

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

Escuela de Agronomía

Producción de papa temprana en la comuna de Maullín, X<sup>a</sup>

Región: Propuesta y evaluación de un manejo agronómico

Tesis presentada como parte de los  
requisitos para optar al grado de  
Licenciado en Agronomía

**Felipe Andrés Llorens Carrasco**

Valdivia - Chile

2007

PROFESOR PATROCINANTE

Andrés Contreras M.  
Ing.Agr.

---

PROFESOR INFORMANTE:

Ricardo Fuentes P.  
Ing.Agr., M. Sc

---

Peter Seemann F.  
Ing. Agr. Dr. Rer. Hort

---

INSTITUTO DE PRODUCCION Y SANIDAD VEGETAL

## Agradecimientos

Al finalizar esta tesis quisiera agradecer a todas las personas que contribuyeron a poder sacar este trabajo adelante.

Al profesor Don Andrés Contreras M. por su ayuda, dedicación y valiosas sugerencias que permitieron el desarrollo de este trabajo, por la confianza depositada en mí, que me permitió trabajar con completa tranquilidad y seguridad. De igual manera a mis profesores informantes, Don Ricardo Fuentes por la extraordinaria ayuda en el ordenamiento del trabajo y el análisis estadístico del mismo y a Don Peter Seemann por sus valiosos aportes y correcciones.

A mi madre Maria Victoria, por todo el apoyo y amor que me entregó, a ella le debo todo lo que soy en la vida. A mi padre Hermes pilar fundamental, compañero y amigo, sin ti esto hubiese sido muy difícil. Mi hermana Renata, sin tu paciencia y apoyo esto hubiese sido imposible. Para ti Juanita "gracias por todo". A mi tata (Q.E.P.D.) el iniciador de todo esto, el patriarca, todos mis logros serán siempre para ti. A toda mi familia, tios y primos constantes camaradas en esta etapa de mi vida.

Para todos mis amigos y amigas, tanto del colegio como de universidad, por su persistente compañía y apoyo. Para las personas con las cuales ya no comparto ni veo seguido pero que vivieron el proceso conmigo, su apoyo nunca lo olvidaré.

GRACIAS.

**INDICE DE MATERIAS**

Capítulo		Página
1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Antecedentes generales	3
2.2	Fenología y ecofisiología del cultivo de papa	4
2.2.1	Plantación a emergencia	5
2.2.2	Crecimiento vegetativo	6
2.2.3	Inicio de tuberización	7
2.2.3.1	Fisiología de la tuberización	7
2.2.4	Llenado de tubérculos	10
2.2.5	Maduración de tubérculos	10
2.3	Tipos de crecimiento	11
2.4	Producción de papas para primores	12
2.5.	Movimiento del tubérculo semilla	14
2.5.1	Dormancia	15
2.5.2	Pre- brotación	18
2.6	Manejos del cultivo	19
2.6.1	Épocas de plantación	19
2.6.2	Densidad de población	20
2.6.3	Profundidad de plantación	21
2.6.4	Fertilización	21
2.6.4.1	Efecto del nitrógeno	22
2.6.4.2	Efecto del fósforo	23
2.6.4.3	Efecto del potasio	24

3.	MATERIALES Y METODOS	26
3.1	Material	26
3.1.1	Localización del ensayo	26
3.1.2	Duración	27
3.1.3	Cultivares	27
3.1.4	Características climáticas de las localidades	29
3.1.5	Características de los suelos.	31
3.1.6	Insumos a emplear.	31
3.1.6.1	Ácido giberélico	31
3.1.6.2	Fertilizantes	31
3.2	Método	31
3.2.1	Manejos agrícolas.	32
3.2.1.1	Manejo propuesto	32
3.2.1.2	Manejo convencional	33
3.2.2	Pre-brotación.	33
3.2.3	Tipos de parcelas	34
3.2.4	Preparación de suelo.	35
3.2.5	Fecha de plantación	35
3.2.6	Parámetros evaluados	35
3.2.6.1	Porcentaje de brotes por tubérculo	35
3.2.6.2	Días a emergencia,.	35
3.2.6.3	Plantas finalmente establecidas.	35
3.2.6.4	Fecha de Floración.	35
3.2.6.5	Número de tallos por planta.	36
3.2.6.6	Rendimiento total.	36
3.2.6.7	Rendimiento comercial.	36
3.2.6.8	Número de tubérculos.	36
3.2.7	Prácticas culturales.	36
3.2.8	Cosecha.	36

3.2.9	Diseño experimental.	37
3.2.10	Análisis estadístico.	38
4.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	39
4.1	Días a emergencia	39
4.2	Plantas establecidas	48
4.3	Número de tallos por planta	51
4.4	Desarrollo del período vegetativo, crecimiento foliar.	54
4.5	Rendimiento total	56
4.6	Rendimiento comercial	61
5	CONCLUSIONES	67
6	RESUMEN	69
	SUMMARY	71
7	BIBLIOGRAFÍA	73
	ANEXOS	82

**INDICE DE CUADROS.**

CUADRO		Paginas
1	Superficie, producción y rendimiento de papas en Chile	3
2	Requerimientos para los cultivares de ciclo corto y largo	12
3	Temperaturas medias mensuales y Precipitaciones medias mensual (mm) de Maullín	29
4	Análisis químico de suelo	31
5	Dosis de nutrientes (Unidades / ha) y fertilizantes en (Kg/ha) utilizados en cada manejo	33
6	Efectos de los manejos sobre el porcentaje de plantas establecidas en los cuatro cultivares	48
7	Comportamientos de los cultivares en el porcentaje de plantas establecidas según el manejo empleado	49
8	Efecto de los cultivares sobre el número de tallos por planta	51
9	Efectos de los manejos sobre el rendimiento total en los cuatro cultivares (kg/ha)	57
10	Comportamientos de los cultivares sobre rendimiento total según el manejo empleado (kg/ha)	57
11	Comportamientos de los cultivares sobre rendimiento comercial según el manejo empleado (kg/ha)	65

**INDICE DE FIGURAS.**

FIGURA		Paginas
1	Principales épocas de plantación, cosecha y almacenaje de papa, y objetivos productivos más importantes de cada región.	4
2	Evolución del peso seco del follaje y de los tubérculos en cultivares de ciclo corto(tipo1) y de ciclo largo (tipo 2)	11
3	Ubicación del ensayo. Predio “El Bonito” sector peñol bajo (Maullín)	26
4	Climodiagrama de Maullín	30
5	Disposición de los tubérculos en el invernadero, para la prebrotación.	34
6	Esquema del ensayo en el campo, distribución de los bloques y parcelas	38
7	Efecto del manejo propuesto en la emergencia de plantas	40
8	Efecto del manejo convencional en la emergencia de plantas	41
9	Efecto de los manejos para la emergencia del cultivar Romano	43
10	Efecto de los manejos para la emergencia del cultivar Desirée	46
11	Efecto de los manejos para la emergencia del cultivar Rosara	46
12	Efecto de los manejos para la emergencia del	47

	cultivar Pukará-INIA	
13	Plantas afectadas por enfermedades durante el período plantación- emergencia. Foto izquierda: 1 nov 2005, cultivar Romano con manejo convencional, Rizoctoniasis. Foto derecha: 1 nov 2005, cultivar Rosara con pudrición de tubérculo.	50
14	Desarrollo foliar a 90 días para el cultivar Desirée	54
15	Desarrollo foliar a 90 días para el cultivar Rosara	54
16	Desarrollo foliar a 90 días para el cultivar Romano	55
17	Desarrollo foliar a 90 días para el cultivar Pukará-INIA	55
18	Efecto del manejo propuesto en el rendimiento comercial. Número de tubérculos calibre comercial y número de tubérculos calibre inferior a 30mm.	62
19	Efecto del manejo convencional en el rendimiento comercial. Número de tubérculos calibre comercial y número de tubérculos calibre inferior a 30mm.	63
20	Relación entre la densidad de tallos y el calibre de los tubérculos	65

**INDICE DE ANEXOS**

ANEXO		Paginas
1	Análisis de varianza para el porcentaje de plantas emergidas a 25 días desde la plantación	82
2	Análisis de varianza para el porcentaje de plantas emergidas a 32 días desde la plantación	82
3	Análisis de varianza para el porcentaje de plantas emergidas a 39 días desde la plantación	82
4	Análisis de varianza para el porcentaje de plantas emergidas a 45 días desde la plantación	83
5	Análisis de varianza para el porcentaje de plantas emergidas a 52 días desde la plantación	83
6	Análisis de varianza para el porcentaje de plantas emergidas a 60 días desde la plantación	83
7	Porcentajes de emergencia, según fecha de medición	84
8	Análisis de varianza para las plantas finalmente establecidas.	85
9	Análisis de varianza para el número de tallos por planta.	85
10	Análisis de varianza para el rendimiento total	85
11	Análisis de varianza para el rendimiento comercial	86
12	Calculo fertilización	87

## 1. INTRODUCCION.

En Chile el cultivo de papa se expande desde Arica a Magallanes y ya desde hace muchos años se ubica como uno de los cultivos agrícolas más importantes del país, ya sea por el valor económico y/o alimenticio que significa su producción, como por el impacto social que tiene este cultivo en las zonas donde se cultiva.

Para nadie es novedad que el potencial productivo del cultivo de papa en la zona sur del país es inmensa. El conjunto de factores edafoclimaticos y fitosanitarios favorecen de tal forma el desarrollo del cultivo que la mayor superficie nacional se concentra en las regiones IX<sup>a</sup> y X<sup>a</sup>, con producciones destinadas, principalmente, para el consumo fresco y la producción de papa semilla certificada o corriente. Sin embargo la producción de esta zona presenta un inconveniente, casi en su totalidad esta se concentra en una época del año, provocando una masiva oferta en sólo algunos meses que va en desmedro de los precios a pagar al productor. Para contrarrestar esto, los productores sureños recurren a la guarda de su material, lo que trae consigo que tengan que asumir los altos costos de almacenamiento que aquello significa.

Debido a lo expresado anteriormente, se hace necesario, buscar otras formas de producción en la zona, formas que permitan mejorar el beneficio económico de los agricultores sin que ello signifique un aumento en los costos.

El cultivo de primores busca entregar la producción al mercado en épocas que no coincidan con la masiva oferta y así obtener beneficios económicos superiores. Entre las regiones IV<sup>a</sup> a VII<sup>a</sup> se concentra esta práctica ya que las condiciones climáticas de estas zonas permiten que la planta logre desarrollarse adecuadamente, aunque no demuestre su potencial, en períodos

en que en el sur resultaría aún más difícil; esto principalmente por el menor riesgo de heladas que presentan estas zonas.

Sin embargo la posibilidad de producir primores en las zonas más australes es factible si se siguen técnicas agronómicas estrictas y la plantación se realiza en lugares donde el riesgo de heladas sea mínimo o nulo.

#### Hipótesis

- Una alta fertilización fosforada, baja nitrogenada y normal en potasio combinada con tubérculos semilla pre-brotados, profundidad de plantación superficial y el uso de cultivares de período vegetativo corto, permite conseguir rendimientos elevados en la producción de papa para primor.

#### Objetivo general:

- Proponer y evaluar un manejo agronómico que permita la producción de primores en la comuna de Maullín, Xª Región.

#### Objetivos específicos.

- Proponer y comparar un nuevo manejo de producción de papas para el cultivo de primores con el manejo corriente de los agricultores de Maullín y evaluar los parámetros de comportamiento óptimo.
- Seleccionar el cultivar que responda mejor al manejo propuesto y al manejo convencional.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA.

### 2.1 Antecedentes generales.

Según información del Instituto Nacional de Estadísticas, en la temporada 2004/05 se cultivaron 55.620 hectáreas con papas en el país. Las regiones IX<sup>a</sup> y X<sup>a</sup> tuvieron las mayores superficies cultivadas, con el 60% del total. Sin embargo la superficie cultivada disminuye con respecto a la temporada anterior, lo cual se asocia al inestable precio que hace escapar a muchos productores entre temporadas (CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS, 2005)

**CUADRO 1. Superficie, producción y rendimiento de papas en Chile**

Región	Superficie (ha)		Producción (Ton)		Rendimiento (Ton/ha)	
	2003/04	2004/05	2003/04	2004/05	2003/04	2004/05
IV	5.400	4.960	109.620	106.541	20,3	21,5
V	1.200	1.550	15.000	25.575	12,5	16,5
RM	4.000	3.260	63.360	43.228	15,8	13,3
VI	3.450	2.820	65.550	56.516	19	20
VII	3.800	2.800	57.190	42.448	15,1	15,2
VIII	6.400	6.290	128.320	127.498	20,1	20,3
IX	16.800	15.620	302.400	321.303	18	20,6
X	17.200	17.010	390.784	380.684	22,7	22,4
Resto País	1.310	1.310	11.946	11.946	9,1	9,1
TOTAL	59.560	55.620	1.144.170	1.115.736	19,2	20,1

FUENTE: ODEPA (2005)

Según la zona existen diferentes objetivos productivos, que van relacionado con las ventajas comparativas de los lugares cultivados. Este es el



y fisiológicos de la planta. La combinación de dichos factores permite la determinación de la calidad del producto final y el respectivo conocimiento de estos a orientar un cultivo según el objetivo productivo que se quiera. (BEUKEMA y VAN DER ZAAG, 1990). A su vez, la influencia climática y edáfica en la planta de papa tiene distintos efectos según el ciclo fenológico en el cual se encuentre el cultivo y es así como por ejemplo, las necesidades hídricas del cultivo son débiles al comienzo de su vegetación, pero son importantes cuando se acerca al período de formación de sus tubérculos y el llenado de estos. (AGUILA, 1987 y BEUKEMA y VAN DER ZAAG, 1990).

**2.2.1 Plantación a emergencia.** Este período dura entre 15 a 30 días, dependiendo de la humedad, grado de brotación de los tubérculos y temperatura del suelo (SALE, 1979). El tubérculo al fin de su reposo, inicia su brotación y emergencia en forma lenta a 5° C y se maximiza a los 14-18° C. Esto es importante al considerar la época de plantación ya que ésta se debe iniciar cuando la temperatura del suelo haya alcanzado por lo menos 7-8° C. La temperatura ideal de brotación es de 18°C. Como se dijo, temperaturas inferiores retrasan el proceso de brotación y emergencia, pero temperaturas superiores, pueden estresar el tubérculo y generar enfermedades. Durante esta fase la plántula sobrevive de las reservas contenidas en el tubérculo-madre y por las giberelinas presentes en la región subapical. Se debe realizar control de malezas y favorecer la rápida emergencia de los tallos, porque son menos susceptibles a *Rhizoctonia solani* cuando se ha formado tejido verde. Es necesaria una adecuada humedad en el suelo para que haya producción de raíces. La conjunción de dos factores como son alta humedad del suelo y bajas temperaturas no solo retrasa la emergencia de la planta sino que favorece el desarrollo de problemas fitosanitarios. (ALONSO, 1996; CONTRERAS, 2001; SIERRA *et al*, 2002; TAVARES, 2005; y BERGONZI, 2006).

La papa puede producirse en variados tipos de suelos, pero los más favorables para su cultivo son los profundos, con buen contenido de materia orgánica, suelto (favorece emergencia), permeable y con buen contenido de nutrientes. (BEUKEMA y VAN DER ZAAG, 1990 y MONTALDO, 1983).

**2.2.2 Crecimiento vegetativo** Este tiene una duración de 45-50 días. En esta etapa, todas las partes vegetativas de las plantas (hojas, ramas, raíces y estolones) se forman, comienza la absorción de nutrientes. En esta etapa la planta se independiza del tubérculo en cuanto a la nutrición y comienza el proceso fotosintético o de asimilación necesario para la formación de hidratos de carbono que serán transportados a zona de crecimiento aéreo (follaje, brotes, flores y frutos), y subterráneo (raíces, estolones y tubérculos). (CONTRERAS, 2003 y MANITOBA AGRICULTURE, FOOD AND RURAL INITIATIVES, 2004)

La temperatura óptima para la fotosíntesis depende de la intensidad de la luz, pero a la vez la temperatura óptima para la asimilación no siempre corresponde con la temperatura óptima para la producción de tubérculos. (BEUKEMA y VAN DER ZAAG, 1990) Según BENOIT *et al* (1983), la papas responden a una curva termal que va entre los rangos óptimos de los 16 a 28°C dependiendo de la variedad y de la parte de la planta. En general las altas temperaturas favorecen el crecimiento vegetativo y las bajas temperaturas el crecimiento de los tubérculos. La energía necesaria para que se produzca una asimilación en la planta proviene directa o indirectamente de la luz del sol. Alrededor de la mitad del espectro de la radiación solar es de la longitud de onda adecuada para ser utilizable para la fotosíntesis, que es la comprendida entre 400 y 700 nanómetros. Cuanto mayor sea la intensidad de la luz, mayor es la fotosíntesis. La intensidad de luz depende del ángulo de incidencia de los rayos y de la nubosidad del cielo. Normalmente, cuanto mayor sea la altitud del

terreno, mayor es la intensidad de la luz. (ALONSO, 1996 y BEUKEMA y VAN DER ZAAG, 1990).

Por otro lado, según OJALA *et al* (1990) y KING *et al* (2003) el grado de daño que un estrés hídrico provocaría a la producción y calidad del tubérculo dependerá de la severidad, sincronización y duración del déficit durante la estación de crecimiento. Mientras en la etapa de plantación a emergencia un déficit hídrico no se consideraría un problema ya que la brotación y emergencia se produciría sin mayores inconvenientes, en la etapa de crecimiento vegetativo reduciría el área de la hoja, extensión de la raíz, altura de la planta y un retraso general del desarrollo de la canopia. También en esta etapa un estrés tendría como consecuencia una disminución de los tubérculos por planta que da como resultado pocos y grandes tubérculos a la cosecha.

**2.2.3 Inicio de la tuberización.** Es un período corto, de 10 a 14 días de duración, en el cual se inicia la formación de tubérculos en las extremidades del estolón. Este período coincide generalmente con el inicio de la floración. En esta etapa del crecimiento es muy importante mantener un adecuado contenido de humedad en el suelo (80 a 90% de la humedad aprovechable) Los cultivos que tienen suficiente agua producen más follaje y empiezan a tuberizar más rápido que los cultivos que no han tenido disponibilidad del agua que han necesitado. (AGUILA, 1987, BEUKEMA y VAN DER ZAAG, 1990, RANDALL y GARY. 1993 y SIERRA *et al*, 2002)

**2.2.3.1 Fisiología de la tuberización.** La tuberización es un proceso que ocurre en varias especies vegetales y consiste en que órganos de naturaleza determinada (tallos modificados) tienen la propiedad de acumular sustancias de reserva en sus parénquimas primarios y secundarios. (TAVARES, 2005).

La tuberización en la planta de papa es un proceso complejo que requiere la interacción de factores bioquímicos, genéticos y medioambientales. La mayor cantidad de trabajos sobre este tema se ha concentrado en los efectos de la longitud del día, temperatura o la combinación de estos dos factores al proceso de la tuberización, entregando como resultados que bajo condiciones de fotoperíodo corto, bajas temperaturas y niveles bajos de fertilización nitrogenada se activa una señal transmisible en la región subapical del estolón que inicia la división celular y expansión y cambio de orientación del crecimiento de las células. En esta vía de transducción se realiza la percepción de las señales medioambientales apropiadas en las hojas, lo cual se obtiene por mediación del fitocromo y las giberelinas (GA) (LANGILLE, 1978; LI, 1985; ALONSO, 2000; SRIVASTAVA, 2001 y MAUK y HANNAPEL *et al*, 2004)

Según Yamamoto y Noda (1949) citado por MORENO (1983), el proceso de tuberización de la parte subterránea está dividido en cuatro etapas:

1. La elongación del estolón,
2. La formación (inicio) del tubérculo,
3. El agrandamiento del tubérculo
4. La culminación (maduración) del tubérculo

En relación al fotoperíodo, estudios demostraron que la tuberización de la papa es retrasada cuando se aumenta el largo de los días a 14 o 15 h, mientras que las extensiones de 18 h inhiben totalmente el tuberización. Además de suprimir la tuberización las extensiones del día disparan el crecimiento y el alargamiento del tallo. (GARNER y ALLARD, 1983). A pesar de los resultados de estas investigaciones que indican un lento crecimiento del tubérculo bajo condiciones de fotoperíodos largos, el rendimiento total de los tubérculos bajo longitudes largas del día en plantaciones de campo exceden comúnmente producciones bajo longitudes cortas del día. Estas producciones más altas se han atribuido a la fotosíntesis creciente y a la mayor biomasa de las plantas

bajo días largos así como efectos inductivos directos de los niveles más altos de irradiación solar. (WHEELER y TIBBITTS, 1986 y CONTRERAS, 2001).

En relación a la temperatura, la tuberización ocurre antes en regímenes térmicos bajos, aproximadamente 3 a 5 semanas antes que cuando las temperaturas son más cálidas. La temperatura óptima para el tuberización es 12°C, el proceso disminuye sobre 22°C y con ciertos cultivares, puede parar en 30°C. Temperaturas más altas pueden inducir a menudo a deformaciones y crecimientos secundarios en tubérculos. Las producciones máximas se pueden obtener con una temperatura media entre 20- 25°C. diurnas y 10- 12°C nocturnas. La fluctuación de estas temperaturas hace que el índice de respiración sea más bajo que el índice de la fotosíntesis, dando por resultado un aumento en la fotosíntesis neta y a su vez más acumulación de carbohidratos.(UNIVERSITY OF GEORGIA, 2001 y CONTRERAS, 2001)

Fisiológicamente la tuberización es una respuesta cuantitativa al fotoperíodo y termoperíodo, siendo favorecido por fotoperíodos cortos y temperaturas nocturnas relativamente bajas. Por esta razón plantas de la subespecie *tuberosum* adaptadas a fotoperíodos largos, cuando crecen en ambientes de día cortos tuberizan rápidamente, se tornan senescentes y resultan fisiológicamente (fotoperiódicamente) precoces (BANSE, 1979; MORENO, 1983 y RANDALL y GARY. 1993).

En relación al suelo, la papa presenta un sistema radicular grueso, ramificado y con raicillas que pueden llegar a profundizar hasta los 90 cm. No obstante, la mayor densidad radicular está concentrada en los primeros 40 cm de cobertura horizontal. Por ello, para que el sistema radicular y la tuberización de la planta de papa se desarrollen favorablemente, se requiere de una buena preparación del suelo a fin de lograr un suelo bien mullido. (BEUKEMA y VAN DER ZAAG, 1990, SIERRA *et al*, 2001 y CONTRERAS, 2003).

**2.2.4. Llenado de tubérculos** Después de terminado el proceso de tuberización, se inicia el llenado de los tubérculos. Este ocurre continuamente en el tiempo, por lo tanto, en este estado se deben proveer todas las condiciones para lograr el óptimo crecimiento de los tubérculos, principalmente por el intenso proceso fotosintético que ocurre con una máxima área foliar en el que se encuentran las plantas. Particular importancia cobra el adecuado suministro de agua, nitrógeno y potasio. Un déficit hídrico en este período puede inducir a una senescencia temprana de las plantas (RANDALL y GARY. 1993), como también protuberancias, crecimientos agrietados y formas irregulares como “cuellos de botella” (OJALA *et al*, 1990 y KING *et al*, 2003).

Es importante mencionar la relación de dependencia entre, altos rendimientos y suministro hídrico, la cual se ilustra por la correlación positiva que muestran a menudo las precipitaciones con altos rendimientos. En extensos estudios realizados en Inglaterra se logró determinar que el suministro hídrico en el período de llenado tubérculos produce aumentos de rendimiento que pueden llegar a 1,4 ton/ha por cada cm de agua caída (HARRIS, 1978).

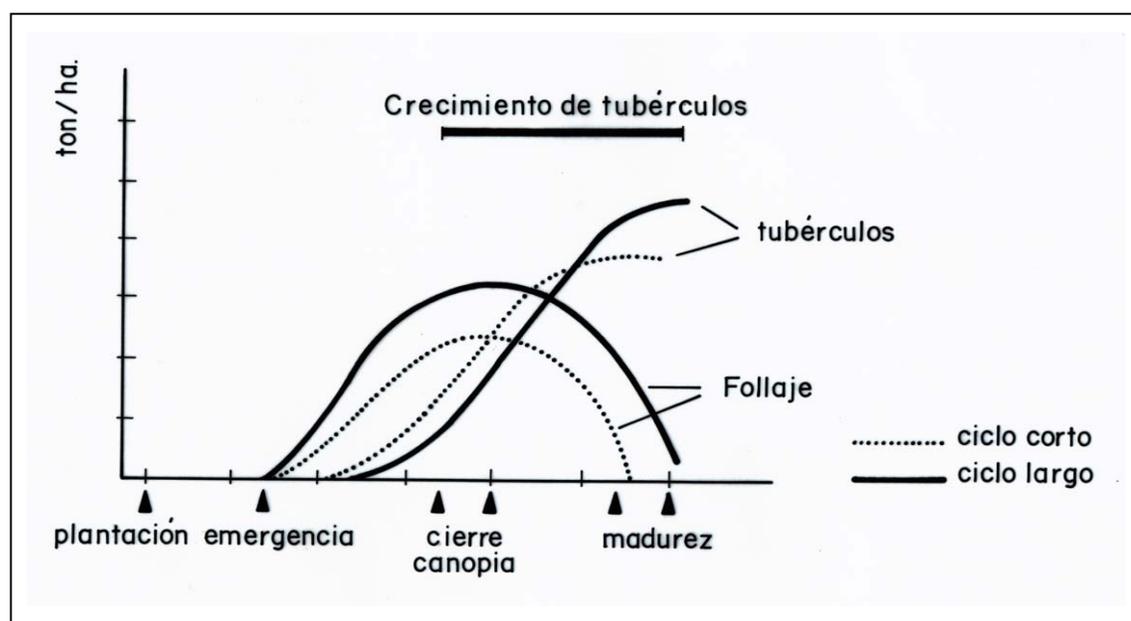
**2.2.5. Maduración de los tubérculos** Este período se inicia con la senescencia de tallos y hojas. Este proceso es lento pero sostenido en el tiempo. En muchas variedades este proceso culmina con la caída de las plantas. Sin embargo, después de la caída, el tejido aéreo puede mantenerse parcialmente verde y activo. Se puede decir que la planta de papa alcanza su completa madurez natural cuando los tubérculos no continúan aumentando de peso, su piel está firme (no se desprende al presionarla con los dedos) y el follaje se encuentra seco (BANSE, 1979 y SIERRA *et al*, 2002).

En la etapa de maduración el déficit hídrico provoca un acortamiento de la dormancia, reduce la gravedad específica y aumenta el contenido de azúcares reductores. También se tiene que mencionar que bajos niveles de

humedad pueden deshidratar los tubérculos, haciéndolos más susceptibles a algunas enfermedades (OJALA *et al*, 1990 y KING *et al*, 2003).

### 2.3 Tipos de crecimiento.

Según CONTRERAS (2003), Los cultivares de papa presentan dos tipos definidos de crecimiento, sin descartar los tipos intermedios. Podemos asimilarlos a cultivares de período vegetativo corto como Atica, Monalisa, Rosara (tipo de crecimiento 1), que presentan un crecimiento aéreo menor, una maduración más rápida y un menor rendimiento, normalmente utilizadas para la producción de primores, y cultivares de período vegetativo largo (tipo de crecimiento 2) que tienen un mayor desarrollo foliar y una maduración más tardía. Entre éstas últimas está Baraka, Asterix, Desirée, Panda.



**Figura 2: Evolución del peso seco del follaje y de los tubérculos en cultivares de ciclo corto (tipo1) y de ciclo largo (tipo 2)**

FUENTE: CONTRERAS (2003)

Estos tipos de desarrollo son influenciados por factores del medio y técnicas de manejo, por lo cual es posible adecuar producciones conociendo estos factores.

**CUADRO 2. Requerimientos para los cultivares de ciclo corto y largo.**

Tipo de crecimiento 1 ciclo corto	Tipo de crecimiento 2 ciclo largo
Fotoperíodo corto	Fotoperíodo largo
Alta intensidad lumínica	Baja intensidad lumínica
Temperaturas altas (sobre 20° C)	Temperaturas bajas (sobre 16-18° C)
Tubérculo-semilla viejo	Tubérculo-semilla joven
Alta densidad de plantación	Baja densidad de plantación
Bajos niveles de nitrógeno	Altos niveles de nitrógeno
Altos niveles de fósforo	Niveles normales de fósforo
Humedad restringida	Riego abundante
Cloruro de cloromequat + Cloruro de clorocolina (CCC)	Ácido Giberélico

FUENTE: CONTRERAS (2003)

**2.4 Producción de papas para primores.**

El 35% de la siembra nacional de papa se produce bajo condiciones de riego, la gran mayoría entre las regiones IV<sup>a</sup> y VII<sup>a</sup>, y una parte importante de esta superficie (70 a 80%) se destina a la producción de primores, con distinto énfasis, según se trate de las regiones IV<sup>a</sup> y V<sup>a</sup> o de las regiones VI<sup>a</sup> y VII<sup>a</sup>. (KALAZICH *et al*, 2002a). Estas zonas o localidades presentan menos riesgo de heladas; sin embargo, el potencial de los cultivos se ve restringido por las bajas temperaturas, la poca luminosidad y la condiciones de fotoperíodo corto que enfrentan durante su desarrollo (CONTRERAS, 2003).

En efecto, en la IVª Región, prácticamente toda la producción se destina a primores, pero con un marcado acento en las plantaciones de abril y mayo. Hacia la zona central, la producción de primores se efectúa en dos épocas muy definidas: temprano en primavera, para cosechar en noviembre/ diciembre y verano o “cuaresmera”, para cosechar en abril/mayo. Esta práctica de producir primores se fundamenta en la búsqueda de mejores precios por parte de los agricultores de las zonas norte y central, entregando al mercado su producción en épocas que no coincidan con la masiva cosecha de la zona sur (VIIIª Región al sur), en donde se concentra la mayor producción de papa (LOPEZ, S/f).

Aunque la producción de papa temprana o primor se concentra en las regiones antes mencionadas, expertos señalan que en la zona sur este tipo de producción ofrece beneficios para los productores. En primer lugar, pueden obtener un sobreprecio por el producto fresco; al producir fuera de estación, no reciben castigo en el precio por el color de la piel, lo que sí ocurre con las producciones de papa de guarda y además pueden vender todas las papas con calibre superior a 35 milímetros (CHILE, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA), 2004).

Sobre los sectores más apropiados para la producción de papa temprana en el sur de Chile, se puntualiza que tradicionalmente las mejores áreas de producción se ubican en la ribera de los grandes lagos y en las zonas costeras. Asimismo, se ha observado que algunas islas del archipiélago de Chiloé, por sus condiciones edafoclimáticas son ideales para producir papa-primor (INIA, 2004). En general como la planta de papa es susceptible a las heladas, la producción de primores se localiza en sectores donde las temperaturas mínimas no sean inferior a 1°C (CONTRERAS, 2003).

La práctica de realizar cultivos primores en las zonas norte y central requiere el manejo de puntos muy específicos, que tiene relación con las

variedades y su época de plantación, el estado fisiológico de la semilla para la segunda plantación (verano) y aspectos sanitarios relativos al movimiento de tubérculos. Ello se torna muy relevante y respecto de lo cual se debe poner especial cuidado, en relación con la conservación del patrimonio sanitario de la zona sur (LOPEZ, S/f y KALAZICH *et al*, 2002a).

## **2.5 Movimiento del tubérculo semilla.**

El tubérculo semilla es el órgano responsable de dar origen a una nueva planta y de su calidad depende en gran parte el rendimiento final. El concepto de calidad del tubérculo semilla, incluye tanto el grado de sanidad como su estado fisiológico. Por consiguiente, es necesario tomar todas las medidas posibles de protección durante la cosecha, la clasificación y el almacenamiento, con el fin de mantener al máximo el potencial de rendimiento del tubérculo semilla (PEÑA, 1999).

Según PEÑA (1999) el tubérculo semilla es el insumo más importante en cualquier proceso de producción; la condición básica para obtener niveles de productividad elevados es lograr que los tubérculos semilla, alcancen el estado de brotamiento más adecuado al momento de la plantación, por lo tanto, las prácticas de manejo de poscosecha que se realicen con éstos, se deben concentrar en aquellos factores y condiciones que influyen en el desarrollo de brotes vigorosos, que luego dan origen a tallos fuertes y libres de enfermedades.

Según BEUKEMA y VAN DER ZAAG (1990) la dormancia es el primer factor a considerar para lograr un éxito en el brotamiento de los tubérculos, cuando esta acaba, la temperatura de almacenamiento determina la iniciación del crecimiento del brote y una serie de factores fisiológicos y ambientales, el desarrollo de este.

**2.5.1 Dormancia.** Botánicamente, el tubérculo es un tallo subterráneo inmensamente comprimido y los ojos corresponden a los brotes axilares y apicales. Vegetativamente, son órganos de reposo que como otros órganos (cormos, bulbos) exhiben un nivel de inactividad en algún período de su desarrollo (SUTTLE, 2004). Cuando los brotes de este órgano no pueden desarrollarse en condiciones favorables se considera inactivo o en dormancia. (COLEMAN, 1987).

El estado de dormancia constituye una adaptación ecológica a condiciones ambientales desfavorables para un desarrollo normal del ciclo vegetativo de ciertas especies y de perpetuación en el tiempo. Dicho estado constituye, en muchos casos, formas de rusticación morfo-fisiológicas que implican aumentar considerablemente la resistencia a la acción perjudicial del frío y de las heladas; de las altas temperaturas; a períodos de falta de agua, etc.(TIZIO, 1982).

Sin embargo, existe una marcada confusión en el uso de la terminología para describir y definir el fenómeno. La mayoría de autores utilizan el término dormancia desde el mismo enfoque conceptual que el término reposo. Lo cual no sería lo correcto y conllevaría a errores. Para evitar estos problemas muchos fisiólogos se refieren a reposo como una dormancia innata, espontánea o profunda, que ocurre cuando los tubérculos no pueden brotar por causas endógenas; y a quiescencia cuando los tubérculos no brotan porque condiciones exógenas tales como temperatura y fotoperíodo no son favorables. Es así que se habla de dormancia como el período completo durante el cual los tubérculos son incapaces de brotar a causa de factores endógenos y exógenos. (HEMBERG, 1985 y CONTRERAS, 2003)

Es importante aclarar que la duración de la dormancia se interpreta de dos formas

- a) Número de semanas (días) entre la cosecha y el inicio del crecimiento del brote
- b) Número de semanas (días) entre el inicio de la tuberización y el inicio del crecimiento del brote.

En la práctica se ocupa a primera definición, sin embargo es mejor y más útil emplear la segunda. (BEUKEMA y VAN DER ZAAG, 1990)

Según SIMMONDS (1965) y HEMBERG (1985) La longitud del período de reposo en papa obedece a una condición puramente genética, de carácter estrictamente varietal. Sin embargo el concepto dormancia es más amplio y aparte de sumarle el carácter varietal, la condición de maduración de los tubérculos, las condiciones ambientales y de suelo durante el crecimiento, condiciones de almacenaje y si los tubérculos han sido dañados o no, también influirían en la longitud del período de reposo. (BEUKEMA y VAN DER ZAAG, 1990). Las temperaturas más cálidas de almacenaje aceleran la ruptura del reposo es así como algunas variedades logran acelerar dicho proceso hasta 4 semanas; como el cv. Rosara que puede disminuir su tiempo de reposo de 60 días, cuando las temperaturas de almacenamientos son de 3°C, a 30 días si las temperaturas de almacenaje están por sobre los 18°C. (ASOCIACIÓN CHILENA DE LA PAPA, 2007)

Las variedades difieren en la longitud del reposo en características fisiológicas que presenta el tubérculo (por ejemplo: el inicio de la tuberización) sin embargo la longitud de este proceso no se relaciona con el tipo de maduración que tenga el cultivar; es por eso que es posible encontrar variedades tardías o semi-tardías con reposo corto y variedades tempranas con un período de reposo largo (BEUKEMA y VAN DER ZAAG, 1990 y CONTRERAS, 2003).

Como se dijo anteriormente, después de la cosecha y a medida que transcurre el período de almacenamiento, el tubérculo se mantiene en dormancia (SUTTLE, 2004), sin embargo, muchas veces se requiere de tubérculos-semilla antes que se produzca el brotamiento natural, como en cultivo de papas para primores o en programas de semillas, en los que se requieren dos o tres campañas de cultivo por año. (BRYAN, 1989) Se ha visto que hay ciertos productos químicos que son efectivos en la rotura del reposo aunque en su uso a escala comercial pueden aparecer una serie de problemas (insuficiente brotación de la semilla, aparición de podredumbres y crecimientos defectuosos) que suele impedir su uso a gran escala. (ALONSO, 1996).

Cuando se trabaja con variedades comerciales; los diversos productos químicos a usarse y las concentraciones necesarias para romper el reposo pueden estandarizarse para las aplicaciones de rutina. Sin embargo, los diferentes tipos de material genético reaccionan en forma variada a las diversas sustancias químicas que promueven el brotamiento. Por consiguiente, es esencial conocer los antecedentes genéticos del material antes de seleccionar un método o un producto químico en particular para romper el reposo. Habitualmente, pero no siempre, los clones de madurez tardía tienen un período de reposo largo, que es más difícil de romper que el de los clones de madurez temprana. (BRYAN, 1989).

Los tubérculos en los que se ha roto el período de reposo por tratamiento químico muestran generalmente dominancia apical, fenómeno que consiste en que sólo un ojo en el tubérculo llega a producir un brote único. Esto sucede con muchas variedades y es muy común en el material de mejoramiento. Un brote único produce una planta de un solo tallo, lo cual es indeseable debido a que se obtiene pocos tubérculos de gran tamaño (BRYAN, 1989).

En relación a la acción del ácido giberélico (AG3) sobre la ruptura del estado de reposo de los tubérculos, se ha planteado una aguda controversia. Algunos autores sostienen que el AG3 no sólo rompe la reposo sino que acelera, como se ha comprobado reiteradamente, el crecimiento de los brotes originados por las yemas. Algunos de ellos han comprobado que la ruptura se correlaciona con una rápida disminución del inhibidor  $\beta$  de la peridermis de los tubérculos. (TIZIO, 1982 y HEMBERG, 1965)

**2.5.2. Pre-brotación.** La prebrotación tiene por objetivo obtener un cultivo rápido y una uniforme emergencia, acortando el período vegetativo de siembra a cosecha en dos o tres semanas. A menudo esto trae consigo un aumento en los rendimientos, sobre todo si la estación de crecimiento es corta. (BEUKEMA y VAN DER ZAAG, 1990) Para este propósito la semilla se puede disponer en bandejas especiales o se extiende en la bodega, corredores o aleros de galpones exponiéndola a luz indirecta o difusa pero a temperaturas no demasiada alta, idealmente 15°C. (SANTOS *et al*, 1974, ALONSO, 1996 y CONTRERAS, 2003).

Los brotes que crecen con luz desarrollan clorofila (son pigmentados), son más cortos y robustos que aquellos que crecen en oscuridad. Tiene hojas más pequeñas, una baja relación peso seco- peso fresco y una mayor cantidad de agua por unidad de peso seco. En estas condiciones, los brotes se desarrollan cortos y vigorosos permitiendo que la semilla sea plantada directamente (sin desbrote), obteniéndose menor deshidratación de la semilla con lo que se logra grande progresos en la fase de emergencia (rapidez, vigor, población por plantas, etc.) Por otra parte, se tiene cultivos mas sanos y productivos, ya que con el verdeo de la piel de las semillas se adquiere mayor resistencia a la entrada de patógenos del suelo (GRANDÓN, 1984 y BEUKEMA y VAN DER ZAAG, 1990).

La cantidad de tubérculos que se forman por unidad de superficie, depende del número de tallos principales y del número de tubérculos que puede producir cada tallo principal. La cantidad de tallos por unidad de superficie determina los rendimientos en la producción total. Una adecuada densidad de tallos se obtiene utilizando, entre otras cosas, semilla pre-brotada (BANSE, 1979).

## **2.6. Manejo del cultivo**

**2.6.1 Épocas de plantación.** La época de plantación de la papa está muy ligada a las condiciones climáticas de fines de invierno, primavera y especialmente de gran parte del verano. La papa es una planta que requiere de una temperatura mínima del suelo de aproximadamente 7-8 °C para emerger si está roto su reposo. Esta temperatura del suelo y las temperaturas que siguen en el desarrollo del cultivo son las que hay que considerar para saber cuando plantar. (CONTRERAS, 2003).

El momento óptimo de plantación debe conjugar el riesgo de heladas de las plantaciones tempranas y el riesgo de sequía para las plantaciones tardías que busquen escapar de las heladas (SIERRA *et al*, 1989). En las zonas ubicadas próximas a grandes masas de agua, las heladas son de menor intensidad o no existen, por lo que la plantación de papas en estos lugares se puede realizar antes.

En áreas donde la estación de crecimiento es muy larga para llegar a la maduración de la planta, la fecha de plantación seleccionada debería ser la que proporciona el ambiente más favorable para el período crítico de tuberización (SMITH, 1968).

Otro factor que debe considerarse en la elección de la época de plantación en papa es la variedad. En general, variedades precoces (Yagana-INIA, Rosara, Pukará-INIA, etc.) tendrían una mayor flexibilidad en cuanto a la época de plantación, permitiendo que éstas puedan ser plantadas hacia el extremo tardío del rango óptimo sin mayores riesgos. Sin embargo, las variedades tardías (ej. Corahila, Pimpernel, etc.) Debieran plantarse lo más temprano posible y ojalá siempre en el extremo temprano del rango óptimo presentado aquí, en cada zona agroclimática de la Xª. Región (SIERRA *et al*, 1989)

**2.6.2 Densidad de plantación.** Según VILLALOBOS *et al* (2002), un cultivo es habitualmente una comunidad de plantas de edad y genotipo parecidos. La disponibilidad de recursos en el tiempo y en espacio limita el crecimiento del cultivo y provoca competencia entre las plantas vecinas. La mayor o menor densidad de plantas en un cultivo determina la ocurrencia de numerosos procesos de interferencia entre las plantas individuales. El ambiente que corresponde a una planta se altera en función de la densidad en los siguientes aspectos

- Intensidad de radiación
- Calidad de luz
- Disponibilidad de agua
- Disponibilidad de nutrientes

Según ALLEN (1985), en el cultivo de la papa

- Una densidad elevada resulta en una reducción del número de tubérculos por planta, así como su volumen.
- Una densidad elevada permite una mejor cobertura del suelo y un acortamiento del ciclo vegetativo del cultivo.
- La sensibilidad a la sequía se incrementa por una densidad exagerada, pero una densidad muy baja es, a menudo, también perjudicial.

### **2.6.3 Profundidad de plantación.**

Las plantas originadas a partir de tubérculos, por provenir de yemas y no de semillas, carecen de radícula; sus raíces, que son de carácter adventicio, se originan a partir de yemas subterráneas. Estas raíces se ubican en la porción de los tallos comprendida entre el tubérculo semilla y la superficie del suelo, por esta razón, el tubérculo debe ser plantado a una profundidad tal, que permita una adecuada formación de raíces y rizomas (SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE PAPA, 2002).

A partir de los primeros estados de desarrollo, y hasta el momento en que comienza la formación de tubérculos, las raíces presentan un rápido crecimiento. El sistema radical es fibroso, ramificado y extendido más bien superficialmente, pudiendo penetrar hasta 0,8 m de profundidad (SINAIPA, 2002).

En plantaciones normales, mecánicas o manuales, los tubérculos quedan a una profundidad de 15 cm o más, lo cual es excesivo y atenta al acortamiento que se busca tener en el período comprendido entre plantación y emergencia. Lo ideal es que el tubérculo semilla no quede a una profundidad superior a 6-8 cm, aunque aquello va a depender mucho de las distintas situaciones productivas, mientras que en situaciones de suelos húmedos y fríos, producciones tempranas o tubérculos de calibre pequeño, se recomienda la plantación superficial (5 cm). En suelo secante y temperado, producción tardía y tubérculos grandes es conveniente una plantación más profunda (8 – 10 cm) (CONTRERAS, 2003).

### **2.6.4 Fertilización.**

La papa es una planta exigente en fertilidad del suelo que en su proceso de crecimiento necesita distintos elementos para formar sus tejidos y mantener en actividad sus diversos órganos. La presencia de nutrientes en la solución del

suelo tiene influencia en la duración y velocidad con que ocurren las distintas fases del desarrollo de la papa. Iniciada la brotación del tubérculo semilla, se ha comprobado que el número de tallos que emergen a la superficie está, entre otros factores, en función de la concentración de iones minerales en la solución (Moorby y Milthorper, 1975 citado por FERNÁNDEZ, 1977), por lo cual resulta conveniente que estos estén disponibles en suficiente cantidad en las vecindades del tubérculo desde el momento mismo de la plantación. (PERRENOUD, 1983). En base a esto se asume que la cantidad de efectos que produce cada nutriente en el crecimiento y desarrollo de la papa es inmensa.

2.6.4.1 *Efecto del nitrógeno.* El nitrógeno es un elemento esencial, primario, que forma parte de las estructuras proteicas en la planta y se considera un elemento estructural que estimula el crecimiento, especialmente de hojas y tallos (SIERRA *et al* ,2002).

El nitrógeno debe estar disponible fundamentalmente entre la emergencia y los primeros estados de desarrollo (HARRIS, 1978b). Dependiendo de la concentración de este nutriente en el suelo la planta se ve influenciada de diferentes maneras; a partir de la emergencia de los tallos se inicia una etapa de acelerado crecimiento del follaje, con un aumento del área foliar por dos vías: una es la expansión de las hojas y la otra es la producción de ramas axilares (FERNÁNDEZ, 1977).

La simple y más obvia interpretación del efecto del nitrógeno es que el período vegetativo aumenta a medida que aumenta la disponibilidad de este nutriente para el cultivo. Esto provoca que la planta alargue las etapas del crecimiento vegetativo y se obtengan cosechas tardías. (SATTELMACHER y MARSCHNER, 1979 y CONTRERAS, 2003)

En la tuberización, el efecto de nitrógeno produce importantes efectos, es por eso que un contenido bajo de nitrógeno en el suelo estimula una tuberización temprana y por el contrario, altas concentraciones, favorecen el desarrollo de un abundante follaje, retardando la formación de tubérculos. (FERNÁNDEZ, 1977 y PERRENOUD, 1983). Algunos autores como HARRIS, (1978), hablan de una estimulación de la producción de giberelinas, lo que implica, a causa de la variación del equilibrio de fitohormonas, la interrupción de la tuberización y el aumento del crecimiento vegetativo, derivándose los hidratos de carbono hacia el desarrollo foliar. Sin embargo otros autores como PERRENOUD (1983) observaron que la respuesta de la tuberización a la fertilización nitrogenada puede ser afectada por el cultivar a la cual se le aplica la dosis.

Según BEUKEMA y VAN DER ZAAG (1990) y HARRIS (1978b) elevadas dosis de N producen en el tubérculo un contenido de materia seca bajo, alta cantidad de azúcares reductores y alto contenido de proteínas, especialmente si la cosecha se realiza antes de la madurez natural (producción de primores). Por lo que la cantidad óptima de nitrógeno dependerá de la fertilidad del suelo, el objetivo productivo y por lo tanto a la cantidad de follaje que se desee.

2.6.4.2 *Efecto del fósforo.* El fósforo, es integrante de numerosos componentes de la papa, se utiliza en la planta para la transferencia y almacenaje de la energía (ATP), para el mantenimiento y transferencia del código genético, para la formación de clorofila para el proceso fotosintético y para entregar resistencia a bajas temperaturas y ciertas enfermedades. (HOPKINS y ELLSWORTH, 2003)

Un contenido óptimo de fósforo contribuye a adelantar la tuberización y también produce un desarrollo más temprano del cultivo (precocidad). Igualmente, el fósforo favorece el desarrollo del sistema radicular al comienzo

de la etapa vegetativa, particularmente de las raicillas laterales y fibrosas (SIVORI *et al*, 1980; ALONSO, 1996 y SIERRA *et al*, 2002). Autores como AGUILA (1987) también mencionan que el fósforo favorecería la formación de los tubérculos en cantidad, pero en detrimento del tamaño.

También este elemento cumple un rol primordial en la conversión de hidratos de carbono y su posterior transformación a almidón y la vez en la calidad de este mismo (Grüner (1963) citado por MUGA, 1990 y CONTRERAS, 2003)

La acumulación de fósforo en la planta de papa es positiva hasta los 72 días después de la emergencia, siendo comparable con la distribución del fósforo con la de materia seca. A la vez se señala que existe una respuesta positiva de la fertilización fosfatada con respecto al rendimiento, incluso si la disponibilidad del suelo es alta (Mc Cullum, 1978 citado por MUGA, 1990).

**2.6.4.3 Efecto del potasio.** El potasio tiene un papel crucial en el estado de la planta, traslocación y almacenamiento de los asimilados y el mantenimiento de las relaciones osmóticas de los tejidos (MARSCHNER, 1995)

El cultivo de la papa es un removedor importante del potasio del suelo y es un nutriente absorbido en grandes cantidades por la planta; los tubérculos quitan 1.5 veces más potasio que nitrógeno y 4-5 más que fósforo.

Según MARSCHNER (1995) el potasio está encargado de muchos aspectos de la fisiología de la planta, tales como:

- Activa más de 60 enzimas
- Ayuda en la fotosíntesis
- Mantiene la turgencia de la célula
- Regula del cierre estomático de las hojas en las células oclusivas

- Promueve la captación del agua por la planta
- Regula la translocación de los alimentos en la planta
- Actúa en el transporte y almacenamiento de hidratos de carbono
- Promueve la captación de N y síntesis de la proteína
- Promueve la síntesis del almidón

Estas múltiples funciones del K en muchos procesos metabólicos conducen a los numerosos efectos positivos de una nutrición adecuada de K en papas.

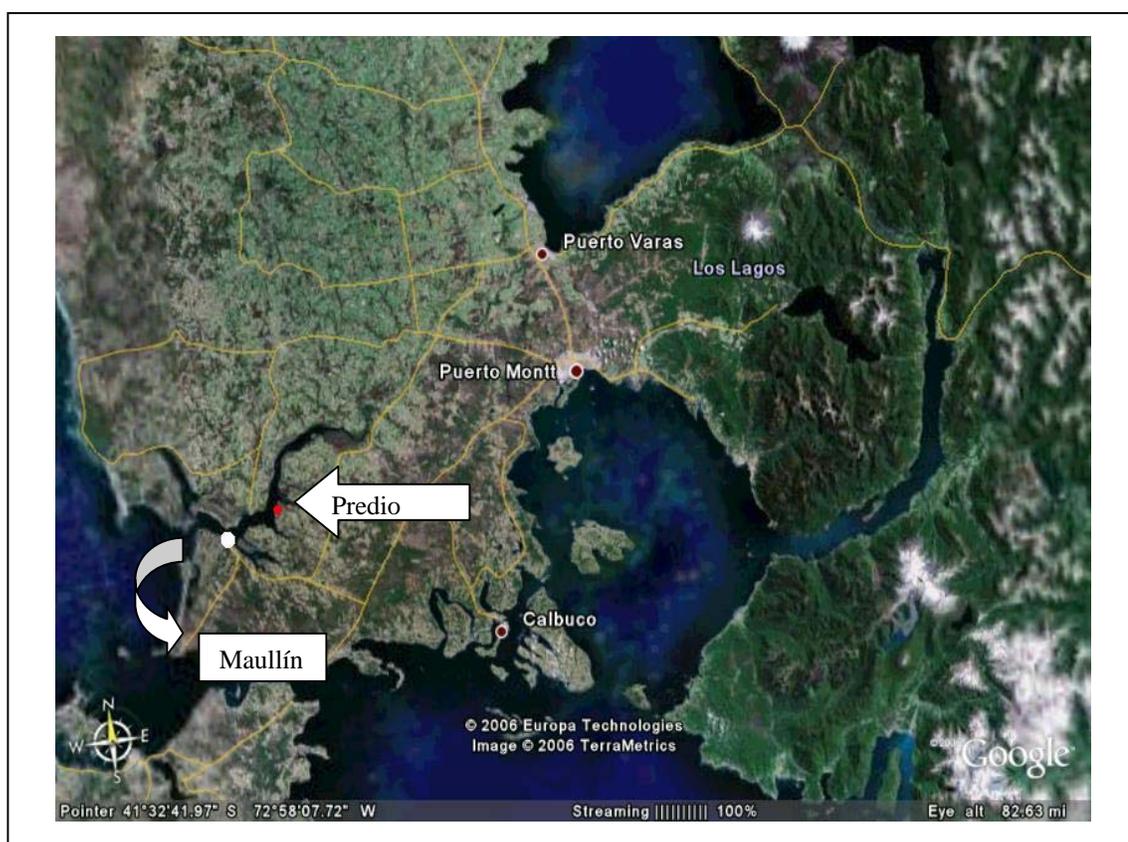
- Aumento en el rendimiento
- Aumenta la proporción de tubérculos comerciales
- Aumenta el tamaño de tubérculos
- Disminuye daños mecánicos a los tubérculos
- Disminuye las pérdidas por almacenaje, refuerza la calidad del envío y extiende la vida útil de producto
- Mejora la calidad de cocción
- Mejora la resistencia para soportar heladas y sequías

### 3. MATERIALES Y MÉTODO

#### 3.1 Material.

En los siguientes puntos se describe el material utilizado en la presente investigación.

**3.1.1 Localización del ensayo.** La presente investigación se llevo acabo en su fase inicial (pre-brotación y almacenamiento del tubérculos semilla) en la Estación Experimental Santa Rosa, propiedad de la Universidad Austral de Chile, ubicada en el sector Cabo Blanco a 6 Km. de la ciudad de Valdivia. La segunda fase (desarrollo del cultivo) en el predio “El Bonito” sector Peñol Bajo (S 41° 35` 49,5” -- WO 73° 30` 42,9”), comuna de Maullín.



**FIGURA 3: Ubicación del ensayo. Predio “El Bonito” sector Peñol Bajo (Maullín)**

FUENTE: GOOGLE EARTH (2006)

**3.1.2 Duración.** La parte experimental se realizó entre el 29 de junio de 2005 y el 8 de diciembre de 2005.

**3.1.3 Cultivares.** Se tomó como requisito fundamental para la elección de las variedades el hecho de que estas presenten piel rosada y sean accesibles de adquirir por los agricultores de la zona.

Se utilizaron dos cultivares recomendados para la producción de primores; Rosara y Pukará INIA y los dos cultivares más ocupados por los agricultores de la zona para la producción tanto de guarda como primores; Romano y Desirée.

- Pukará INIA. Posee piel de un rojo fuerte y ojos medianamente profundos. Produce tubérculos ovoides alargados, con pulpa amarillo crema. La planta es semierecta, con numerosos tallos principales que generan buen rendimiento. Cada planta produce entre 12-14 tubérculos. El follaje es verde oscuro y las flores (abundantes) son de color rosado. Tiene un período vegetativo semitardío (140-150 días). Sin embargo, tuberiza precozmente con un rápido llenado de tubérculos. Tiene una latencia intermedia (2 a 3 meses). Es de muy buena calidad para consumo fresco, con buena resistencia para la cocción pero de regular comportamiento para el proceso industrial. Muy recomendada para papa temprana y de verano en la zona central, y de invierno en la 4 región. Altamente resistente a desordenes fisiológicos como el corazón hueco o mancha ferruginosa, aunque susceptible a daño mecánico (KALAZICH *et al*, 2000 y KALAZICH *et al*, 2002b).  
Presenta alta resistencia al virus del enrollamiento de la hoja (PLRV) y moderada resistencia a PVX y sarna común (*Streptomyces scabies*). En plantaciones tempranas con suelo frío, presenta susceptibilidad a Rizoctonia (KALAZICH *et al*, 2000 y KALAZICH *et al*, 2002b).

- Rosara. Su piel es lisa, de color rojo intenso, con ojos superficiales. Posee tubérculos ovales alargados, de pulpa amarilla. Se ha hecho una selección clonal para plantas más robustas que lo original, con abundante follaje, aunque se mantiene una línea precoz para mercados primores. Tiene un período vegetativo semiprecoz (110 a 120 días) y una etapa de latencia, clasificada como corta a intermedia (30 a 90 días). Se usa principalmente para consumo fresco; presenta buena resistencia a la cocción. Tiene un muy buen comportamiento para primores de primavera y verano en la zona central, e invierno en la 4 región. Es moderadamente resistente al daño mecánico. Su corto período de latencia limita su capacidad de almacenaje. Es resistente al virus Y de la papa (PVY) y sarna común (*Streptomyces scabies*). Presenta mediana resistencia al virus del enrollamiento (PLRV), tizón tardío (*Phytophthora infestans*) pie negro (*Erwinia* sp.) y rizoctonia (*Rhizoctonia solani*). Es muy susceptible a tizón temprano (*Alternaria solani* (KALAZICH *et al*, 2002b).
- Desirée. Variedad semi-tardía, con un período vegetativo de 140 días, de alto rendimiento con buen almacenaje y susceptible a la sequía. Desarrollo bastante rápido, con numerosos tallos largos y firmes, de crecimiento inclinado con hojas pequeñas erectas, de color verde oscuro. Sus tubérculos son grandes, ovalados alargados, con piel colorada, de yema superficial y pulpa amarilla clara. Posee resistencia de campo a tizón tardío. Es susceptible al enrollamiento y a la sarna común. Es una variedad de consumo directo con muy buenas características culinarias. (SANTOS *et al*, 1974; BANSE y KALAZICH, 1977).
- Romano. Es un variedad de maduración semi-temprana, con un período de latencia de 7 meses, tubérculos de forma oval redondeadas de piel roja clara y lisa, pulpa amarillenta y ojos semiprofundos. De tallos poco numerosos gruesos, extendiéndose mucho, de color morado intenso;

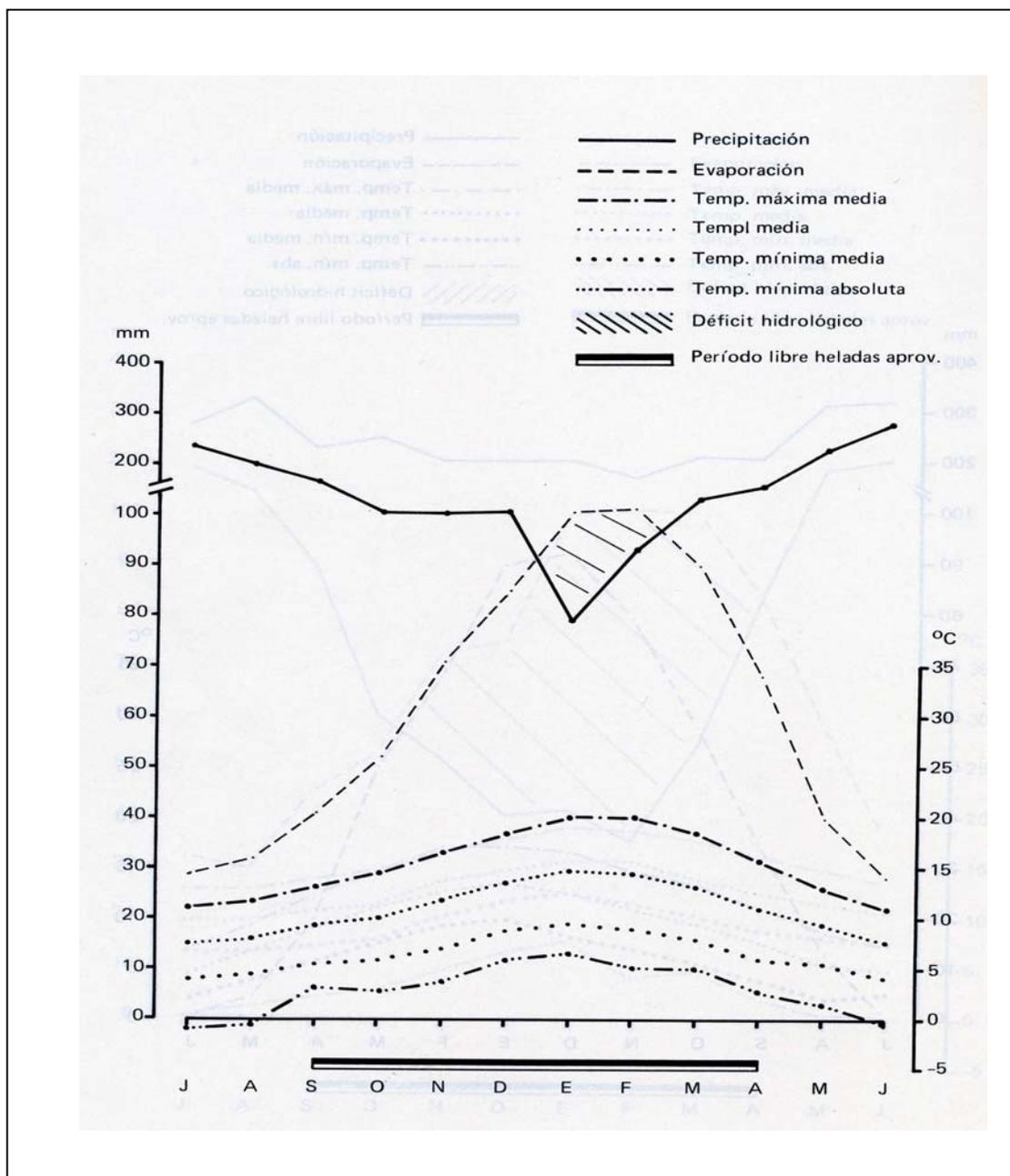
hojas grandes bastante flexibles, de color verde claro; foliolos primarios muy grandes y anchos, con nervios superficiales; floración muy rara, inflorescencias pequeñas, pocas flores de color morado muy claro. (NIVAA, 1994)

**3.1.4 Características climáticas de las localidades.** El régimen térmico de esta zona se caracteriza por presentar una temperatura media anual de 10,9°C, con una máxima media del mes más cálido (febrero) de 20,1°C, una mínima media del mes más frío (Julio) de 4,0°C. La suma anual de temperaturas, base 5°C alcanza a 2.153 grados – días y la base 10°C de 576 grados – días. La temperatura media mensual se mantiene sobre 10°C entre los meses de octubre y abril inclusive. El período libre de heladas aprovechable es de 8 meses, de septiembre a abril. El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 1.890 mm, siendo el mes de junio el más lluvioso con 277,0 mm. No existe estación seca (NOVOA *et al*, 1989). En la Figura 4 se presenta un climodiagrama de la localidad y el en el Cuadro 3 se presenta la información climatológica histórica correspondiente a los meses de evaluación del ensayo.

**Cuadro 3. Temperaturas medias mensuales (°C) y Precipitaciones medias mensual (mm) de Maullín**

Meses								
	A	S	O	N	D	E	F	x. mens.
Temperaturas. X men.	8,10	9,25	10,20	11,80	13,60	14,75	14,55	11,75
Precipitación. X men.	197,0	165,0	138,5	131,0	140,0	94,0	103,5	138,42

FUENTE: NOVOA *et al*, 1989.



**FIGURA 4. Climodiagrama de Maullín**

FUENTE: NOVOA *et al*, 1989.

**3.1.5 Características de los suelos.** Para este efecto, se realizó un análisis químico del suelo en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.

**Cuadro 4. Análisis químico de suelo**

pH en agua (1:2,5)		6,0
Materia orgánica	(%)	20,0
N-Mineral (N-NO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> )	(mg/kg)	50,4
P Olsen	(mg/kg)	2,1
K Intercambiable	(mg/kg)	88
Aluminio Intercambiable	(cmol+/kg)	0,36
Saturación de aluminio	(%)	7,1

FUENTE: LABORATORIO DE SUELOS, FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE (2005)

El suelo posee un nivel de fertilidad media-baja, con un alto contenido de materia orgánica pero un deficiente nivel de P y K

### **3.1.6 Insumos a emplear.**

3.1.6.1 Ácido giberélico. Se utilizó una solución de 5ppm de AG3 (BRYAN, 1989) para inducir la ruptura de reposo en los tubérculos semilla de la variedad Romano. Sólo se aplicó en esta variedad por ser la que posee la latencia más prolongada.

#### 3.1.6.2 Fertilizantes

- Nitrogenado y potasico: Salitre potasico (15% N y 14% K)
- Fosforado: Superfosfato triple (46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).
- Potasico: Sulfato de potasio (50% de K<sub>2</sub>O)

### **3.2 Método.**

Los cuatro cultivares seleccionados para el ensayo se evaluaron con dos manejos agrícolas distintos. El primero, un manejo ideado por el autor de esta

tesis, que combina técnicas de producción que permiten acortar el período vegetativo de la planta, obtener una maduración anticipada de esta y por ende conseguir primores. El segundo, correspondió a la imitación de las técnicas que los pequeños agricultores de la zona ocupan para la producción de papas, tanto temprano como de guarda, obtenida gracias a una comunicación oral. Todo esto para determinar cual de los dos manejos permite, con las 4 variedades, el mayor rendimiento comercial de primores en la zona seleccionada.

### **3.2.1. Manejos agrícolas.**

#### *3.2.1.1 Manejo propuesto*

- Pre-brotación de tubérculos semilla, dos meses a luz difusa y temperaturas de 15-20°C, invernadero 1 E.E. Santa Rosa. Esto se llevó a cabo en 8 jabas cada con una capacidad de 100 tubérculos aproximadamente. La idea fue mantener la papa semilla en capas delgadas (12 cm de altura) para que exista una buena penetración de luz en los tubérculos. (GRANDÓN, 1984)
- Profundidad de plantación, 5cm.
- Baja fertilización de nitrógeno, alta en fósforo y normal en potasio. Para determinar las dosis se realizó los cálculos en base a los resultados del análisis químico del suelo (PINOCHET, 2003). En el caso de la dosis recomendada para el Nitrógeno, esta fue disminuida en un 50%; el caso de la dosis recomendada para el fósforo, aumentada en un 50% y el potasio se mantuvo igual.<sup>1</sup>
- La variedad Romano presenta una latencia muy prolongada, para poder incluir a esta variedad en el manejo propuesto, se optó por acelerar la ruptura del reposo, para ello al momento de la instalación de la jabas en el invernadero, al material se le hirió la piel con las uñas. Basándose en el concepto que los daños mecánicos que pudiesen sufrir los tubérculos permiten acelerar el brotamiento de estos (BRYAN, 1989). Después de 5

---

<sup>1</sup> Andrés Contreras, Ing.Agr. Comunicación personal.

semanas del mantenimiento de las jvas en el invernadero y al percatarse de la respuesta positivas de la pre-brotación de los otros 3 cultivares (Desirée, Pukará y Rosara) y a la respuesta negativa del cultivar Romano, se determino aplicar ácido giberélico al cultivar. <sup>2</sup> (ver 3.1.6.1)

### 3.2.1.2 Manejo convencional

- Sin pre-brotación, tubérculos semillas almacenados en oscuridad y a 7-10 °C
- Alta profundidad de plantación (15-20 cm).
- Fertilización en base a costumbres de los pequeños productores del sector. Para ello se tomó su técnica que consiste en :
  - Ocupar el 80 % de un saco de 50 Kg. de fertilizante COVEPA (mezcla 10-21-9) por 1 saco de 80 Kg. de papa semilla.

El Cuadro 5 resume la dosis de nutrientes que se aplicó en cada manejo agrícola.

**Cuadro 5 Dosis de nutrientes (Unidades / ha) y fertilizantes en (Kg/ha) utilizados en cada manejo**

Manejo	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Salitre potasico	Superfosfato triple	Sulfato de potasio
Propuesto	75	650	100	500	1.413	60
Convencional	312	730	347	2.080	1.586	100

La fertilización fue incorporada y aplicada en su totalidad a la plantación.

**3.2.2 Pre-brotación.** Se inició el 29 de junio de 2005. Se llevaron 200 tubérculos por variedad, repartidos en dos jvas de madera, al invernadero 1 de

<sup>2</sup> Andrés Contreras, Ing.Agr. Comunicación personal.

la E.E. Santa Rosa. Para cumplir los requisitos de prebrotación del manejo propuesto. (Temperatura entre 15-20°C y 95% H.R). A la vez se llevaron también 200 tubérculos por variedad a la bodega de la E.E Santa Rosa para cumplir con los requisitos del manejo agrícola de los productores de Maullín (oscuridad). (Temperatura entre 8-10°C, 90% H.R, adecuada ventilación.)

Se presenta a continuación, en la Figura 4, la disposición de los tubérculos de papa, contenidos en las 8 jabas de madera, al interior del invernadero.



**FIGURA 5: Disposición de los tubérculos en el invernadero, para la pre-brotación.**

**3.2.3 Tipos de parcelas.** En cada parcela se hicieron 3 hileras en que se dispusieron 15 tubérculos para hacer un total de 45 tubérculos por parcela, con una distancia de 75 cm entre hilera y 23cm sobre hilera. Con ello se obtuvo una superficie de 7,76 m<sup>2</sup> por parcela y una densidad de plantación 5,79 plantas/m<sup>2</sup> (57.990 plantas/ ha).

**3.2.4. Preparación de suelo.** Se realizó el 31 de julio de 2005, con el rompimiento de la pradera existente mediante un rotovator. El día 1 de agosto de 2005 el suelo fue arado y el 31 del mismo mes rastreado de manera de conseguir un mullimiento suficiente.

**3.2.5 Fecha de plantación.** La fecha de plantación se realizó para el 1 de septiembre de 2005.

### **3.2.6. Parámetros evaluados**

3.2.6.1 Porcentaje de brotes por tubérculo. Determinada visualmente, en el períodos de pre-brotación y almacenaje de los tubérculos

3.2.6.2 Días a emergencia, Desde el día 25 de septiembre se comienza la medición que consiste en contar las plantas emergidas cada semana, en las 32 parcelas, hasta el 12 de noviembre.

3.2.6.3 Plantas finalmente establecidas. A los 75 días desde la plantación, se realizó un conteo y se estableció como fecha límite para el establecimiento final de las plantas.

3.2.6.4 Fecha de Floración. Se observó la floración, determinando cuales cultivares son los primeros y cuales no presentan floración.

3.2.6.5 Número de tallos por planta. El conteo se realizó extrayendo las plantas al momento de la cosecha. Se consideró como un tallo a aquellos que crecieron directamente del tubérculo madre y que dieron origen a los estolones y los tallos laterales.

3.2.6.6. Rendimiento total. Es el parámetro más importante debido a que es el indicador resultante de la sumatoria de todos los calibres y representa en plenitud lo cosechado, y que para los agricultores es el indicador determinante en el uso de cualquier tecnología. Esta medida fue tomada en kilogramos por planta, por parcela y por hectárea. Se midió con una balanza electrónica.

3.2.6.7 Rendimiento comercial. Los tubérculos cosechados se calibraron mediante un pie de metro, el cual los distribuyó de acuerdo a su diámetro ecuatorial. Los tubérculos con calibre superior a 30 mm se consideraron calibre comercial. La medida fue tomada en kilogramos por planta, por parcela y por hectárea. Se midió con una balanza electrónica.

3.2.6.8. Distribución de los tubérculos por calibre. Se contaron los tubérculos por planta al momento de la cosecha, fueron calibrados mediante un pie de metro y se contabilizaron los tubérculos de calibre comercial (>30mm) y totales

**3.2.7. Prácticas culturales.** Se realizó una plantación manual y el control de malezas fue efectuado al momento de la aporca entre los días 28 a 31 de octubre 2005.

**3.2.8 Cosecha.** La cosecha se realizó a los 100 días de la plantación (8 de diciembre de 2005). Esta labor fue hecha en forma manual con azadón, cosechando la hilera central de cada parcela, excluyendo las plantas de ambos extremos.

**3.2.9. Diseño experimental.** Se usó un diseño de bloques completos al azar, donde los tratamientos fueron ordenados como un arreglo factorial de dos factores; los cultivos (4) y los manejos agrícolas (2).

La dimensión del ensayo fue dada por cuatro bloques de 8 parcelas cada uno y las unidades experimentales separadas por un pasillo de 1 m por 0,4 m entre y sobre ellas respectivamente. (Figura 6).

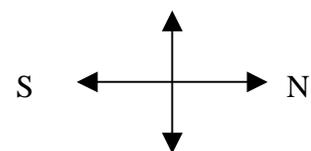
**3.2.10. Análisis estadístico.** Se estableció la normalidad y homogeneidad de los datos, en aquellos casos en que no se cumplió esta condición los datos fueron transformados antes de su análisis estadístico.

En aquellas situaciones en que no se pudo lograr la normalidad y homogeneidad de los datos ellos fueron analizados por pruebas no paramétricas

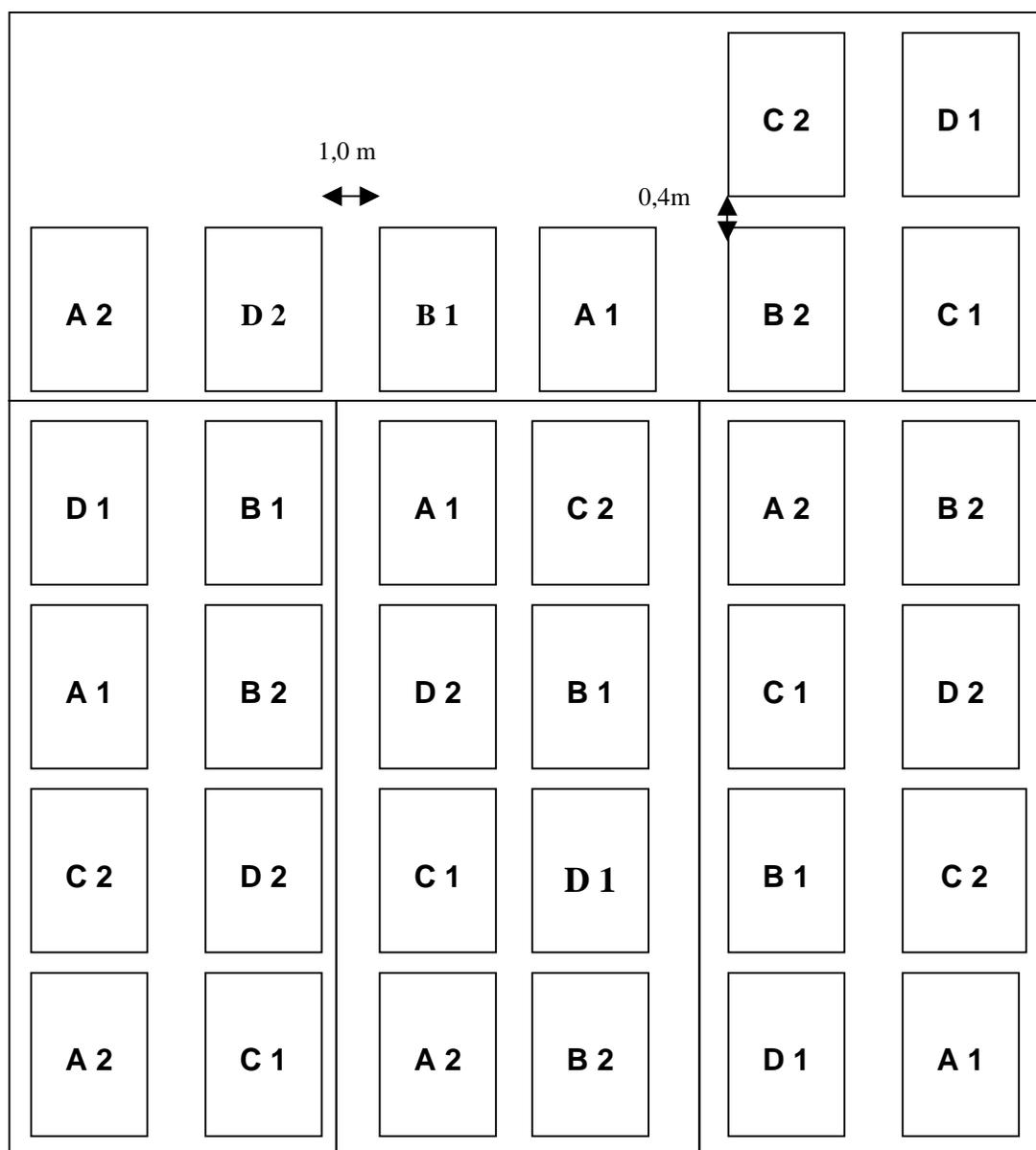
En el caso en que los datos mostraron normalidad y homogeneidad de la varianza, se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA).

Si el análisis de varianza fue significativo o altamente significativo en la interacción se realizó un test de rango múltiple con la metodología de Tukey (HSD), con un nivel de confianza del 95%. En los casos en que la interacción no presentó diferencias significativas en algún parámetro y si algún factor simple si lo hizo (cultivos o manejos), se realizó un test de rango múltiple con la metodología de Tukey (HSD) a los efectos simples.

A = Desirée  
 B = Rosara  
 C = Romano  
 D = Pukará-INIA



1 = Manejo propuesto  
 2 = Manejo convencional



**FIGURA 6:** Esquema del ensayo en el campo, distribución de los bloques y parcelas.

## 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron en la presente tesis corresponden a los análisis de las mediciones realizadas en el campo, enfocándose a los rendimientos totales y comerciales y a otros parámetros que pueden influir en los valores de los primeros.

Los efectos simples no se analizan, a excepción de cuando la interacción no arroja resultados estadísticamente significativos.

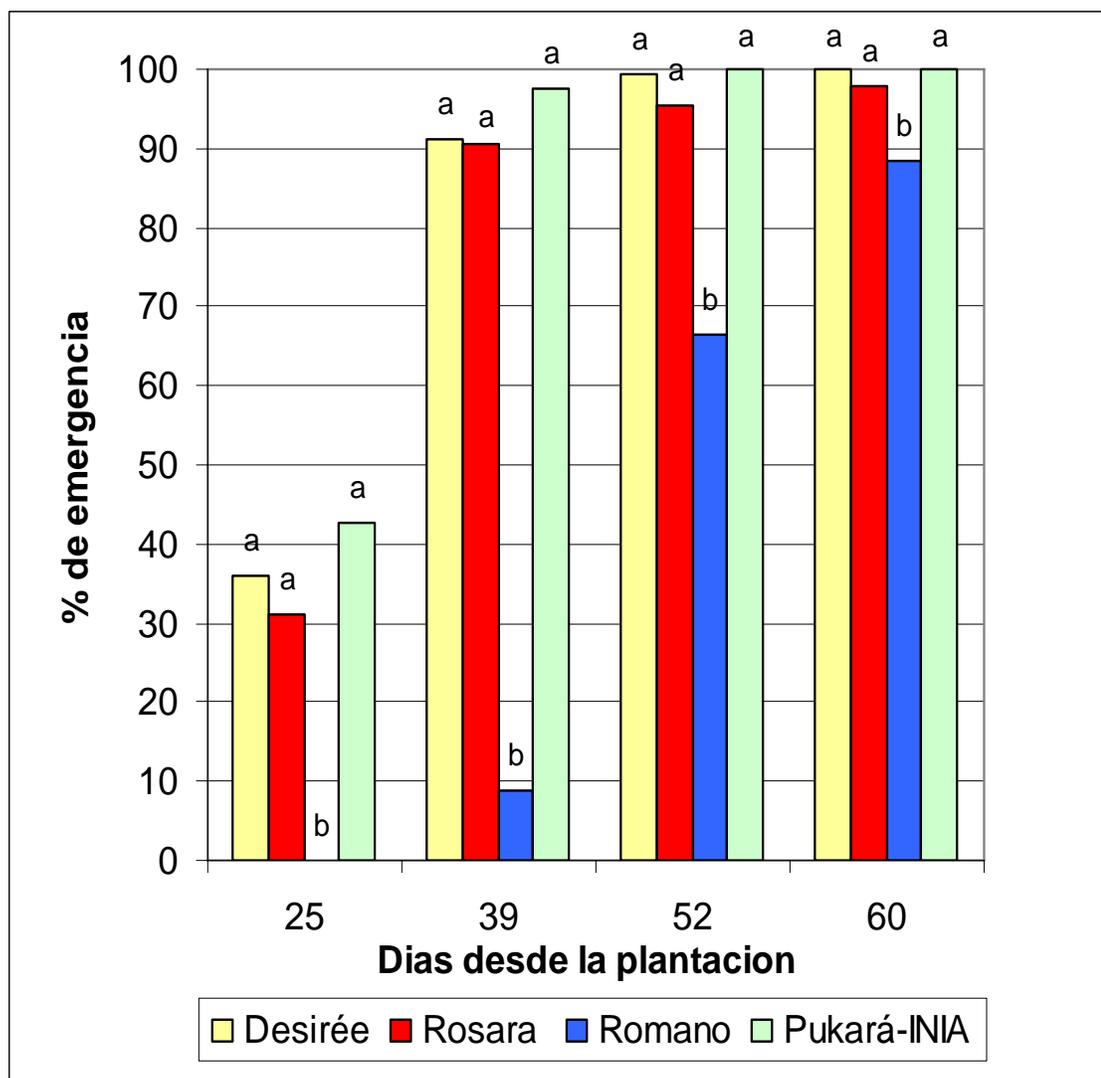
### 4.1 Días a emergencia

En la emergencia de la planta de papa, la temperatura del suelo, el manejo del tubérculo semilla al almacenamiento y la dormancia que los cultivares puedan tener, son los factores que predominan a la hora de determinar el período entre plantación y emergencia.

Según los análisis estadísticos realizados, para todas las fechas de medición, existen diferencias estadísticamente significativas tanto para los dos factores (cultivares y manejo) como para la interacción.

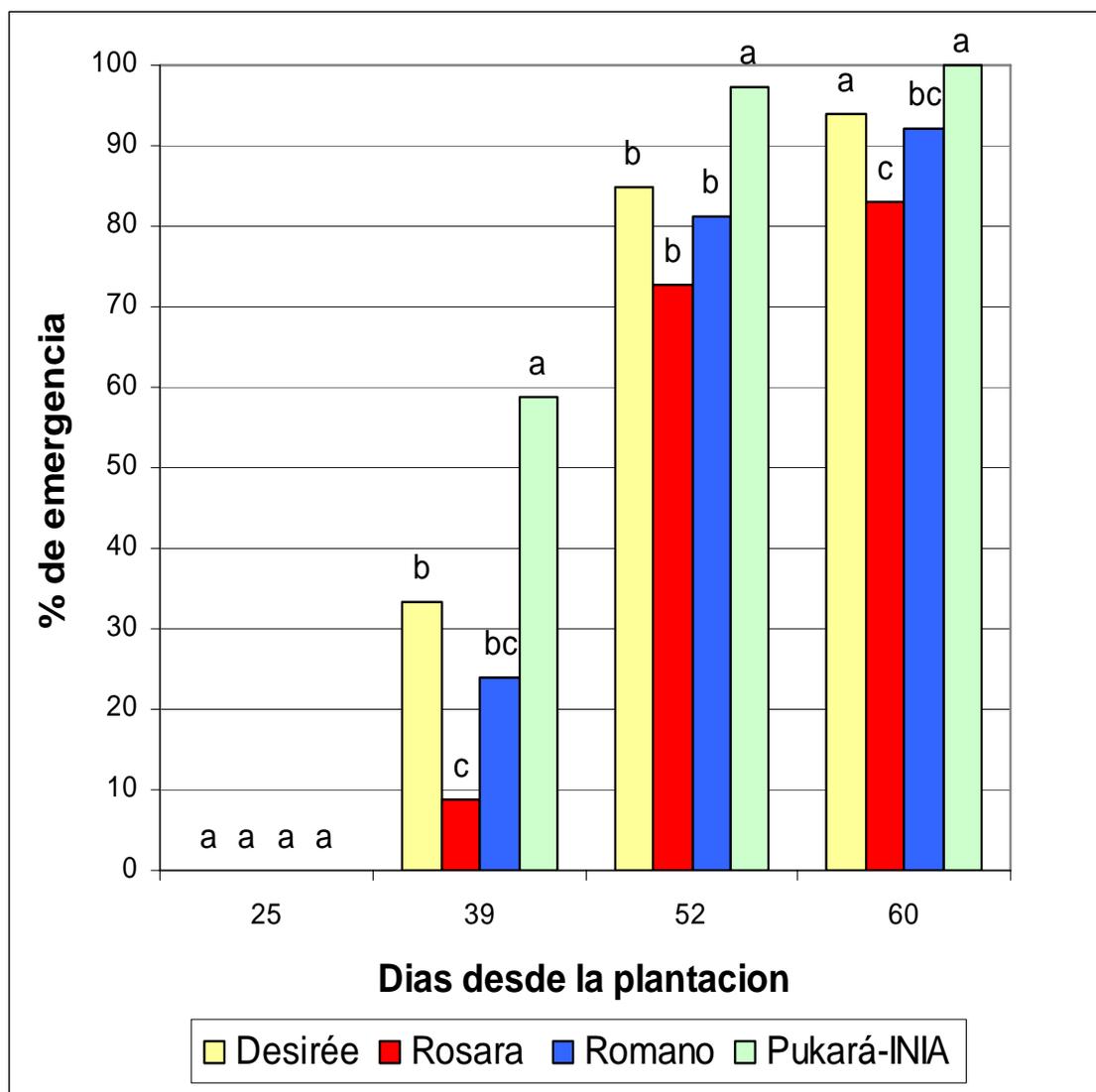
En las Figuras 7 y 8 se muestra el comportamiento de los cuatro cultivares sobre la emergencia de plantas en 4 períodos de medición, 25- 39- 52 y 60 días desde la plantación del material, separando el análisis según el manejo ocupado, ya sea el manejo propuesto o el convencional.

Las Figuras 9, 10, 11 y 12 comparan el comportamiento de los cuatro cultivares por separado, determinando las diferencias estadísticas en los 4 períodos de medición que se presentaron al utilizar el manejo propuesto y convencional.



Las medias con distintas letras manifiestan diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

**FIGURA 7: Comportamiento de los cuatro cultivares en la emergencia de plantas cuando son tratadas con el manejo propuesto.**



Las medias con distintas letras manifiestan diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

**FIGURA 8: Comportamiento de los cuatro cultivares en la emergencia de plantas cuando son tratadas con el manejo convencional**

Como se muestra en las figuras, en el manejo propuesto los cultivares Desirée, Rosara y Pukará-INIA muestran emergencia a 25 días de plantación, no presentando diferencia estadísticamente significativas entre ellas, en torno a el 30-40% de emergencia total. Para este período los cultivares tratados con el

manejo convencional y Romano con el Manejo propuesto, no presenta emergencia observable.

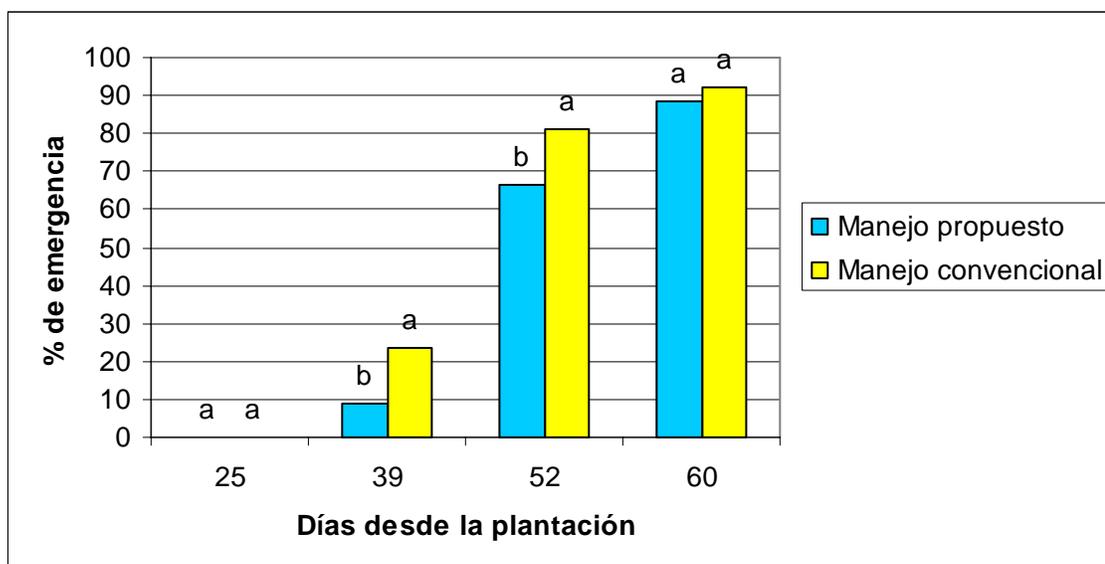
A los 39 días desde la plantación la tendencia sigue igual para los cultivares tratados con el manejo propuesto; Desirée, Rosara y Pukará-INIA destacan y alcanzan el 90% de emergencia no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre ellas, tendencia que se conserva hasta la última medición a los 60 días.

Para el caso de los cultivares tratados con el manejo convencional, el período comprendido entre los 39 días desde la plantación para los cultivares Desirée y Pukará-INIA y 45 días para Rosara presentan porcentajes similares a los que mostraron estas mismas variedades en el período cercano a los 25 días desde la plantación cuando se trataron con el manejo sugerido. Estos resultados, de 15 a 20 días de diferencia entre la plantación y emergencia concuerda con los expresado por SIERRA *et al* (2001) que habla de un adelanto de aproximadamente dos semanas en la emergencia cuando se ocupa la técnica de pre-brotación, por lo que se asume que la utilización de esta técnica en el ensayo habría tenido la misma influencia en beneficio de las plantas tratadas con el manejo propuesto.

Por otra parte, la profundidad de plantación del manejo propuesto tendría influencia, y ayudaría a la pronta emergencia de las plantas, ya que los brotes preformados producidos en la pre-brotación se verían facilitados a salir.

Sin embargo, dichas influencias, tanto de profundidad de plantación como de pre-brotación, no se aprecian positivamente en la variedad Romano y más bien se observa como una desventaja productiva para esta variedad, a la hora de acortar el período entre plantación y emergencia.

Como se muestra en el Figura 9, el cultivar Romano se alejó de las tendencias productivas de los otros cultivares (Figuras 10, 11 y 12), el cual tuvo una emergencia tardía y débil, para los dos manejos, pero más acentuada cuando se trató con el manejo propuesto, logrando solo igualar el porcentaje de emergencia, entre los manejos, a los 60 días transcurridos desde la plantación. Esta emergencia tardía y prolongada está asociada principalmente a la extendida dormancia del cultivar que impidió el brotamiento y posterior emergencia de las plantas, pero lo que difiere de lo esperado fue el rechazo de la variedad a un manejo planteado que a la luz de los resultados con los otros cultivares y a la teoría presentada, debería disminuir el período transcurrido entre plantación y emergencia, más si se considera que Romano recibió otros manejos, para romper el reposo.



Las medias con distintas letras manifiestan diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

**FIGURA 9: Efecto de los manejos en la emergencia de plantas del cultivar Romano**

La explicación de estos resultados es que Romano no reaccionó a la técnica de pre-brotación ya que el ácido giberélico y el daño a la piel del tubérculo finalmente no influyeron en la rotura de su dormancia (la luz afecta la

tasa de crecimiento del brote sólo después del término de la dormancia y no afecta ni el tiempo en que los tubérculos empiezan a brotar ni la capacidad de crecimiento del brote), durante la etapa de almacenamiento, esto originó que no se produjeran brotes en los tubérculos y la plantación se realizara con un material aparentemente aún en el estado de reposo. Esto llevo a que el material rompiera el reposo una vez plantado y que los tubérculos que estuvieron a 15 cm, y que recibieron una temperatura de suelo más cálida, brotaran antes que el material plantado a 5 cm y que estuvo en contacto con un suelo más frío. Esto incidió en que a pesar de que el reposo se acabara en el material que se encontraba a 5 cm de profundidad, ahora la quiescencia impidiera la brotación.

Según lo expresado por HETTICH (1995) las diferencias entre la temperatura de suelo a 5 y 15cm puede llegar a ser de hasta 2,5°C en algunos momentos del día, a favor del perfil más profundo. Esta diferencia a pesar de ser medida en un suelo y clima distinto de donde se desarrollo el ensayo permite asumir similitudes que avalarían la tesis antes planteada. Considerando que la temperatura para que se produzca una brotación y emergencia bordea los 7-8°C en el suelo y que la fecha de plantación del ensayo no fue la óptima térmicamente, una diferencia de 2,5°C entre perfiles podría significar retrasos importante a la hora de brotación de los tubérculos, retrasos que no se habrían producido si la variedad hubiese reaccionado positivamente a los manejos pre-plantación, por lo que adelantos en la fecha de comienzo de los manejos serian fundamentales para el éxito de este cultivar en el manejo propuesto.

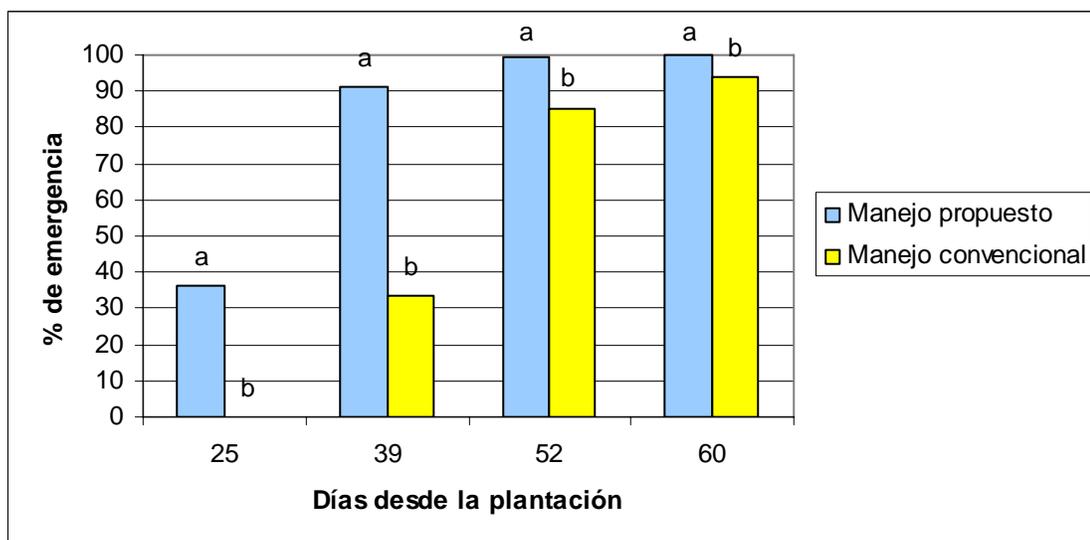
Por otra parte, SALE (1979) habla de una duración entre plantación - emergencia entre los 15 a 30 días, cosa que tanto en el manejo convencional como en el manejo propuesto ningún cultivar logró. Esto se asocia a la bajas temperaturas ambientales imperantes en la zona (cuadro 3) durante la fecha del

ensayo que retrasaron de sobremanera la emergencia de plantas, por la relación de estas con la baja temperatura del suelo.

Sin embargo el promedio de 39 días para lograr un 95% de emergencia en 3 de los 4 cultivares tratados con el manejo propuesto, no es un mal registro, más aun si se considera que trabajos realizados en la zona central por CORNEJO, (2000) hablan de una emergencia cercana al 95 % para los cultivares Pukará-INIA y Desirée, y de un 50% para Rosara; a los 40 días desde la plantación. Considerando las mejores condiciones climáticas de la zona central a la hora de la plantación del material (septiembre), la utilización de técnicas de pre-plantación para acelerar el proceso de emergencia estaría siendo fundamentales para el éxito del manejo.

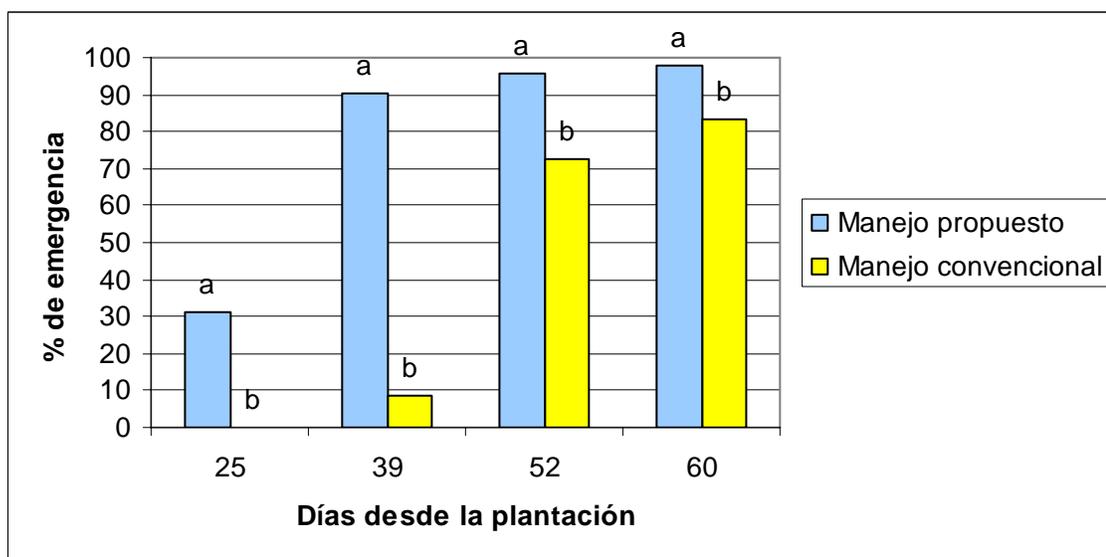
Por otro lado, los cultivares tratados con el manejo convencional, exceptuando Pukará-INIA, poseer un período promedio de 60 días para alcanzar el 90% de emergencia, es excesivo, más aún si se considera la realización de la cosecha a 100 días desde plantación, por lo que la utilización de técnicas para acelerar esta etapa seria fundamental para la obtención de primores en la zona.

Lo que se observa en las Figuras 10 y 11 son las diferencias estadísticamente significativas que existen entre manejos, desde la primera medición, a los 25 días, hasta la ultima, a los 60 días en los cultivares Desirée y Rosara ratificando que para estas variedades el uso del manejo propuesto es determinante para lograr un establecimiento más rápido y exitoso.



Las medias con distintas letras manifiestan diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

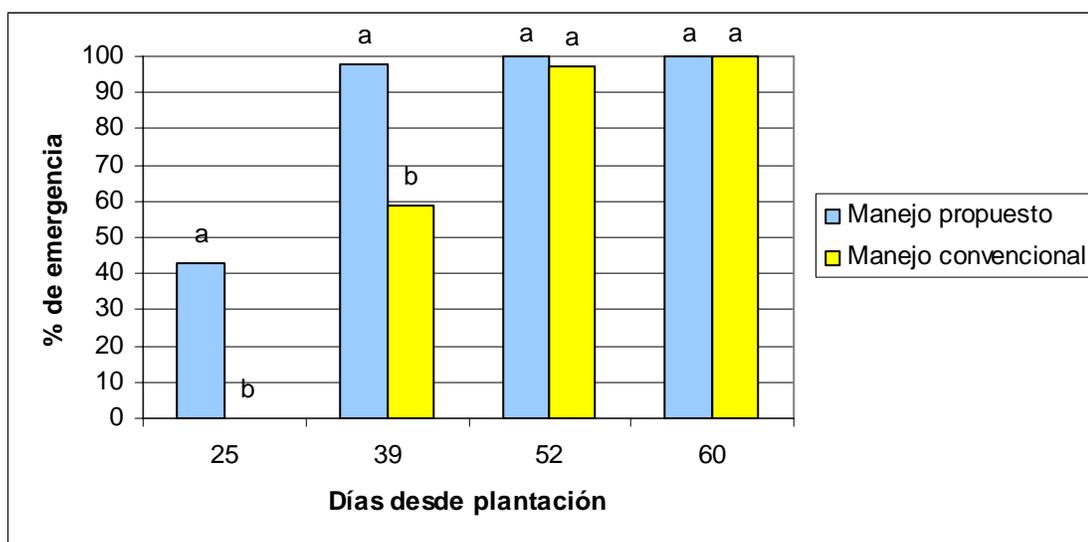
**FIGURA 10: Efecto de los manejos en la emergencia de plantas del cultivar Desirée**



Las medias con distintas letras manifiestan diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

**FIGURA 11: Efecto de los manejos en la emergencia de plantas del cultivar Rosara**

Lo que se observa en la Figura 12 es el comportamiento de las plantas de Pukará-INIA para los dos manejos. En el comienzo del ciclo la tendencia es la misma de los cultivares Desirée y Rosara, el manejo propuesto presenta ventajas de establecimiento, pero a medida que pasan los días, el manejo convencional iguala a las plantas tratadas con el manejo propuesto logrando el 100% de establecimiento. Esto se debe principalmente al óptimo comportamiento de la variedad en zona agroclimática donde fue plantada y por el corto reposo de la misma que permite plantar el material en óptimas condiciones fisiológicas, por otro lado Pukará-INIA es un cultivar que destaca por su rápido y alto porcentaje de emergencia, que aumenta cuando el tubérculo semilla es plantado bajo condiciones de suelos drenados y livianos como fue el caso del presente ensayo.



Las medias con distintas letras manifiestan diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

**FIGURA 12: Efecto de los manejos en la emergencia de plantas del cultivar Pukará-INIA**

## 4.2 Plantas establecidas

Para este parámetro y de acuerdo al análisis estadístico existieron diferencias estadísticamente significativas para los dos factores y para la interacción.

**Cuadro 6 Efectos de los manejos sobre el porcentaje de plantas establecidas en los cuatro cultivares**

Cultivares \ Manejos	Propuesto		Convencional	
	Desirée	100,0	a	96,7
Rosara	97,8	b	92,2	c
Romano	93,3	c	96,7	b
Pukará-INIA	100,0	a	100,0	a

Las medias de las mismas columnas con distintas letras manifiestan diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

Como se puede observar en el Cuadro 6 para el manejo propuesto los mejores cultivares Desirée y Pukará-INIA, alcanzan un 100% de establecimiento, seguido por Rosara y Romano, existiendo diferencias estadísticas entre ellas pero todo en torno al 95% de establecimiento final. En el manejo convencional sólo Pukará-INIA logra el 100%, Desirée y Romano no presentan diferencias entre ella y Rosara presenta el porcentaje más bajo de todo el ensayo. A pesar de las diferencias estadísticas es importante mencionar que una diferencia de un 3 a 5 % en el establecimiento final no representa un factor de relevancia y que los resultados, todos sobre el 90%, manifiestan que hubo un comportamiento óptimo a una fecha no recomendada, como ideal, para el cultivo, cosa que produjo que entre plantación y emergencia la humedad excesiva y las bajas temperaturas no significaran un aumento de enfermedades o daños fisiológicos que produjesen pérdidas de plantas e impidieran el éxito

final. Esto nos permite aventurar que es posible un mayor adelanto en la fecha de plantación y obtener resultados similares.

**Cuadro 7 Comportamientos de los cultivares en el porcentaje de plantas establecidas según el manejo empleado**

<b>Cultivares</b> <b>Manejos</b>	Desirée	Rosara	Romano	Pukará-INIA
Propuesto	100,0 a	97,8 a	93,3 b	100,0 a
Convencional	96,7 b	92,2 b	96,7 a	100,0 a

Las medias de las mismas columnas con distintas letras manifiestan diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

Lo que se presenta en el Cuadro 7 es la reacción de cada uno de los cultivares a los distintos manejos, observándose que los cultivares tratados con el Manejo propuesto muestran un éxito de establecimiento de plantas superior al del manejo convencional, excepto Romano que presenta un éxito mayor cuando se trata con el manejo de los agricultores. Estos resultados permiten relacionarlos con el punto 4.1 “días a emergencia” y confirmar que un aumento en la duración del período plantación –emergencia se traduce en una disminución en el número final de plantas establecidas asociadas principalmente a un aumento de enfermedades producidas principalmente por bacterias como *Erwinia caratovora* subsp. *caratovora* (Jones) Bergey *et al.* y/u hongos como *Rhizoctonia solani* Kühn, patologías asociadas al suelo y a condiciones climáticas específicas. De esta forma se revalida la utilización de técnicas y manejos que aceleren el proceso de emergencia para que así se evite pérdida de plantas.

Se destaca Pukará-INIA que no muestra diferencias entre los manejos, obteniendo para este parámetro el 100% de establecimiento y se confirma la

gran calidad fitosanitaria del tubérculo semilla que se ocupó para el ensayo y la óptima adaptabilidad del cultivar a la zona.

Es importante mencionar que no existieron mediciones específicas para determinar incidencia de enfermedades pero si observaciones visuales que entregan validez a lo planteado. Se puede afirmar que la no obtención de un 100% de establecimiento de plantas se debió al efecto de las enfermedades sobre el tubérculo semilla. Aunque el uso de semilla certificada impidió que el porcentaje disminuyera. (Figura 13).



**Figura13. Plantas afectadas por enfermedades durante el período plantación- emergencia. Foto izquierda: 1 nov 2005, cultivar Romano con manejo convencional, Rizoctoniasis. Foto derecha: 1 nov 2005, cultivar Rosara con pudrición de tubérculo.**

### 4.3 Número de tallos por planta

El número o densidad de tallos disponibles por planta es un factor agronómico importante en la producción de papa y afecta el rendimiento, la tasa de multiplicación y el tamaño de tubérculos.

Para este parámetro y de acuerdo al análisis estadístico realizado no existieron diferencias estadísticamente significativas por efecto del manejo ni para la interacción, si se presentaron diferencias estadísticamente significativas para el efecto principal cultivares sobre el número de tallos principales por planta, resultado mostrado en el Cuadro 8.

**Cuadro 8 Efecto de los cultivares sobre el número de tallos por planta**

Cultivares	Número de tallos
Desirée	2,29      b
Rosara	1,47      c
Romano	2,20      b
Pukará-INIA	3,52      a

Valores con distintas letras manifiestan diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

Según WIERSEMA (1981) y WURR y MORRIS (1979) el número de tallos por planta esta directamente relacionado con el número de brotes por tubérculo y estos a su vez con el tamaño, variedad, tratamiento y edad fisiológica de estos. Los resultados presentados en el Cuadro 8 demuestran que el número promedio de tallos por planta depende de los cultivares y que un tratamiento pre-plantación no significaría un aumento en este parámetro, desprendiéndose que la pre-brotación a luz difusa o el almacenamiento del material en oscuridad presentaría la misma influencia a la hora de determinar este parámetro no existiendo relación entre el número de tallos por planta y manejo realizado al tubérculo semilla.

Similares resultados obtuvieron EPUIN (2004) y BASLY (2003), al evaluar bioestimulantes sobre el crecimiento y rendimiento de papa concluyendo que el número promedio de tallos por planta no depende del tratamiento realizado sino de una característica genética de los cultivares.

Sin embargo, PORRAS (2000) plantea que el tratamiento pre-plantación sí influye en el número de tallos ya que en condiciones de oscuridad, los brotes que se generan son escasos, debido a una respuesta de dominancia apical por la búsqueda de luz, en la cual uno o pocos brotes dominan produciendo por ende pocos tallos principales. Dicho efecto se revierte con la pre-brotación donde existe un gran desarrollo de brotes.

Los manejos tales como la profundidad o la fecha de plantación tampoco tendrían influencia en el número de tallos principales en este ensayo, ratificando los estudios realizados por WATERER y WAHAB (2000).

Por otro lado BANSE *et al* (1983) plantea que las variedades comerciales utilizadas actualmente logran desarrollar entre 3 y 6 tallos por planta como promedio, dicho valor se aleja de lo obtenido en 3 de los 4 cultivares donde sólo Pukará-INIA se mantuvo en este rango, obteniendo en promedio 3,52 tallos principales por planta, bastante superior a los 2,29 y 2,20 tallos que obtuvieron los cultivares Desirée y Romano respectivamente y mucho mayor que los 1,47 tallos de Rosara, todos datos muy inferiores a lo esperado. Por otra parte si se compara con lo realizado por CORNEJO (2000) donde en plantaciones de primavera Pukará-INIA obtuvo un promedio de 6,8, Rosara de 3,8 y Desirée 3,4 también encontramos que los valores del ensayo son bajos.

La baja cantidad de tallos principales obtenidos en el ensayo para los cuatro cultivares en comparación a similares experimentos, puede explicarse por tres factores: el ambiente, la densidad de plantación y la edad fisiológica de

los tubérculos. La primera, condiciones de intensidad de luz subóptimas para la producción de papa, como se produjeron en el período vegetativo del cultivo, impedirían sostener gran cantidad de tallos por planta, como lo plantea WIERSEMA (1981). La segunda, una densidad de tallos óptima para un área específica tendería a producir una alta cantidad de tallos por planta, índice que se vería afectado en densidades muy densas como en es el caso del ensayo donde la población alcanzó a las aproximadamente 57.990 pl./ha versus las 40.816 pl./há. de CORNEJO (2000) provocando que los cultivares no desarrollen su potencial en este parámetro en desmedro a los beneficios que este aumento significa. La tercera, la edad fisiológica de los tubérculos se define como el estado de madurez después de la cosecha, en el cual se distinguen cuatro estados: Reposo, dominancia apical, brotación múltiple y senectud. El estado óptimo para la plantación es el de brotación múltiple, el cual origina un gran número de brotes por tubérculos y consecuentemente un mayor número de tallos por planta. Al adelantar la fecha normal de plantación es muy probable que los tubérculos semillas de este ensayo no hayan alcanzando el estado de brotación múltiple, plantando tubérculos con pocos brotes lo que llevó a que los cultivares se comportaran por bajo su nivel normal.

#### **4.4. Desarrollo del período vegetativo y crecimiento foliar.**

Durante el crecimiento fenológico de la planta de papa, el cultivo sigue una evolución del peso seco del follaje y de los tubérculos de acuerdo principalmente al tipo de crecimiento que el cultivar posea. Sin embargo, cuando las plantas son sometidas a estrés hídricos, nutricionales, climáticos y/o cualquier otra situación inapropiada, el cultivo tiende a acortar su ciclo vegetativo trayendo como consecuencia un aceleramiento de los procesos fisiológicos de la planta.

Uno de los objetivos productivos del manejo propuesto, fue acortar el ciclo vegetativo de la planta, esencialmente para lograr un aceleramiento en la

tuberización; para ello, se aplicó una dosis subóptima de nitrógeno a los cultivares tratados con el manejo propuesto

En la Figura 14, 15, 16, y 17 se observan la diferencias visuales que existieron entre los cultivares cuando estos fueron tratados con uno u otro manejo.



**FIGURA 14: Desarrollo foliar a 90 días para el cultivar Desirée**



**FIGURA 15: Desarrollo foliar a 90 días para el cultivar Rosara**



**FIGURA 16: Desarrollo foliar a 90 días para el cultivar Romano**



**FIGURA 17: Desarrollo foliar a 90 días para el cultivar Pukará-INIA**

Las diferencias en el crecimiento y desarrollo de la planta, son visualmente notorias cuando los cultivares son tratados con el manejo propuesto. Las plantas son más pequeñas, existe menor crecimiento foliar, el color de la hojas amarillentas indica una senescencia acelerada del cultivo y la entrehilera no se cierra totalmente, especialmente en los cultivares Rosara y Romano.

Estos resultados son los esperados y los indicados cuando uno quiere realizar un cultivo de primores, indican que un acortamiento en el período de plantación- emergencia combinado con una disminución en la dosis de nitrógeno permite una disminución en el período vegetativo de los distintos cultivares.

Por otro lado, el no cierre de la entrehilera por parte de algunos cultivares permite proponer una disminución en la distancia de plantación (entre hilera) para así aprovechar ese espacio físico y obtener un mayor rendimiento por m<sup>2</sup>. Sin embargo esta disminución debe ir acompañada con la factibilidad técnica, ya que una disminución exagerada dificultaría las labores culturales como el aporcado.

#### **4.5 Rendimiento total**

Se considera el parámetro más importante debido a que es el indicador que representa en plenitud lo cosechado y para los agricultores es el indicador concluyente del uso o cambio de algún manejo o tecnología en particular

Para este parámetro según el análisis estadístico existieron diferencias significativas para el factor cultivar y para la interacción, no se observó diferencia para el factor manejo. A continuación se muestra los cuadros de medias para la interacción.

**Cuadro 9 Efectos de los manejos sobre el rendimiento total en los cuatro cultivares (kg/ha)**

<b>Manejos</b> <b>Cultivares</b>	Propuesto	Convencional
Desirée	42.107 a	34.153 b
Rosara	27.670 b	20.128 d
Romano	15.385 c	27.235 c
Pukará-INIA	40.569 a	43.768 a

Las medias de las mismas columnas con distintas letras manifiestan diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

**Cuadro 10 Comportamientos de los cultivares sobre rendimiento total según el manejo empleado (kg/ha)**

<b>Cultivares</b> <b>Manejos</b>	Desirée	Rosara	Romano	Pukará-INIA
Propuesto	42.107 a	27.670 a	15.385 b	40.569 a
Convencional	34.153 b	20.128 b	27.235 a	43.768 a

Las medias de las mismas columnas con distintas letras manifiestan diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

Tal como muestra el Cuadro 9 y 10 el mayor rendimiento total del ensayo se obtuvo cuando el cultivar Pukará-INIA se trató con el manejo convencional, con un promedio de 43.768 kg/ha no existiendo diferencias estadísticamente distintas cuando el mismo cultivar se manejó con el manejo propuesto. El menor rendimiento total se obtuvo cuando el cultivar Romano se trató con el manejo propuesto con un promedio de 15.385 kg/ha.

Para el manejo propuesto, los mejores cultivares fueron Desirée y Pukará-INIA alcanzando rendimientos por sobre las 40 ton/ha, no mostrando

diferencias estadísticamente significativas entre ellos. A continuación lo sigue Rosara que obtiene un promedio de 27.670 kg/ha y Romano un promedio de 15.385 kg/ha. Para el manejo convencional sólo el cultivar Pukará-INIA sobrepasa los 40.000 kg/ha, Desirée alcanza un promedio de 34.000 kg/ha, Romano 27.000 kg/ha y Rosara el rendimiento mas bajo para el manejo, con 20.000 kg/ha.

Lo que se presenta en el Cuadro 10 es el efecto de la interacción, pero exponiendo como los cultivares se comportan según el manejo empleado, mientras que Desirée y Rosara con el manejo propuesto entrega mejores rendimientos, en Romano la situación es inversa, adaptándose de mejor manera con el manejo convencional. Caso aparte es Pukará-INIA que no muestra diferencias significativas entre manejos y en ambos casos obtiene rendimientos por sobre las 40 ton/ ha.

Los altos rendimientos que se obtienen por los cultivares Desirée y Pukará-INIA cuando se tratan con el manejo propuesto nos ayuda a ratificar el concepto que al orientar un cultivo de papas para un fin en particular, este entrega un rendimiento acorde al fin propuesto. Para este caso particular obtener un rendimiento por sobre las 40 ton/ha es un excelente promedio para el mercado de primores y demuestra que estos cultivares se adaptaron adecuadamente a las condiciones climáticas adversas, producto de la fecha de plantación, como también a los manejos poco convencionales utilizados en el manejo agrícola propuesto.

Una de las principales razones por la cual existiría mayor rendimiento de algunos cultivares por sobre otros, cuando se trata con el manejo propuesto, estaría asociada al tiempo transcurrido entre plantación y emergencia y por ende a la rapidez con que comienza la tuberización de la planta. Plantas expuestas tempranamente a fotoperíodos más cortos y temperaturas nocturnas

más frías, como las que existieron en el lugar y en los meses del ensayo, acelerarían el proceso, acarreado como consecuencia aumento de rendimientos, cuando el ciclo vegetativo del cultivo se limita en tiempo. Esta situación también se presentó en el cultivar Romano que con el manejo convencional obtuvo un tiempo de emergencia menor, y a su vez un mayor rendimiento.

Según GRANDON (1984) el mayor crecimiento y desarrollo inicial pudiera aumentar los rendimientos, como lo evidenció en sus ensayos, donde cultivares como Desirée aumentaron hasta en un 20% cuando los tubérculos semillas fueron expuestos a luz difusa por 6 semanas y cosechados a 110 días de plantación. Esto se asemeja a los resultados de esta tesis, donde Desirée aumentó sus rendimientos en 24%, en una cosecha a 100 días.

Es importante mencionar que en variedades con una maduración tardía y/o semitardía, fotoperíodos cortos y bajas temperaturas provocarán en estas un hábito de crecimiento de mayor precocidad (acortamiento del período vegetativo). Dicha situación se habría manifestado en el cultivar con el hábito de crecimiento más tardío de los cuatro, Desirée, que obtuvo un altísimo rendimiento a pesar de los pocos días después de la emergencia que obtuvo en el campo (a los 39 días el cultivar observó un establecimiento de más de un 90%, ver 4.1) y de la consecuente menor maduración que existió de los tubérculos.

Por otro lado, según CONTRERAS (2003) las variedades con tipo de crecimiento 1, son las indicadas para producir primores y permiten obtener buenos rendimientos, sin embargo para este ensayo el cultivar con el tipo de crecimiento más corto, Rosara, obtuvo un rendimiento total bajo, tanto para el manejo convencional como para el manejo propuesto, y su mejor rendimiento es prácticamente igual que el mejor rendimiento de Romano, una variedad con

un largo ciclo vegetativo y que presentó un serio problema de emergencia, asociado a su prolongado reposo. Tal resultado se explicaría principalmente por el bajo número de tallos principales por planta que este cultivar produjo en el campo y que trajo como consecuencia una disminución en el rendimiento total y/o también por la no adaptación a las condiciones climáticas de la zona, donde predominaron las bajas temperaturas acompañada por una alta humedad y precipitaciones.

En tanto, los rendimientos obtenidos por Pukará-INIA, exigen buscar explicaciones agronómicas no incluidas anteriormente. Pukará-INIA fue el único cultivar que alcanzó rendimientos por sobre las 40 ton/ha y un establecimiento de un 100%, para ambos manejos, obtuvo el mayor número de tallos por planta y fue el cultivar que más rápido emergió. Sin embargo, la igualdad en rendimientos entre la utilización de un manejo por sobre otro, plantea interrogantes, sobre todo si consideramos que para esta variedad sus primeras plantas emergieron 15 días antes cuando fueron tratadas con el manejo propuesto y aún así el rendimiento total fue inferior a las plantas tratadas con el manejo convencional.

Para dos de los cuatro cultivares el nuevo manejo significó aumentos en los rendimientos, relacionado principalmente al tiempo transcurrido entre plantación y emergencia, que mientras más corto fue, mayor rendimiento produjo, dicha afirmación concuerda también con los resultados de Romano. Sin embargo, para Pukará-INIA este adelanto no presentó influencia en el rendimiento total al no existir diferencias significativas entre manejos, incluso hubo una disminución en el rendimiento de casi un 10% cuando las plantas estuvieron manejadas con las nuevas técnicas de producción del manejo propuesto.

La fertilización determina el rendimiento y para HARRIS (1978) y DE LA MORENA *et al* (1994) el nitrógeno fija el peso medio de los tubérculos y con ello, el principal factor de éste. Para el caso de Pukará-INIA, este cultivar presentó una precocidad y un comportamiento en campo inesperado que no se predijo a la hora de la planificación del ensayo, lo que produjo que las plantas tratadas con el manejo propuesto presentaran un estrés nutricional por la baja dosis de nitrógeno aplicada a la plantación, lo que estancó la producción y la obtención de un mayor rendimiento. Esta situación pudo ser revertida por las plantas tratadas con el manejo convencional principalmente por la alta fertilización nitrogenada y potásica que se aplicó y que evitó un estancamiento en el crecimiento y llenado de los tubérculos.

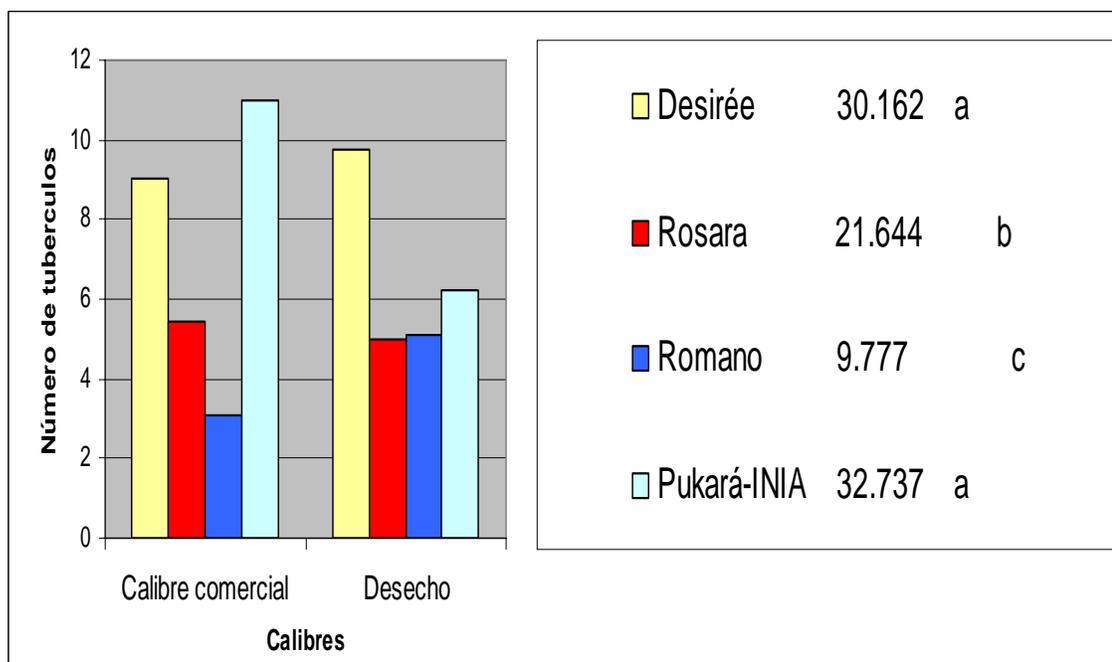
El otro parámetro que ayudó a obtener rendimientos elevados en algunos tratamientos, es la disponibilidad hídrica del cultivo durante la fase de llenado de tubérculos. En este ensayo existió una sola fecha de plantación que fue igual para todos, lo que permitió que este factor contribuyera al aumento de los rendimientos ya que en ninguna época existió un déficit hídrico que provocara un estrés.

#### **4.6 Rendimientos comerciales**

El rendimiento comercial es el parámetro que permitiría determinar el éxito real de la puesta en práctica de uno u otro manejo. Para esta variable el análisis estadístico mostró diferencias significativas para los efectos cultivares y manejos como para la interacción, resultados que se muestran en las Figuras 18 y 19, que también incluyen el número de calibres comerciales por planta.

En la Figura 18 se muestran los rendimientos comerciales del manejo propuesto con los 4 cultivares. Se exhibe una tendencia similar a lo presentado en el Cuadro 9, rendimiento total, donde Desirée y Pukará-INIA no presentan diferencias estadísticamente entre ellas y los rendimientos son los mejores,

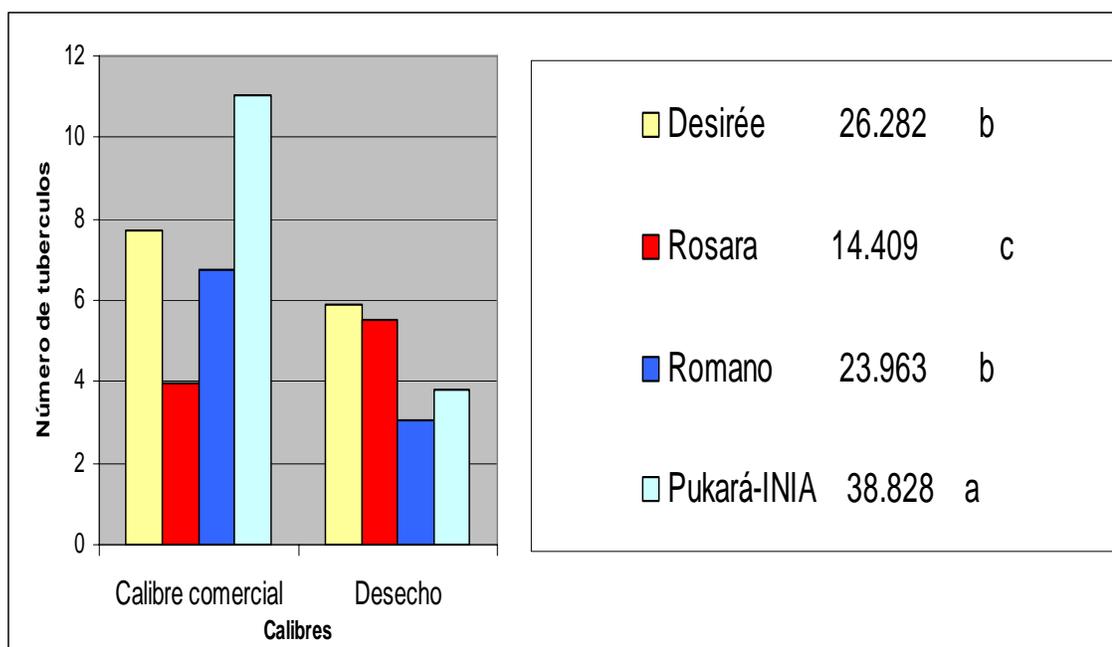
mientras que Romano presenta el rendimiento más pobre del manejo propuesto.



Las medias con distintas letras manifiestan diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

**Figura 18. Efecto del manejo propuesto en el rendimiento comercial. Número de tubérculos calibre comercial y número de tubérculos calibre inferior a 30mm.**

En la Figura 19 para el manejo convencional la tendencia es similar, nuevamente Pukará-INIA se destaca sobre los demás, Rosara obtiene el menor rendimiento, mientras que entre Romano y Desirée no existen diferencias significativas.



Las medias con distintas letras manifiestan diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

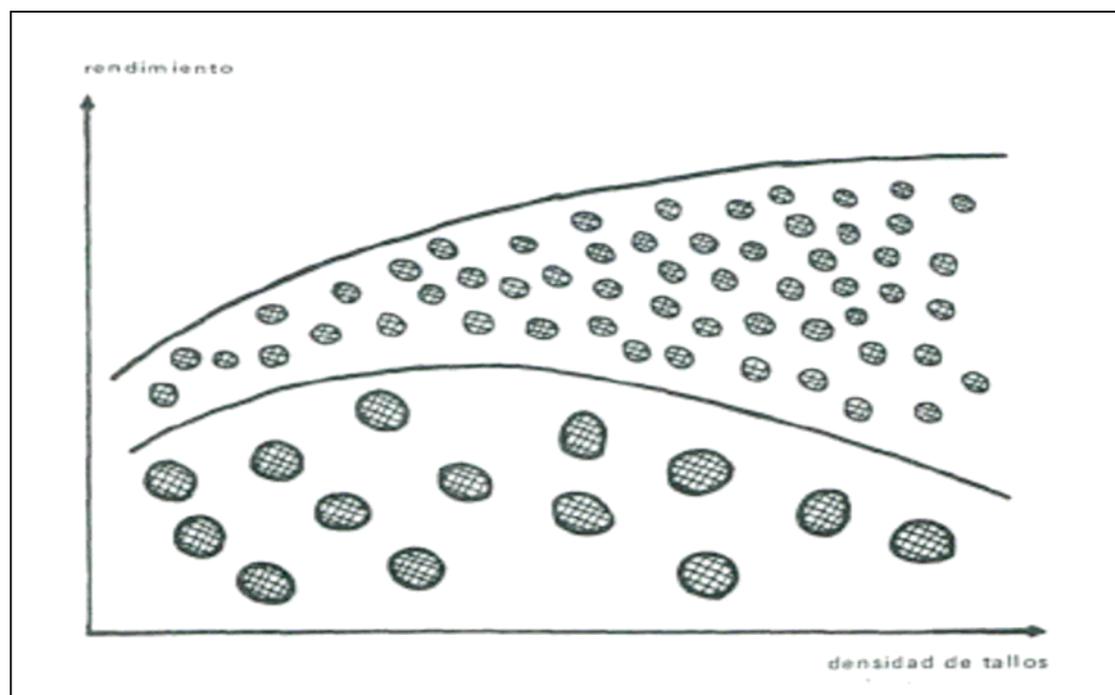
**Figura 19. Efecto del manejo convencional en el rendimiento comercial. Número de tubérculos calibre comercial y número de tubérculos calibre inferior a 30mm.**

Al analizar el calibre, se debe tener en cuenta que tubérculos que presentan un calibre menor a 30 mm, no presentan aceptación para el consumidor, tampoco son recomendados para el uso de semilla por poseer pocos “ojos”, por lo que se considera desecho, por esta razón se considera como óptimo los cultivares que presenten la menor producción de tubérculos pequeños y los manejos que estimulen esta situación.

En los cultivares Desirée y Romano el número de tubérculos <30 mm es mayor que los de calibre comercial cuando estos son tratados con el manejo propuesto, Rosara junto a Pukará-INIA muestran la relación inversa, destacándose por sobre todo la gran cantidad de la tubérculos calibre comercial y el alto porcentaje que ellos representan en el total de tubérculos el c.v.

Pukará-INIA. Resultados que se asemejan a los logrados por KALAZICH *et al* (2000) donde el número promedio de tubérculos por plantas de esta variedad fue 12- 14. La explicación de estos resultados, según autores como WIERSEMA (1981) y trabajos como el de CORNEJO (2000), se asocia a un menor número de tallos por plantas, (Figura 20). Sin embargo para este experimento, el cultivar que presentó el mayor número de tallos por planta, fue precisamente Pukará-INIA y el de menor número, Rosara. Siguiendo esta lógica Rosara debería tener un alto porcentaje de tubérculos grandes, pero en la práctica no fue así y aparte de tener un bajo rendimiento, el número de tubérculos >30mm fue bajo. Inclusive esta variedad cuando se trato con el manejo convencional el desecho supero el 58% del total. No obstante, estos resultados no impiden plantear una hipótesis distinta a la de los autores, esto por el hecho de que el cultivo no completó su fase regular de crecimiento y los tubérculos no alcanzaron a adquirir el tamaño determinado. Estos resultados ayuda a sacar conclusiones de acuerdo a cual manejo y cultivar se adapta mejor para la zona y el objetivo productivo presentado.

Otro detalle importante a destacar para este parámetro, es la variabilidad que se presenta según el manejo que se empleé. Mientras que para Desirée, Rosara y Romano la relación entre los dos calibres se invierte cuando se ocupa uno u otro manejo, Pukará-INIA siempre presenta un número mayor de tubérculos comerciales con respecto al número de sus calibres desecho en los dos manejos.



**Figura 20: Relación entre la densidad de tallos y el calibre de los tubérculos**

Fuente: WIERSEMA, 1981

**Cuadro 11. Comportamientos de los cultivares sobre rendimiento comercial según el manejo empleado (kg/ha)**

Cultivares Manejos	Cultivares			
	Desirée	Rosara	Romano	Pukará-INIA
Propuesto	30.162 a	21.644 a	9.777 b	32.737 b
Convencional	26.282 b	14.409 b	23.963 a	38.828 a

Las medias de las mismas columnas con distintas letras manifiestan diferencias significativas ( $P < 0,05\%$ ).

En el cuadro 11 se observan las diferencias significativas de cada cultivar según el manejo. Mientras que para Desirée y Rosara el nuevo manejo entrega

los mayores rendimientos, para Romano y Pukará-INIA el manejo convencional es la mejor opción.

KALAZICH *et al* (2000) obtuvo rendimientos comerciales de 26,4 y 36,6 Ton/ha cuando cultivares como Desirée y Pukará-INIA, respectivamente, se manejan para la producción de primores. CORNEJO (2000) obtiene similares rendimientos en la variedades Desirée (28,2), Rosara (14,3) y Pukará-INIA (34,3) cuando son ocupadas para la producción temprana en la zona central. Estos resultados, son similares a los obtenidos en este trabajo cuando se aplica el manejo convencional. Sin embargo para el caso de Desirée y Rosara el manejo sugerido sobrepasa estos rendimientos promedios. El caso de Pukará-INIA es distinto y vemos como el factor varietal influye de sobre manera en el comportamiento productivo, siendo la plantas tratadas con el manejo convencional las que presentan el mayor rendimiento del ensayo.

## 5. CONCLUSIONES

Bajo con condiciones en que se llevó acabo esta investigación, se puede concluir que:

- El uso del manejo propuesto permite acortar el tiempo entre plantación y emergencia en cerca de los 20 días, en tres de las cuatro variedades.
- La variedad Romano no reaccionó positivamente a las técnicas pre-plantación planteadas en el manejo propuesto. El problema se debió al prolongando reposo que retrasó la emergencia.
- El número de tallos por planta es una característica que no se ve influenciada por los manejos planteados en el ensayo. Por lo que seria un parámetro determinado por la genética de las variedades.
- La disminución en el 50% de la fertilización nitrogenada, presentada en el manejo propuesto, provoca el estancamiento de rendimientos en el cultivar Pukará-INIA el cual presenta una madurez precoz y una mayor adaptabilidad en la zona agroclimatica, sin embargo para otros cultivares como Desirée esta disminución provoca un efecto beneficioso.
- El comportamiento productivo del las variedades Rosara y Romano, con los dos manejos, impiden recomendarlas para la producción de primores.
- Pukará-INIA es el cultivar que mejor se adaptó al objetivo productivo del cultivo, obteniendo rendimientos por sobre las 40 ton/ha en ambos manejos.

- Desirée es la variedad que más se acomodó al manejo propuesto, mostrando un comportamiento precoz que difiere de las características genéticas de la variedad.
- No se logra concluir tajantemente cual manejo es mejor que otro, sin embargo el manejo de la fertilización nitrogenada sería el factor a perfeccionar en el nuevo manejo para así obtener mayores rendimientos ya que la pre-brotación y la menor profundidad de plantación, resultaron ser un acierto.

## 6. RESUMEN

Se ideó y evaluó un nuevo manejo para la producción de primores en la comuna de Maullin, Xª Región, el que consistió en un pre-brotado de los tubérculos (60 días luz difusa, temperaturas 15°C), una menor profundidad de plantación (5cm) y una variación en la dosis recomendada de fertilización (50% menos de nitrógeno, 50% más de fósforo). Este manejo se comparó con el manejo convencional de los agricultores de la zona los cuales no pre-brotan sus tubérculos, plantan a 15 cm. de profundidad y manejan una dosis de fertilización de 312 UN./ha, 730 UP/ha. 347 UK/ha.

Cada manejo se probó con 4 cultivares seleccionados, 2 de los cuales son recomendados para la producción de primores (Pukará-INIA y Rosara), y los otros dos (Desirée y Romano) aquellos que más ocupan los productores de la provincia.

La plantación se realizó el 1 de septiembre de 2005 y la cosecha, 100 días después, el 8 de diciembre del mismo año. Los tratamientos fueron dispuestos en un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial 4x2. Los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico Statgraphics *Plus* versión 5.1, realizándose un análisis de varianza, para ver el efecto de los factores involucrados. Si el análisis de varianza fue significativo o altamente significativo en la interacción se realizó un “test” de rango múltiple con la metodología de Tukey HSD, con un nivel de confianza del 95%. Cuando la interacción no presentó diferencias significativas en algún parámetro y sí algún factor simple (cultivares o manejos) se realizó un “test” de rango múltiple con la metodología de Tukey HSD a los efectos simples.

En los resultados obtenidos la emergencia de plantas se logró adelantar entre 15 a 20 días cuando los cultivares Desirée, Rosara y Pukará-INIA se

trataron con el manejo propuesto, Romano mostró una relación inversa principalmente por su prolongado reposo y la baja temperatura del suelo. A su vez, el establecimiento final se influenció por este parámetro y fue mayor mientras menos cantidad de días los tubérculos demoran en emerger.

Para el número de tallos los manejos no tuvieron influencias, concluyendo que en este parámetro los tratamientos de pre-plantación no significan aumento en el número de tallos por planta.

Los rendimientos comerciales son el mejor parámetro para determinar el éxito o fracaso de los manejos y/o cultivares, se concluye que: Pukará-INIA logra destacarse independiente del manejo empleado (32 ton/ha con el manejo propuesto y 38 ton/ha con el Manejo convencional.); que el c.v. Desirée cuando fue tratado con el nuevo manejo, resulta ser apto para ser ocupado en la producción de primores (30 ton/ha) presentado una tuberización precoz; Romano funcionaria siempre y cuando el manejo para la ruptura del reposo se efectuara antes de lo que se realizó. Rosara no mostró un éxito productivo en ninguno de los parámetros de comportamiento, cuando se manejo con el manejo convencional y el propuesto, por lo que no se recomienda para la producción de primores en la zona de Maullín.

## SUMMARY

A new growing procedure was designed and evaluated for the production of early potatoes in the county of Maullin, the Xth Region, Chile. One of the consisted in the pre-sprouting of tubers (60 days diffuse light, 15°C of temperatures), a minor depth of plantation (5cm) and a change in recommended dose of fertilization (50 % less of nitrogen, 50 % more of phosphorus). This procedure was compared with the conventional handling of the farmers: no pre-sprouting of tubers, planting at 15 cm depth and a high dose of fertilization: 312 UN/ha, 730 UP/ha, 347 UK/ha.

Both handling procedures were proved with 4 selected varieties, 2 of which are recommended for the production of early potatoes (Pukará-INIA and Rosara), and two (Desirée and Romano) which are the most used by potato producers of the province.

The plantation was made in September 1, 2005 and the crop was harvested 100 days later, on December 8 of the same year. Treatments were arranged in a complete random block design with a 4x2 factorial arrangement. The obtained information was analyzed with the statistical program Statgraphics Bonus version 5.1, by means of an analysis of variance, in order to see the effect of the involved factors. If the ANOVA was significant or highly significant for the interaction a multiple range test was realized with the methodology of Tukey's HSD, at a level of confidence of 95 %. When the interaction did not show significant differences in any parameter and some simple factors (varieties or handling) a multiple range test Tukey HSD test was made for the simple effects.

Results showed that the emergency of plants was achieved after 15 to 20 days when varieties Desirée, Rosara and Pukará-INIA were planted with the

new procedure, Romano showed an inverse relation, principally for its long resting and low soil temperature. In turn, the final establishment was influenced by this parameter and was higher with a higher emergence speed.

The number of stems was not influenced by the handling procedure, concluding that this parameter the treatment of pre-planting does not mean an increase in the number of stems per plant.

The commercial yield is the best parameter to determine the success or failure of the handling procedure and/or varieties. It can be concluded that Pukará-INIA was the best cultivar independently from the handling procedure used (32 ton/ha with the new handling and 38 ton/ha with the conventional handling). The c.v. Desirée when it was treated with the new handling, turns to be apt to be used in the production of the early potatoes (30 ton/ha) presenting a premature tuberization.

Romano would work only if the handling for the rupture of the resting were to be carried out before the time it was done. Rosara did not show any productive success in any of the behavioural parameters, when dealt with the conventional and suggested handling, for this reason it is not recommended for the production of early potatoes in the Maullin zone.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, E. 1985. Plant density. **In:** Harris, P (ed) The potato crop. London, England. Chapman and Hill, 279-326p
- ALONSO, F. 1996 El cultivo de la patata. 2ª ed. España. Mundi – Prensa. 272p.
- ALONSO, J. 2000. Fisiología y manejo de tubérculos (On line). La Red Electrónica de la Papa, REDEPAPA, <<http://www.redepapa.org/boletinocho.html>> (05 may. 2006)
- ASOCIACIÓN CHILENA DE LA PAPA (ACHIPA), 2007. Información técnica: Rosara. (On line) <<http://www.achipa.cl/>> (10 mar. 2007)
- BANSE, J. y KALAZICH, J. 1977. Características de las variedades de papa que se certifican en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Remehue. Osorno, Chile. Boletín Divulgativo 7: 10p
- BANSE, J. 1979. Desarrollo y crecimiento de la planta de papa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Carillanca. Temuco, Chile. Boletín Técnico N°24: 14p
- BANSE, J., FUENTEALBA, J., CONTRERAS, A y SCHEEL, H. 1983. Enraizamiento de esquejes de papa utilizando diferentes substratos y concentraciones de ácido indolbutírico. Agro Sur (Chile) 11(2): 74 - 81.
- BASLY, P. 2003. Efecto del uso de un bioestimulante a base de algas marinas en el rendimiento de dos cultivares de papas, Desirée y Pukará, destinados a la producción de consumo en el área de riego del llano central de la IX Región. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero

Agrónomo. Temuco, Chile. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de la Frontera. 62 p.

BERGONZI, R. 2006 Importancia del peso específico de la papa en la industria procesadora (On-line).

<<http://www.argenpapa.com.ar/default.asp?id=182>> (26 may 2006).

BRYAN, J. 1989. Ruptura del reposo en los tubérculos de papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). Guía de Investigación 16. 15p

BURT, R. 1964. Influence of short periods of low temperature on tuber initiation in the potato. European Potato Journal (Holanda) 7: 197-205

CHILE, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA), 2004. Recomendaciones para el cultivo de papas primor. Boletín de Prensa. (On line) <<http://www.inia.cl/remehue/noticias/papasprimor.cfm>> 31 may 2006

CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS (ODEPA), 2005. El mercado de las papas (On line) <[www.odepa.cl](http://www.odepa.cl)> 10 jul 2006

COLEMAN, W. 1987. Dormancy release in potato tubers: a review. American Potato Journal (USA) 64: 57-63.

CONTRERAS, A. 2001. Ecofisiología del rendimiento de la planta de papa. Revista de la papa. (Asociación Chilena de la Papa) 6 (10): 15-16.

CONTRERAS, A. 2003. Papa. In: Faiguenbaum, H (ed). Labranza, siembra y producción de los principales cultivos en Chile. Universidad de Chile. Chile. Capitulo XIII. pp: 599-696.

- CORNEJO, C. 2000. Evaluación de variedades comerciales de papa para cultivos primores de primavera y verano en la zona central. Proyecto para optar al grado de licenciado en Ciencias Agronómicas y al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor. 63 p.
- DE LA MORENA, I; GUILLÉN, A; GARCIAL del MORAL, F. (1994). Yield development in potatoes as influenced by cultivar and the timing and level of nitrogen fertilization. *American Potato Journal (USA)* 71: 165-174.
- EPUIN, P. 2003. Evaluación de tres bioestimulantes comerciales sobre el rendimiento de cuatro cultivares de papa, bajo condiciones de secano en el valle central de la IX región. Temuco, Chile. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias. Agropecuarias. Universidad de la Frontera. 62 p.
- FERNANDEZ, M. 1977. Crecimiento y fertilización de la papa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Carillanca, Temuco, Chile. *Boletín Técnico* N° 33 46p.
- GARNER W y ALLARD H, 1923 Further studies in photoperiodism, the response of plants to relative length of day and night. *Journal Agricultural Research (Inglaterra)* 23: 871-920.
- GRANDOM, M. 1984. Almacenamiento de papa-semilla bajo luz natural difusa en la X región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Remehue. Osorno, Chile. *Boletín técnico* N°73, 15p.

- HANNAPEL, D; CHEN, H; ROCÍN, F; BANERJEE, A y DAVIES, P. 2004. Molecular controls of tuberization. *American Journal of Potato Research (USA)* 81: 263-274.
- HARRIS, P 1978a. Water. **In:** Harris, P (ed) *The potato crop*. London, England. Chapman and Hill. pp 245- 277.
- HARRIS, P. 1978b. Mineral nutrition **In:** Harris, P (ed) *The potato crop*. London, England. Chapman and Hill. pp195- 244
- HEMBERG, T. 1965. The significance of inhibitors and other chemical factors of plant origin in the induction and breaking of rest periods. **In:** W. Ruhland (ed) *Encyclopaedia of Plant Physiology* 15 (2): 669-698
- HEMBERG, T. 1985. Potato rest. . **In:** Harris, P (ed) *The potato crop*. London, England. Chapman and Hill. pp 353- 388
- HOPKINS, B y ELLSWORTH, J. 2003. Phosphorus nutrition in potato production. (On line) University of Idaho. Potato research & education <<http://www.ag.uidaho.edu/potato/people/Ellsworth.htm>> 11 jun 2006
- KALAZICH, J; LOPEZ, H; SEPÚLVEDA, P y GUTIÉRREZ, M. 2002a. Cultivo de papas para primores. *Tierra Adentro (Chile)* 45: 22-25.
- KALAZICH, J; LOPEZ, H; SEPÚLVEDA, P y GUTIÉRREZ, M. 2002b. Variedades de papas para cultivo de primores. *Tierra Adentro (Chile)* 45: 26-28.
- KALAZICH, J; LOPEZ, H; ROJAS, J; BARRIENTOS, C; URIBE, M; RIOS, J; WINKLER, A; CATALAN, P; HINOSTROZA, J. 2000. Pukará-INIA,

variedad de papa para el cultivo de primores. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Boletín Informativo N°19. 1p

KING, B; STARK, J y LOVE, S. 2003 Potato production with limited water supplies (On line) University of Idaho. Potato research & education <<http://www.ag.uidaho.edu/potato/research/index.htm>> 10 jun 2006.

LI, P. 1985. Potato physiology. Department of Horticultural Science and Landscape Architecture. University of Minnesota. St Paul, MN, USA. Academic Press. 586p.

LOPEZ, s/f. Cultivo de papas para primores (On line) Tattersal S.A. <<http://www.tattersall.cl/revista/Rev188/cultivo.htm> > 25 may 2006

MANITOBA AGRICULTURE, FOOD AND RURAL INITIATIVES, 2004 Commercial Potato Production - Botany of the Potato Plant. (On line) <[http://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/potatoes/bda04s02.html#Growth\\_Stages\\_](http://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/potatoes/bda04s02.html#Growth_Stages_)> 10 may 2006

MARSCHNER, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed. London, England. Academic Press. 889p.

MAUK, C y LANGILLE, A. 1978. Physiology of tuberization in *Solanum tuberosum* L. Plant physiology (USA) 62:438-442.

MONTALDO, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2a ed. Costa Rica. 676 p.

- MORENO, U.1983. Ecofisiología del cultivo de la papa. Universidad austral de Chile . Valdivia, Chile. Asociación Chilena de la Papa. 40p.
- MUGA, J. 1990. Ritmo de crecimiento, absorción de macronutrientes primarios y su relaciones nutricionales en el cultivo de la papa. Tesis Lic. En Agronomía. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencia Agrarias. 86 p.
- NIVAA, D. 1994. Catalogo holandés de variedades de patata. Wageningen, Holanda. 296 p.
- NOVOA, R; VILLASECA, S; DEL CANTO, P; ROUANET, J; SIERRA, C; DEL POZO, A. Mapa agroclimatico de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 221p
- OJALA, J; STARK, J y KLEINKOPF, G. 1990. Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. American Potato Journal (USA) 67:29-42
- PEÑA, L. 1999. Fisiología y manejo de tubérculos – semilla de papa. Red Electrónica de la Papa. REDEPAPA (On line) <<http://www.redepapa.org>> 11 jun 2006
- PERRENOUD, S. 1983. Potato: Fertilisers for yield and quality. International Potash Institute. Worblaufen-Berne, Switzerland. 73p.
- PINOCHET, D. 2003. Manual de interpretación de análisis de suelo para la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio y control de acidez para los cultivos de Chile. Serie de apuntes de nutrición de cultivos N°1. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 10p.

- PORRAS, P. 2000. Producción y manejo postcosecha de semilla de papa. Revista Papa, FEDEPAPA. (CHILE) N°24
- RANDALL, R y GARY, S. 1993. Managing potato health from emergence to harvest. In: Randall, R (ed). Potato health management. St. Paul, MN, U.S.A. American Phytopathological Society Press. pp: 35-40.
- SANTOS, J; ACCATINO, P; CALLEJAS, P; FERNANDEZ, M; BANSE, J; CASTILLO, D; LOPEZ, H. 1974. Manual de la producción de papas. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Santiago, Chile Boletín Técnico N°64, 161p.
- SALE, P. 1979. Growth of potato (*Solanum tuberosum* L.) to the small tuber stage as related to soil temperature. Australian Journal of Agricultural Research (Australia) 30: 668-675.
- SATTELMACHER, B y MARSCHNER, H. 1979. Tuberization in potato plants as affected by applications of nitrogen to the roots and leaves. Potato Research (USA) 22: 49 -57.
- SIERRA, C; KALAZICH , J; ROJAS, J; 2001. Cultivos industriales, papa. Sociedad Química y Minera de Chile S.A (Soquimich).Santiago, Chile. Capitulo XIV. pp 657- 674
- SIERRA, C ; ROJAS, J y KALAZICH, J. 2002. Manual de fertilización del cultivo de la papa en la zona sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Estación Experimental Remehue. Boletín N° 76.
- SIERRA, C ; ROJAS, J; KALAZICH, J y GRANDON, M. 1989. Épocas de plantación de papa en la Décima Región de Chile. Instituto de

Investigaciones Agropecuarias (INIA). Estación Experimental Remehue  
Boletín N°145.

SIMMONDS, N. 1965. Attempted graft transmission of potato-tuber dormancy.  
European Potato Journal (Holanda) 8: 197-199

SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE PAPA (SINAIPA), 2002.  
Semilla de papa y tubérculos de semilla. Boletín Mensual N°8. Red  
Electrónica de la Papa, REDEPAPA.(On line)  
<<http://www.redepapa.org/correo.html>> 11 abr. 2006

SIVORI, E; MONTALDI, E y CASO, O. 1980. Fisiología vegetal. Buenos Aires,  
Argentina. Hemisferio Sur, 681p

SRIVASTAVA, L. 2001. Plant growth and development: Hormones and  
environment. New York., U.S.A .Academic Press, 772p..

SUTTLE, J. 2004. Physiological regulation of potato tuber dormancy. American  
Journal of Potato Research (USA) 81:253-262.

TIZIO, R. 1982. Fisiología de la dormición en tubérculos de papa y sus  
relaciones con el mecanismo hormonal de la tuberización. Revista de  
las Ciencias Agropecuarias (Argentina) 3: 91-105.

TIZIO, R 1972. Effet de la lumière sur la tubérisation de la pomme de terre.  
Potato Research (USA) 15: 257-262

UNIVERSITY OF GEORGIA, 2001. Potato. College of Agricultural and  
Environmental Sciences. Department of Horticulture (On line)  
<<http://www.uga.edu/vegetable/potato.html>> 28 abr. 2006.

- WATERER, D y WAHAB, J. (2000). Integrated Management Program in Support of Saskatchewan's Seed Potato Industry. Agri-Food Innovation Fund. Horticulture Sector. (On line) <<http://www.agr.gov.sk.ca/afif/projects/19960357.pdf>> 05 abr. 2007.
- WIERSEMA, S. 1981. Efecto de la densidad de tallos en la producción de papa. Boletín de Información Técnica 1. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. 15p.
- VILLALOBOS, F; MATEOS, L; ORGAZ, F y FERERES, E. 2002. Fitotecnia: Bases y tecnologías de la producción agrícola. Madrid, España. Mundi-Prensa. 496p.
- WHEELER, R y TIBBITTS, T. 1986. Growth and Tuberization of Potato (*Solanum tuberosum* L.) under Continuous Light. Plant Physiology (USA) 80: 801-804
- WURR, D y MORRIS, G. Relationships between the number of stems produced by a potato seed tuber and its weight. Journal of Agricultural Science (Inglaterra) 93: 403-409

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de varianza para el porcentaje de plantas emergidas a 25 días desde la plantación

Fuente	SC	GL	CM	F	P-Valor
A: Bloque	0,0133929	3	0,00446431	0,98	0,4198
B: Cultivares	0,643626	3	0,214542	47,23	0,0000
C: Manejo	1,885	1	1,885	414,94	0,0000
Interacción					
BC	0,643626	3	0,214542	47,23	0,0000
Residual	0,0953998	21	0,00454285		
Total	3,28105	31			

### Anexo 2 Análisis de varianza para el porcentaje de plantas emergidas a 32 días desde la plantación

Fuente	SC	GL	CM	F	P-Valor
A: Bloque	0,0233964	3	0,00779881	1,04	0,3956
B: Cultivares	1,51646	3	0,505486	67,36	0,0000
C: Manejo	4,89025	1	4,89025	651,67	0,0000
Interacción					
BC	2,13594	3	0,711979	94,88	0,0000
Residual	0,157588	21	0,00750418		
Total	8,72363	31			

### Anexo 3 Análisis de varianza para el porcentaje de plantas emergidas a 39 días desde la plantación.

Fuente	SC	GL	CM	F	P-Valor
A: Bloque	0,0230343	3	0,0076781	0,59	0,6264
B: Cultivares	2,56469	3	0,854896	66,04	0,0000
C: Manejo	2,07988	1	2,07988	160,66	0,0000
Interacción					
BC	1,52843	3	0,509475	39,36	0,0000
Residual	0,271858	21	0,0129456		
Total	6,46789	31			

**Anexo 4 Análisis de varianza para el porcentaje de plantas emergidas a 45 días desde la plantación**

Fuente	SC	GL	CM	F	P-Valor
A: Bloque	0,0675954	3	0,0225318	2,11	0,1291
B Cultivares	2,27111	3	0,757037	70,97	0,0000
C Manejo	1,39267	1	1,39267	130,56	0,0000
Interacción					
BC	0,899543	3	0,299848	28,11	0,000
Residual	0,224008	21	0,010667		
Total	4,85492	31			

**Anexo 5: Análisis de varianza para el porcentaje de plantas emergidas a 52 días desde la plantación**

Fuente	SC	GL	CM	F	P-Valor
A: Bloque	0,0172332	3	0,0057444	0,58	0,6339
B: Cultivares	0,919645	3	0,306548	31,01	0,0000
C: Manejo	0,251259	1	0,251259	25,42	0,0001
Interacción					
BC	0,369181	3	0,12306	12,45	0,0001
Residual	0,207599	21	0,00988568		
Total	1,76492	31			

**Anexo 6 : Análisis de varianza para el porcentaje de plantas emergidas a 60 días desde la plantación**

Fuente	SC	GL	CM	F	P-Valor
A: Bloque	0,0241415	3	0,00804718	1,95	0,1524
B: Cultivares	0,45152	3	0,150507	36,48	0,0000
C: Manejo	0,0997111	1	0,0997111	24,17	0,0001
Interacción					
BC	0,176077	3	0,0586922	14,23	0,0000
Residual	0,0866314	21	0,00412531		
Total	0,83808	31			

**ANEXO:7 Porcentajes de emergencia, según fecha de medición**

Días desde la plantación		% de emergencia			
		Desirée	Rosara	Romano	Pukará-INIA
15	Manejo propuesto	-	-	-	-
	Manejo convencional	-	-	-	-
25	Manejo Propuesto	36,1	31,1	0,0	42
	Manejo convencional	0,0	0,0	0,0	0,0
32	Manejo Propuesto	83,3	75	0,5	84,4
	Manejo convencional	1,6	0,0	2,2	1,1
39	Manejo Propuesto	91,16	90,5	8,8	97,7
	Manejo convencional	33,3	8,8	23,8	58,8
45	Manejo Propuesto	97,7	92,2	28,8	99,4
	Manejo convencional	47,2	36,6	38,8	84,4
52	Manejo Propuesto	99,4	95,5	66,6	100
	Manejo convencional	85	72,7	81,1	97,2
60	Manejo Propuesto	100	97,8	88,33	100
	Manejo convencional	93,8	83,1	92,2	100

**Anexo 8 . Análisis de varianza para las plantas finalmente establecidas.**

Fuente	SC	GL	CM	F	P-Valor
A: Bloque	0,00657112	3	0,00219037	0,83	0,4932
B: Cultivares	0,243254	3	0,0810847	30,66	0,0000
C: Manejo	0,0397417	1	0,0397417	15,03	0,0009
Interacción BC	0,102337	3	0,0341122	12,90	0,0001
Residual	0,0555405	21	0,00264479		
Total	0,447444	31			

**Anexo 9. Análisis de varianza para el número de tallos por planta.**

Fuente	SC	GL	CM	F	P-Valor
A: Bloque	0,869822	3	0,289941	3,36	0,0380
B: Cultivares	17,4734	3	5,82446	67,55	0,0000
C: Manejo	0,14497	1	0,14497	1,68	0,2088
Interacción BC	0,514793	3	0,171598	1,99	0,1463
Residual	1,81065	21	0,0862215		
Total	20,8136	31			

**Anexo 10. Análisis de varianza para el Rendimiento total.**

Fuente	SC	GL	CM	F	P-Valor
A: Bloque	9,90108	3	3,30036	0,47	0,7070
B: Cultivares	2554,55	3	851,518	121,04	0,0000
C: Manejo	0,0994272	1	0,0994272	0,01	0,9065
Interacción BC	541,548	3	180,516	25,66	0,0000
Residual	147,738	21	7,03514		
Total	3253,84	31			

**Anexo 11 . Análisis de varianza para el Rendimiento comercial**

Fuente	SC	GL	CM	F	P-Valor
A: Bloque	9,56303	3	3,18768	0,51	0,6788
B: Cultivares	1902,12	3	634,04	101,71	0,0000
C: Manejo	39,2753	1	39,2753	6,30	0,0203
Interacción					
BC	565,103	3	188,368	30,22	0,0000
Residual	130,906	21	6,23364		
Total	2646,97	31			

## Anexo 12. Calculo de fertilización

### Fertilización Nitrógeno

DOSIS = DEMANDA – SUMINISTRO/ EFICIENCIA DE FERTILIZACION

Eficiencia de fertilización = 0,6

Dap =  $1 / 0.563 + 0.055 * MO$

=  $1 / 0.563 + 0.055 * 20$

= 0,601

Suministro =  $mgkg^{-1} (N \text{ mineral}) * DAP (g/cm^3) * 2 + 30(kg/N)$

Suministros =  $50.4 mgkg^{-1} * 0,6 * 2 + 30$

Suministro N = 93,48

Demanda =  $RA ((1-HC) / IC) * RN$

=  $400 (1-0,8) / 0,7 * 1,6$

= 182,85

DOSIS N =  $182,85 - 93,48 / 0.6$

= 148,95

### Fertilización Fósforo.

FAP = 1.00

Demanda =  $400 ((1-0.8) / 0.7) * 0.16$

= 18,28 Kg P/ha

Eficiencia = 0,085

Dosis P =  $18.28 - 2.1 / 0.085$

= 190

Dosis  $P_2O_5$  =  $191 * 2.3$

= 435.

**Fertilización Potasio**

$$\begin{aligned}\text{Suministro} &= \text{mgkg}^{-1} (\text{N mineral}) * \text{DAP (g/cm}^3) * 2 \\ &= 88 * 0,601 * 2 \\ &= 105.776\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{DK} &= 400 (1 - 0.8) / 0,7 * 1,8 \\ &= 205.7\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{DOSIS} &= 205.71 - 105.77 / 0.9 \\ &= 99.4\end{aligned}$$