuatro dosis de nitrógeno, 60 kg N ha^{-1} , 120 kg N ha^{-1} , 180 kg N ha^{-1} , 240 kg N ha^{-1} , obtuvieron como conclusión que el mayor rendimiento se obtuvo con 240 kg N ha^{-1} , el cual fue de 35.2 t ha^{-1} . Sin embargo en el rango de 180 y 240 kg N ha^{-1} no se observaron variaciones significativas.

Según Rubio Cobarruvias *et al.* (2012), la dosis óptima de nitrógeno fue de 200 kg N ha^{-1} y la forma más conveniente de aplicar el nitrógeno es fraccionándolo en una o en dos partes, al momento de la siembra y a los 18 días después de la emergencia de las plantas, respectivamente.

Estudios realizados por Joern y Vitosh (1995), señalan que en un suelo franco arenoso de Michigan y en dos años de experimentación con nitrógeno, como sulfato de amonio, establecieron que las dosis que mejor optimizaron el rendimiento de tubérculos variaron entre 112 y 168 kg N ha^{-1} .

2.3 Efectos del nitrógeno en el calibre del tubérculo.

El tamaño del tubérculo puede expresarse como el diámetro o el peso del tubérculo. En la mayoría de los casos, se muestra como peso de tubérculo (Beukema y Van deer Zaag, 1990). Written (2001), sostuvo que la clave para incrementar el tamaño del tubérculo sin sacrificar su calidad, es mantener un adecuado programa de fertilización con nitrógeno.

Kleinhenz y Bennet (1992) informaron que el uso de fertilizantes nitrogenados aumenta el rendimiento de papa, a través de un incremento en la producción de tubérculos de mayor calibre. Beraga y Caeser (1990) demostraron que el uso de altos niveles de nitrógeno, aumentaron los tubérculos de mayor calibre.

Abbasi *et al.* (2009), en un estudio realizado con los cultivares de papa Agria y Satina, obtuvieron que en ambas variedades al aumentar las dosis de nitrógeno, el número de tubérculos con calibre < 28 mm se redujo, además de un aumento en el número de tubérculos con un calibre > 60 mm.

En un experimento realizado por Shakh *et al.* (2001), se observó un aumento progresivo en tubérculos con calibres de grado medio grande como resultado del aumento de las tasa de aplicación de nitrógeno. Por el contrario la producción de tubérculos de menor calibre siguió una tendencia opuesta disminuyendo con el incremento en los niveles de nitrógeno.

2.4 Requerimientos del nitrógeno en el cultivo de la papa.

El nitrógeno es uno de los elementos más importantes para las plantas y su gran efecto está en la calidad y cantidad de los cultivos. Los mejores resultados se obtienen cuando el 60% del nitrógeno total es aplicado en la fecha de siembra y el resto, después de la tuberización (Evanylo, 1990).

Cáceres (1991), señala que como la papa extrae cantidades relativamente elevadas de macroelementos, su extracción se concentra más o menos en dos meses, por esta razón el contenido de nutrientes del suelo natural, no cubre los requerimientos del cultivo, haciéndose indispensable la fertilización, por tanto, para obtener un rendimiento de 25 ton ha⁻¹ la planta extrae 4.8 kg N ton⁻¹.

Según un estudio realizado por Badillo-Tovar *et al.* (1997), obtuvieron que en el cultivar de papa Alpha, para alcanzar rendimientos de 48 y 32 ton ha⁻¹, la extracción de N fue de 4 y 5 kg N ton⁻¹ respectivamente. Por su parte Kádár (2000), comprobó que para el cultivar Desiree, la demanda total de nitrógeno para un rendimiento óptimo fue de 4.5 kg N ton⁻¹ y 5.0 kg N ton⁻¹.

Marks *et al.* (1998), señalaron que durante el crecimiento máximo, el cultivo de papa puede extraer de nitrógeno 4,6 kg N ton⁻¹. Harris (1999), manifestó que la papa puede extraer de 4.7 a 5.3 kg N ton⁻¹, lográndose con ello rendimientos entre 25 y 28 ton ha⁻¹. Sierra *et al.* (2002), plantean que la demanda total de nitrógeno por el cultivo de papa en la variedad Desiree corresponde a 3,0 kg de N ton⁻¹.

2.5 Absorción de nitrógeno 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).

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 desarrolla 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.

El cultivo de papa demanda grandes cantidades de nutrientes en un tiempo relativamente corto debido a su rápido desarrollo, sin embargo, su sistema radicular es corto y por lo tanto con baja eficiencia para la absorción de los elementos nutritivos que requiere (Muñoz *et al.*, 2006). Greenwood, *et al.* (1995), demostraron que la acumulación fundamental de nitrógeno, ocurre desde el período de la brotación a la floración.

Vos (1999), señala que el nitrógeno puede ser absorbido durante todo el ciclo de desarrollo de las plantas de papa pero la mayor tasa de absorción ocurre desde la brotación hasta las primeras etapas de crecimiento de los tubérculos. El nitrógeno se asimila durante todo el período vegetativo, pero el punto máximo de absorción coincide con el período de crecimiento intenso, desde que la planta alcanza los 15 ó 20 cm de altura y los contenidos de nitrógeno en las hojas disminuyen sensiblemente una vez finalizado el período de crecimiento Williams y Maier (2001).

Estudios realizados por Joern y Vitosh (1995), señalan que en dos años de experimentos, con aplicaciones de nitrógeno en un cultivar de papa, concluyeron que un 75% del nitrógeno total a la cosecha fue encontrado en los tubérculos y un 25% en la parte aérea.

Sierra (1985) en una investigación indica que en el cultivar Desiree la máxima absorción de nitrógeno ocurre a los 77 días después de plantación, después de esto el nitrógeno acumulado decrece debido al proceso de traslocación desde el follaje a los tubérculos.

Por otra parte Rosales (2000), plantea que la extracción de nitrógeno en la aparición del brote será de un 13%, hasta la floración un 40%, mientras que en el crecimiento de los tubérculos la extracción de nitrógeno habrá sido de un 60% a los 110 días después de plantación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del ensayo

El estudio experimental se realizó en La Estación Experimental de la empresa “Semillas SZ”, 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 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 experimento se llevo a cabo en la localidad de Fresia, comuna de Llanquihue, en un suelo de tipo andisol perteneciente a la serie Nueva Braunau. Las características químicas del suelo se señalan en el cuadro 1. Se incluyen análisis 0 – 20 cm. previo a la plantación y un control realizado a inicios de enero 2010.

Cuadro 1. Características químicas del suelo.

ELEMENTO	PREVIO	ENERO
pH al agua	5.36	5.15
P Olsen (mg/kg)	21	23
K inter (cmol/kg)	0.46	0.41
Ca inter (cmol/kg)	1.22	1.53
Mg inter (cmol/kg)	0.47	0.37
Na inter (cmol/kg)	0.05	0.07
Suma de bases (cmol/kg)	2.20	2.38
% Sat aluminio	15.71	19.32
S (mg/kg)	28	-
B (mg/kg)	0.42	-
Zn (mg/kg)	0.3	-

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

3.3 Material Vegetal

Se utilizó como material vegetal dos variedades de tubérculos para semilla pertenecientes a la empresa “Semillas SZ”. Estas corresponden a las variedades Asterix y Red Scarlett.

Asterix: Esta variedad presenta un color de piel roja, pulpa amarilla, tubérculo oval alargado, yemas superficiales. Esta planta presenta un buen desarrollo de follaje, tallos erectos, verde oscuro, flores abundantes de color rojo violeta. Rendimiento alto, madurez semitardía, muy buena en condiciones de almacenamiento. Muy buena para consumo, firme a la cocción, de muy buen sabor, color y textura suave. Apta para todas las zonas paperas del país.

Red Scarlet: Esta variedad presenta un color de piel roja, pulpa blanca-amarilla, tubérculo oval alargado, yemas superficiales. Rendimiento alto, buen desarrollo del follaje, madurez semitemprana. Muy buena para consumo fresco, firme a la cocción, de muy buen sabor, color y textura suave. Apta para todas las zonas paperas del país.

3.4 Diseño experimental

Para este experimento se utilizó un diseño de bloques al azar (Little y Hills, 1998). El experimento consistió en cuatro tratamientos con cuatro repeticiones para cada cultivar 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 nitrógeno aplicada a las unidades experimentales

Dosis total N ha ⁻¹	Plantación (%)	Kg N ha ⁻¹	Inicio tuberización	Kg N ha ⁻¹
0 kg N/ha	-	-	-	-
60 kg N/ha	60	36	40	24
90 kg N/ha	60	54	40	36
120 kg N/ha	60	72	40	48

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) en dosis de 200 cc/200 kg de semilla.

La densidad de plantación utilizada fue de 74.000 plantas por hectárea, con una distancia de 0.75 m entre hilera y 0.18 m sobre la hilera.

La fertilización base del ensayo fue de: 200 kg de P₂O₅/ha; 150 kg de K₂O/ha; 87 kg de CaO/ha; 36 kg de MgO/ha; 47 kg de S/ha; 2 kg de B/ha y 5,0 kg de Zn/ha, aplicados al momento de plantación, posteriormente, a inicios de tuberización se aplicaron 100 kg de K₂O/ha.

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, en 400 lt de agua.

A los 45 días 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 aplicaron fungicidas preventivos y curativos utilizados frecuentemente. 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, en 400 lt de agua.

3.6 Evaluaciones.

Se realizaron evaluaciones durante el desarrollo del cultivo y al momento de la cosecha. Estas evaluaciones consistieron en absorción de nitrógeno, 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 ton 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 ton ha⁻¹.

3.6.3 Absorción de Nitrógeno. Se realizaron tres muestreos de plantas enteras; esto incluyó follaje y tubérculos a los 50, 80 y 110 días post - plantación. En cada época se evaluaron 16 plantas por tratamiento. Se pesó en fresco tanto la parte aérea como los tubérculos para luego secarlos en un horno de circulación de aire forzado a 65 °C durante 72 horas; posteriormente se pesó nuevamente para determinar la materia seca de cada tratamiento mediante la fórmula: %MS= (Peso seco / 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 nitrógeno total y calcular el contenido de nitrógeno 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 y período de muestreos realizados al follaje y tubérculos.

N° de muestreos	Post - plantación follaje y tubérculos (días)
1	50
2	80
3	110

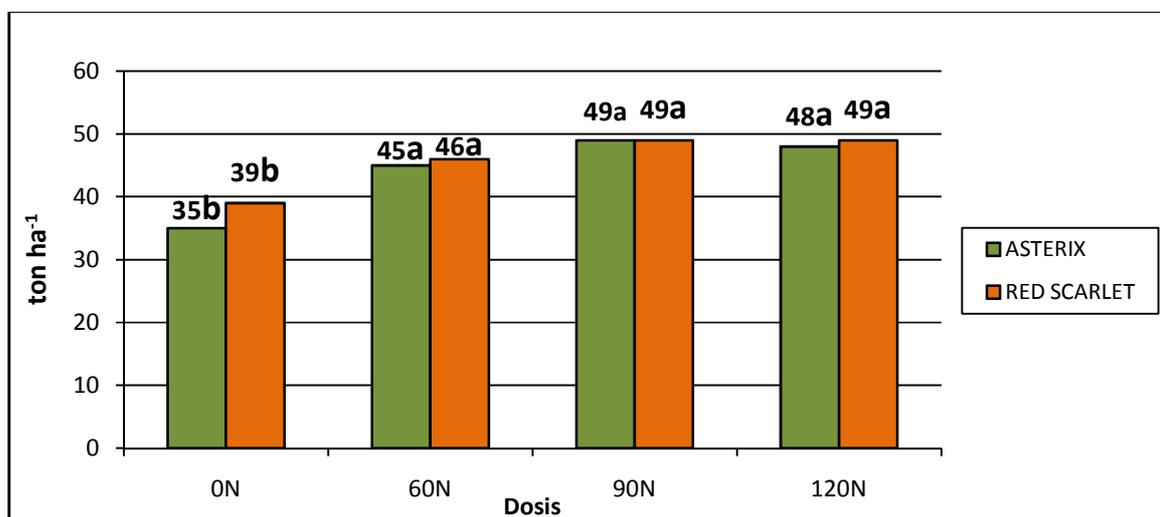
3.7 Análisis estadístico.

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. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Efecto de diferentes dosis de nitrógeno en el rendimiento de tubérculo para papa semilla.

En la figura 1 se presentan los resultados de rendimiento de papa semilla con distintas dosis de nitrógeno en dos cultivares.



Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 1. Efecto de los cultivares y dosis de nitrógeno en el rendimiento de papa semilla, expresado en ton ha⁻¹.

De acuerdo al análisis de varianza (Anexo 1 y 2), se presentaron diferencias significativas en los rendimientos de cada cultivar, por efecto de las distintas dosis de nitrógeno aplicadas.

De acuerdo al análisis de comparación múltiple de Tukey (Anexo 1 y 2) se concluye que las dosis de 60, 90 y 120 kg N ha⁻¹ son iguales entre sí y superior en forma significativa al tratamiento sin nitrógeno en ambos cultivares.

Estos resultados difieren a lo señalado por Gassior (1997) quien en un estudio realizado con distintas dosis de nitrógeno, afirma que el mayor rendimiento alcanzado para la producción de papa semilla fue de 100 kg N ha⁻¹. A su vez Manochehr Shiri-e-Janagrad *et al.* (2009), señalan que el mayor rendimiento de papa semilla en los cultivares Agria y Satina, se obtuvo en el rango de 80 kg N ha⁻¹ a 110 kg N ha⁻¹.

En este experimento el ciclo se interrumpió a los 110 días después de la plantación, lo cual permite inferir que dosis de 60 Kg N ha⁻¹ más el aporte de nitrógeno del suelo, fueron suficientes para satisfacer el rendimiento obtenido de papa semilla.

4.2 Efecto de diferentes dosis de nitrógeno en el calibre de papa semilla.

En el cuadro 4 se presenta el efecto de las diferentes dosis de nitrógeno en el calibre de tubérculo en dos cultivares.

Cuadro 4. Efecto de las dosis de nitrógeno en los calibres del cultivar Asterix y Red Scarlet, expresado en porcentaje (%).

Dosis de N (Kg/ha)	Calibres en mm cultivar Asterix					
	< 28	28 - 35	35 - 45	45 - 55	55 - 60	>60
0 N	1,2	10,4	39,6	38,4	5,2	5,2
60 N	1,3	9,6	42,0	38,8	4,8	3,5
90 N	0,8	6,0	37,1	42,1	7,2	6,7
120 N	0,7	6,5	33,6	45,3	6,9	7,1
Promedio	1,0	8,1	38,1	41,2	6,0	5,6
Dosis de N (Kg/ha)	Calibres en mm cultivar Red Scarlet					
	< 28	28 - 35	35 - 45	45 - 55	55 - 60	>60
0 N	2,0	6,5	25,4	39,5	12,3	14,3
60 N	1,6	6,5	27,7	38,4	10,6	15,2
90 N	1,7	5,4	25,3	36,9	15,9	14,8
120 N	1,5	5,6	24,8	35,5	13,0	19,7
Promedio	1,7	6,0	25,8	37,6	13,0	16,0

De acuerdo a los resultados del cuadro 4, en ambos cultivares se observa un incremento en los calibres sobre 55 mm de diámetro al aumentar las dosis de nitrógeno, especialmente en la categoría > 60 mm, donde los porcentajes más altos se encontraron en el tratamiento de 120 kg N ha⁻¹ alcanzando un 7,1% en el cultivar Asterix y un 19,7% en el cultivar Red Sacrllet. Lo anterior se ajusta a lo estudiado por Abbasi *et al.* (2009), quienes afirman que al aumentar las dosis de nitrógeno, el número de tubérculos con un calibre > 60 mm se incrementaron.

Los resultados concuerdan con lo estudiado por Kleinhenz y Bennet (1992) quienes informaron que el uso de fertilizantes nitrogenados aumenta la producción de tubérculos de mayor calibre. Además Beraga y Caeser (1990) mostraron que al usar niveles altos de nitrógeno, los tubérculos de mayor calibre aumentan, como también una disminución en los tubérculos pequeños.

En la figura 2 se presenta el efecto de dos cultivares en el porcentaje de tubérculos, según cada categoría de calibre.

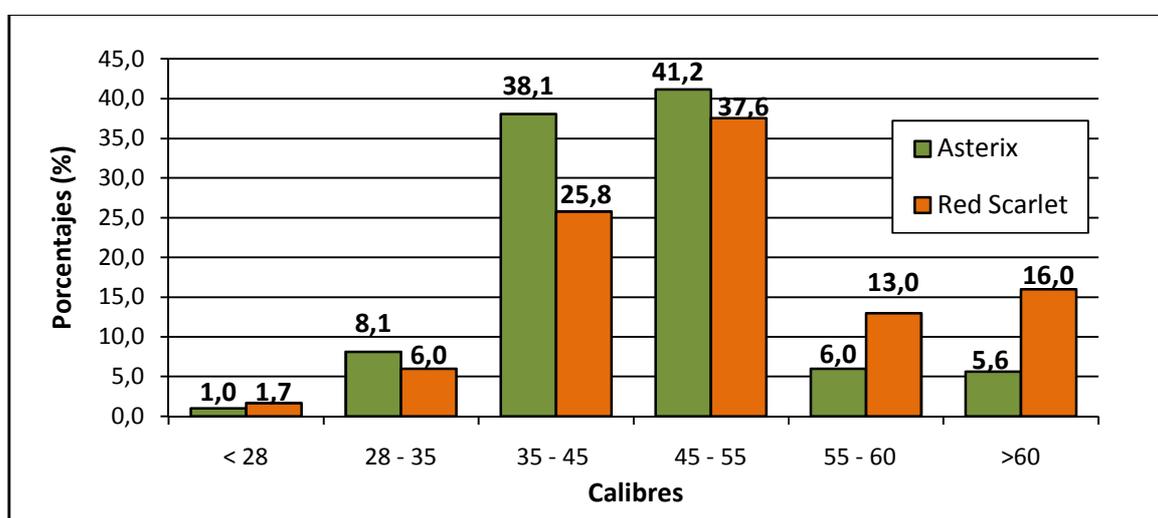


Figura 2. Efecto de dos cultivares en el porcentaje de tubérculos, según categoría de calibre.

De acuerdo a la figura 2, en ambos cultivares los porcentajes más altos de papa semilla se encuentra en el calibre de 45 – 55 mm de diámetro ecuatorial, acumulando un promedio de 41,2% y 37,6% para el cultivar Asterix y Red Scarlet respectivamente. Cabe destacar que entre los rangos de 35 – 55 mm el cultivar Asterix alcanzó un alto porcentaje acumulando con un valor promedio de 79,3%, sin embargo el cultivar red Scarlet con estos mismos calibres obtuvo un promedio acumulado de 63,4%.

Los porcentajes alcanzados con un calibre > 60 , tamaño que corresponde a consumo fueron de un 5,6% para el cultivar Asterix y de un 16% para el cultivar Red Scarlet. Sin embargo, hay que considerar que en este estudio el crecimiento se interrumpió 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.

En la figura 3 se observa el efecto de las diferentes dosis de nitrógeno en tubérculos con un rango de calibre > 28 y < 60 mm, expresado en porcentaje.

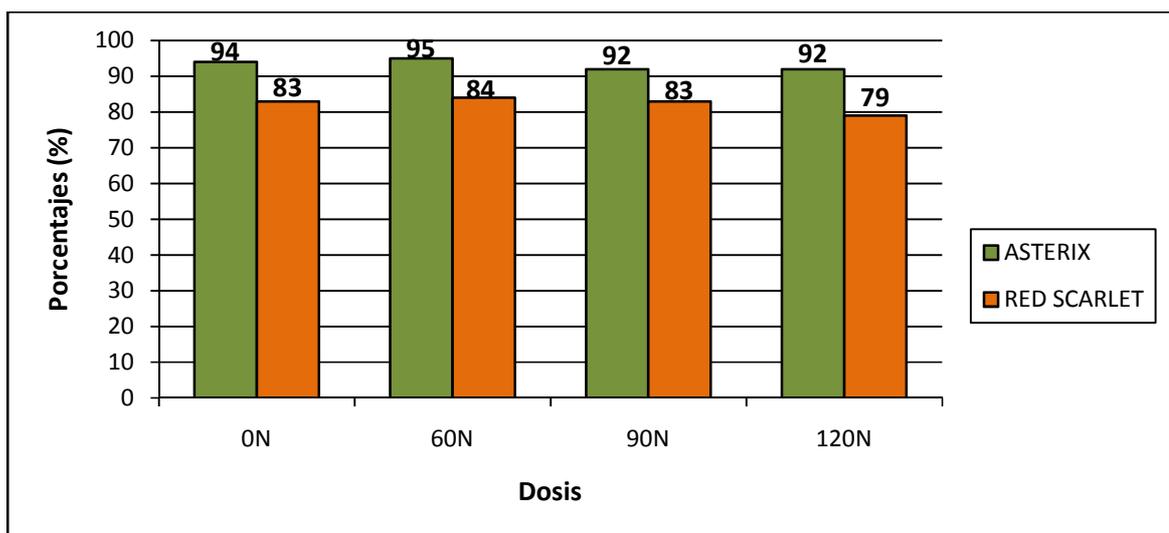


Figura 3. Efecto de las dosis de nitrógeno en los tubérculos > 28 y < 60 mm, expresados en porcentaje (%).

De acuerdo a esto la dosis con mayor porcentaje de tubérculos con calibres > 28 mm y < 60 mm para el cultivar Asterix y Red Scarlet fue la de 60 kg N ha^{-1} , con un valor de 95% y 84% respectivamente. Considerando estos resultados, los promedios para cada cultivar, en términos

porcentuales, son de 93,25% y 82,25% para los cultivares Asterix y Red Scarlett, respectivamente. El porcentaje de descarte, esto es tubérculos con calibres < 28 mm y > 60 mm, es claramente superior en el cultivar Red Scarlet con un valor promedio acumula de 17,5% en comparación al cultivar Asterix que presenta un valor de 6,75%.

En un experimento realizado por Shakh *et al.* (2001), se observó un aumento progresivo en tubérculos con calibres de grado medio grande como resultado del incremento en la tasa de aplicación de nitrógeno.

4.3 Absorción de nitrógeno por el cultivo de papa.

En la figura 4 se muestra la absorción total de nitrógeno por efecto de las distintas dosis aplicadas de este nutriente en ambos cultivares, en diferentes estados de desarrollo del cultivo.

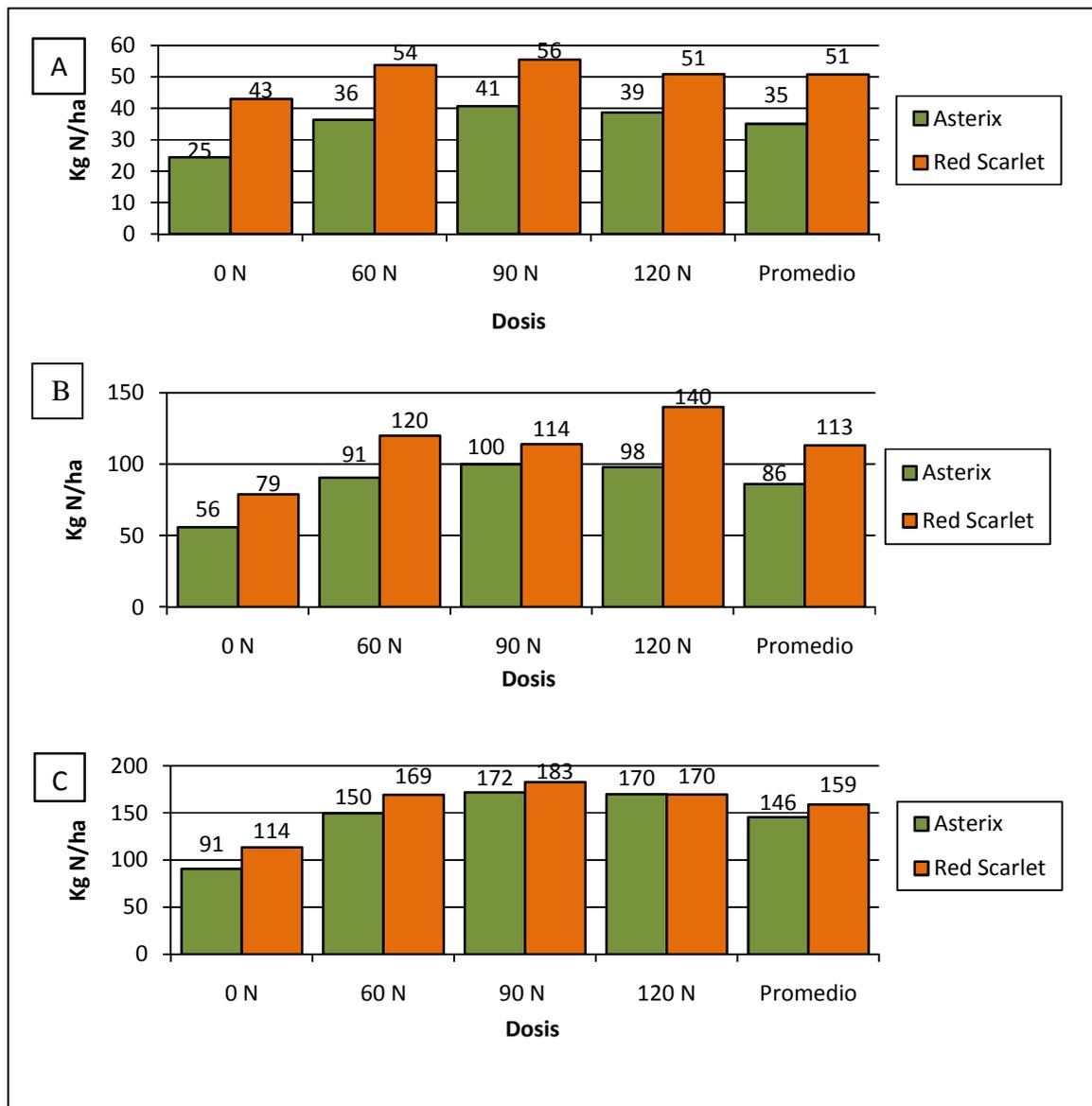


Figura 4. Efecto de las diferentes dosis de nitrógeno aplicadas en la absorción total de este nutriente en ambos cultivares. **50 DDP (A), 80 DDP (B), 110 DDP (C).**

En la figura 4 se presenta la absorción de nitrógeno a los 50, 80 y 110 días después de la plantación. De acuerdo a esto al transcurrir 50 días el cultivar Red Scarlet tubo una mayor absorción de nitrógeno con un promedio de 51 kg N ha^{-1} lo que representa un 32% del total absorbido a los 50 días, en tanto el cultivar Asterix absorbió 35 kg N ha^{-1} correspondiente a un 24%.

A los 80 días, la mayor absorción de nitrógeno se presenta en el cultivar Red Scarlet, el cual alcanzó un promedio acumulado de 113 kg N ha^{-1} lo que corresponde a un 71% del total, para el cultivar Asterix la absorción promedio fue de 86 kg N ha^{-1} lo que representa un 59% del nitrógeno total absorbido. A los 110 días la absorción de nitrógeno promedio para el cultivar Asterix y Red Scarlet fue de 145 y 157 kg N ha^{-1} respectivamente.

Greenwood, *et al.* (1995), demostraron que la acumulación fundamental de nitrógeno ocurre desde el periodo de la brotación a la floración. Lo anterior se ve demostrado en el muestreo realizado a los 80 DDP, donde se encontró el mayor porcentaje de nitrógeno absorbido por la planta. A su vez esto se asemeja a lo estudiado por Sierra (1985) quien señala que la máxima absorción de nitrógeno se produce a los 77 días después de la plantación.

Vos (1999), señala que el nitrógeno puede ser absorbido durante gran parte del desarrollo de las plantas de papa, pero la mayor tasa de absorción ocurre desde la brotación hasta las primeras etapas de crecimiento de los tubérculos. El nitrógeno se asimila durante todo el período vegetativo, pero el punto máximo de absorción coincide con el periodo de crecimiento intenso.

Estudios realizados por Sancho (1999) y Bertsh (2003), afirman que la extracción de nutrientes depende del potencial genético de la planta, esto podría explicar las diferencias que existen entre cultivares ya que la variedad Red Scarlet presenta una madurez más temprana en comparación a la variedad Asterix.

En la figura 5 se presenta la absorción de nitrógeno en la parte aérea, tubérculos y planta entera al término del ciclo del cultivo, en base a una fertilización de 60 kg N ha^{-1} .

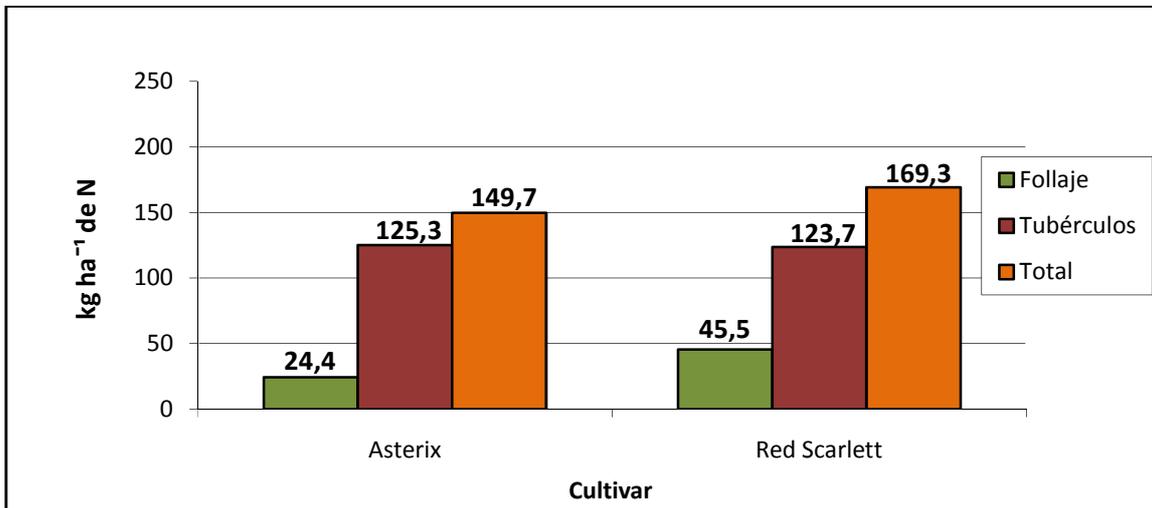


Figura 5. Absorción total de nitrógeno al término del ciclo del cultivo (110 DDP), expresado en kg ha^{-1} de N.

De acuerdo a los resultados expresados en el gráfico de la figura 5, el total de nitrógeno absorbido por el cultivar Asterix a los 110 DDP fue de 150 kg N ha^{-1} , de este total un 83,3% fue absorbido por los tubérculos, en tanto lo acumulado en la parte aérea de la planta corresponde a un 16,6% del total. Por su parte el cultivar Red Scarlet absorbió un total de 169 kg N ha^{-1} , acumulando un 73,3% del nitrógeno total en los tubérculos y un 26,6% se encuentra en la parte aérea.

Estos resultados se asemejan a lo estudiado por Joern y Vitosh (1995), quienes señalan que a los 120 días después de la plantación la absorción de nitrógeno por parte de los tubérculos y la parte aérea serán de un 75% y 25% respectivamente del nitrógeno total.

Por otra parte Rosales (2000), plantean que la extracción total de nitrógeno por parte de los tubérculos habrá sido de un 60% transcurrido 110 días después de la plantación, valor claramente inferior a los obtenidos en este experimento.

4.4 Requerimientos de nitrógeno por el cultivo de papa.

En el cuadro 5 se presenta el requerimiento total y extracción de nitrógeno por el tubérculo de papa en ambos cultivares, con una fertilización base de 60 kg N ha⁻¹.

Cuadro 5. Requerimiento y extracción de nitrógeno por el tubérculo, expresado en kilos de nitrógeno por tonelada.

	Demanda total (kg N ton⁻¹)	Extracción tubérculo (kg N ton⁻¹)
Asterix	3,3	2,8
Red Scarlet	3,0	2,5

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 5, la demanda total de nitrógeno para el cultivar Asterix fue de 3,3 kg de N ton⁻¹, mientras que para el cultivar Red Scarlet fue de 3.0 Kg de N ton⁻¹. Los resultados anteriormente mencionados se obtienen al analizar el rendimiento promedio de cada cultivar y la absorción total de nitrógeno por la parte aérea y tubérculo. Estos resultados se ajustan a lo señalado por Sierra *et al.* (2002), quien plantea que la demanda total del cultivo de papa es de 3,0 kg de N ton⁻¹ en el cultivar Desiree.

En tanto la extracción de nitrógeno por los tubérculos fue de 2,8 kg N ton⁻¹ para el cultivar Asterix y para el cultivar Red Scarlet la extracción fue de 2,5 kg N ton⁻¹. Estos valores se obtienen considerando los rendimientos promedios de cada cultivar y el nitrógeno absorbido por los tubérculos. Los resultados obtenidos difieren a lo estudiado por Badillo-Tovar *et al.* (1997), quienes señalan que para alcanzar rendimientos de 48 y 32 ton ha⁻¹ en el cultivar Alpha, la extracción de nitrógeno por parte de los tubérculos fue de 4 y 5 kg N ton⁻¹ respectivamente.

5. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este ensayo de campo y en base a los objetivos planteados, se puede concluir lo siguiente:

- ❖ Se encontraron diferencias significativas en la producción de papa semilla por efecto de las diferentes dosis de nitrógeno aplicadas en ambos cultivares.
- ❖ En los cultivares Asterix y Red Scarlet la dosis de 60 kg N ha^{-1} fue la que mejor respondió a la producción de papa para semilla, obteniéndose un valor de 95% y 84% respectivamente.
- ❖ Del total de nitrógeno absorbido por la planta entera; en el cultivar Asterix un 83,3% fue absorbido por los tubérculos y un 16,6% por la parte aérea, mientras que en el cultivar Red Scarlet los tubérculos absorbieron un 73,3% y la parte aérea un 26,6%.
- ❖ El requerimiento total de nitrógeno fue de 3.3 y $3.0 \text{ kg N ton}^{-1}$ para Asterix y Red Scarlet respectivamente.

6. RESUMEN.

En la estación experimental La Flor, ubicada en la comuna de Llanquihue, Región de los Lagos, se diseñó un ensayo de campo en un suelo Andisol perteneciente a la serie Nueva Braunau, durante la temporada agrícola 2009-2010, con el propósito de evaluar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno en el rendimiento, calibre, requerimiento y absorción de nitrógeno en dos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) para la producción de semilla.

En este estudio se comparó el efecto de cuatro dosis de nitrógeno, que corresponden a 0, 60, 90 y 120 kg N ha⁻¹, con cuatro repeticiones para cada una de las dosis, con cuatro hileras de plantación por parcela. Para este experimento se utilizó un diseño de bloques completos al azar (Little y Hills, 1998).

A los 50, 80 y 110 días después de la plantación se realizaron tres muestreos que correspondieron a la parte aérea y tubérculos, con el objetivo de determinar la absorción de nitrógeno en cada etapa del muestreo. Al momento de la cosecha se determinó el rendimiento total y el calibre por categorías de los tubérculos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se presentaron diferencias significativas en la producción de papa semilla por efecto de las diferentes dosis de nitrógeno en ambos cultivares.

La dosis de 60 kg N ha⁻¹ fue la que mejor respondió a la producción de papa semilla en el cultivar Asterix y Red Scarlet.

Del total de nitrógeno absorbido por la planta entera; en el cultivar Asterix un 83,3% fue absorbido por los tubérculos y un 16,6% por la parte aérea, mientras que en el cultivar Red Scarlet los tubérculos absorbieron un 73,3% y la parte aérea un 26,6% del total de nitrógeno absorbido.

En los cultivares Asterix y Red Scarlet la demanda total de nitrógeno fue de 3.3 y 3.0 kg N ton⁻¹ respectivamente. En tanto la extracción total de nitrógeno por parte de los tubérculos fue de 2.83 y 2.52 kg N ton⁻¹, para el cultivar Asterix y Red Scarlet, respectivamente.

7. SUMMARY.

In the experimental station La Flor, located in the commune of Llanquihue, Lakeland, will design a field trial in an Andisoil belonging to Nueva Braunau series during the 2009-2010 agricultural season, in order to evaluate the effect of different doses of nitrogen in performance, size, and absorption of nitrogen requirement in two cultivars of potato (*Solanum tuberosum* L.) seed production.

This study compared the effect of four doses of nitrogen, corresponding to 0, 60, 90 and 120 kg N ha⁻¹ with four replicates for each dose, with four planting rows per plot. For this experiment utilized a randomized complete block design (Little and Hills, 1998).

At 50, 80 and 110 after planting were three samples that corresponded to shoots and tubers, with the aim of determining the nitrogen uptake at each stage of sampling. At the time of harvest was determined the total yield and size of tubers by category.

According to the results of the analysis of variance showed significant differences in the production of seed potatoes the effect of different doses of nitrogen in both cultivars.

The dose of 60 kg N ha⁻¹ was the best answered seed potato production in cultivar Asterix and Red Scarlet.

Of the total nitrogen absorbed by the whole plant, in cultivar Asterix 83.3% was absorbed by the tubers and 16.6% by aerial, while the Red Scarlet tubers grow 73.3% absorbed aerial part and 26.6% of nitrogen absorbed.

In the cultivars Asterix and Red Scarlet total nitrogen demand was 3.3 and 3.0 kg N t⁻¹ respectively. While the total nitrogen removal from the tubers was 2.83 ton and 2.52 kg N-1, for the cultivar Asterix and Scarlet Red, respectively.

8. LITERATURA CITADA.

- Abbasi, A. Tobeh, M. Shiri-e-Janagrad, Sh. Jamaati-e-Somarin, M. Hassanzadeh and S. Hokmalipour.** 2009. Response of Growth and Yield of Potato Crop Cultivars to Nitrogen Levels. *Asian Journal of Biological Sciences*, 2: 35-42.
- Badillo-Tovar; J. Z. Castellanos-Ramos; J. de J. Muñoz-Ramos; P. Sánchez-García1; S. Villalobos-Reyes, P. Vargas-Tapia.** 1997 Demanda nutrimental del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) Cv. Alpha, en la Región del Bajío.
- Bertsch, F.** 2003. Absorción de nutrientes por los cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
- Beukema, H. P. y Van deer Zaag. D. E.** 1990. Introduction to potato production. Pudoc. Wageningen.p25-32.
- BCN.** 2011. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Disponible en <http://siit2.bcn.cl/actualidad-territorial>. 25 julio 2011.
- Brennes, F.** 2001 Prácticas culturales en la papa Michigan State University Extensión Soils & Soil Management - Fertilizer -P61-97.
- Beraga, L. and K. Caeser,** 1990. Relationships between number of main stems and yield components of potato (*Solanum tuberosum* L. cv. erntestolz) as influenced by different day length. *Potato Res.*, 33: 257-267.
- Cáceres, J.** 1991. Aspectos tecnológicos del cultivo de la papa en el Ecuador. Proyecto Kellogg-papa. Quito. Ecuador. p33.
- Contreras, A.** 2002. Ecofisiología del rendimiento de la planta de papa. III Seminario Internacional de la papa. Medellín, Colombia. 17 p.
- David, R.** 2001. Guía del cultivo de la papa. Mountain Valley .produce. 15p.
- Deroncelé, R, Padrón, E. Moreno, V y John.** 1999. La fertilización mineral de la papa en Cuba. Situación actual y perspectiva. Inst. de Inve. Hortícola. Liliana Dimitrova" MINAG. 8 p.
- Evanylo, G. K.** (1990). Soil and plant calibration for cucumbers grown in the mid-Atlantic coastal plain. *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, 21(3-4), 251-272.

- Gassior, J.** 1997. Influence of early plant defoliation and nitrogen fertilization on the productivity of seed potatoes grown on zeszyty- Naukowe- Akademii-Rolniczej-im-H-Kollotaje-W-Krakowie-Rolnictwo. (Poland). No. 34 p. 81-91.
- Greenwood, D. J.; Neeteson, J. J.; Draycott, A.** 1995. Response of potatoes to N fertilizer: quantitative relations for components of growth. *Plant and Soil* 85: 163-183.
- Harris, P. M.** 1999. Mineral Nutrition. In the potato crop .The Scientific Basis For improvement Second Edition United by P. M. Harris Chapman. London.
- Honeycutt, C.W., W.M. Clapham and S.S. Leach,** 1996. Crop rotation and nitrogen fertilization effects on growth, yield and disease incidence in potato. *Am. J. Potato Res.*, 73: 45-61.
- INDAP.** 2004. Análisis de mercado nacional e internacional. Disponible en <http://serinfo.indap.cl>. 15 junio 2004.
- Jamaati-e-Somarin, A. Tobeh, M. Hassanzadeh, M. Saeidi, A. Gholizadeh and R. Zabihi-e-Mahmoodabad,** 2008. Effects of Different Plant Density and Nitrogen Application Rate on Nitrogen Use Efficiency of Potato Tuber. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11: 1949-1952.
- Joern, B.C. and Vitosh, M.L.** 1995. Influence of applied nitrogen on potato II, Recovery and partitioning of applied nitrogen. *American Potato Journal*. Vol 72. P. 73-84.
- Kádár, I.** 2000. Nutrient uptake of potato (*Solanum tuberosum* L.) on calcareous Chernozem soil. *Növénytermelés* 49(5): 533-545.
- Kleinhenz, M.D. and M.A. Bennet,** 1992. Growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars Atlantic and Monona as influenced by seed type and size. *Am. Potato J.*, 69: 117-129.
- Little, Th. y Hills, J.** 1989. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 2º edición Editorial Trillas, México. 270. p.
- López, M., Vázquez, E., López, R.** 1995. Raíces y Tubérculos. Segunda Edición. La Habana. Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- Manochehr Shiri-e-Janagrad, Ahmad Tobeh, Abazar Abbasi, Shahzad Jamaati-e-Somarin and Saeid Hokmalipour.** 2009. Vegetative Growth of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cultivars, Under the Effects of Different Levels of Nitrogen Fertilizer. *Research Journal of Biological Sciences*. Volume: 4, Issue: 7, Page No.: 807-814

- Marks, N.; Szmigiel, A.; Krzysztofik, B.; Sobol, Z.; Baran, D.** 1998. Effect of phosphorus fertilization on leaf assimilation area, yields and mechanical damages of potato tubers. *Inzynieria. Rolnicza (Poland)*. No. 5 p. 123-132.
- Muñoz Juan D., Martínez Luis J. and Giraldo, Ramón.** 2006. The spatial variability of some soil properties and their relationship with varying production in potato crop (*Solanum tuberosum* L.). *Agron. colomb.*, vol.24, no.2, p.355-366. ISSN 0120-9965.
- Nunes MA, Dias MA, Gaspar AM, Oliveira MD, Pinto E, Carapau AL.** 1981. Análise do crescimento da beterraba sacarina em cultura de primavera. *Agric. Lusit.* 40: 217-240.
- Rosales, A.** 2000. Nitrogen and the nutritional value of potatoes and vegetables, In. Proc. IPI. Regional Workshop on Food Security in the Wana, the essential need for balanced fertilization. Bova. Izmir. Turkey. p. 212-233.
- Rubio Cobarruvias, Oswaldo Ángel; Cadena Hinojosa, Mateo Armando.** 2012. Optimización del fraccionamiento del nitrógeno en el cultivo de papa en el Valle de Toluca *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 3, núm. 6, noviembre-diciembre, 2012, pp. 1075-1084.
- Saluzzo A, Echeverría H, Andrade F H, Huarte M.** 1999. Nitrogen nutrition of potato cultivars differing in maturity. *J. Agron. Crop Sci.* 183:157 – 165.
- 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.
- Seed, K. and J. Grewal.** 1994. Evaluation of nitrogen sources and levels on potato nutrition and their effects on soil fertility under potato – fallow – potato crop sequence in Shimla Hills. *Potato. Present & Future.* Indian Potato Association, Shimla. 347 p.
- Shakh, M. A. Awal , S. U. Ahmed and M. A. Baten .** 2001. Effect of Eyes Number in Cut Seed Tuber and Different Levels of Nitrogen on Growth, Yield and Grading of Tuber Size in Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4: 1184-1187.
- Sierra, B. C.** 1985. Informe Técnico anual. Programa fertilidad de suelos y Programa de papas. Estación Experimental Remehue. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Osorno.
- Sierra, J. Santos, J Kalazich.** 2002. Manual de fertilización del cultivo de la papa en la zona sur de Chile. *Boletín INIA* N° 76.
- Vos, J.,** 1999. Split nitrogen application in potato: Effects on accumulation of nitrogen and dry matter in the crop and on the soil nitrogen budget. *J. Agric. Sci.* 133, 263–374.

Williams, C. M. J. and Maier N. A. 2001 Determination of the nitrogen status of irrigated potato crops. Publications Scientific Papers.

Written, S. L. 2001. Cultural management of Ranger Russet Potatoes. University of Idaho college of Agriculture. P. 1-4.

9. ANEXOS

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

Fuente Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	441,14252	147,048	21,3934
Error	12	82,48185	6,873	Prob. > F
C. Total	15	523,62438		< , 0001*

Coefficiente de variación (%): 13,77

Prueba de comparación Múltiple de Tuckey.

$\alpha = 0,050$

Nivel	Media de mínimos cuadrados
a3 (90 N) A	45,892500
a4 (120 N) A	44,710000
a2 (60 N) A	42,887500
a1 (0 N) B	32,625000

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

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Tratamiento	3	257,99277	85,9976	7,7470
Error	12	133,20963	11,1008	Prob. > F
C. Total	15	391,20239		< , 0001*

Coefficiente de Variación (%): 10,79

Prueba de comparación Múltiple de Tuckey.

$\alpha=0,050$

Nivel	Media de mínimos cuadrados
a3 (90 N) A	48,917500
a4 (120 N) A	48,817500
a2 (60 N) A	45,617500
a1 (0 N) B	39,070000

3. Absorción de nitrógeno. Muestreo 1: 50 DDP; muestreo 2: 80 DDP; muestreo 3: 120 DDP.

ASTERIX: MUESTREO 1		ASTERIX MUESTREO 2		ASTERIX MUESTREO 3	
<i>AEREO</i>		<i>AEREO</i>		<i>AEREO</i>	
Dosis N	% N	DOSIS N	% N	DOSIS N	% N
0 N	3,84	0 N	2,41	0 N	2,45
60 N	4,2	60 N	2,83	60 N	2,54
90 N	4,45	90 N	2,56	90 N	2,81
120 N	4,51	120 N	2,8	120 N	2,63
<i>TUBERCULO</i>		<i>TUBERCULO</i>		<i>TUBERCULO</i>	
DOSIS N	% N	DOSIS N	% N	DOSIS N	% N
0 N	1,55	0 N	1,06	0 N	1,18
60 N	1,45	60 N	1,08	60 N	1,39
90 N	1,76	90 N	1,17	90 N	1,41
120 N	1,73	120 N	1,16	120 N	1,4
RED SCARLET MUESTREO 1		RES SCARLET MUESTREO 2		RES SCARLET MUESTREO 3	
<i>AEREO</i>		<i>AEREO</i>		<i>AEREO</i>	
DISIS N	%N	DOSIS N	% N	DOSIS N	% N
0 N	4,57	0 N	3,04	0 N	1,71
60 N	4,86	60 N	2,86	60 N	1,76
90 N	5,06	90 N	3,02	90 N	1,75
120 N	5,27	120 N	2,76	120 N	1,48
<i>TUBRCULO</i>		<i>TUBERCULO</i>		<i>TUBERCULO</i>	
DOSIS N	% N	DOSIS N	% N	DOSIS N	% N
0 N	2,19	0 N	1,16	0 N	1,3
60 N	2,14	60 N	1,28	60 N	1,44
90 N	2,16	90 N	1,41	90 N	1,39
120 N	2,12	120 N	1,47	120 N	1,28