

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TRABAJO DIRIGIDO

**PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE-BÁSICA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L). A
PARTIR DE ESQUEJES DE BROTE EN INVERNADERO**

SUSSY ROSSE MARY TICONA QUINO

La Paz – Bolivia

2014

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE-BASICA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L). A
PARTIR DE ESQUEJES DE BROTE EN INVERNADERO**

Trabajo Dirigido presentado como requisito
Parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

SUSSY ROSSE MARY TICONA QUINO

Asesor:

Ing. M. Sc. Celia María Fernández Chávez

Tribunal Examinador:

Ing. Natalia Palacios Zuleta

Ing. M. Sc. Jonhy Cesar P. Oliver Cortez

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador

La Paz – Bolivia

2014

DEDICATORIA

El presente trabajo deseo dedicar, a todos mis seres más queridos, quienes fueron los impulsores para la conclusión de mi carrera profesional, especialmente a la memoria de mi señor padre Vicente Ticona y a mi querida madre Severina Zuino, por brindarme todo su amor y apoyo incondicional en la formación de mi carrera académica.

A mis queridos compañeros de estudio, por el constante apoyo en los momentos de mi formación y la amistad brindada por cada uno de ellos.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradecer a Dios Todopoderoso, por darme la vida y la oportunidad de formarme como una persona de bien.

A la Universidad Mayor de San Andrés y a mi Facultad de Agronomía, por ser la casa de mi formación, agradecer a mis Docentes por todos aquellos conocimientos que me impartieron el tiempo que curse esta carrera.

Agradecer a mi Asesor Ing. M. Sc. Celia María Fernández Chávez por el apoyo y dirección, para la culminación del presente documento.

A mis revisores Ing. Natalia Palacios Zuleta e Ing. Jonhy Cesar Pánfilo Oliver Cortez por la amistad y el apoyo incondicional que me brindaron dirigiéndome en todo el proceso de la elaboración de este trabajo.

Especialmente a la Ing. Ph. D. Carmen del Castillo G. Coordinadora del PETAENG, por el empeño y la predisposición que brinda a todas las personas que necesitan de su apoyo y ser la impulsora de este programa para la culminación de esta última etapa de nuestra formación.

CONTENIDO

RESUMEN

INDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS

INDICE DE GRÁFICOS

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

INDICE DE ANEXOS

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.3.3 Metas.....	4
II. MARCO TEORICO.....	5
2.1 Contexto Normativo.....	5
2.1.1 Normas generales para Semillas	5
2.1.2 Categorías de semillas.....	6
2.1.3 Ley 2061.....	6
2.1.4 Plan de Desarrollo Nacional	7
2.2 Marco conceptual.....	7
2.2.1 Producción Nacional.....	7
2.2.2 Eco regiones Productoras de papa	8
2.2.3 Zonas productoras de papa en Bolivia	9
2.2.4 Consolidado Nacional.....	13
2.2.5 Exportación nacional.....	14

2.2.6 Importación Nacional.....	16
2.3 Semilla certificada	17
2.3.1 Clasificación de Semillas.....	18
2.3.2 Certificación de Semillas.....	18
2.3.2.1 Tolerancia Máxima Permitida en el Proceso de Certificación	20
2.3.2.2 Plagas y Enfermedades no Permisibles.....	21
2.3.2.3 Principales Enfermedades y su Detección.....	21
2.3.3 Proceso de Certificación	24
2.3.4 Producción de Semilla Certificada Nacional y Departamental	25
2.4 Generalidades del Cultivo	27
2.4.1 Clasificación Taxonómica.....	27
2.4.2 Descripción morfológica.....	27
2.4.3 Fenología del cultivo	28
2.4.4 Semilla.....	28
2.5 Factores que influyen en la producción del cultivo de la papa	29
2.5.1 Suelo.....	29
2.5.2 Fertilidad.....	29
2.5.3 Época y densidad de Siembra.....	31
2.5.4 Densidad de tallos.....	31
2.5.5 Labores Culturales.....	32
2.5.5.1 El riego.....	32
2.5.5.2 El aporque.....	32
2.5.5.3 Control fitosanitario.....	32
2.5.6 Cosecha.....	32
2.5.7 Almacenamiento.....	33
2.6 Multiplicación rápida de semilla de papa	33
2.6.1 Técnica de los brotes	34
2.6.2 Estructura de un brote	34
2.6.3 Cultivo de esquejes de brote	35
2.6.4 Ventajas de la técnica de esquejes de brote	36
III. SECCIÓN DIAGNÓSTICA.....	37
3.1 Materiales y Métodos.....	37
3.1.1 Localización.....	37
3.1.2 Características de las instalaciones utilizadas	38
3.1.2.1 Características del invernadero.....	38
3.1.2.2 Platabandas de producción.....	38
3.1.3 Materiales.....	38

3.1.3.1	Material vegetal.....	38
3.1.3.2	Abonos Orgánicos y fertilizantes químicos.....	39
3.1.3.3	Productos para el control fitosanitario	39
3.1.3.4	Material de invernadero.....	40
3.1.4	Metodología.....	40
3.1.4.1	Procedimiento de trabajo	40
	a) Diseño experimental.....	40
	b) Factores.....	40
	c) Croquis experimental.....	41
	d) Descripción de tratamientos.....	41
3.1.4.1.1	Preparación del sustrato de enraizamiento.....	42
3.1.4.1.2	Desinfección y preparación del sustrato de crecimiento.....	43
3.1.4.1.3	Selección del material vegetal.....	43
3.1.4.1.4	Desbrote y seccionamiento de brotes	44
3.1.4.1.5	Enraizamiento de esquejes de brote	45
3.1.4.1.6	Transplante de los esquejes enraizados y siembra de los tubérculos con y sin desbrote	46
3.1.4.1.7	Labores culturales.....	47
3.1.4.1.8	Toma de muestras y análisis.....	47
3.1.4.1.9	Defoliación.....	48
3.1.4.1.10	Cosecha y selección	49
3.1.4.2	Variables de respuesta	50
	a) Número promedio de esquejes de brote por tubérculo	50
	b) Porcentaje de viabilidad de los esquejes en la fase de enraizamiento.....	50
	c) Porcentaje de viabilidad de los esquejes transplantados y emergencia de plantas provenientes de tubérculos con y sin desbrote	50
	d) Rendimiento total en peso, número y tamaño	50
	e) Altura de planta	50
	f) Número y diámetro de tallos principales.....	51
	g) Días a la cosecha	51
	h) Presencia de virus y nematodos	51
	i) Costos de producción.....	51
IV.	SECCIÓN PROPOSITIVA.....	52
4.1	Aspectos propositivos.....	52
4.1.1	Promedio del número de esquejes de brote por tubérculo	52
4.1.2	Porcentaje de viabilidad de los esquejes de brotes en la fase de enraizamiento.....	52
4.1.3	Porcentaje de viabilidad de los esquejes transplantados y emergencia de plantas	

Provenientes de tubérculos con y sin desbrote	53
4.1.4 Rendimiento total (tn/ha)	54
4.1.5 Número de tubérculos/m ²	56
4.1.6 Número de tubérculos/planta	58
4.1.7 Número de tubérculos por tamaño/m ²	59
4.1.7.1 Tamaño I	60
4.1.7.2 Tamaño II	61
4.1.7.3 Tamaño III	63
4.1.7.4 Tamaño IV	65
4.1.8 Altura de Planta	67
4.1.9 Número de tallos por planta	69
4.1.10 Diámetro de tallos.....	71
4.1.11 Días a la cosecha	72
4.1.12 Presencia de virus y nematodos	73
4.1.13 Análisis económico.....	74
V. SECCIÓN CONCLUSIVA.....	76
5.1 Conclusiones.....	76
5.2 Recomendaciones.....	77
VI BIBLIOGRAFÍA	78

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Categorías y generaciones de semilla de papa	6
Cuadro 2. Producción de papa en Bolivia (2001-2012)	12
Cuadro 3. Producción de Semilla Certificada	13
Cuadro 4. Bolivia: Volumen y valor de las exportaciones de papa (2006-2010)	15
Cuadro 5. Bolivia: Volumen y valor de las importaciones de papa (2006-2010)	17
Cuadro 6. Categorías de Semillas de papa por tamaño	18
Cuadro 7. Tolerancia máxima permitida en el proceso de certificación.....	21
Cuadro 8. Agrupaciones destinadas a la certificación de semillas	25
Cuadro 9. Consolidado Nacional de Producción de Semilla Certificada 2010.....	26
Cuadro 10. Cantidad de minerales extraídos y restitución necesaria.....	30
Cuadro 11. ANVA, del porcentaje de enraizamiento y establecimiento de tratamientos y testigos	53
Cuadro 12. ANVA, de producción (Tn/Ha), número de tubérculos/m ² y por planta.....	54
Cuadro 13. Producción (Tn/Ha), Comparación de promedios.....	56
Cuadro 14. Número de Tubérculos/m ² , Comparación de promedios.....	57
Cuadro 15. Número de Tubérculos/Planta, Comparación de promedios.....	59
Cuadro 16. ANVA, de número de tubérculos por tamaño/m ²	59
Cuadro 17. Número de Tubérculos/m ² , Tamaño I (>55 mm), Comparación de promedios	61
Cuadro 18. Número de Tubérculos/m ² , Tamaño II (45-55 mm), Comparación de promedios	63
Cuadro 19. Número de Tubérculos/m ² , Tamaño III (30-45 mm), Comparación de promedios	65
Cuadro 20. Número de Tubérculos/m ² , Tamaño IV (20-30 mm), Comparación de promedios	66
Cuadro 21. ANVA, altura de planta, número de tallos y diámetro de tallos	67
Cuadro 22. Altura de Plantas (cm), Comparación de promedios	68
Cuadro 23. Número de Tallos /Plantas, Comparación de promedios	70
Cuadro 24. Diámetro de Tallos (mm), Comparación de promedios	72
Cuadro 25. Análisis económico del estudio	75

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diversidad y productividad por regiones	8
Gráfico 2. Bolivia: Producción de papa 1998 – 2007 por departamento (en tn.) .	9
Gráfico 3. Zonas productoras de papa en Bolivia	11
Gráfico 4. Bolivia: Valor de las exportaciones de papa 2010	14
Gráfico 5. Categoría y generaciones de semilla certificada	19
Gráfico 6. Partes de un brote	35
Gráfico 7. Ubicación del área de estudio	37
Gráfico 8. Síntesis de las labores culturales	47
Gráfico 9. Producción Tn/ha	55
Gráfico 10. Número de tubérculos/m ²	57
Gráfico 11. Número de tubérculos/planta	58
Gráfico 12. Número de tubérculos/m ² Tamaño I (> 55 mm)	60
Gráfico 13. Número de tubérculos/m ² . Tamaño II (45-55 mm)	62
Gráfico 14. Número de tubérculos/m ² . Tamaño III (30-45 mm)	64
Gráfico 15. Número de tubérculos/m ² . Tamaño IV (20-30 mm)	66
Gráfico 16. Altura de planta (cm)	68
Gráfico 17. Número de tallos/planta	70
Gráfico 18. Diámetro de tallos (mm)	71

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Preparación de sustrato de enraizamiento	42
Fotografía 2. Preparación de las camas al interior del invernadero.....	43
Fotografía 3. Selección de material vegetal, para desbrote	44
Fotografía 4. Seccionamiento de esquejes de brote	45
Fotografía 5. Enraizamiento de esquejes de brotes	45
Fotografía 6. Transplante de esquejes enraizados	46
Fotografía 7. Muestras de follaje para el test de Eliza	48
Fotografía 8. Bioensayo del vaso transparente para la detección de globodera .	48
Fotografía 9. Defoliación al término del ciclo vegetativo	49
Fotografía 10. Pesaje y Selección de los tubérculos cosechados	49

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Producción Ton/Ha, ANVA Testigo (T-I) Vs. Factorial.....	i
Anexo 2.	Producción Ton/Ha, ANVA Testigo (T-II) Vs. Factorial.....	i
Anexo 3.	Producción Ton/Ha, Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos.....	i
Anexo 4.	Número de Tubérculos/m ² ANVA Testigo (T-I) Vs. Factorial.....	ii
Anexo 5.	Número de Tubérculos/m ² ANVA Testigo (T-II) Vs. Factorial.....	ii
Anexo 6.	Número de Tubérculos/m ² Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos	ii
Anexo 7.	Número de Tubérculos/planta, ANVA Testigo (T-I) Vs. Factorial.....	iii
Anexo 8.	Número de Tubérculos/planta, ANVA Testigo (T-II) Vs. Factorial	iii
Anexo 9.	Número de Tubérculos/Planta, Comparación de Medias, Testigos Vs. Trat.....	iii
Anexo 10.	Número de Tubérculos /m ² , Tamaño I (mayor a 55 mm de diámetro) ANVA Testigo (T-I) Vs. Factorial.....	iv
Anexo 11.	Número de Tubérculos /m ² , Tamaño I (mayor a 55 mm de diámetro) ANVA Testigo (T-II) Vs. Factorial.....	iv
Anexo 12.	Número de Tubérculos /m ² , Tamaño I (mayor a 55 mm de diámetro) Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos.....	iv
Anexo 13.	Número de Tubérculos /m ² , Tamaño II (45-55 mm de diámetro) ANVA Testigo (T-I) Vs. Factorial.....	v
Anexo 14.	Número de Tubérculos /m ² , Tamaño II (45-55 mm de diámetro) ANVA Testigo (T-II) Vs. Factorial.....	v
Anexo 15.	Número de Tubérculos /m ² , Tamaño II (45-55 mm de diámetro) Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos.....	v
Anexo 16.	Número de Tubérculos/m ² , Tamaño III (30-45 mm de diámetro) ANVA Testigo (T-I) Vs. Factorial.....	vi
Anexo 17.	Número de Tubérculos/m ² , Tamaño III (30-45 mm de diámetro) ANVA Testigo (T-II) Vs. Factorial.....	vi
Anexo 18.	Número de Tubérculos/m ² , Tamaño III (30-45 mm de diámetro) Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos.....	vi
Anexo 19.	Número de Tubérculos /m ² , Tamaño IV (20-30 mm de diámetro) ANVA Testigo (T-I) Vs. Factorial.....	vii
Anexo 20.	Número de Tubérculos /m ² , Tamaño IV (20-30 mm de diámetro) ANVA Testigo (T-II) Vs. Factorial.....	vii
Anexo 21.	Número de Tubérculos /m ² , Tamaño IV (20-30 mm de diámetro) Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos.....	vii
Anexo 22.	Altura de plantas (cm), ANVA Testigo (T-I) Vs. Factorial	viii

Anexo 23.	Altura de plantas (cm), ANVA Testigo (T-II) Vs. Factorial	viii
Anexo 24.	Altura de plantas (cm), Comparación de Medias, Testigos Vs, Tratamientos	viii
Anexo 25.	Número de Tallos/Planta, ANVA Testigo (T-I) Vs. Factorial	ix
Anexo 26.	Número de Tallos/Planta, ANVA Testigo (T-II) Vs. Factorial	ix
Anexo 27.	Número de Tallos/Planta, Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos.. ..	ix
Anexo 28.	Diámetro de Tallos (mm), ANVA Testigo (T-I) Vs. Factorial	x
Anexo 29.	Diámetro de Tallos (mm), ANVA Testigo (T-II) Vs. Factorial	x
Anexo 30.	Diámetro de Tallos (mm), Comparación de Medias, Testigo Vs. Tratamientos.....	x
Anexo 31.	Resultados del Test de Elisa, PROINPA	xi

RESUMEN

El cultivo de papa sigue manteniendo su importancia, sitióndose en el cuarto lugar entre los alimentos básicos a nivel mundial después del maíz, el trigo y el arroz.

Muchos de los agricultores continúan utilizando como tubérculos-semilla las reservas de la anterior cosecha, en las que las plagas y enfermedades sobreviven contaminando aun más los terrenos de cultivo, constituyéndose en un factor más para disminuir los rendimientos.

Ante esa realidad en nuestro país muchas como el INIAF han dirigido sus esfuerzos para obtener semillas de mejor calidad.

Para la producción de tubérculos - semilla, el presente trabajo considera el uso de esquejes de brote, en espacios pequeños y con poca mano de obra, que permite la obtención de un gran número de plantas en un período breve, bajo condiciones controladas.

Con los resultados obtenidos se llegó a la conclusión de: El porcentaje de viabilidad de los esquejes de brote enraizados y trasplantados fue de un 95,8% , en comparación al porcentaje de las plantas provenientes de los tubérculos con y sin desbrote fue de 97,6%.

La producción proveniente de los tubérculos sin desbrotar (T- I) fue de 36, 26 Ton/Ha, frente a la producción de esquejes de brote de 14,46 Ton/Ha, existiendo una diferencia altamente significativa, sin existir diferencia entre los tubérculos des brotados (T-II) y los esquejes de brote.

El trabajo en un ambiente controlado garantiza la producción de semilla libre de enfermedades fungosas y plagas, requisito principal para ser catalogada como semilla pre-básica.

Los costos de producción se reducen en un 40% que es lo que representa el valor del tubérculo - semilla.

De acuerdo al análisis económico se obtuvo una relación de beneficio costo de 1,06 lo cual indica que por cada 1 Bs. invertido se obtiene 1,06 bs., esto indica lo rentable de la técnica.

RESUMEN

El cultivo de papa sigue manteniendo su importancia, sitiándose en el cuarto lugar en la escala de alimentos básicos a nivel mundial después del maíz, el trigo y el arroz. Según la FAO desde principios de los años 60 el incremento de la superficie dedicada al cultivo de papa ha superado al resto de los productos alimenticios e incluso se prevé que la demanda de papa para el 2020 se duplicara a la demanda del 1993.

Muchos de los agricultores continúan utilizando como semilla las reservas de la anterior cosecha y escogen las papas menudas como tubérculos-semilla en las que las plagas y enfermedades sobreviven contaminando aun más los terrenos de cultivo, constituyéndose en un factor más para disminuir los rendimientos.

Ante esa realidad en nuestro país muchas organizaciones como el INIAF han dirigido sus esfuerzos para obtener semillas de mejor calidad. Con el aumento de productores se debe seguir obteniendo mejores técnicas de propagación de semilla de calidad para el cultivo de la papa.

Dentro de un esquema de producción de tubérculos - semilla, el presente trabajo considera el uso de esquejes de brote, en espacios pequeños y con poca mano de obra, que permite la obtención de un gran número de plantas en un período breve, bajo condiciones controladas. Además de asegurar una tasa de multiplicación alta y al mismo tiempo de controlar con facilidad el estado sanitario del material, aunque persista el riesgo de contaminación.

Con los resultados obtenidos se llegó a la conclusión de: El porcentaje de viabilidad de los esquejes de brote enraizados y trasplantados fue de un 95,8% , en comparación al porcentaje de emergencia de las plantas provenientes de los tubérculos con y sin desbrote fue de 97,6%.

La producción proveniente de los tubérculos sin des brotar (T- I) fue de 36,26 Ton/Ha, frente a la producción de esquejes de brote de 14,46 Ton/Ha, existiendo una diferencia altamente significativa, sin existir diferencia entre los tubérculos des brotados (T-II) y los esquejes de brote.

El período vegetativo de las plantas provenientes de esquejes de brote, se acortó entre 20 y 25 días.

El trabajo en un ambiente controlado garantiza la producción de semilla libre de enfermedades fungosas y plagas, requisito principal para ser catalogada como semilla pre-básica.

Los costos de producción se reducen en un 40% que es lo que representa el valor del tubérculo - semilla.

De acuerdo al análisis económico se obtuvo una relación de beneficio costo de 1,06 lo cual indica que por cada 1 Bs. invertido se obtiene 1,06 bs., esto indica lo rentable de la técnica.

ABSTRACT

The cultivation of potato keeps on maintaining his importance, sitiándose in the fourth position in the scale of basic worldwide foodstuff after corn, the wheat and rice. According to the FAO from the beginning of the years 60 the increment of the surface dedicated to the cultivation of potato has surpassed it is foreseen that to the rest of the foodstuffs and enclosure the request of potato for 2020 duplicate to the request of 1993.

Many of the farmers continue utilizing like seed the previous harvest's stock and the small potatoes like tubers choose seed plagues and diseases survive in contaminating even more the lots of cultivation, getting constituted in a factor plus for decreasing performances.

Many organizations like the INIAF have pointed his efforts to get seeds from better quality in front of that reality at our country. It must ensue with producers' increase getting better techniques from propagation of seed of quality for the cultivation of the potato.

Within a scheme of production of tubers - seed, the present work you consider the use of cuttings of sprout, in little spaces and with not much manpower, that enables the obtaining of a large number of plants in a brief period under controlled conditions,. In addition to assure a rate of tall multiplication and at the same time to control the sanitary status of the material, although the risk of contamination persist without difficulty.

With the obtained results himself I come to the conclusion of: The rooted and transplanted percentage of viability of the sprout cuttings went from a 95.8 %, comparatively to the percentage of emergency of the originating plants of the tubers with and you went from 97.6 % without.

The originating production of the tubers without give to sprout (T I) was of 36.26 Ton/Ha, in front of 14.46 Ton/Ha's production of cuttings of sprout, existing a highly significant difference, without existing tell apart between the tubers give sprouted (T II) and the sprout cuttings.

The vegetative period of the originating plants of cuttings of sprout, it became shorter between 20 and 25 days.

The work in a controlled environment guarantees the production of free seed of fungous diseases and plagues, principal requirement to be catalogued like pre-basic seed.

The production costs decrease in a 40 % that what the value of the tuber represents is - seed.

Cost of 1.06 got a relation from benefit itself according to the economic analysis which indicates that for each 1 inverted Bs. 1.06 bs. are obtained, this indicates what's profitable one belonging to the technique.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE-BASICA DE PAPA

(*Solanum tuberosum L.*) A PARTIR

DE ESQUEJES DE BROTE EN CONDICIONES DE INVERNADERO

I. INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años el cultivo de papa mantiene su importancia, sitiándose en el cuarto lugar en la escala de alimentos básicos a nivel mundial después del maíz, el trigo y el arroz. Según la FAO desde principios de los años 60 el incremento de la superficie dedicada al cultivo de papa ha superado al resto de los productos alimenticios e incluso se prevé que la demanda de papa para el 2020 se duplicara a la demanda de 1993.

En las regiones productoras de Bolivia se cultiva de 125.000 a 130.000 hectáreas distribuido en seis departamentos andinos (La Paz, Cochabamba, Potosí, Oruro, Chuquisaca y Tarija) según Morante (Departamento, Fitotecnia, & Vegetal, n.d.), posicionándola como decisiva en la seguridad alimentaria de nuestro país por lo que es necesario desarrollar herramientas que mejoren su productividad, ya que este cultivo esta presente en la mayoría de los sistemas productivos de los pequeños agricultores, estos sistemas productivos presentan aun muchos problemas en áreas como fertilidad de suelos, fitosanidad, manejo y por sobre todo la calidad de la semilla.

Muchos de los agricultores continúan utilizando como semilla las reservas de la anterior cosecha y escogen las papas menudas, en la cual las plagas y enfermedades sobreviven en esos tubérculos-semilla, contaminando aun más los terrenos de cultivo, producto de todo lo mencionado los rendimientos son bajos.

Claramente existe una diferencia entre las semillas fisiológicamente más viejas en comparación a las más jóvenes, en características como el tiempo de emergencia, tuberización, desarrollo de follaje, rendimiento y senescencia.

Según el Instituto Boliviano de comercio exterior (IBCE), la producción de papa tuvo un ascenso importante en la gestión 2009-2010, con un máximo histórico de 975 mil

toneladas, pero la siguiente gestión cayó un 3,3% bajo las mismas condiciones de superficie cultivada de la gestión pasada, para el 2011 las exportaciones de papa descendieron a la par del incremento de importaciones en más del 37%.

Ante esa realidad en nuestro país muchas organizaciones como el INIAF han dirigido sus esfuerzos para obtener semilla de mejor calidad, aún con el aumento de productores de semilla certificada, esta no es del todo accesible para muchos de los agricultores, por ello este campo debe ser estudiado continuamente para obtener mejores técnicas de propagación de semillas de calidad para el cultivo de la papa.

Los métodos de multiplicación rápida, son procedimientos de propagación vegetativa que permiten incrementar los índices de multiplicación y en algunos casos eliminar los patógenos. Su aplicación es muy valiosa en programas de producción de semilla pues permite obtener en poco tiempo, cantidades elevadas de semilla a partir de un stock reducido de material de alta calidad.

Dentro de un esquema de producción de tubérculos - semilla, se considera el uso de brotes, que bajo condiciones controladas en espacio pequeño y con poca mano de obra, permite la obtención rápida de un gran número de plantas, asegura una tasa de multiplicación alta y al mismo tiempo se controla con facilidad el estado sanitario del material, aunque subsiste el riesgo de contaminación (Sotomayor y Méndez, *s.f.*).

Cuando los tubérculos - semilla terminan su período de descanso, entran en un período de brotamiento apical, que no conviene para la siembra de papa por esquejes de brote, por eso es necesario eliminar este primer brote con el fin de inducir al brotamiento múltiple de las demás yemas. Los brotes se remueven y se cortan en esquejes o pedazos, los se hacen enraizar en arena fina. Aunque los brotes largos y blancos son más fáciles de manejar, producen menos esquejes que los brotes cortos y verdes. De cada tubérculo se pueden cosechar dos o tres cosechas de brotes, dando un incremento de 50 a 300 plantas por tubérculo, produciendo hasta 500 gr. por planta (Sotomayor y Méndez, *s.f.*).

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El manejo de semilla de mala calidad, está contaminando las áreas de cultivo, propagando plagas y enfermedades, un caso especial es el de los nematodos que al permanecer en el suelo son propagados con estas semillas, bajando obviamente los rendimientos como menciona el IBCE en sus reportes de los últimos años.

Si bien en la actualidad se cuenta con cierta cantidad de oferentes de semilla certificada de papa registrada en el directorio del INIAF, estas no son suficientes para abastecer la demanda actual de semilla, demanda que seguirá incrementándose por la difusión de los buenos resultados del uso de semilla certificada, el costo de esta semilla implica otro factor por el cual se debe desarrollar mas técnicas para la obtención de semilla de papa, técnicas que aprovechen bien las características fisiológicas del tubérculo (CIP, 2006).

1.2 JUSTIFICACIÓN

El uso de esquejes de brote para la propagación de semilla de papa tiene importancia cuando se quiere incrementar la tasa de multiplicación de una semilla de buena calidad, por su fácil manejo y bajos costos, se puede realizar a nivel de pequeñas empresas semilleras o a nivel del propio agricultor.

Respecto a los esquejes de brotes como unidades de siembra no representan costo alguno de adquisición, no demandan una infraestructura adicional de conservación y no transmiten plagas ni enfermedades existentes en el tubérculo madre, como es el caso de nematodos, además incrementa de 50 a 300 plantas por tubérculo dependiendo del tamaño de la papa, el número de yemas y el manejo de los esquejes de brote.

Por todo lo descrito, se propone el presente trabajo dirigido sobre el sistema de producción de tubérculos – semilla a partir de esquejes de brote, como una alternativa de multiplicación y disminución de costos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la eficiencia del método de multiplicación de semilla de papa a partir de esquejes de brote en invernadero.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la calidad fitosanitaria del tubérculo obtenido.
- Incrementar la tasa de multiplicación de semilla de papa a través del uso de esquejes de brote apical, medio y basal.
- Caracterizar morfológicamente el cultivo de papa, proveniente de esquejes de brote.
- Conocer el valor económico de los esquejes de brote como unidad de siembra.

METAS

- Lograr que el uso de esquejes de brote como el método de multiplicación en condiciones de invernadero sea una técnica que garantice la calidad fitosanitaria de semilla de papa de buena calidad, a nivel de pequeñas empresas semilleristas o de agricultores.
- Bolivia cuenta con muy pocas referencias bibliográficas sobre el uso de esquejes de brote, asumiéndose que poco o nada se aprovecha estas unidades de siembra. Es por ello que se propone el presente trabajo de investigación de sistema de producción de tubérculos - semilla, como alternativa de multiplicación y disminución de costos.
- Generar conocimientos sobre de la técnica de multiplicación de semilla a partir de esquejes de brote.

II. MARCO TEORICO

2.1 CONTEXTO NORMATIVO

La producción de semilla de papa sea certificada o no, es una actividad agrícola que conlleva beneficios económicos para los productores debido a que la semilla tiene mayor precio que el destinado al consumo.

2.1.1 NORMAS GENERALES PARA SEMILLAS

La normativa general referente a semillas de especies agrícolas, Resolución Ministerial N° 121 de fecha 19/12/2000, en el marco del Decreto Supremo 23069 del 28 de febrero de 1992, establece la Norma General sobre Semillas de Especies Agrícolas, que contempla diferentes capítulos y artículos, destinados al fomento de la producción y uso de semillas de calidad.

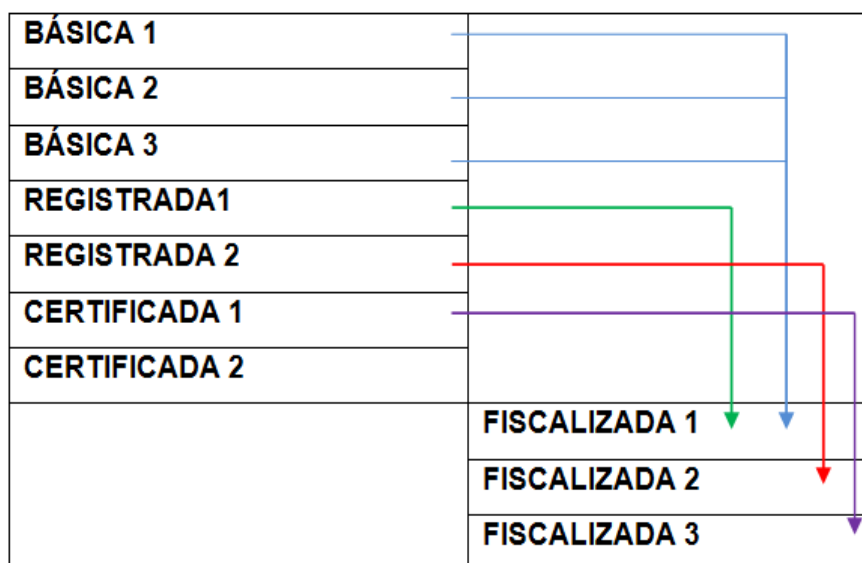
Establece como Autoridad Competente al ex Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural actual Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), para que a través del ex Vice ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca actualmente Vice ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (VDRA) se ejerzan los procesos de certificación y fiscalización de la producción.

De la misma manera regular el comercio y/o distribución de semillas dentro del marco del ex Programa Nacional de Semillas (PNS) actual Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), a través de sus ex oficinas regionales de semillas actualmente oficinas regionales del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, como únicas entidades autorizadas para expedir certificados oficiales de calidad en semillas.

2.1.2 CATEGORÍAS DE SEMILLAS

El artículo 21 del capítulo 4 de la “norma general sobre semillas de especies agrícolas” detalla que “se establecen categorías con la finalidad de asegurar que en las distintas multiplicaciones se mantengan las características genéticas y sanitarias de las variedades”. En este sentido las distintas especies con sus distintas variedades cuentan con categorías, las cuales son: Genética, Pre-básica, Básica, Registrada y Certificada. Para la producción de semilla de papa se establecen siete multiplicaciones (generaciones) en tres categorías; Básica 1, Básica 2, Básica 3, Registrada 1, Registrada 2, Certificada 1, Certificada 2 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Categorías y generaciones de semilla de papa



Fuente: Manual para la producción de semilla de papa (INIAF, 2012).

2.1.3 LEY 2061

De acuerdo a esta ley, referida a la creación del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e inocuidad Alimentaria, en el artículo dos detalla la siguiente competencia:

La protección sanitaria del patrimonio agropecuario y forestal; la certificación de la sanidad agropecuaria e inocuidad alimentaria de productos de consumo, de exportación e importación; control, prevención y erradicación de plagas y enfermedades en animales y vegetales; y principalmente el control de insumos utilizados para la producción agropecuaria, agroindustria y forestal.

2.1.4 PLAN DE DESARROLLO NACIONAL

Para el desarrollo nacional, el tema semilla, es una prioridad en el Plan de Desarrollo Nacional (PDN), que se concentra en el desarrollo agropecuario,

Para este efecto el P.D.N., presenta una política pública productiva, que involucra al Desarrollo Tecnológico de la producción agraria, donde incluye la adopción de tecnologías, para una agricultura ecológica, principalmente menciona que “se promoverá y controlará la utilización de semillas mejoradas y certificadas para elevar los rendimientos”.

Aunque no se tiene claro el concepto de “control” en la utilización de semillas, en el mismo documento específicamente en la “política 5” (producción para la soberanía alimentaria), indica que se facilitará el acceso a semillas. Es entonces que en el marco de la política nacional, se impulsa la producción y uso de semilla certificada.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 PRODUCCIÓN NACIONAL

El IBCE (2012), informa que en los últimos años la producción boliviana de papa ha ido en ascenso hasta lograr en el periodo 2009/2010 su máximo histórico de 975 mil toneladas. En la siguiente gestión (2010/2011) la producción cayó un 3,3% pese a que la superficie cultivada y el rendimiento no mostraron cambios significativos.

Coca (2012), señala que en los últimos 30 años La Paz ha perdido el potencial productivo de este tubérculo, uno de los departamentos líderes en la producción de

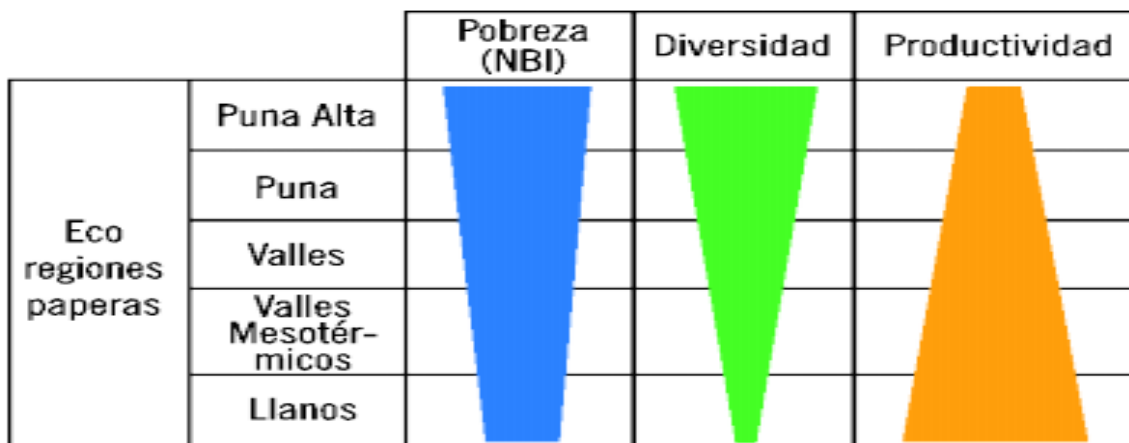
papa es Cochabamba, que durante un largo periodo ha generado una imagen de región productora de papa, tanto para el consumo así como para semilla.

En el periodo aproximadamente 1980-2010, estos departamentos (La Paz, Cochabamba y Potosí), mantuvieron su característica de principales productores de papa. En términos de volúmenes de semillas certificadas, Cochabamba, suministra aproximadamente 3000 tn/año de semilla certificada.

2.2.2 ECO REGIONES PRODUCTORAS DE PAPA

La papa es un cultivo asociado con la región andina del territorio nacional, altiplanos norte, medio y sud, y los valles meso térmicos, aunque la migración poblacional interna desde las tierras altas ha expandido al área territorial para incluir provincias del departamento de Santa Cruz y norte de La Paz. La estructura de la clasificación de eco regiones, la cual ha sido asociada a la diversidad y productividad, se presenta en el gráfico 1.

GRÁFICO 1. Diversidad y productividad por regiones



Fuente: Zeballos *et al.* (2009).

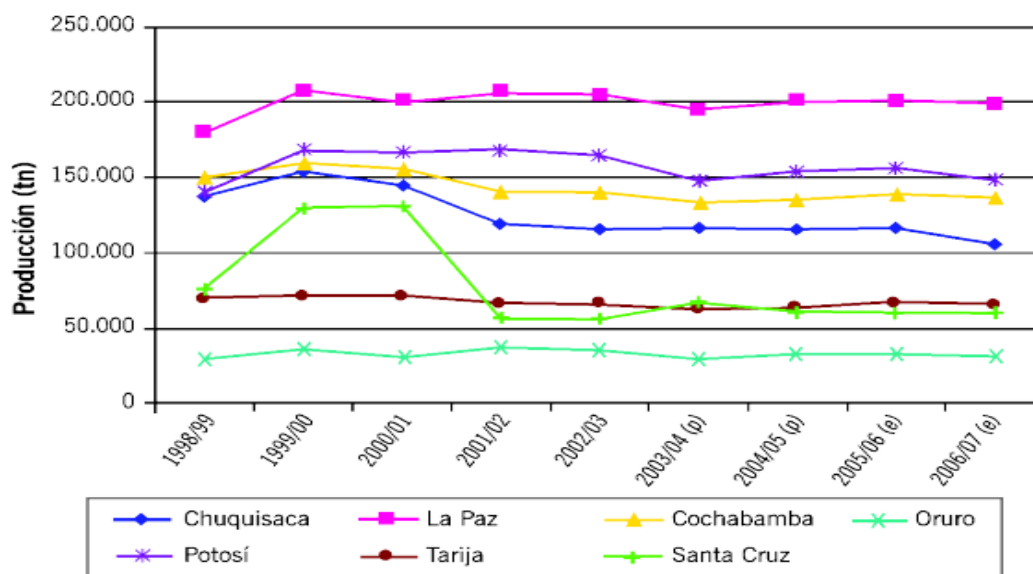
El rango de altitud en el cual se realiza el cultivo se extiende ahora desde los 4000 hasta los 800 msnm (Balderrama y Terceros 2008, citado por Zeballos *et al.*, 2009).

2.2.3 ZONAS PRODUCTORAS DE PAPA EN BOLIVIA

En toda la región andina de Bolivia se cultiva una diversidad de papas nativas y aquellas donde todavía se conserva con fuerza ancestral el cultivo de una diversidad de papas andinas, son el Altiplano y las cadenas montañosas de Muñecas y Real de La Paz, ó también, de las zonas del norte de Potosí o de las alturas de Cochabamba (Morante, 2012). Por esta evidencia la región andina de Bolivia es considerada centro primario o de origen de las papas cultivadas.

El comportamiento de la producción por departamentos entre 1998 – 2007, como se observa en el gráfico 2, el departamento de Santa Cruz durante un corto periodo de 1999 – 2001 duplicó su producción de papa, pero en las siguientes gestiones redujo este incremento, por otro lado La Paz continúa siendo el departamento puntero en la producción de este tubérculo en el país.

GRÁFICO 2. Bolivia: Producción de papa 1998 – 2007 por departamento (en tn.).



Fuente: Economía de papa en Bolivia (Zeballos *et al.*, 2009).

En la parte altiplánica, La Paz concentra la producción en las provincias Aroma, Ingavi, la región que rodea el Lago Titicaca y en la provincia Inquisivi. Oruro muestra al cultivo muy disperso y en pequeñas parcelas en las provincias Cercado, Nor Carangas, Sur Carangas y Abaroa.

Potosí concentra su producción en la parte norte del departamento en las provincias Bilbao, Ibañez, Charcas, Bustillos, Chayanta, Tomás Frías, Saavedra y Linares. Destaca la región de Villazón, particularmente por la cantidad de semilla certificada que se produce.

En los valles interandinos, Cochabamba ha sido y es una tradicional productora de papa. Las provincias de Ayopaya, Tiraque, Arani y Carrasco son importantes en la producción. Luego están las provincias Tapacari, Arque y Bolívar y más al sur las provincias Mizque y Esteban Arze.

Chuquisaca concentra su producción en las provincias de Tarabuco, Padilla y Poroma, de menor importancia en los valles altos de Azurduy, Sur Cinti, zona de San Lucas.

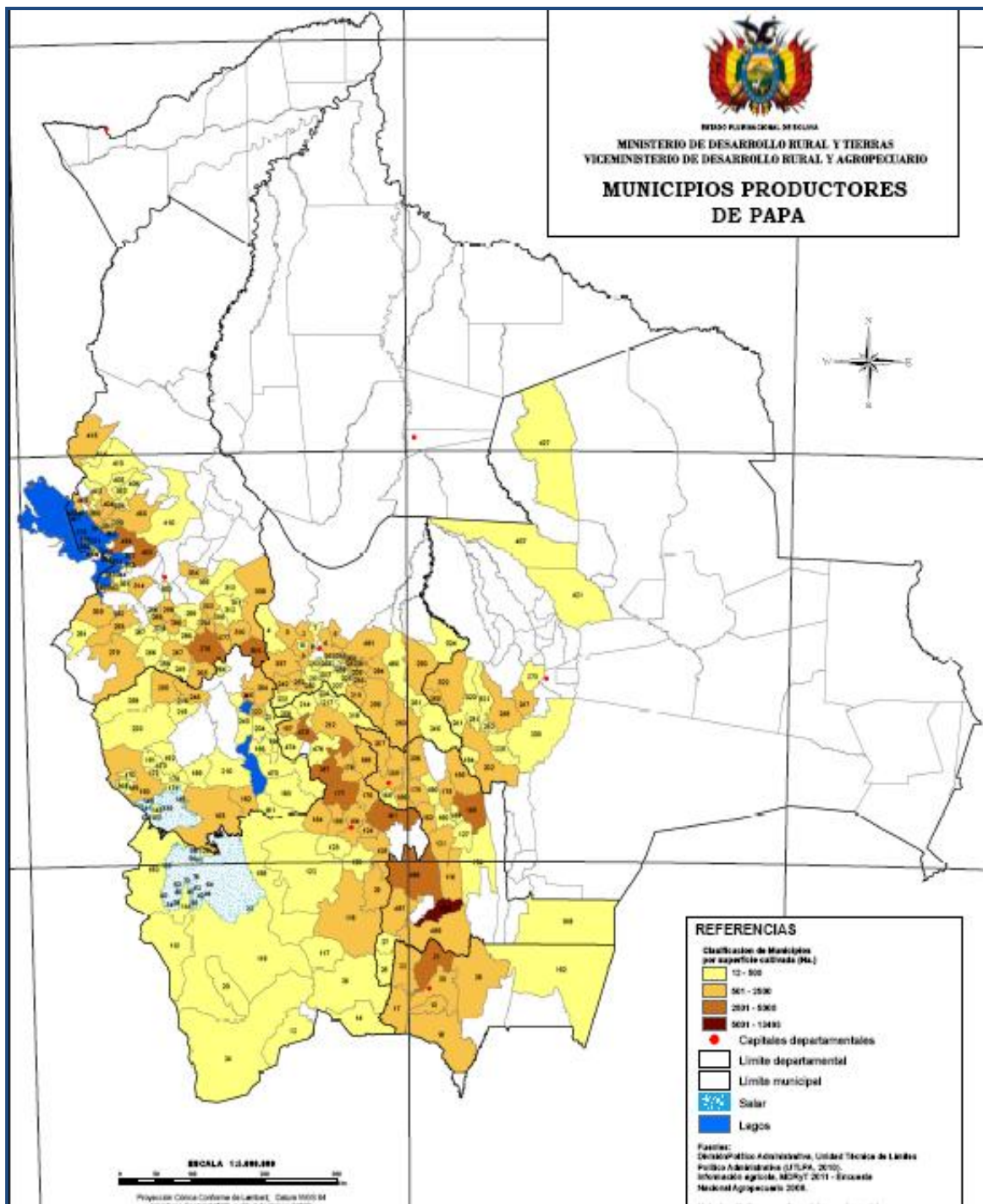
Tarija concentra su producción en las partes altiplánicas, en las provincias Cercado y Méndez, aunque hay alguna producción en las provincias O'Connor y Arce.

En la parte oriental del país, Santa Cruz tiene una importante producción en los valles meso térmicos de las provincias Caballero, Florida y Valle Grande, extendiéndose fuertemente los últimos años en las provincias subtropicales de Ibañez, Warnes y Sara (Zeballos et al., 2009).

Zeballos *et al.* (2009), afirman que este tubérculo se produce en siete departamentos del país y que actualmente no existen estadísticas sobre la producción de Beni y Pando (Gráfico 3).

GRÁFICO 3.

Zonas productoras de papa en Bolivia



Fuente: MDRyT; SISPA, (2011) con base en datos ENA (2008).

El cuadro 2 detalla el volumen de papa producida a nivel nacional en tm/ha desde el año 2001 al 2013, notándose un incremento en la superficie cultivada pero el rendimiento en la producción fue muy poco significativo.

Cuadro 2. Producción de papa en Bolivia 2001-2013.

CULTIVO DE PAPA					
AÑO AGRÍCOLA 2001-2002			AÑO AGRÍCOLA 2007-2008		
SUPERFICIE	PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO	SUPERFICIE	PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO
(Has.)	(Tm.)	(Kg/ha.)	(Has.)	(Tm.)	(Kg/ha.)
127.352	725.946	5.700	179.407	935.862	5.216
AÑO AGRÍCOLA 2002-2003			AÑO AGRÍCOLA 2008-2009		
SUPERFICIE	PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO	SUPERFICIE	PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO
(Has.)	(Tm.)	(Kg/ha.)	(Has.)	(Tm.)	(Kg/ha.)
134.728	765.277	5.680	182.942	956.953	5.231
AÑO AGRÍCOLA 2003-2004			AÑO AGRÍCOLA 2009-2010		
SUPERFICIE	PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO	SUPERFICIE	PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO
(Has.)	(Tm.)	(Kg/ha.)	(Has.)	(Tm.)	(Kg/ha.)
143.504	798.577	5.565	180.416	975.418	5.406
AÑO AGRÍCOLA 2005-2006			AÑO AGRÍCOLA 2011-2012 (p)		
SUPERFICIE	PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO	SUPERFICIE	PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO
(Has.)	(Tm.)	(Kg/ha.)	(Has.)	(Tm.)	(Kg/ha.)
161.014	859.676	5.339	192.989	974.030	5.047
AÑO AGRÍCOLA 2006-2007			AÑO AGRÍCOLA 2012-2013 (p)		
SUPERFICIE	PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO	SUPERFICIE	PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO
(Has.)	(Tm.)	(Kg/ha.)	(Has.)	(Tm.)	(Kg/ha.)
170.158	892.554	5.245	202.890	1.148.998	5.663

Fuente: MDRyT (2010).

2.2.4 Consolidado nacional de producción de semilla certificada gestión 2010

El cuadro 3 muestra que durante la gestión 2010 del 100 % del volumen total de producción de semilla certificada de los diferentes cultivos, la semilla de papa solo fue del 8.49 %.

Cuadro 3. Producción de semilla certificada

Cultivo	Volúmenes (1)					Total	%
	Básica	Registrada	Certificada	Fiscalizada	Certificada b		
Ají	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ajo	0,00	15,42	0,00	0,00	0,34	15,76	0,02
Amaranto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,08	0,00
Arroz	65,75	525,05	2.728,49	2,45	882,62	4.204,36	4,71
Arveja	0,00	0,00	1,38	0,00	3,77	5,15	0,01
Café	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,15	0,00
Cebolla	0,00	0,00	4,89	0,00	0,00	4,89	0,01
Fréjol	0,00	7,22	1.863,78	0,00	0,00	1.871,00	2,10
Forrajes	0,00	0,00	163,21	0,12	0,00	163,33	0,18
Girasol	0,00	0,00	362,60	0,00	0,00	362,60	0,41
Haba	2,67	0,92	65,51	0,00	12,97	82,07	0,09
Maca	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00
Maíz variedad	3,79	21,19	711,09	0,00	10,27	746,35	0,84
Maíz híbrido	0,00	0,00	1.118,65	0,00	0,00	1.118,65	1,25
Maní	2,28	1,49	39,45	0,00	0,00	43,22	0,05
Papa	1.137,27	3.530,44	2.095,30	811,57	0,00	7.574,57	8,49
Pepino	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Quinoa	0,39	0,00	0,00	0,00	13,00	13,38	0,02
Sésamo	0,00	47,48	9,02	0,00	0,00	56,5	0,06
Sorgo	0,00	0,00	527,12	0,00	0,00	527,12	0,59
Sorgo forrajero	0,00	0,00	210,46	0,00	0,00	210,46	0,24
Soya	1.713,25	1.210,40	51.337,13	0,00	0,00	54.260,78	60,84
Trigo	14,72	59,72	17.836,74	0,00	1,19	17.912,37	20,09
Vainita	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00	0,92	0,00
TOTAL	2.940,12	5.419,33	79.075,74	814,32	924,39	89.173,89	100,00

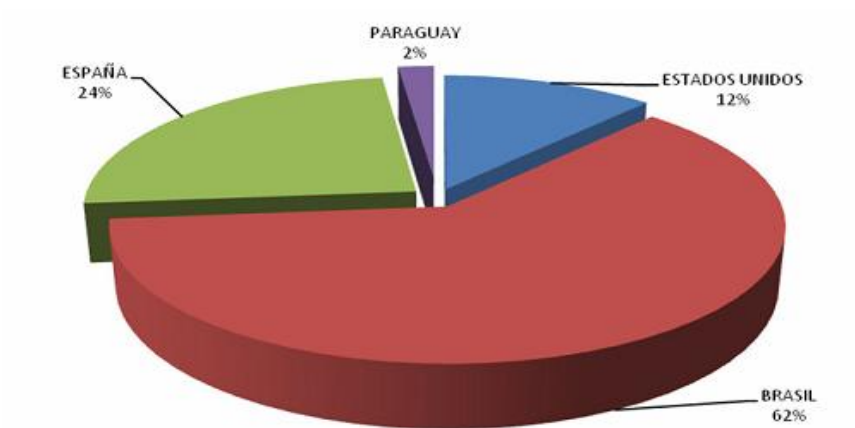
2.2.5 Exportación nacional

El IBCE (2012) señala que el año 2011, el valor de las exportaciones bolivianas de papa cayó un 23% respecto a la gestión anterior, mientras que el valor de las importaciones se incrementó en más del 37% en los dos últimos años, al igual que el volumen que aumentó 19%.

La papa que es producida en Bolivia es exportada a cuatro países: Argentina, España, Estados Unidos y Brasil, según orden de importancia y existe potencial para lograr más mercados gracias a la calidad del tubérculo (gráfico 4).

El Cuadro 4 muestra el volumen y valor de las exportaciones del complejo de la papa en sus diferentes productos para el período comprendido entre el año 2006 y el primer semestre del año 2010. Como podemos ver, a lo largo del ciclo histórico señalado, las exportaciones muestran un comportamiento distinto en cuanto a volumen y valor.

GRÁFICO 4. Bolivia: Valor de las exportaciones de papa por país de destino (2010)



Fuente: MDRyT (2010).

Es así que de 44,2 toneladas exportadas el año 2006 se incrementan a 64,3 toneladas el 2007, el valor de las exportaciones también se incrementó de 75 mil a 87 mil dólares americanos; el año 2008 mientras el volumen exportado se redujo de 64,3 a 58,4 toneladas métricas, el valor total de las exportaciones se incrementó notablemente de 87 mil dólares a 130 mil dólares, que es el nivel máximo de valor exportado.

El año 2009 tanto el volumen como el valor de las exportaciones disminuyen a su nivel más bajo, exportándose 2,7 toneladas métricas por un valor de 67 mil dólares americanos.

El año 2010, a pesar que se registra solo el primer semestre, el volumen exportado subió a 27,4 toneladas por un valor de 111 mil dólares americanos.

Cuadro 4. Bolivia: Volumen y valor de las exportaciones de papa (2006-2010).

PRODUCTO	2006		2007		2008	
	Peso Bruto	Valor FOB	Peso Bruto	Valor FOB	Peso Bruto	Valor FOB
	(Tn.)	(Miles \$us.)	(Tn.)	(Miles \$us.)	(Tn.)	(Miles \$us.)
PAPAS PARA SIEMBRA, FRESCAS	2,54	29,31	1,31	14,56	3,30	40,44
LAS DEMAS PAPAS FRESCAS O REFRIGERADAS						
PAPAS AUNQUE ESTEN COCIDAS CON AGUA O VAPOR CONGELADAS	41,1	44,76	62,98	72,06	55,06	89,45
PAPAS PREPARADAS O CONSERVADAS, CONGELADAS	0,54	0,70				
TOTAL	44,18	74,77	64,29	86,62	58,36	129,89

PRODUCTO	2009		2010		TOTAL	
	Peso Bruto	Valor FOB	Peso Bruto	Valor FOB	Peso Bruto	Valor FOB
	(Tn.)	(Miles \$us.)	(Tn.)	(Miles \$us.)	(Tn.)	(Miles \$us.)
PAPAS PARA SIEMBRA, FRESCAS	2,27	32,68	4,51	68,3	13,93	185,29
LAS DEMAS PAPAS FRESCAS O REFRIGERADAS	0,09	0,07	3,5	2,23	3,59	2,3
PAPAS AUNQUE ESTEN COCIDAS CON AGUA O VAPOR CONGELADAS	18,33	34,48	19,34	40,1	196,81	280,85
PAPAS PREPARADAS O CONSERVADAS, CONGELADAS					0,54	0,70
TOTAL	20,69	67,23	27,35	110,63	214,87	469,14

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

Datos del IBCE (2012) indican que durante 2008 Bolivia exportó más de 230 mil dólares de papa y según datos al primer semestre de 2009, las ventas aproximadas fueron de 98 mil dólares. Así mismo señala que en 2008 Bolivia vendió por primera vez semilla de papa y productos procesados a Brasil.

Bolivia también vende semilla del tubérculo y productos con valor agregado a Brasil, Estados Unidos y Europa con expectativa de sumar más mercados (Los tiempos, 2010).

2.2.6 Importación nacional

Las importaciones totales del complejo papa durante el periodo 2006 a junio de 2010 alcanzaron a un volumen de 62.730 toneladas por un valor de 11.746.250 dólares americanos, cifras muy superiores a las exportaciones de este mismo complejo.

La importación en Bolivia de papa fresca o refrigerada y papa preparada o conservada fue suspendida por una salvaguardia temporal de 90 días (D.S. 1230, 09/05/2012), hasta agosto de 2012.

La Resolución Bi Ministerial 008/2012 del 8 de junio de 2012, liberó únicamente la importación de papa preparada o conservada (IBCE, 2012).

El cuadro 5 muestra el volumen y valor de las importaciones de papa durante el periodo que abarca los años 2006 hasta el primer semestre de 2010 para cada uno de los productos que forman parte de dicho complejo.

Vemos que el comportamiento de las importaciones totales de papa es similar al de las exportaciones, aunque existe gran diferencia en las cifras, en sentido que se entre el 2006 y el 2008 el volumen y el valor de las importaciones son crecientes y se reducen durante los años 2009 y 2010.

Cuadro 5. Bolivia: Volumen y valor de las importaciones de papa (2006-2010).

PRODUCTO	2006		2007		2008	
	Peso Bruto	Valor FOB	Peso Bruto	Valor FOB	Peso Bruto	Valor FOB
	(Tn.)	(Miles \$us.)	(Tn.)	(Miles \$us.)	(Tn.)	(Miles \$us.)
PAPAS PARA SIEMBRA, FRESCAS	2,54	29,31	1,31	14,56	3,30	40,44
LAS DEMAS PAPAS FRESCAS O REFRIGERADAS						
PAPAS AUNQUE ESTEN COCIDAS CON AGUA O VAPOR CONGELADAS	41,1	44,76	62,98	72,06	55,06	89,45
PAPAS PREPARADAS O CONSERVADAS, CONGELADAS	0,54	0,70				
TOTAL	44,18	74,77	64,29	86,62	58,36	129,89

PRODUCTO	2009		2010		TOTAL	
	Peso Bruto	Valor FOB	Peso Bruto	Valor FOB	Peso Bruto	Valor FOB
	(Tn.)	(Miles \$us.)	(Tn.)	(Miles \$us.)	(Tn.)	(Miles \$us.)
PAPAS PARA SIEMBRA, FRESCAS	2,27	32,68	4,51	68,3	13,93	185,29
LAS DEMAS PAPAS FRESCAS O REFRIGERADAS	0,09	0,07	3,5	2,23	3,59	2,3
PAPAS AUNQUE ESTEN COCIDAS CON AGUA O VAPOR CONGELADAS	18,33	34,48	19,34	40,1	196,81	280,85
PAPAS PREPARADAS O CONSERVADAS, CONGELADAS					0,54	0,70
TOTAL	20,69	67,23	27,35	110,63	214,87	469,14

Fuente: MDRyT (2010).

Los principales productos de exportación del complejo productivo de la papa son la papa cocida en agua o vapor congelada y la semilla de papa. Por el contrario los principales productos de importación que conforman el complejo de la papa son “las demás papas frescas o refrigeradas” que en el periodo 2006 a junio de 2010 se importaron 54.490.7 toneladas métricas por un valor de 2.042.260 dólares americanos.

2.3 SEMILLA CERTIFICADA

Según la definición que brindan las Normas sobre Semillas: Es aquella semilla que ha seguido todo el manejo en forma tal que su identidad y pureza genética se preservan satisfactoriamente, bajo el proceso de Certificación de Semillas, desde la fase de campo hasta el etiquetado de las semillas, distinguiéndose en sus diferentes categorías,

siendo este el concepto elaborado para el proceso de certificación de semillas por el Programa Nacional de Semillas actual Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF, 2012).

2.3.1. CLASIFICACIÓN DE SEMILLAS

Se utilizará la siguiente escala para la clasificación por tamaño de los tubérculos, con un rango de tolerancia de más menos el 4%, en caso de no cumplir con estos requisitos el productor procederá a realizar una re selección. Cuadro 6.

Cuadro 6. Categorías de semilla de papa por tamaño

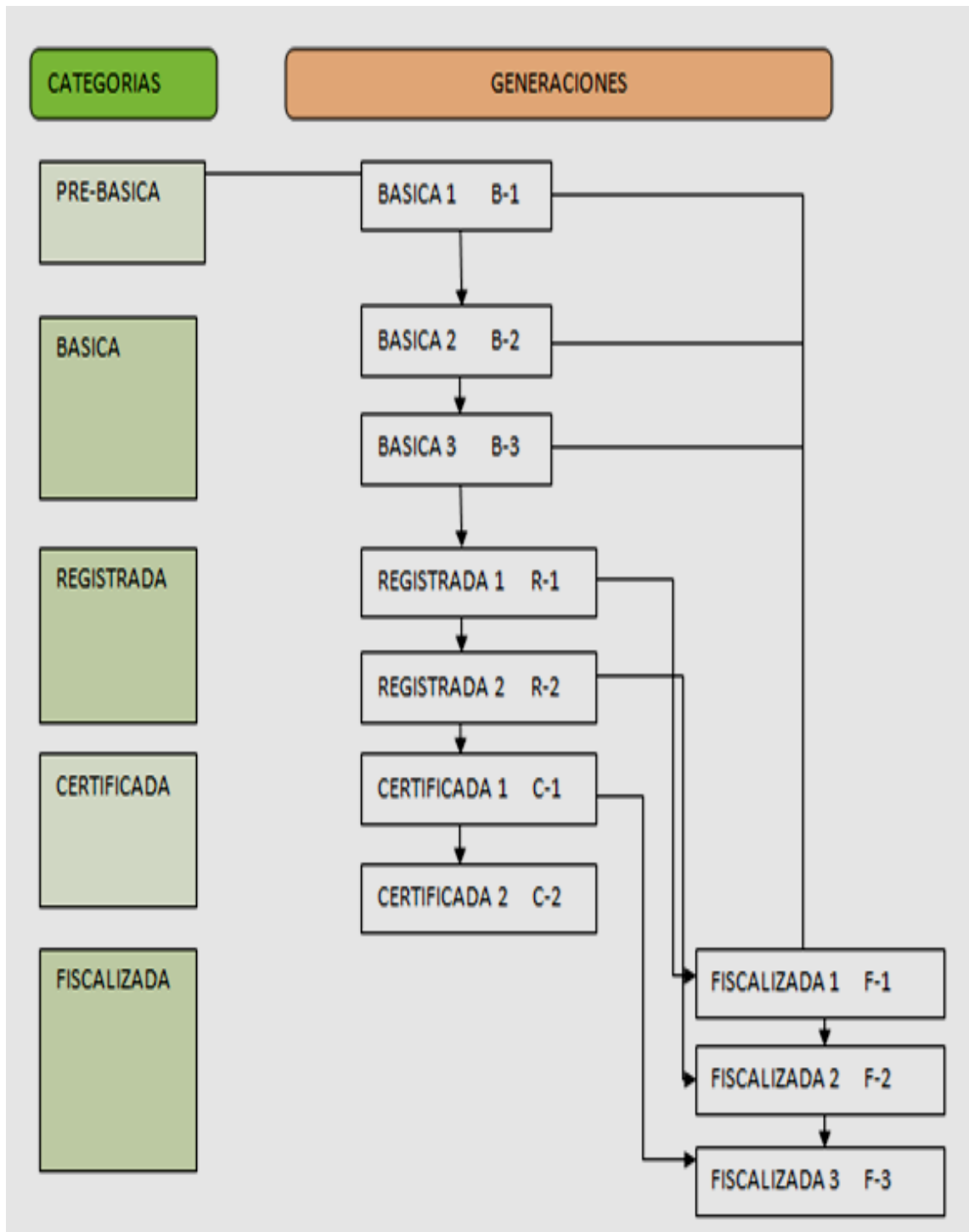
TAMAÑO	CALIBRE
TAMAÑO I	> 55 mm
TAMAÑO II	45-55 mm
TAMAÑO III	35-45 mm
TAMAÑO IV	25-35 mm

Fuente: INIAF (2012)

2.3.2 Certificación de Semillas

Según la “Norma Específica para la Certificación de Semilla de Papa” se establecen cuatro categorías: Básica, Registrada, Certificada y Fiscalizada (gráfico 5).

GRÁFICO 5. Categoría y generaciones de semilla certificada.



Fuente: INIAF (1999).

El INIAF (2012) describe algunas condiciones para la certificación en cada categoría:

PRE - BÁSICA

- Debe provenir de cultivos de tejidos (material libre de patógenos).
- Contar con infraestructura adecuada y personal capacitado.
- La prueba de esquejes o tubérculos debe realizarse en invernaderos a prueba (condiciones controladas).
- Prueba para control fitosanitario.

BÁSICA

- Para producir su primera generación se deberá sembrar semilla pre-básica que sea procedente de esquejes o tuberculillos.
- En esta generación se pueden establecer hasta tres multiplicaciones (B-1, B-2 y B-3).

REGISTRADA

- Para producir su primera generación de debe sembrar semilla Básica 3
- Se podrá multiplicar hasta su segunda generación (R-1 y R-2).

CERTIFICADA

- Para producirla en su primera generación se deberá sembrar semilla registrada de la segunda categoría (R-2).
- Esta semilla podrá multiplicarse en una segunda generación Certificada (C-1 y C-2).

FISCALIZADA

- Esta categoría requiere para su obtención la siembra al menos proveniente de la categoría registrada 1.
- Esta semilla podrá multiplicarse en 2 generaciones, la segunda generación podrá provenir de semilla fiscalizada 1 o registrada 2.

2.3.2.1 Tolerancia Máxima Permitida en el proceso de certificación

Se consideran plantas anormales a todas aquellas que están afectadas por: Virus, Erwinia, Rhizoctonia, mutaciones, micoplasma (INIAF, 2012). (Cuadro 7).

Cuadro 7. Tolerancia Máxima Permitida en el proceso de certificación

Problema	Básica	Registrada	Certificada	Fiscalizada
Plantas anormales %	3	5	15	15
Nacoobus aberrans	0	0	0	0
Tolerancia	60	70	80	80

2.3.2.2. Plagas y Enfermedades no Permisibles

El INIAF (2012) indica las siguientes enfermedades no permisibles en semilla de papa.

- Marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*)
- Verruga (*Synchytrium endobioticum*)
- Carbón (*Thecaphora solani*)
- Nematodos del Quiste (*Globodera: pallida y rostochiensis*)
- Nematodos del Nódulo (*Meloidodogyne spp*)

2.3.2.3. Principales Enfermedades y su Detección

Según las normas generales y específicas de certificación de semillas INIAF, (2012) entre las enfermedades más frecuentes que disminuyen la calidad del tubérculo - semilla están las causadas por virus y nematodos. Se detectaron 27 enfermedades causadas por virus sin considerar las distintas enfermedades que son causadas por estirpes de un mismo virus.

En la práctica no existen métodos curativos contra este tipo de afecciones, por lo que se requiere tener un lote de semilla certificada o por lo menos sin las principales virosis.

En general, la detección de los virus de plantas mediante técnicas serológicas, se basa en la capacidad de los antígenos (partículas virales) de reaccionar “in vitro” con sus anticuerpos específicos.

El método directo de doble anticuerpo de **Elisa** (Enzyrna linked inmunosorbent assay), en una de las técnicas serológicas más sensitivas y se basa en el uso de un conjugado "anticuerpo-enzima". La partícula viral, si están presentes en la muestra, primero son atrapadas por los anticuerpos específico previamente adsorbido a los hoyos de las placas de micro titulación, y luego reaccionan con los anticuerpos del conjugado.

La enzima del conjugado hidroliza un sustrato específico y da lugar a un producto coloreado cuya intensidad es proporcional a la cantidad de virus en la muestra. Utilizando un equipo polivalente de Elisa pueden ser detectados al mismo tiempo varios virus. .

Para el diagnóstico de los nematodos del cultivo de la papa se tienen métodos para detectar en el suelo como en los tejidos vegetales (raíces y tubérculos):

En muestras de suelo: (para detección de *Nacobbus aberrans* "Rosario de la papa")

- Método de la bandeja, se basa en la actividad de los nematodos y el principio de la gravedad, el principio básico es el de la incubación de la muestra de suelo por un periodo de 5-6 días, permitiendo la eclosión de los huevos y la reactivación en sus diferentes estadios.
- Método de flotación y centrifugación en azúcar; el principio básico se basa en el proceso de flotación de los diferentes estadios en una solución de azúcar, por la diferencia de densidades (peso en relación a las partículas de suelo).

En muestras de suelo: (para *Globodera* spp. "Nematodo quiste de la papa")

- Método de Fenwick; método que permite la extracción de quistes de *globodera* spp de un suelo seco por flotación en agua, se basa en el principio de la flotación de los quistes en una solución de agua, por efecto de una menor densidad (peso) en comparación a las partículas del suelo.

- Método del vaso; es un procedimiento fácil de realizar en condiciones de campo, extrayendo los quistes en flotación en agua a partir de una muestra de suelo seco, tiene como principio la flotación de los quistes en agua por diferencia de peso con las partículas del suelo.

Bioensayos en muestras de suelo:(para *N. aberrans*, *Globodera spp* y *Meloidogine spp*).

- Método de la maceta; consiste dejar desarrollar plantas en condiciones de humedad y nutrientes adecuadas, en macetas con suelo proveniente del área de trabajo, frente a macetas con suelo estéril (testigo), luego de 8 a 10 semanas se evalúan los nódulos y quistes en las raíces.
- Método del vaso transparente; consiste en dejar desarrollar las raíces de tubérculos en vasos transparentes bajo condiciones de temperatura controlada y oscuridad por espacio de 15 a 20 días, para luego observar a través de las paredes los síntomas radiculares (nódulos) o la presencia de hembras inmaduras de *Globodera spp*.

En muestras de tejido vegetal (para *N. aberrans* y *Globodera spp*)

- Método de la licuadora; es un método alternativo que se puede usar para hacer un seguimiento en cultivos de papa destinados a la producción de semilla de alta categoría.El seguimiento se realiza en raíces o tubérculos de papa.
- Método de la bandeja; en el que se utiliza tejido vegetal (raíces) muestreadas antes de la floración (40 días de la siembra), el procedimiento es similar al usado para muestras de suelo (INIAF, 2012).

2.3.3. Proceso de certificación

El agricultor productor de semillas se registra en alguna de las nueve oficinas departamentales del INIAF e inscribe sus campos. Las oficinas departamentales del INIAF verifican que los campos cumplan con los requisitos indispensables (superficie inscrita).

Posteriormente, aplicando las Normas Generales y Específicas de Certificación de Semillas, técnicos de las oficinas departamentales del INIAF realizan inspecciones a los campos semilleros. El número de inspecciones está determinado por la norma. Estas inspecciones tienen por objeto verificar la calidad de la semilla en la fase de campo.

Como resultado de esta parte del proceso se obtendrá: superficie rechazada (campos que no lograron cumplir los requisitos mínimos descritos en la norma), superficie retirada (superficie que el agricultor retira antes de terminar el proceso de certificación por diferentes motivos) y, por último, superficie aprobada (superficie que cumple con los requisitos indispensables). Todo el proceso en campo da como resultado un determinado volumen estimado de semilla que, de acuerdo con normas y según sus propias características, puede ser de alguna de las siguientes categorías: Pre-Básica, Básica, Registrada y Certificada.

La semilla que es cosechada sigue un proceso de selección y clasificación en almacenes y plantas de acondicionamiento. Una vez que la semilla ha terminado su proceso de acondicionamiento es envasada y etiquetada acorde con las características de la categoría a la que pertenece, en este momento los inspectores toman muestras a fin de remitirlas a los laboratorios de las oficinas departamentales del INIAF. La semilla que cumpla con los parámetros de laboratorio establecidos en la norma recibirá un certificado (etiquetas o marbetes), el mismo que la acompañará hasta la siembra. La semilla que no cumpla con la normativa será rechazada.

2.3.4 PRODUCCIÓN DE SEMILLA CERTIFICADA NACIONAL Y DEPARTAMENTAL

Zeballos (2009) señala que en todas las ciudades capitales de departamentos productores de papa, se puede evidenciar que en la mayoría están conformadas en organizaciones de productores de semilla de papa, las cuales generalmente multiplican categorías desde certificada hasta fiscalizada, el cuadro 8 detalla un resumen de las agrupaciones dedicadas a esta actividad a nivel nacional.

Cuadro 8. Agrupaciones destinadas a la certificación de semillas

Departamento	Inst. Públicas N° de representantes	Inst. Privadas N° de representantes	TOTAL
Cochabamba	5	6	11
Chuquisaca	5	10	15
Gran Chaco	4	4	8
La Paz	5	4	9
Potosí	4	8	12
Santa Cruz	13	13	26
Tarija	6	5	11
TOTAL	42	50	92

Fuente: Zeballos (2009).

A nivel nacional el volumen de semilla de papa certificada (que corresponden a todas las categorías establecidas), en los períodos de 2001 al 2013 fueron de 10.836.289 tn respectivamente.

Datos registrados en el cuadro 9, por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Forestal 2010, (INIAF 2010) citado en el Compendio Agropecuario (2012) muestran que de 1.133,87 has. inscritas para su certificación de semilla de papa solo 1.100.55 has. Fueron aprobadas y del 100 % de has destinadas a la producción de semilla

certificada solo 1.46 % fueron destinadas a la producción de semilla certificada de papa (Cuadro 9).

Cuadro 9. Consolidado nacional de producción de semilla certificada Gestión 2010

Cultivo	Superficie (ha)				%
	Inscrita	Rechazada	Retirada	Aprobados	
Ají	1,75	0,00	0,00	1,75	0,00
Ajo	4,27	0,00	0,00	4,27	0,02
Amaranto	0,14	0,00	0,00	0,14	0,00
Arroz	2.091,61	120,31	0,00	1.971,30	4,71
Arveja	9,93	0,00	0,00	9,93	0,01
Café	0,75	0,00	0,00	0,75	0,00
Cebolla	1,50	0,00	0,00	1,50	0,01
Forrajes	449,76	6,38	0,00	443,38	0,18
Girasol	1.260,75	0,00	0,00	1.260,75	0,41
Haba	87,81	3,02	6,09	78,70	0,09
Maca	0,17	0,00	0,00	0,17	0,00
Maíz variedad	572,97	28,50	37,23	507,24	0,84
Maíz híbrido	611,00	0,00	0,00	611,00	1,25
Maní	47,03	0,00	3,25	43,78	0,05
Papa	1.133,87	19,76	13,56	1.100,55	8,49
Pepino	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Quinua	30,91	5,77	3,59	21,55	0,02
Sésamo	256,00	17,50	0,00	238,50	0,06
Sorgo forrajero	134,00	0,00	0,00	134,00	0,24
Soya	59.240,08	3.443,95	2.261,50	53.534,63	60,84
Trigo	13.514,94	595,10	0,00	12.919,84	20,09
Vainita	3,00	0,00	0,00	3,00	0,00
TOTAL	82.199,56	4.287,29	2.329,22	75.583,05	100,00

Fuente: INIAF (2010).

2.4 GENERALIDADES DEL CULTIVO

2.4.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La papa pertenece al género *Solanum* L., subgénero *Potatoe*. El cual es polimorfo y muy complejo, contiene a más de 2400 especies distribuidas en todo el mundo, preferentemente en las regiones tropicales y subtropicales (Ochoa, 2001).

Este subgénero abarca varias secciones, las papas cultivadas y silvestres están ubicadas en la sección *Petota Dumort Walp*, sección *Tuberarium* y *Subsección Potatoe* (Montaldo, 1984).

2.4.2 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

La planta de papa es de tipo herbáceo cuyo tamaño varía de 0,30 a 1 m de alto, según las variedades con un crecimiento erecto o semi-erecto.

Los tubérculos son tallos modificados y constituyen los órganos de reserva de la planta; varían en tamaño, forma y color de la piel y pulpa (Tapia y Fries, 2007).

Las yemas u ojos del tubérculo maduro permanecen latentes (dormancia) hasta que desarrollan un estolón, de donde se origina una nueva planta. Los almacenes de luz difusa ayudan a que los estolones no se desarrollen antes de la siembra.

Las hojas son compuestas, es decir que poseen un raquis central y varios folíolos.

Las flores de la papa son bisexuales, y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo. Los estambres son el órgano masculino llamado androceo y el pistilo es el órgano femenino llamado gineceo.

El fruto maduro es una baya generalmente de color verde oscuro y contiene semillas, denominadas semillas botánicas, para diferenciarlas de la semilla-tubérculo (Tapia y Fries, 2007).

2.4.3 FENOLOGÍA DEL CULTIVO

El desarrollo del cultivo de papa puede dividirse en: crecimiento vegetativo, desarrollo de las partes vegetativas cosechables, desarrollo reproductivo y senescencia (Valbuena, 2000 citado por Sanchez et al, 2005).

El desarrollo vegetativo comprende cuatro estadios principales, según la escala BBCH (Sistema de codificación uniforme de identificación fenológica de estadios de crecimiento para todas las especies de plantas mono y dicotiledóneas): germinación-brotación, desarrollo de hojas, formación de brotes laterales y crecimiento longitudinal de brotes principales; durante estos estadios se presenta el inicio de la brotación del tubérculo-semilla y el desarrollo de brotes, comienza la formación de raíces y tallos con su posterior emergencia, se forman los brotes laterales y se da el crecimiento longitudinal de los brotes principales (Meier, 2001 citado por Sanchez et al, 2005).

Estrada (s.f.) señala las siguientes diferencias entre *S. andigena* y *S. tuberosum*

- Separación geográfica por latitud y altitud
- Morfología diferente de las estructuras del follaje y de las hojas
- Adaptación climática diferente por fotoperiodo y temperatura.

Se ha informado que la subsp. *Andigena* se exportó a Europa hacia 1570 y se extendió a varios países. Sin embargo, la gran epifitotia de 1840 causada por *P. infestans*, eliminó estos clones y una nueva introducción de *S. tuberosum* desde Chile a Europa llenó el vacío dejado por la subsp. *Andigena* (Estrada. s.f.).

2.4.4 Semilla

Generalmente en este cultivo se llama semilla al tubérculo seleccionado o destinado para la reproducción y producción de la papa; pero la verdadera semilla es producida en una baya de forma redonda, ovoide o cónica alargada y con un diámetro entre 1 a 3 cm (Cortez Hurtado, 2002).

2.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LA PAPA

La producción de papa se basa en tres principios de sanidad: Aislamiento, protección y erradicación. Sin embargo la agricultura moderna requiere la multiplicación y diseminación rápida y eficaz de las variedades mejoradas tan pronto sean creadas, para cual se deben tomar en cuenta aspectos como:

2.5.1 SUELO

Los suelos franco-arenosos bien aireados con reacción edáfica moderada o ligeramente ácida son particularmente apropiados para la papa.

El pH óptimo para su desarrollo oscila entre 4,8 y 6,0 aunque puede cultivarse en suelos con pH de hasta 6,5. Un 50 % del total de la absorción de estos elementos por la planta ocurren durante el periodo comprendido entre la emergencia y el inicio de la floración (Villamil, 2005).

Este cultivo al igual que otros cultivos, absorbe del suelo todos los minerales necesarios, los cuales son 14 elementos requeridos: carbono. Oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo y potasio como elementos mayores y entre los micros nutrientes azufre, magnesio, hierro, manganeso, boro, zinc, cobre y molibdeno.

Tapia y Fries (2007) han calculado que un campo con una producción de 20 a 30 tn/ha de papas extrae los nutrientes del suelo y que deben ser restituidos:

2.5.2 FERTILIDAD

La fertilización de cualquier naturaleza constituye una de las prácticas más eficientes para asegurar a la planta la posibilidad de expresar su potencial genético.

Al poner a disposición de los cultivos las cantidades adecuadas de aquellos elementos esenciales, de tal forma que las plantas puedan realizar sus funciones fisiológicas importantes en la toma, transformación y producción de alimentos (Gómez, 2005).

Tapia y Fries (2007) afirman que la fertilización el suelo de las diferentes zonas paperas depende de varias condiciones:

- Si el campo es para la producción de semilla, se requerirá menos fertilizantes que para papa de consumo.
- La variedad sembrada: las variedades comerciales necesitan mayor nivel de fertilización
- La zona donde se lleva el cultivo: en las zonas de altura con suelos negros se aplica menos fertilización.
- El cultivo anterior o periodo de descanso: si el descanso es mayor de cinco años, se reduce la cantidad de fertilizantes o abono.
-

El siguiente cuadro describe la cantidad extraída del suelo, de minerales durante el desarrollo del cultivo de la papa.

Cuadro 10. Cantidad de minerales extraídos y restitución necesaria

	Extracción (kg.)	Restitución mínima (kg.)
Nitrógeno	120	160
Fósforo	20	40
Potasio	150	80
Calcio	6	Sin datos
Azufre y Magnesio	15	Sin datos
Micro-elementos	Gramos	Sin datos

Fuente: Guía de campo de los cultivos andinos, Tapia y Fries (2007).

2.5.3 Época y densidad de Siembra

Tapia y Fries (2007) asegura que las épocas de siembra varían según la zona agroecológica y el sistema de cultivo. Las siembras tempranas se efectúan entre mayo y junio, con riego inicial. Las siembras grandes en seco se realizan entre septiembre y principios de noviembre, de acuerdo a las lluvias.

La cantidad de semilla requerida varía también entre 1000-1500 kg/ha, según la variedad, el tamaño de la semilla y el distanciamiento entre surcos. Se estima que se deben tener entre 30.000 a 35.000 plantas por hectárea. Es decir 3 a 3,5 plantas por metro cuadrado, con surcos distanciados entre 0,80 a 1,0 m.

2.5.4 Densidad de tallos

El número o la densidad de tallos disponibles para producir tubérculos es un factor agronómico importante en la producción, el tamaño del tubérculo y la tasa de multiplicación.

En forma general la densidad de un cultivo se expresa como número de plantas por unidad de área. Pero en el cultivo de papa cada planta se origina de un tubérculo y consta de varios tallos, así mismo cada tallo forma raíces, estolones y tubérculos que crece y se desarrolla de manera independiente.

Como consecuencia de esto, la densidad de un cultivo de papa tiene dos componentes. El primero es el número de plantas; esto ha sido llamado densidad de plantas. El segundo componente es el número de tallos por planta.

La verdadera densidad del cultivo de papa es el resultado de la densidad de plantas multiplicada por el número de tallos por planta (Siert G, *s.f.*).

2.5.5. Labores culturales

2.5.5.1 El riego

Dependiendo de la zona y época de siembra se requieren riegos para adelantar la siembra; es aconsejable efectuar los riegos complementarios antes del aporque y cuidar el manejo adecuado del agua evitando la erosión en terrenos ubicados en pendiente. La papa es muy susceptible al exceso de humedad.

2.5.5.2 El aporque

Se puede efectuar uno a dos aporques; el primero se realiza cuando se inicia la formación de estolones unos 20 días después del primer deshierbe, y otro complementario un mes después, sobre todo si el año es muy lluvioso.

2.5.5.3 Control fitosanitario

Estos serán preventivos contra enfermedades como Tizón Tardío, Roya, Alternaria; y plagas como Trips, Pulgilla, Gusano Blanco y Polillas

Una práctica indispensable en lotes de producción de semilla es el observar cuidadosamente el cultivo y eliminar a las plantas enfermas así mismo eliminar a plantas que no pertenezcan a la variedad, se recomienda realizar esta práctica en la época de floración (Montes de Oca, 2005).

2.5.6. Cosecha

Una práctica muy útil es el cortado de la parte aérea de la planta cuando se ha iniciado la maduración. Después de 20 días de haber cortado los tallos, se comprueba si los tubérculos están maduros, frotando uno de ellos con los dedos y si la piel no se separa fácilmente es que ya están maduros y listos para cosechar.

La cosecha manual (herramientas manuales), es muy laboriosa y requiere además un proceso posterior de clasificación, tanto para la selección de semilla, como para separar las papas de primera y de segunda calidad y las de descarte (Tapia y Fries, 2007).

En este proceso se debe eliminar a los tubérculos dañados junto con los que presentan inicio de pudrición (INIAF, 2012).

2.5.7. Almacenamiento

Al respecto el INIAF (2012) indica que un buen almacenamiento es una manera de asegurar la conservación de la calidad y de prevenir mezclas de semilla extrañas y asegurar la conservación del poder germinativo de la semilla; e incluso se debe incluir tratamientos especiales para mejorar una o varias de sus características.

Para el buen almacenamiento de la semilla, el silo debe tener las siguientes características:

Buena ventilación

Baja temperatura

Luz difusa

Alta humedad.

2.6 Multiplicación rápida de semilla de papa

Sotomayor y Méndez (s.f.), señalan que la papa tiene la característica de generar tubérculos desde diferentes estructuras tales como: estolones, hojas, secciones de tallos, brotes de tubérculos y brotes del follaje o esquejes. La multiplicación rápida de papa es un método que utiliza estas características de la planta, para incrementar vegetativamente y en forma acelerada la producción de tubérculos semilla. Por otro lado Ezeta (2001), afirma que el modelo de multiplicación rápida consiste en la producción de mini tubérculos a partir de esquejes enraizados y trasplantados a macetas o almácigos con sustrato esterilizado. La producción de mini tubérculos se hace en

ambientes protegidos por malla antiáfidos y el producto recibe la denominación de semilla pre básica que, al ser multiplicada en el campo, da origen a la primera generación de semilla básica.

La eficiencia productiva en los invernaderos ha mejorado substancialmente con el uso de equipos presurizados de riego, el control de temperatura media, máxima y mínima, fotoperiodo, luminosidad, fertilización y sustratos adecuados.

La ganancia en eficiencia se ha traducido en significativa reducción de costos unitarios. Ezeta (2001), reporta costos inferiores a US\$ 0.20 por unidad. En Latinoamérica el precio fluctúa entre US\$ 0.20 y 0.60 por unidad de tuberculillo mayor de 5 gramos.

2.6.1 Técnica de los brotes

En los últimos años se ha difundido en Perú, Ecuador y Bolivia la metodología de enraizamiento de brotes o retoños. Este método consiste en tomar brotes vigorosos de los tubérculos expuestos a la luz difusa y enraizarlos en algún sustrato adecuado.

Una vez enraizado, este material es llevado directamente al campo donde su sobrevivencia es muy alta gracias al vigor del material. Este método aumenta significativamente las tasas de multiplicación de la categoría básica (Ezeta, 2001).

Sotomayor y Méndez (*s.f.*) definen que la base de esta técnica consiste en plantar brotes provenientes de tubérculos semilla. Los cuales se generan a partir del proceso fisiológico denominado dominancia apical.

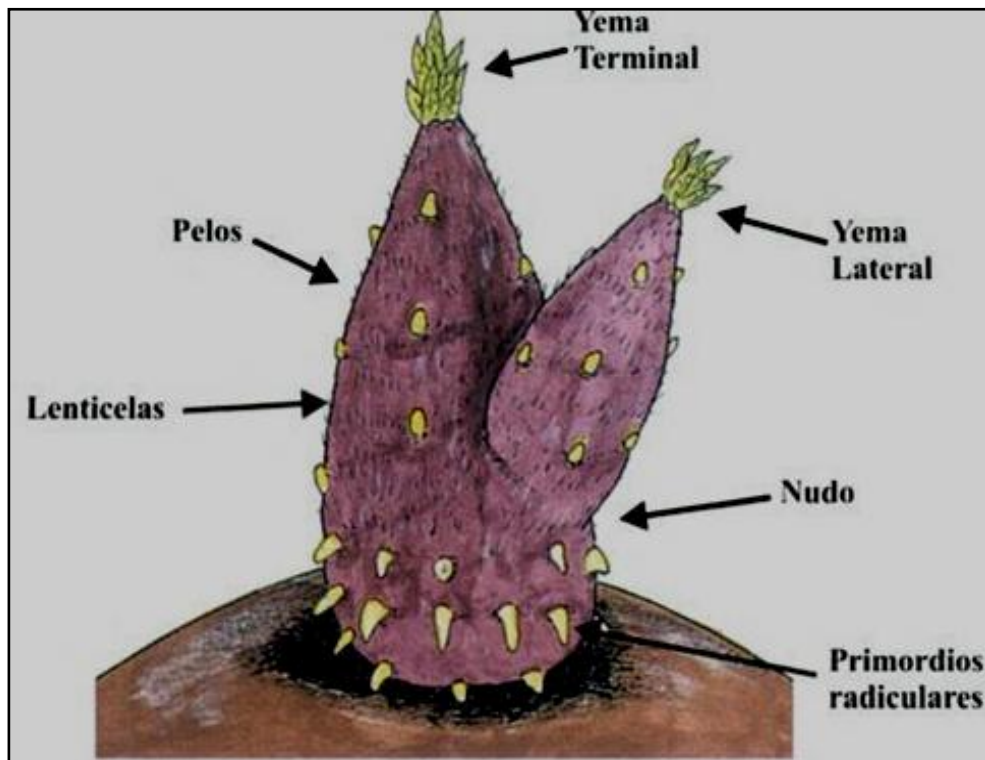
2.6.2 Estructura de un brote

Los brotes crecen de las yemas que se encuentran en los ojos del tubérculo. El color del brote es una característica varietal importante, los brotes pueden ser blancos, parcialmente coloreados en la base o en el ápice, o casi totalmente incoloros.

Su tamaño y apariencia varía según las condiciones en las que se ha almacenado el tubérculo. Cuando se siembra el tubérculo los brotes aceleran su crecimiento y al salir a la superficie del suelo se convierte en tallo (Egusquiza, 2000).

Brote es una plántula en miniatura, (gráfico 6) donde se puede ver rudimentos de rama, rudimentos de raíces e incluso de estolones, como es una plántula bien formada no necesita ninguna hormona o sustancia alguna para enraizar y crecer.

GRÁFICO 6. Partes de un brote (Egusquiza, 2000)



2.6.3 Cultivo de esquejes de brote

Según Hidalgo et al.(s.f.) este método se basa en la obtención de varias cosechas de brotes del tubérculo, los cuales se enraízan para luego convertirse en nuevas plantas en las camas o en el campo. Una vez que los tubérculos-semillas han iniciado su brotación, esta puede ser manejada para obtener la mayor cantidad posible de brotes y aún usar el tubérculo para sembrarlo en el campo.

Este método, sin embargo, es mucho más útil con tubérculos grandes de campo que son demasiado grandes para ser usados como tubérculos-semilla.

2.6.4 Ventajas de la técnica de esquejes de brote

Entre las principales ventajas de la técnica de esquejes de brote Hidalgo (*et al.*, *s.f.*) mencionan que:

- El período vegetativo se acorta entre 25 a 40 días desde el trasplante hasta la cosecha.
- El promedio de establecimiento de plantas en campo es del 95 % dependiendo de las condiciones ambientales y del manejo.
- Las plantas provenientes de brotes producen mayor porcentaje de tubérculos tamaño semilla libres de enfermedades fungosas del suelo.
- Los costos de producción se reducen en un 40% que es lo que representa el valor del tubérculo - semilla.
- Es una tecnología de fácil manejo y de bajo costo que permite su adopción inmediata por el pequeño agricultor
- No se utiliza hormona de enraizamiento.
- Los tubérculos que se usan para cortar esquejes de brote pueden ser utilizados como semilla tubérculo.
- Es una técnica de fácil manejo y la cantidad de tubérculos de tamaño semilla se incrementa hasta en un 80%.

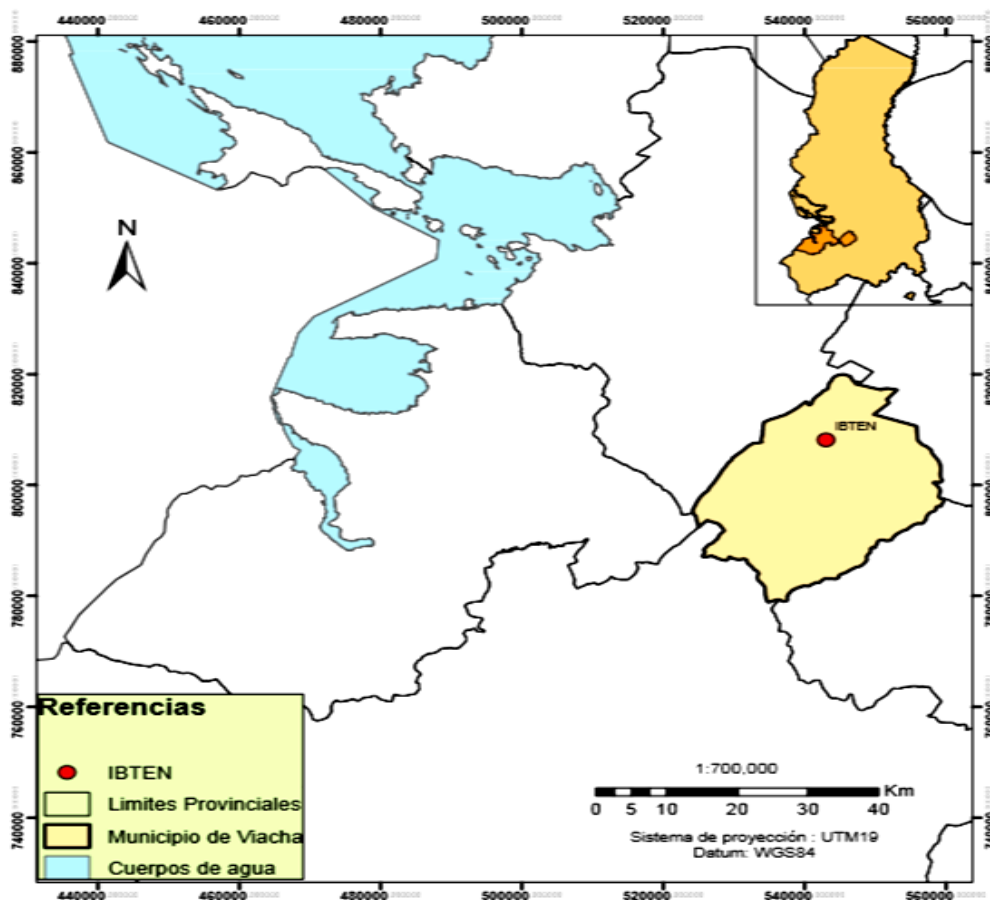
III. SECCIÓN DIAGNÓSTICA

3.1 Materiales y Métodos

3.1.1 Localización

El desarrollo de las actividades fueron llevadas a cabo en la localidad de Viacha (gráfico 7) en predios del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN), ubicada en la provincia Ingavi del departamento de La Paz, geográficamente se encuentra localizado en la planicie del altiplano central a 30 km sud - oeste de la ciudad de La Paz a $16^{\circ} 39'$ latitud sud y $68^{\circ} 18'$ longitud oeste y a una altitud de 3850 m.s.n.

GRÁFICO 7. Ubicación del área de estudio.



3.1.2 Características de las instalaciones utilizadas

3.1.2.1 Características del invernadero

Esta construcción tiene una orientación Oeste - Este, cubre una superficie de 250 m² corresponde al modelo doble agua, presentando las siguientes características de construcción cimientos de mortero de cemento y piedra, piso de cemento, paredes de ladrillo, estructura de fierro, el techo esta cubierto con calamina de plástico, consta de 11 ventanas corredizas para facilitar la ventilación las cuales están cubierta con malla milimétrica antiáfida; la parte mas alta del invernadero tiene una longitud de 10 m y la mas baja de 6 m . Al interior del invernadero se implemento una antesala donde se cumplen las normas de asepsia y sanidad respectiva para su ingreso al interior, la temperatura media registrada en su interior es de 25°C.

3.1.2.2 Platabandas de producción

Son estructuras construidas de madera que en número de 20 se encuentran dispuestas al interior del invernadero en forma longitudinal; tiene una altura de 0.5 m un largo de 3.5 m y un ancho de 1.5 m; el sustrato contenido en las camas es el resultado de la mezcla entre turba y tierra del lugar en una proporción de 2:1 que descansa sobre una capa de cascajo (grava) para facilitar el drenaje.

3.1.3 Materiales

3.1.3.1 Material vegetal

El material vegetal utilizado fueron tubérculos - semilla de la categoría pre - básica de la variedad imilla negra, proporcionados por el Laboratorio de Biotecnología del Centro de Investigaciones Nucleares de Viacha (IBTEN); las plantas madres se obtuvieron por procesos de termoterapia y cultivo de meristemos.

La planta tiene un hábito de crecimiento semi - erecto y vigoroso de tamaño mediano a alto, el tallo es de consistencia gruesa de color verde, el color de la flor es azul morado con jaspes violetas.

El ciclo vegetativo puede variar entre 155-160 días (tardío) El tubérculo tiene una forma redondeada, los ojos son profundos, el color de la piel morado oscuro, el color de su pulpa blanca.

Es susceptible a todo tipo de plagas y enfermedades, presenta cierta tolerancia a heladas y sequía. Se adapta a condiciones de clima templado y frío. Se encuentra distribuido geográficamente en La Paz, Cochabamba, Potosí y Oruro.

Se eligió la variedad imilla negra por su mejor aceptación en el mercado y mayor precio en comparación a otras variedades.

3.1.3.2 Abonos Orgánicos y fertilizantes químicos

El nivel de fertilización mineral utilizado en las platabandas de producción fue del nivel 15-15-15, utilizando como fuentes de nutrientes Urea y Bayfolan.

También se empleo turba mezclada con suelo del lugar, esta materia orgánica adicionada proporciono al substrato mayor capacidad de retención de humedad, mayor aireación y permeabilidad; además de proporcionar nutrientes durante su descomposición, necesarios para el desarrollo optimo del cultivo, así como muchas hormonas y antibiótico, por otra parte ayuda a compensar los cambios rápidos de pH, a causa de la agregación de sal y fertilizantes químicos.

3.1.3.3 Productos para el control fitosanitario

Se realizó aplicaciones preventivas contra hongos e insectos principalmente utilizando para ello fungicidas e insecticidas, en dosis e intervalos indicados en cada producto.

3.1.3.4 MATERIAL de invernadero

- ♦ Platabanda de enraizamiento
- ♦ Platabandas de crecimiento
- ♦ Termómetros de máxima y mínima
- ♦ Manguera
- ♦ Regadera manual
- ♦ Mochila aspersor
- ♦ Balanza analítica
- ♦ Punzón
- ♦ Pala de jardinería
- ♦ Rastrillo
- ♦ Regletas
- ♦ Detergente
- ♦ Material de escritorio

3.1.4 Metodología

3.1.4.1 Procedimiento del Trabajo

a) Diseño Experimental

El presente trabajo de investigación fue dispuesto en un diseño completamente al azar en arreglo factorial con dos tratamientos extras, con 6 tratamientos y tres repeticiones.

b) Factores:

A : Desbrote

a₁ : primer desbrote

a₂ : segundo desbrote

B : Tipo de esqueje

b_1 : Esqueje apical

b_2 : Esqueje medio

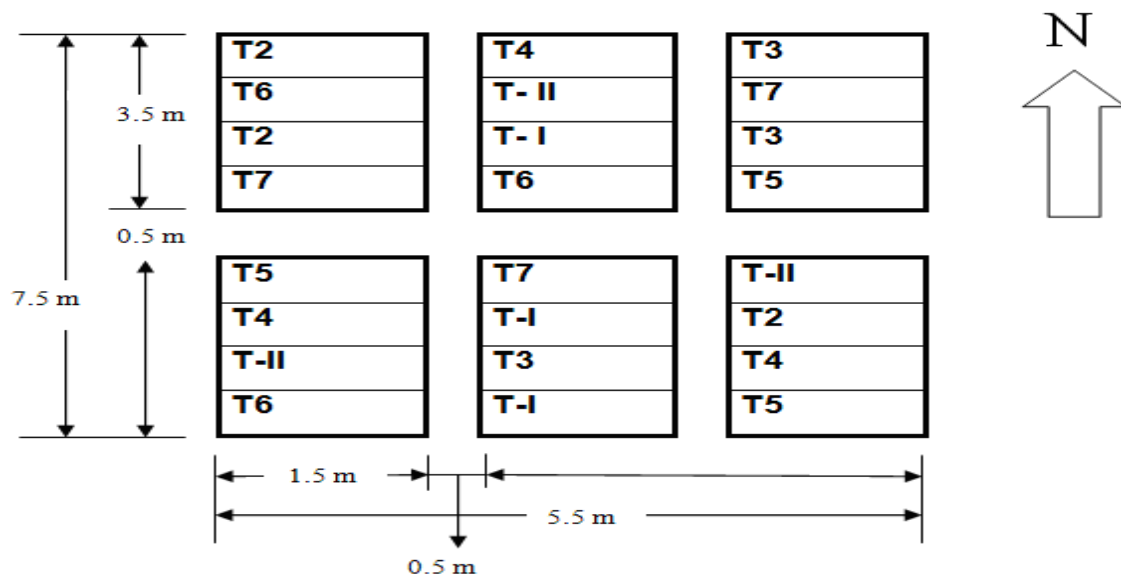
b_3 : Esqueje basal

-**Tratamientos extras** : (Testigos)

T-I : Tubérculo sin desbrotar

T-II : Tubérculo desbrozado.

c) Croquis experimental



d) Descripción de tratamientos:

T1 Esqueje apical de brote, proveniente del primer desbrote

T2 Esqueje medio de brote, proveniente del primer desbrote

T3 Esqueje basal de brote, proveniente del primer desbrote

T4 Esqueje apical de brote, proveniente del segundo desbrote

T5 Esqueje medio de brote, proveniente del segundo desbrote

T6 Esqueje basal de brote, proveniente del segundo desbrote

Tratamientos extras

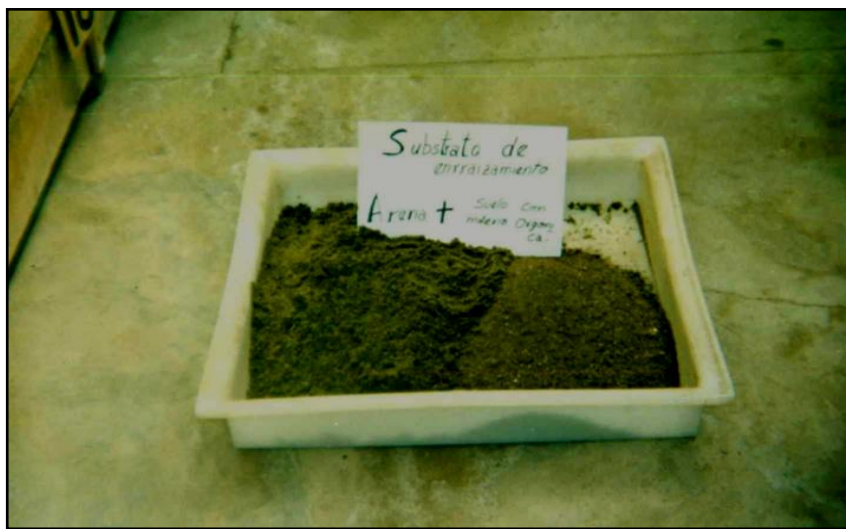
T- I Tubérculo sin desbrotar

T -II Tubérculo desbrotado en dos oportunidades.

Cada tratamiento con tres repeticiones originó 24 unidades experimentales.

3.1.4.1.1 Preparación del sustrato de enraizamiento

El sustrato de enraizamiento se obtuvo en base a la mezcla de arena fina y suelo proveniente de las camas de producción del invernadero, en una relación 2:1, obsérvese fotografía 1.



Fotografía 1. Preparación de sustrato de enraizamiento.

Previamente se procedió a la desinfección de la arena con vapor de agua a 82°C por 30 min. La mezcla fue colocada en una platabanda de enraizamiento en la que con la ayuda de un punzón se delimitaron hoyos a una profundidad aproximada de dos cm.

3.1.4.1.2 Desinfección y preparación del sustrato de crecimiento

Para garantizar la sanidad del material a cosecharse se realizó la esterilización del sustrato por métodos químicos con BASAMID, con una dosis de 40 gr/m² para una profundidad de 20 cm, cubriéndose herméticamente con polietileno por espacio de tres semanas, luego se descubrió el sustrato por una semana a fin de favorecer la evaporación de gases formados por el producto químico. Durante el lapso de esta última semana se realizó la remoción y riego constante del sustrato.

La preparación de las camas se realizó en forma manual, en la base interior de las mismas se colocó una red plástica y para facilitar el drenaje se depositó sobre la red una capa de cascajo de 10 cm. de espesor. Sobre esta capa se fue depositando el sustrato desinfestado, el mismo que estuvo constituido por una mezcla de turba y tierra del lugar en una proporción de 2:1 (fotografía 2).



Fotografía 2. Preparación de las camas al interior del invernadero.

3.1.4.1.3 Selección del material vegetal

Inicialmente se seleccionaron 80 tubérculos de 45 a 55 mm de diámetro (tamaño II) de los cuales 50 fueron destinados al desbrote (T-II) y los otros 30 utilizados como

tratamiento testigo extra (sin desbrote) (T-I). Los 50 tubérculos destinados al desbrote, fueron almacenados en ambiente oscuro, con la finalidad de acelerar el brotamiento (fotografía 3).



Fotografía 3. Selección del material vegetal, para desbrote

3.1.4.1.4 Desbrote y seccionamiento de brotes

Cuando los tubérculos generaron brotes de 8 a 10 cm de longitud, estos fueron expuestos a luz difusa para favorecer su engrosamiento y vigor, para luego realizar su respectivo desbrote y posterior seccionamiento en esqueje de brote apical, medio y basal respectivamente cada esqueje contuvo por lo menos un rudimento caulinar y dos rudimentos radiculares para asegurar el crecimiento de la nueva plántula.

Se obtuvo esquejes de brote de un mismo tubérculo en dos oportunidades, realizándose un primer y segundo desbrote respectivamente (fotografía 4) con un lapso de tiempo de 15 días entre el primero y el segundo; en los dos casos la extracción de los brotes se realizaron con la yema de los dedos, haciendo girar suavemente obteniendo un desprendimiento fácil sin dañar los ojos.



Fotografía 4. Seccionamiento de esquejes de brote

3.1.4.1.5 ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE BROTE.

Los esquejes de brote que se obtuvieron en las dos oportunidades, fueron colocados en el sustrato de enraizamiento ya preparado, (fotografía 5) depositándolos individualmente en cada hoyo, de manera manual se realizó una presión lateral y vertical para asegurar el buen contacto de los brotes con el sustrato. La porción apical de los esquejes se dejó sobresalir ligeramente con relación al nivel del sustrato.



Fotografía 5. Enraizamiento de esquejes de brote

3.1.4.1.6 Trasplante de los esquejes enraizados y siembra de los tubérculos con y sin desbrote

El trasplante de los brotes enraizados se realizó cuando estos alcanzaron una altura de 8 a 10 cm. La siembra de los tubérculos con y sin desbrote se realizó en distintas fechas, debido a los lapsos de tiempo entre un desbrote y otro.

Durante el trasplante de los esquejes enraizados se tuvo la precaución de mantener las raíces dentro de un pan de tierra, a una profundidad de 10 cm teniendo el cuidado de presionar el suelo a la altura del cuello de las planta, para evitar el marchitamiento de los brotes enraizados, el trasplante se realizó en un periodo fresco del día.

Los tubérculos-semilla sin desbrotar (tratamiento extra T-I), fueron sembrados en la misma fecha del trasplante de los esquejes de brote enraizados procedentes del primer desbrote, mientras que los tubérculos desbrocados en dos oportunidades (tratamiento extra T-II), fueron sembrados junto con los esquejes enraizados procedentes del segundo desbrote (fotografía 6).

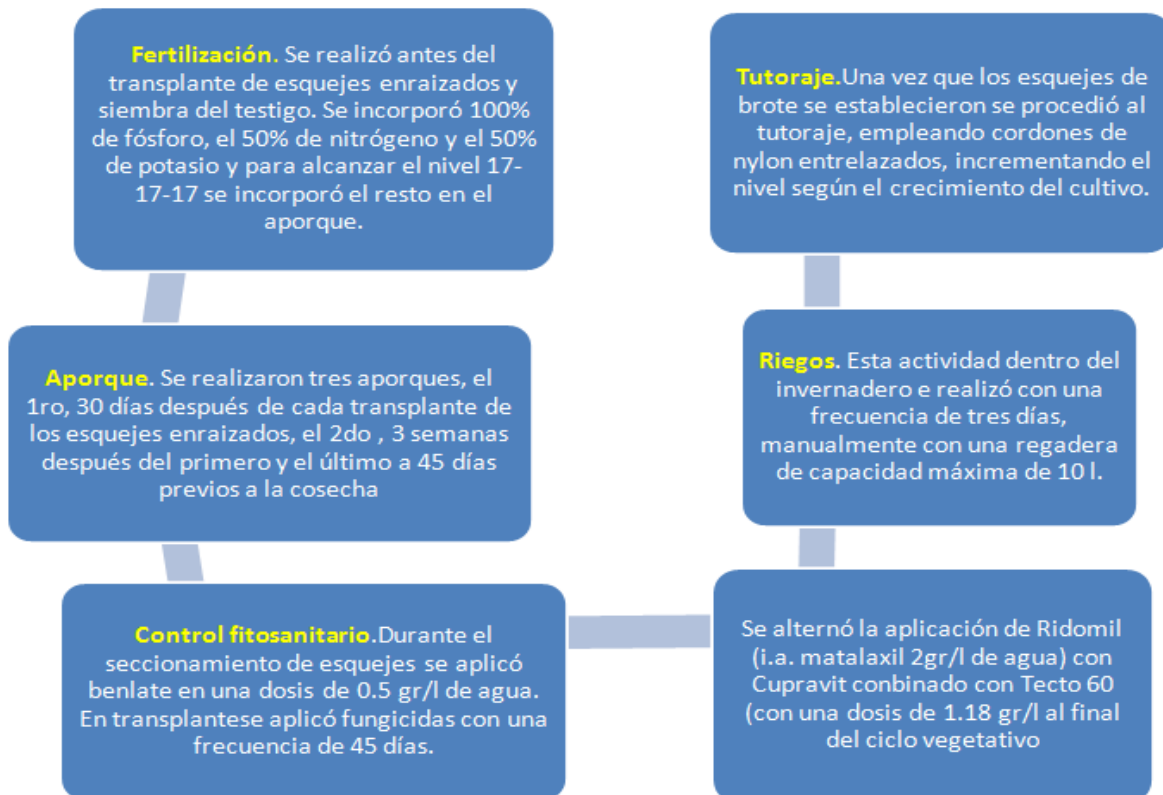


Fotografía 6. Trasplante de esquejes enraizados

3.1.4.1.7 Labores culturales

El gráfico 8 presenta la síntesis de las labores culturales realizadas durante el trabajo de estudio.

GRÁFICO 8. Síntesis de las labores culturales.



3.1.4.1.8 Toma de muestras y análisis

Para la detección de enfermedades causadas por virus y verificar la calidad fitosanitaria del cultivo se tomaron muestras del follaje a los tres meses del establecimiento del ensayo (fotografía 7), las que fueron enviadas a la ciudad de Cochabamba, laboratorio de fitopatología dependiente del Programa de Investigación de la Papa (PROINPA).

Para la detección de la presencia de nematodos de suelo se realizaron bioensayos en vasos transparentes (fotografía 8), en los que se observó el desarrollo del sistema radicular, luego de ocho semanas del establecimiento del ensayo.



Fotografía 7. Muestras de follaje para el test de Eliza.



Fotografía 8. Bioensayo del vaso transparente para la detección de globodera.

3.1.4.1.9 Defoliación

Al término del ciclo vegetativo se procedió a la defoliación de cada unidad experimental con el fin de evitar el ataque tardío de enfermedades como el tizón y la rizoctonia.



Fotografía 9 Defoliación al término del ciclo vegetativo

3.1.4.1.10 Cosecha y selección

Cuando el cultivo termino su ciclo vegetativo la cosecha se realizó en forma manual. La producción se seleccionó por tratamiento, repetición, surco y planta, posteriormente se clasifico por tamaño y peso de acuerdo a normas establecidas (fotografía 10).



Fotografía 10. Pesaje y Selección de los tubérculos cosechados

3.1.4.2 Variables de respuesta

a) Número promedio de esquejes de brote por tubérculo

En el desbrote y seccionamiento de esquejes tanto apical, medio y basal se evaluó el número promedio de esquejes por tubérculo, tanto en el primer desbrote como en el segundo desbrote.

b) Porcentaje de viabilidad de los esquejes en la fase de enraizamiento

La evaluación se efectuó a los 10 días después de realizado el trasplante de los esquejes de brote en la platabanda de enraizamiento, se repitió el procedimiento hasta tener un valor constante.

c) Porcentaje de viabilidad de los esquejes trasplantados y emergencia de plantas provenientes de tubérculos con y sin desbrote.

El porcentaje de viabilidad de los esquejes de brote enraizados y trasplantadas se evaluó a los 15 días de la implantación del material.

En el caso de los tubérculos con y sin desbrote, la emergencia se evaluó a los 15 y 30 días hasta tener un valor constante.

d) Rendimiento total en peso, número y tamaño

El valor de los rendimientos totales en peso (kg/m^2), número y por tamaño, registrados para cada tratamiento se usó para realizar los análisis estadísticos.

e) Altura de planta

Se seleccionaron al azar 4 plantas por surco para registrar su altura desde la base hasta la inserción de la última hoja apical.

El registro de esta variable se inicio a los 20 días de implantación de los tratamientos con una frecuencia de 15 días, hasta 20 días antes de la defoliación.

f) Número y diámetro de tallos principales

El número de tallos se registro 20 días después de la implementación del cultivo, con una frecuencia de 15 días, hasta 20 días antes de la defoliación, cuantificando los tallos que emergieron del suelo, las plantas provenientes de esquejes solo generaron un tallo por el contrario las provenientes de tubérculo generaron más de un tallo.

La medición del diámetro se realizó con la ayuda de un vernier, la frecuencia y tiempo de medición fue a la par de las pasadas variables.

g) Días a la cosecha

La cosecha, se realizó a la madurez fisiológica del cultivo, cuantificando los días desde el momento del trasplante de los esquejes de brote enraizados y la siembra de los tubérculos con y sin desbrote.

h) Presencia de virus y nematodos

De acuerdo a la tolerancia máxima permitida por las normas de certificación de semilla ya descritas utilizando para ello el método de diagnóstico de virus ELISA y el método de vaso transparente para el diagnóstico de nematodos.

i) Costos de producción

Para estimar los costos de producción de cada tratamiento se empleo la metodología de presupuesto total, registrándose todos los gastos por tratamiento, se calcularon los ingresos totales y finalmente por la diferencia del ingreso bruto (IB) y costo total (CT), se obtuvo el ingreso neto (IN).

Para determinar la rentabilidad de la técnica de esquejes de brote frente a tubérculos con y sin desbrote se utilizó el método del coeficiente de rentabilidad. La relación beneficio/costo se calculó mediante la siguiente fórmula:

Coeficiente de rentabilidad = $(B/C) \times 100$.

IV. SECCIÓN PROPOSITIVA

4. 1. Aspectos propositivos

4.1.1 Promedio del número de esquejes de brote por tubérculo

El cultivar (Imilla Negra), respondió en forma positiva a la técnica de doble desbrote.

En el primer desbrote se obtuvo un promedio de 2,6 brotes por tubérculo, luego del seccionamiento se llegó a obtener un promedio de 7.8 de esquejes de brote, separados en apical, medio y basal.

En el segundo desbrote se obtuvo un promedio 3,5 brotes por tubérculo y luego del seccionamiento se obtuvo un promedio 10,5 de esquejes de brote por tubérculo, separados en apical, medio y basal.

Los esquejes obtenidos en las dos oportunidades, presentaron una apariencia vigorosa y una buena calidad sanitaria.

4.1.2 Porcentaje de viabilidad de los esquejes de brotes en la fase de enraizamiento.

Este parámetro fue evaluado a los diez días de las implantaciones de los esquejes de brote en el substrato de enraizamiento, presentando un promedio del 99% de viabilidad.

4.1.3 Porcentaje de viabilidad de los esquejes de brotes enraizados trasplantados y emergencia de plantas provenientes de tubérculos con y sin desbrote.

En cuanto a los tubérculos con y sin desbrote (T-I y T- II) no existe diferencia significativa para el porcentaje de emergencia, en ambos casos la emergencia llegó aproximadamente al 99,9%, como se observa en el cuadro 11.

Cuadro 11. ANVA, del porcentaje de enraizamiento y establecimiento de tratamientos y testigos.

F. de V.	G.L.	% de Enraizamiento	% de Viabilidad
Testigos (T-I y T-II)	1	NS	NS
Factor A	1	NS	NS
Factor B	2	NS	NS
A x B	2	NS	NS
Error	14		
Total	20		
C.V. %		3,2 - 3,0	3,1 - 3,4

El análisis estadístico no muestra diferencias significativas entre tratamientos para el porcentaje de viabilidad de los esquejes de brote enraizados trasplantados.

Al respecto Ramos (1992), indica que la viabilidad de los brotes depende de las condiciones ambientales y del manejo. La nula diferencia significativa de la viabilidad de los esquejes de brotes y la emergencia de los tubérculos con y sin desbrote se debió principalmente a que el ambiente atemperado crea un micro clima favorable y un manejo más óptimo en cuanto asepsia se refiere.

4.1.4 Rendimiento total (Tn/ha)

Según lo descrito en el cuadro 12, anexo 1 y 2. Estadísticamente se observó diferencias significativas, entre la producción obtenida a partir de esquejes de brote, sin existir diferencia significativa en los que se refiere entre el primer y segundo desbrote.

Con la prueba de Duncan (0.05) se ha determinado que existe diferencia significativa entre la producción de los esquejes apical y medio del primer desbrote, y esqueje medio del segundo de brote; frente a los esquejes basales del primer desbrote y esqueje apical y basal del segundo desbrote por su mayor producción.

La producción proveniente de los tubérculos sin desbrotar (T- I), frente a la producción de esquejes de brote fue altamente significativa, sin existir diferencia entre los tubérculos desbroitados (T-II) y los esquejes de brote.

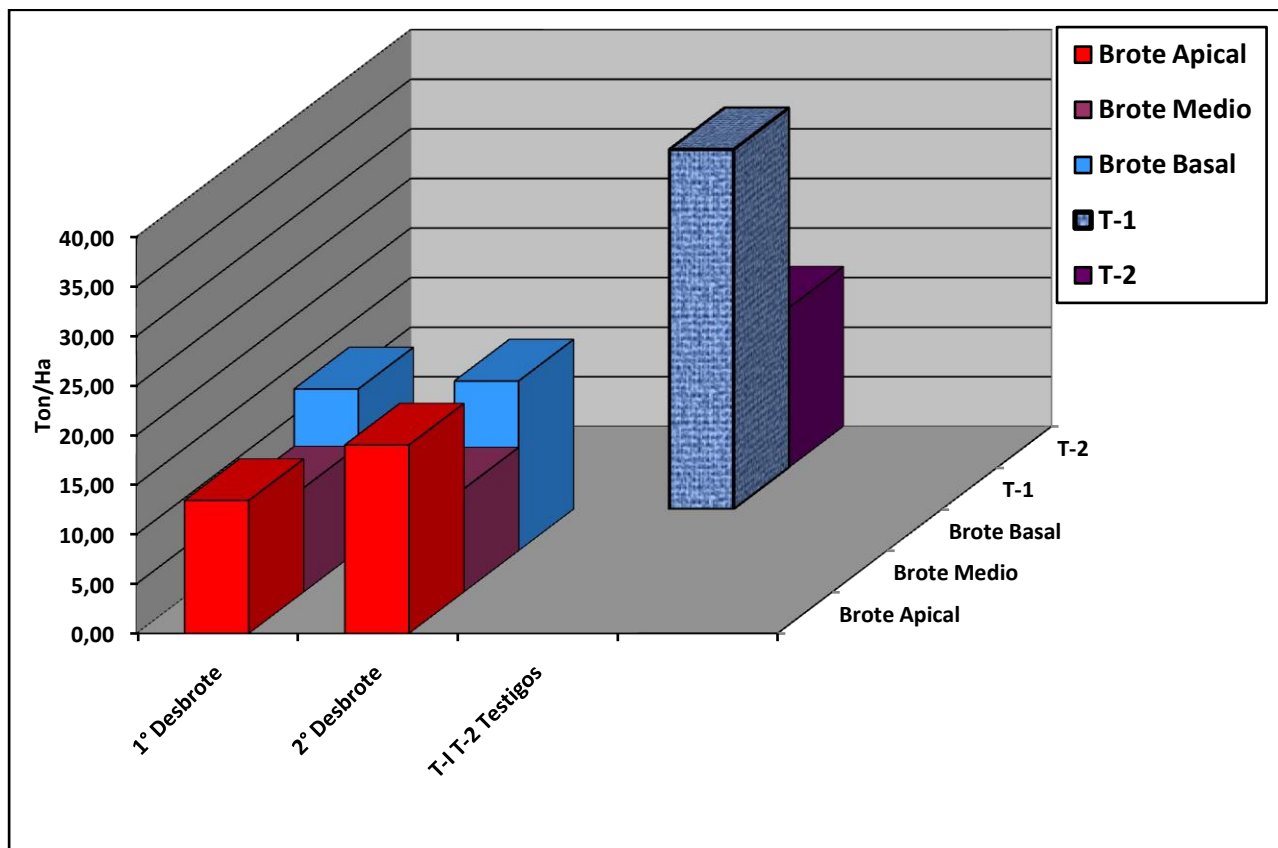
Cuadro 12. ANVA de Producción tn/ha y Número de tubérculos /m² y por planta.

F. de V.	G.L.	Producción tn/ha	Nº de tubérculos/m²	Nº de tubérculos/planta
T-I vs. Factor	1	**	**	**
T-II vs. Factor	1	NS	**	**
Factor A	1	NS	**	**
Factor B	2	**	**	NS
A x B	2	NS	**	NS
EE	14			
Total	20			
C.V. %		16 - 18.6	17. 2 – 18	12. 4 - 13.9

Realizando comparaciones de medias (cuadro12), de ambos testigos y los tratamientos provenientes de los seis tipos de esqueje, se observó que existe diferencia altamente significativa descrita entre T-I y todos los tratamientos del factor A en todos los casos; pero en el caso del T-II la no significancia descrita en el análisis de varianza del anexo 3, sólo se evidencia para los tratamientos 1, 3, 4 y 6, exigiendo una diferencia significativa con los tratamientos 2 y 5.

Los promedios de producción (tn/ha), descritos en el gráfico 9 y el cuadro 13 muestra una diferencia de producción, entre los esquejes de brote y los tubérculos desbrotados es mínima, y no así la producción de tubérculos sin desbrotar que es bastante mayor.

GRÁFICO 9. Producción tn/ha



Cuadro 13. Producción Ton/ha (Comparación de promedios).

TRATAMIENTOS	TOTALES	PROMEDIOS
a ¹ b ¹ (T1)	40,2	13,40
a ¹ b ² (T2)	31,5	10,50
a ¹ b ³ (T3)	48,9	16,30
a ² b ¹ (T4)	57,1	19,00
a ² b ² (T5)	31,1	10,40
a ³ b ³ (T6)	51,4	17,10
	260,2	14,46
Testigo (T-I)	108,8	36,26
Testigo (T-II)	48,5	16,10

4.1.5 Número de tubérculos/m²

Según lo descrito en el cuadro 12 anexo 4 y 5, existe una diferencia altamente significativa entre los esquejes de brote, y no así entre el primer des- brote frente al segundo desbrote, también existe una diferencia altamente significativa entre los esquejes y los dos testigos.

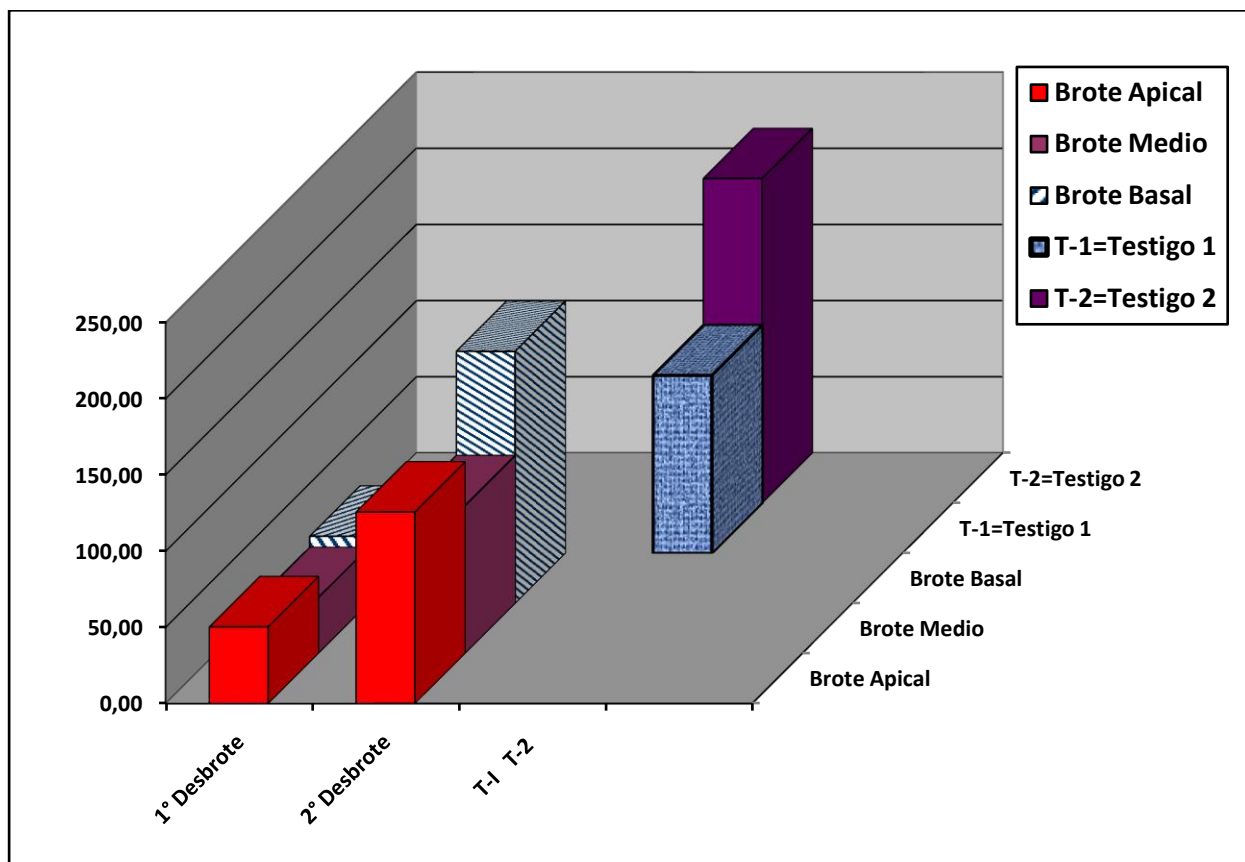
En la comparación de promedio de número de tubérculos/m² descrito en el gráfico 10 y el cuadro 14, muestran una diferencia significativa entre los tratamientos del factor A y el T-I, y una diferencia altamente significativa, entre los tratamientos del factor A frente al T-II.

La comparación de medias anexo 6, entre tratamientos y testigos muestra que existe diferencia significativa entre el T-I y los tratamientos 1, 2, 3 y no así con los tratamientos 4 y 5. En cuanto al T-II existe diferencia significativa con todos los tratamientos.

La diferencia altamente significativa entre el primer desbrote y segundo desbrote; en los tipos de especie de brote, es corroborado por la prueba Duncan (0.005). Con excepción de los tratamientos 1, 2 y 3 entre los que existe una diferencia significativa.

GRÁFICO 10.

Número de Tubérculos/m²



Cuadro 14. Numero de Tubérculos/m² (Comparacion de Promedios).

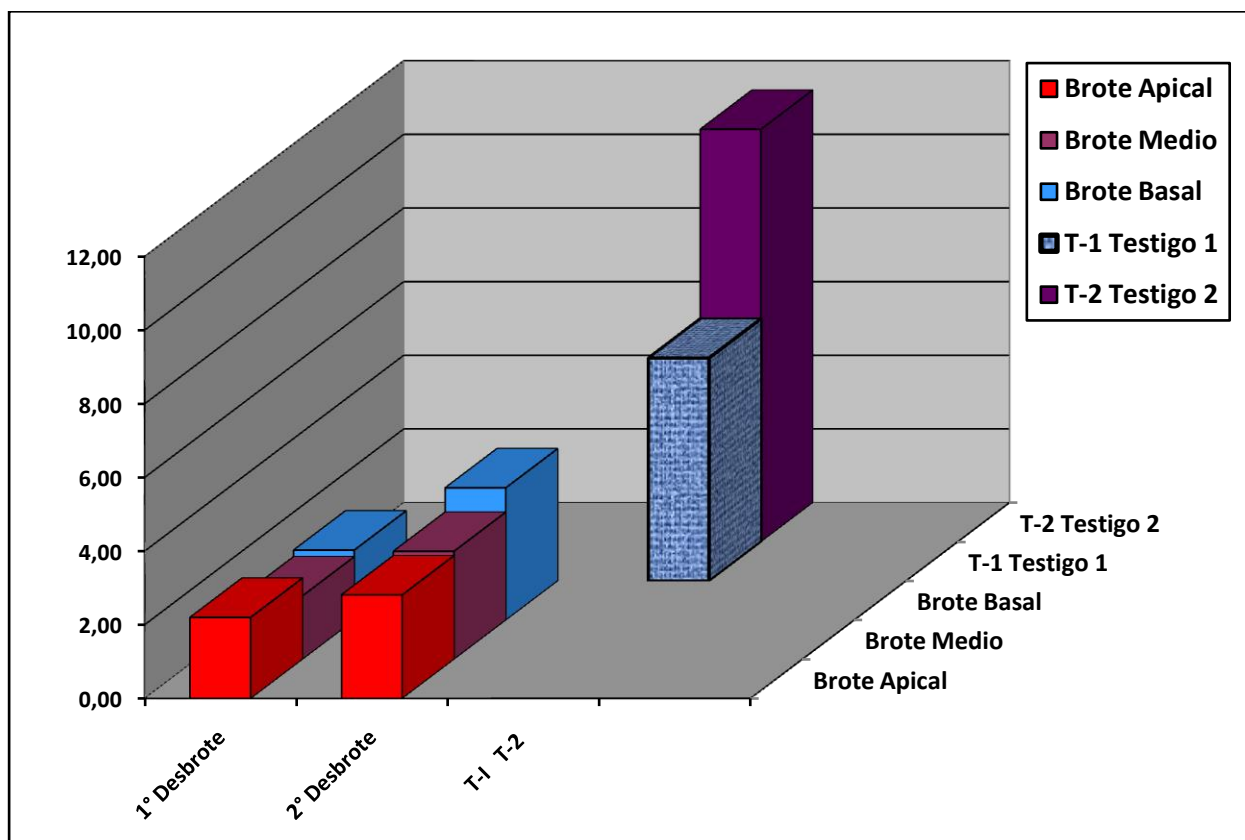
TRATAMIENTOS		TOTALES	PROMEDIOS
a ¹ b ¹	(T1)	151	50.33
a ¹ b ²	(T2)	119	36.67
a ¹ b ³	(T3)	132	44.00
a ² b ¹	(T4)	377	125.67
a ² b ²	(T5)	291	97.00
a ³ b ³	(T6)	496	165.33
		1566	87.00
Testigo (T-I)		347	115.67
Testigo (T-II)		637	213.00

4.1.6 Número de tubérculos/planta

La producción de tubérculos por planta descrito en el cuadro 12, gráfico 11 y anexos 7 y 8, demuestra que existe una diferencia altamente significativa entre los esquejes de brote y los testigos. Existe además diferencia altamente significativa entre el primer y segundo desbrote y no existiendo diferencia significativa entre el tipo de esqueje de brote.

La comparación de promedios, descrito en el cuadro 15, demuestra que existe una diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos y el T-II, y una diferencia estadísticamente significativa frente al T-I. Además de existir diferencia significativa entre los tratamientos del primer y segundo desbrote. Corroborando con la prueba Duncan (0.05).

GRÁFICO 11. Número de Tubérculos/Planta



Cuadro 15. Número de Tubérculos/planta (Comparación de Promedios).

TRATAMIENTOS		TOTALES	PROMEDIOS
a ¹ b ¹	(T1)	6.60	2.20
a ¹ b ²	(T2)	5.16	1.72
a ¹ b ³	(T3)	5.70	1.90
a ² b ¹	(T4)	8.44	2.81
a ² b ²	(T5)	7.78	2.93
a ³ b ³	(T6)	10.76	3.59
		45.44	2.52
Testigo (T-I)		18.16	6.05
Testigo (T-II)		33.6	11.20

El anexo 9, muestra que existe diferencia significativa para todos los casos en la comparación de promedios frente a los dos testigos.

4.1.7 Número de tubérculos por tamaño/m²

El INIAF (2012), estableció la clasificación de los tubérculos en cuatro tamaños (cuadro 6), de acuerdo al diámetro como se muestra en el cuadro 16.

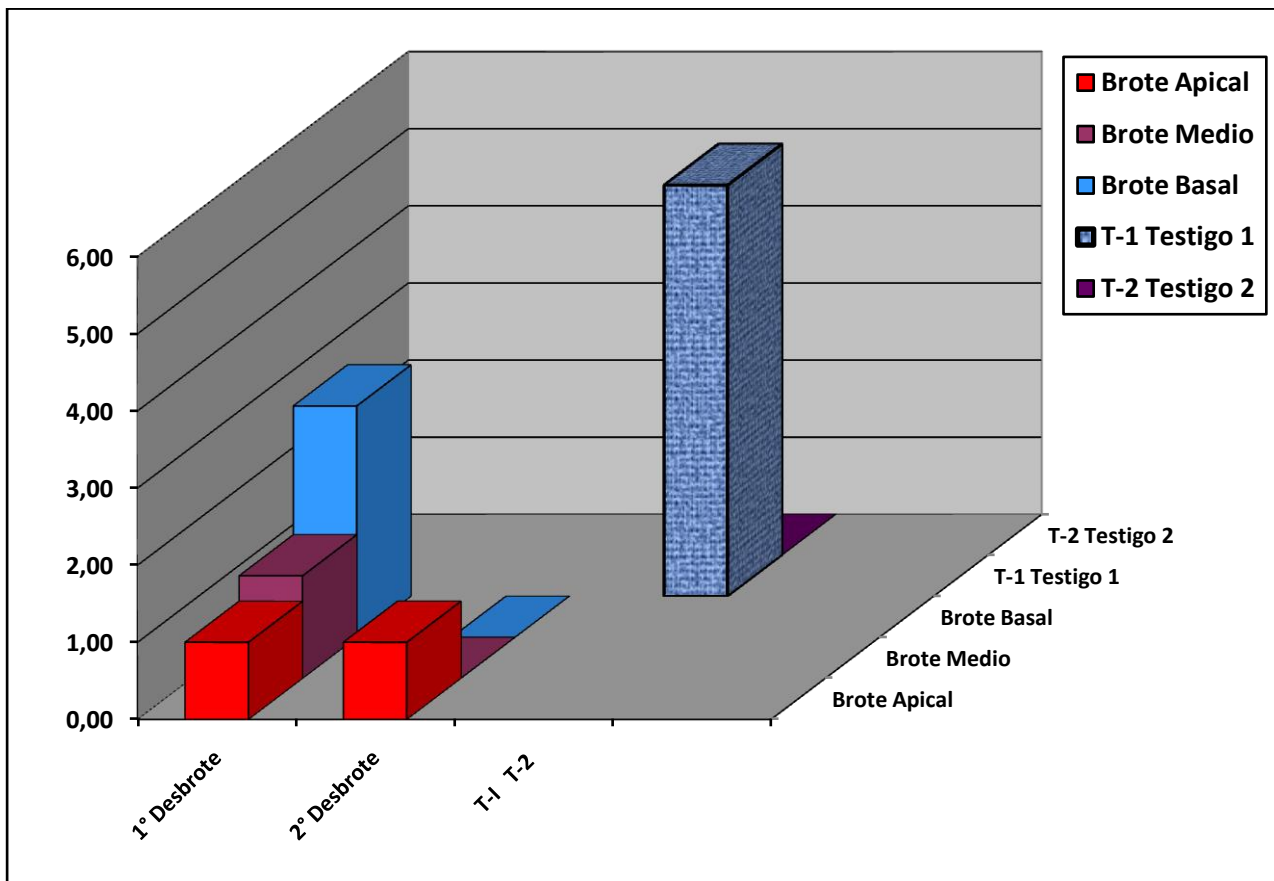
Cuadro 16. ANVA, de número de tubérculos por tamaño/m².

F. de V.	G.L.	Tamaño I (> 55 mm)	Tamaño II (45-55 mm)	Tamaño III (30-45 mm)	Tamaño IV (20-30 mm)
T-I vs. Factor	1	**	**	**	NS
T-II vs. Factor	1	NS	*	**	**
Factor A	1	*	NS	**	**
Factor B	2	NS	NS	*	NS
A x B	2	NS	NS	*	NS
	14				
Total	20				
C.V. %			25.8 - 40.8	28.2 - 26.4	38.7 - 28.7

4.1.7.1 Tamaño I

El cuadro 16 y los anexos 10 y 11, describen que existe una diferencia altamente significativa entre el T-I y los esquejes de brote en la producción de tubérculos tamaño I, el gráfico 12 y además muestran que no existe diferencia entre el T-II y los esquejes de brote; la producción obtenida a partir de T-I fue mayor en relación de los esquejes de brote, la producción de tubérculos tamaño I a partir de T-II fue nula.

GRAFICO 12. Número de Tubérculos/m² Tamaño I (> 55 mm)



La producción de los tubérculos tamaño I tuvo una diferencia significativa dentro del factor A (primer y segundo desbrote) ninguna diferencia dentro del factor B (esquejes de brote), principalmente entre los esquejes de brote del segundo desbrote ya que la producción de tubérculos tamaño I a partir de esquejes medio y basal fue nulo.

**Cuadro 17. Número de Tubérculos/m², Tamaño I (mayor a 55 mm de diámetro)
(Comparación de promedios).**

TRATAMIENTOS		TOTALES	PROMEDIOS
a ¹ b ¹	(T1)	3	1,00
a ¹ b ²	(T2)	4	1,33
a ¹ b ³	(T3)	9	3,00
a ² b ¹	(T4)	1	1,00
a ² b ²	(T5)	0	0,00
a ² b ³	(T6)	0	0,00
		17	0,94
Testigo (T-I)		16	5,33
Testigo (T-II)		0	3,00

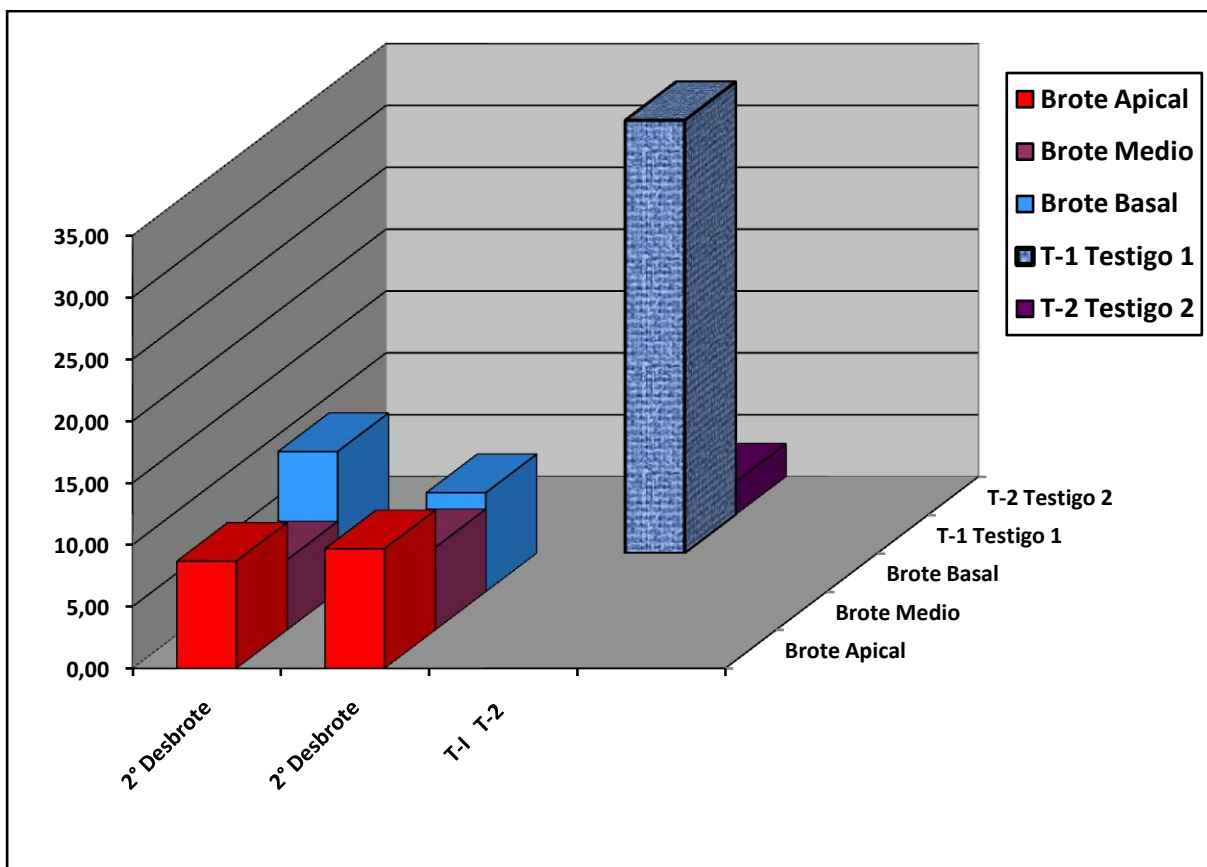
El cuadro 17 y el anexo y 12, confirman con la comparación de promedios, que existe diferencia significativa entre la producción de los tubérculos sin desbrote (T-I) y los tratamientos 1,2, 4, 5 y 6 no así con el tratamiento 3. Los tubérculos desbrotados (T-II) no produjeron tubérculos del tamaño I, por lo que la diferencia con los tratamientos 1,2, 4,5 y 6 fue nula, existiendo una diferencia significativa con el tratamiento 3 que produjo tubérculos del tamaño I.

4.1.7.2 Tamaño II

El cuadro 16 y los anexos 13 y 14, describen que existe una diferencia altamente significativa en la producción de los tubérculos tamaño II entre los tubérculos sin desbrote (T-I) y los esquejes de brote, y la diferencia significativa entre los tubérculos desbrotados (T-II) y esquejes de brote, teniendo una menor producción de tubérculos tamaño II en relación a la producción obtenida a partir de los esquejes de brote como lo muestra el grafico 13, tanto del primer desbrote como el segundo.

El cuadro 16 y el gráfico 13, describe que no existe diferencia entre la producción del factor A (primer y segundo desbrote), tampoco existe diferencia significativa en la producción dentro del factor B (esquejes de brote). Concluyéndose que tampoco existe interacción entre estos dos factores.

GRÁFICO 13. Número de Tubérculos/m² Tamaño II (45- 55 mm)



**Cuadro 18. Número de Tubérculos/m² Tamaño II (45-55 mm)
(Comparación de promedios)**

TRATAMIENTOS		TOTALES	PROMEDIOS
a ¹ b ¹	(T1)	26	8,67
a ¹ b ²	(T2)	17	5,67
a ¹ b ³	(T3)	34	11,33
a ² b ¹	(T4)	29	9,67
a ² b ²	(T5)	20	6,67
a ² b ³	(T6)	24	8,00
		150	8,33
Testigo (T-I)		105	35,00
Testigo (T-II)		8	2,66

El cuadro 18 y el anexo 15, describe una diferencia de los promedios de producción, confirmando lo descrito en el cuadro 12, existen diferencias significativas entre la producción de los tubérculos desbrotados (T-I) y cada uno de los tratamientos productos del primer y segundo desbrote (esquejes de brote), la producción de los tubérculos desbrotados (T-II) presentan diferencias significativas con los tratamientos 1, 3 y 4. Una diferencia no significativa frente a los tratamientos 2, 5 y 6.

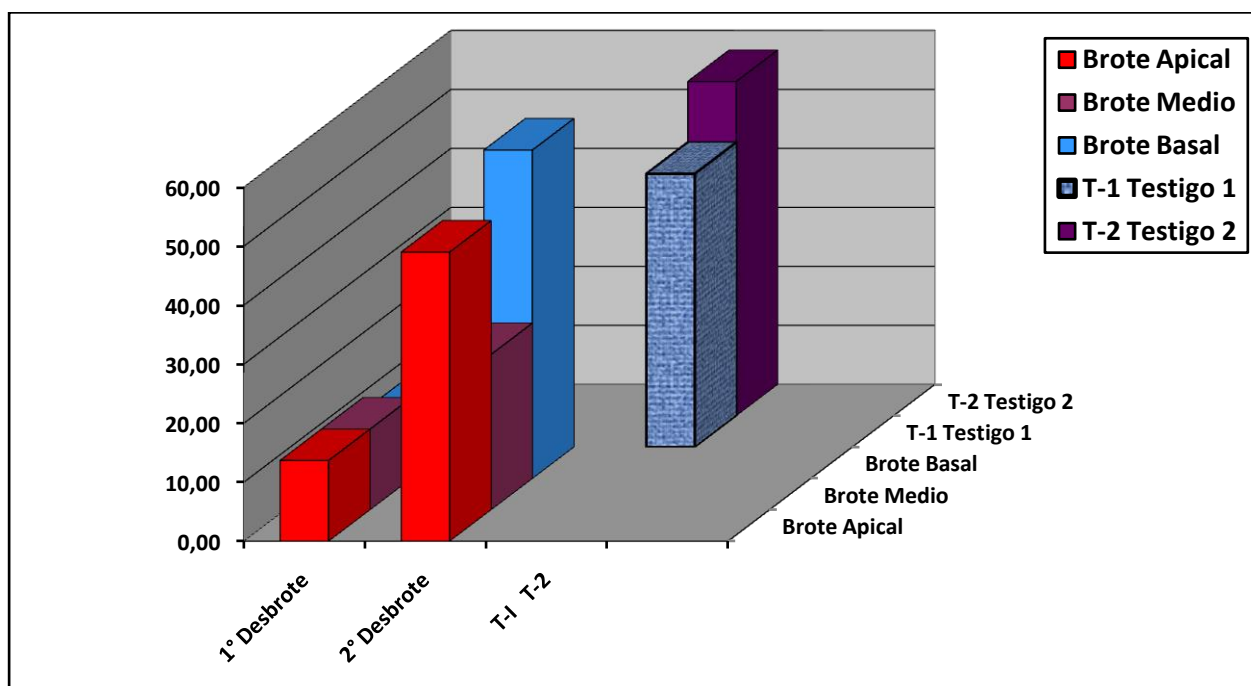
4.1.7.3 Tamaño III

El cuadro 16, describe que existe una diferencia altamente significativa la producción de los tubérculos del tamaño III, a partir de los tubérculos sin desbrotar (T-I) y los tubérculos desbrotados (T-II) frente a la producción del factorial (esquejes de brote).

El cuadro 16 y el gráfico 14, muestra que existe una diferencia altamente significativa en la producción obtenida de los tubérculos tamaño III, dentro del factor A (primer y segundo desbrote), con una diferencia significativa para el factor B (esquejes de brote).

Las diferencias significativas tanto para factor A como para factor B, demuestra que existe una diferencia significativa en la interacción de estos dos factores, corroborando por el análisis de la prueba Duncan (0.05) que muestra que no existe diferencia en la producción de tubérculos tamaño III a partir de esqueje de brote dentro del primer desbrote, pero existe diferencia dentro del segundo desbrote entre la producción del esqueje apical y el esqueje medio, como muestra el anexo 16.

GRÁFICO 14. Número de Tubérculos/m² Tamaño III (30- 45 mm)



Cuadro 19. Número de Tubérculos /m² Tamaño III (30-45mm)**(Comparación de promedios)**

TRATAMIENTOS		TOTALES	PROMEDIOS
a ¹ b ¹	(T1)	41	13,67
a ¹ b ²	(T2)	41	13,67
a ¹ b ³	(T3)	34	11,33
a ² b ¹	(T4)	147	49,00
a ² b ²	(T5)	79	26,33
a ² b ³	(T6)	167	55,67
		509	28,28
Testigo (T-I)		139	46,33
Testigo (T-II)		170	56,66

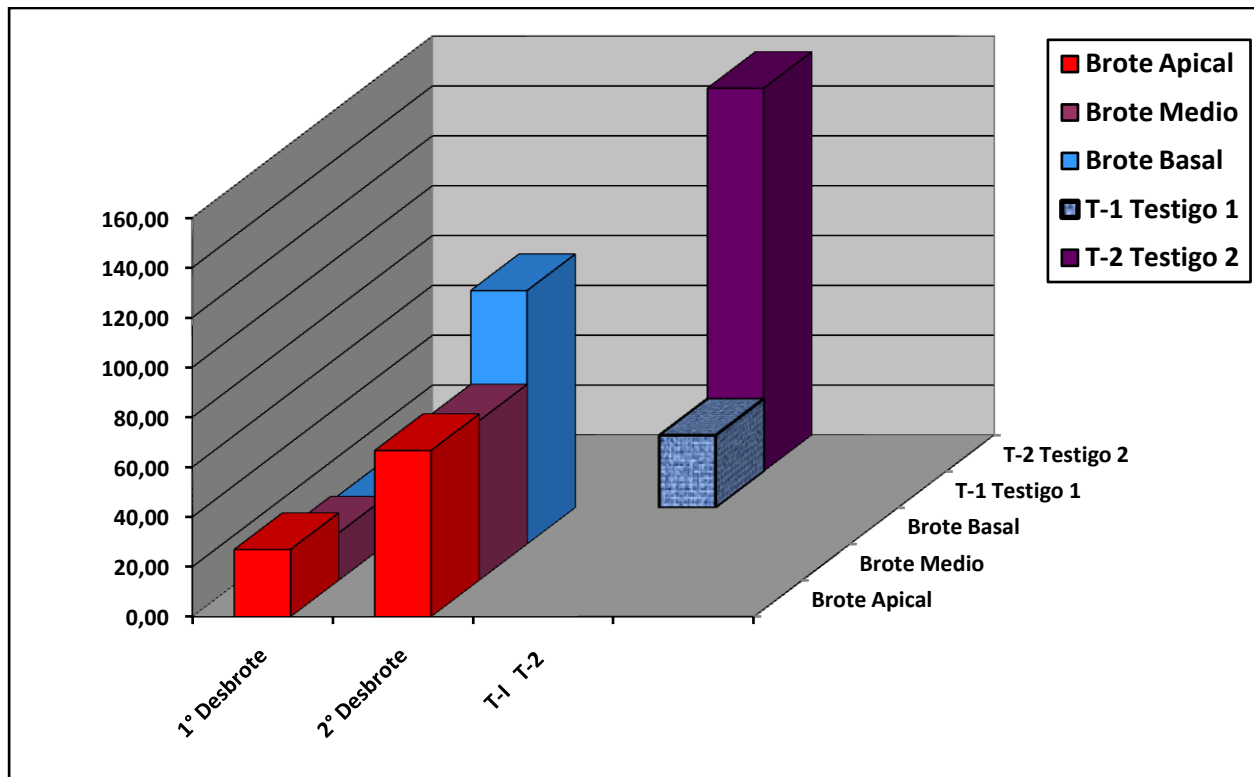
A pesar de lo descrito en el cuadro 16 anexo 16 y 17, el cuadro 19 y anexo 18 en el que se describe una comparación entre los promedios de producción, de los testigos (T-I y T-II) frente a los tratamientos resultantes de los esquejes provenientes del primer y segundo desbrote, demuestra que existen diferencias significativas entre el T-I y los tratamientos 1, 2,3 y 5. No así con los tratamientos 4 y 6, el T-II presentó las mismas características.

4.1.7.4 Tamaño IV

El cuadro 16, muestra que no existe diferencia significativa en la producción de tubérculos tamaño IV, entre los tubérculos no desbrotado (T-I) de los tubérculos obtenidos a partir de esquejes de brote.

Existe diferencia altamente significativa en cuanto al número de tubérculos tamaño IV entre la producción de los tubérculos desbrotados (T-II) y los esquejes de brote como lo muestra el gráfico 15 y los anexos 19, 20 y el cuadro 20.

GRAFICO 15. Número de Tubérculos/m² Tamaño IV (20-30 mm)



Cuadro 20. Número de Tubérculos /m², Tamaño IV (20-30 mm de diámetro)(Comparación de promedios).

TRATAMIENTOS		TOTALES	PROMEDIOS
a ¹ b ¹	(T1)	81	27
a ¹ b ²	(T2)	57	19
a ¹ b ³	(T3)	51	17
a ² b ¹	(T4)	200	66.67
a ² b ²	(T5)	192	64.00
a ³ b ³	(T6)	305	101.67
Testigo (T-I)		87	29.00
Testigo (T-II)		461	153.67

El cuadro 16, muestra que existe diferencia altamente significativa en la producción de los tubérculos tamaño IV, a partir de esquejes de brote principalmente entre el primer y segundo desbrote (gráfico 15 y anexo 21), y no así entre esquejes de brote específicamente, además de no existir una interacción entre estos dos factores.

4.1.8 Altura de planta

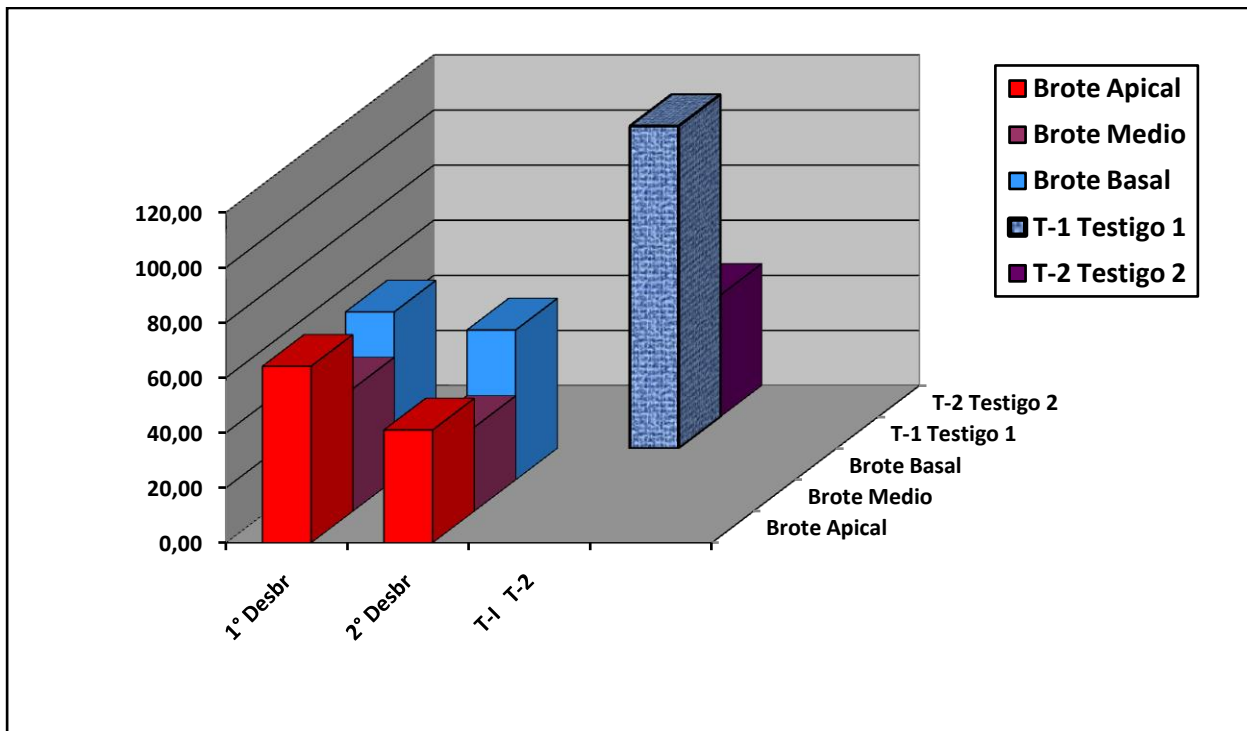
El cuadro 21, el gráfico 16 y los anexos 22 y 23, describen que existen diferencia altamente significativa de la altura entre las plantas provenientes de los tubérculos sin desbrotar (T-I) y las planta provenientes de esquejes de brote, y no existe diferencia significativa entre ellas provenientes de los tubérculos desbroitados (T-II) y plantas provenientes de esquejes de brote.

Existe una diferencia altamente significativa entre las alturas de las planta provenientes de esquejes de brote del primer desbrote frente a las planta provenientes de segundo desbrote, (factor), además no existe diferencia significativa entre las alturas de las plantas provenientes de los diferentes esquejes de brote (factor B); por lo tanto no existe diferencia significativa entre el de la interacción de estos dos factores.

Cuadro 21. ANVA, altura de planta, número de tallos y diámetro de tallos

F. de V.	G.L.	Altura de planta (cm)	Número de tallos	Diámetro de tallos
T-I vs. Factor	1	**	**	**
T-II vs. Factor	1	NS	**	NS
Factor A	1	**	NS	**
Factor de	2	*	NS	**
A x B	2	NS	NS	NS
EE	14			
Total	20			
C.V. %		16.8 - 20.1	3 - 27	9.2 - 9.4

GRÁFICO 16. Altura de Plantas en centímetros



Cuadro 22. Altura de plantas (cm) (Comparación de promedios).

TRATAMIENTOS		TOTALES	PROMEDIOS
a ¹ b ¹	(T1)	192,30	64,10
a ¹ b ²	(T2)	133,35	44,45
a ¹ b ³	(T3)	182,85	60,95
a ² b ¹	(T4)	122,82	40,94
a ² b ²	(T5)	91,44	30,48
a ² b ³	(T6)	136,17	54,39
Testigo (T-I)		885,93	49,22
Testigo (T-II)		351,00	117,00
		132,55	44,18

Toda esta interpretación es corroborado por la prueba Duncan (0,05) existe diferencia entre altura de las planta provenientes de esquejes de brote principalmente entre los provenientes del primer desbrote y el segundo.

El cuadro 22 y el anexo 24, describen en la comparación de promedios, una diferencia altamente significativa de la altura de la planta, entre las plantas provenientes de los tubérculos sin desbrotar (T-I) y las plantas de los tratamientos provenientes de esquejes de brote. No existiendo diferencia significativa entre las plantas de los tubérculos desbroitados frente a los tratamientos 2, 3, 4, 5 y 6, solamente se presenta diferencia entre las alturas de plantas del T-I y el tratamiento 1.

4.1.9 Número de tallos por planta

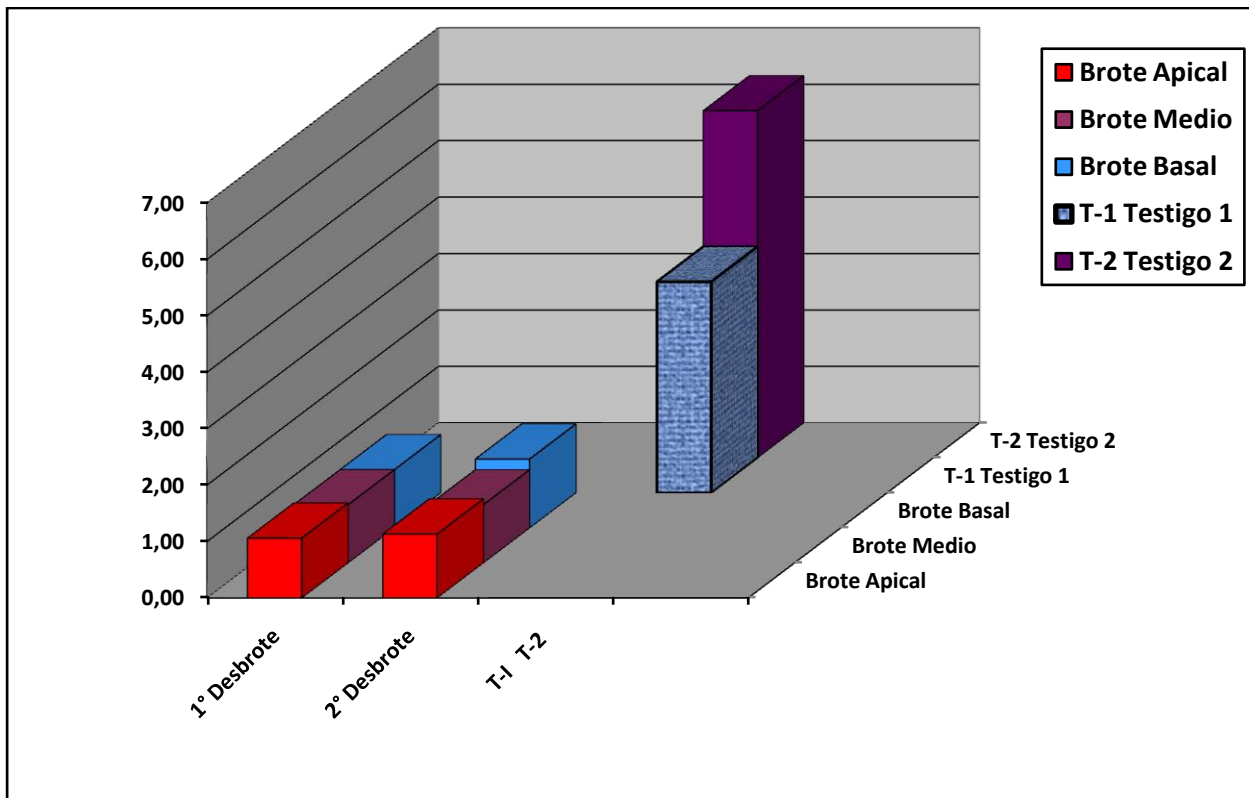
El cuadro 21, el gráfico 17 y los anexos 25 y 26, describen que existe una diferencia altamente significativa del número de tallos entre las plantas provenientes de tubérculos y plantas provenientes a partir de los esquejes de brote. Las plantas provenientes de los tubérculos generaron más de tres tallos en el caso de los tubérculos sin desbrotar (T-I), y más seis tallos en el caso de los tubérculos desbroitados (T- II). Las plantas provenientes de esquejes de brote generaron un promedio de 1,3 tallos por planta.

Por lo tanto no existe diferencia entre el número de tallos entre plantas provenientes de esquejes de brote provenientes del primer y segundo desbrote (factor A), tampoco existe diferencia entre los tipos de esquejes (factor B).

El cuadro 23 y el anexo 27, describen la comparación de promedios, confirmando la diferencia altamente significativa entre los testigos (T-I y T-II) y los tratamientos provenientes de esquejes de brote.

GRÁFICO 17.

Número de Tallos/Planta



Cuadro 23.

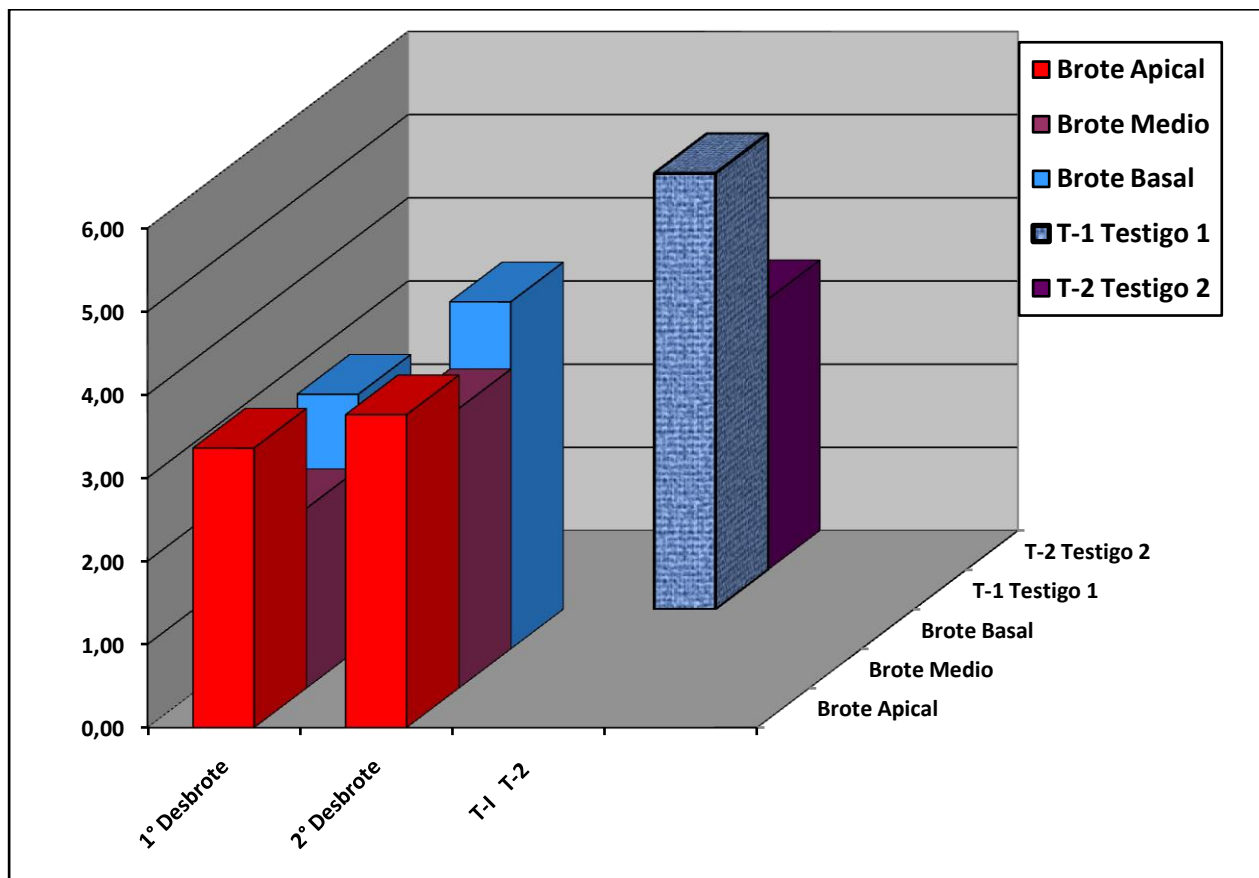
Número de Tallos/Planta (Comparación de Promedios).

TRATAMIENTOS		TOTALES	PROMEDIOS
a ¹ b ¹	(T1)	3,19	1,06
a ¹ b ²	(T2)	3,09	1,03
a ¹ b ³	(T3)	3,09	1,03
a ² b ¹	(T4)	3,4	1,13
a ² b ²	(T5)	3,4	1,03
a ² b ³	(T6)	3,7	1,22
Testigo (T-I)		19,54	1,09
Testigo (T-II)		11,21	3,74
		18,44	6,15

4.1.10 Diámetro de tallos

El cuadro 21, el gráfico 18 y los anexos 28 y 29, demuestran que existe una diferencia altamente significativa entre los diámetros de las plantas provenientes de los tubérculos no desbrotados y las plantas provenientes de esquejes de brote no existe diferencia entre los diámetros de las plantas de tubérculos desbrotados y las plantas provenientes de los esquejes de brote.

GRÁFICO 18. Diámetro de tallos en milímetros



Cuadro 24. Diámetro de Tallos (mm) (Comparación de promedios).

TRATAMIENTOS		TOTALES	PROMEDIOS
a ¹ b ¹	(T1)	10,07	3,36
a ¹ b ²	(T2)	6,48	2,16
a ¹ b ³	(T3)	9,18	3,06
a ² b ¹	(T4)	11,27	3,76
a ² b ²	(T5)	10,09	3,36
a ² b ³	(T6)	12,51	4,17
		59,60	3,31
Testigo (T-I)		15,73	5,24
Testigo (T-II)		9,76	3,25

Existe diferencia altamente significativa entre los diámetros de las plantas provenientes de esquejes de brote del primer desbrote frente a plantas provenientes del segundo desbrote (factor A), existiendo también diferencia altamente significativa entre los diámetros de las plantas provenientes de los tipos de esquejes de brote (factor B).

El cuadro 24 y el anexo 30, confirman en la comparación de promedios que existe una diferencia altamente significativa entre las plantas provenientes de tubérculos sin desbrozar frente a las plantas provenientes de esquejes de brote, sin diferencia significativa frente a las plantas provenientes de tubérculos desbrozados, en el caso de los tratamientos 1,3 y 5 y con una diferencia significativa 2 y 6.

4.1.11 Días a la cosecha

El ciclo vegetativo del cultivar puede variar entre 155-160 días considerándose una variedad tardía, en el caso del presente trabajo, la siembra de los tubérculos con y sin

desbrote y los esquejes de brote tuvo lugar la segunda quincena del mes de enero con una diferencia de quince días entre cada desbrote, esto por el tiempo de desarrollo y enraizamiento necesario de los brotes provenientes del segundo desbrote.

La cosecha de todo el ensayo se produjo al mismo tiempo la última semana de mayo, acortándose el ciclo vegetativo 20 a 25 días, principalmente aquellas plantas provenientes de esquejes de brote.

4.1.12 Presencia de Virus y nematodos

Según la nota interna 9/97 del Ing. Víctor Álvarez Mejía, los resultados del test de elisa efectuados en los laboratorios de Virología del Departamento de Fitopatología de la Estación Experimental Toralapa del PROGRAMA DE INVESTIGACION DE LA PAPA

PROINPA (1997) indica que, se determina la no presencia de los virus analizados en las tres muestras de follaje enviados (Anexo 31).

Respecto al método del vaso transparente que consiste en dejar desarrollar las raíces de tubérculos en vasos transparentes bajo condiciones de temperatura controlada y oscuridad por espacio de 15 a 20 días, para luego observar a través de las paredes los síntomas radiculares (nódulos) o la presencia de hembras inmaduras de *Globodera* spp.

Ambas pruebas demostraron la ausencia de virus y *globodera* spp. Requisitos necesarios para la producción de semilla pre básica, es decir se obtuvieron cultivos libre de patógenos, y por otra parte el desarrollo del cultivo para la producción de semilla pre básica con infraestructura adecuada como son los invernaderos.

4.1.13 Análisis económico

La ganancia en eficiencia se ha traducido en significativa reducción de costos unitarios Ezeta (2001), reporta costos inferiores a US\$ 0,20 por unidad.

En Latinoamérica el precio fluctúa entre US\$ 0,20 y 0,60 por unidad de tuberculillo mayor de 5 gramos, en el caso del presente trabajo dirigido cada brote adquiere un costo 0,06 a 0,20 US\$ ya que se obtuvo un promedio de tres brotes entre el primer y segundo desbrote, por lo tanto traducido a esquejes de brote cada uno adquiere un costo de unidad de siembra entre 0,02 a 0,06 US\$.

Enfocando el aspecto económico se considero un análisis de rentabilidad para demostrar los beneficios de la técnica de multiplicación por esquejes de brote, a continuación se detallan los insumos, los rendimientos y el beneficio/costo.

El cuadro 25 describe una relación de todo el proceso del análisis económico, donde los costos de producción han sido de 2.550 Bs. y el beneficio/costo de 1,06 Bs. Con una rentabilidad sobre la inversión del 5,94 por ciento.

Cuadro 25.

Análisis económico del estudio

Detalle	Unidad	Precio Unitario (\$us)	Cantidad por ciclo	Costo Total (\$us/40m2)
Alquiler del invernadero	Ambiente	80	1	80
Alquiler de bomba de agua		40	1	40
Semilla pre-básica	kg	30	3	90
Fungicidas				
TECTO 60	kg	20	1.6	32
RYDOMYL	kg	20	0.8	16
BENLATE	kg	20	1.6	32
BASAMID	kg	10	4	40
CUPRAVIT	kg	5	1.6	8
Turba	m3	11	16	176
Fertilizantes				
15-15-15	kg	1	8	8
UREA	kg	1	8	8
BAYFOLAN	L	15	0.8	12
Test de elisa	Muestras	2.5	6	15
Mano de obra				
Técnico	Jornal	10	100	1000
Ayudante	Jornal	5	168	840
Imprevistos				10
Costos de producción				2407
			rendimiento (kg/40m2)	
Rendimientos			85	2550
Ingreso Neto				143
Beneficio/Costo				1,06
Rentabilidad sobre inversión	Utilidad Neta/Inversión			5,94%

V. SECCIÓN CONCLUSIVA

5.1 CONCLUSIONES

- El porcentaje de viabilidad de los esquejes de brote enraizados y trasplantados fue de un 95,8% sin presentar diferencias significativas entre los tipos de esquejes provenientes tanto del primer como del segundo desbrote, en comparación al porcentaje de emergencia de las plantas provenientes de los tubérculos con y sin desbrote fue de 97,6%, siendo la diferencia de 1,8 %.
- El período vegetativo de las plantas provenientes de esquejes de brote, se acortó entre 20 y 25 en comparación a las plantas provenientes de tubérculos semilla, el comportamiento no estuvo influenciado por el tipo de esqueje de brote.
- Los promedios de producción (tn/ha), descritos en el gráfico 9 y cuadro 13 muestra una diferencia de producción, entre los esquejes de brote y los tubérculos desbrotados es mínima, y no así la producción de tubérculos sin desbrotar que es bastante mayor.
- Las plantas provenientes de esquejes de brotes producen mayor cantidad de tubérculos semilla tamaño III, en comparación a las plantas provenientes de un tubérculo semilla, que producen una mayor cantidad de tubérculos de tamaño IV, lo que se traduce en un mayor número de tubérculos por peso (ver cuadro 19).
- El trabajo en un ambiente controlado garantiza la producción de semilla libre de enfermedades fungosas (corroborado por los resultados del Test de Elisa) y plagas, requisito principal para ser catalogada como semilla pre básica.
- Los tubérculos que se usan para obtener esquejes de brote pueden ser utilizados como semilla. Aprovechando el tubérculo desbrotado en dos oportunidades, la producción obtenida de estas semillas presentan las mismas características en comparación a las obtenidas a las provenientes de esquejes de brote.
- Los costos de producción se reducen en un 40% que es lo que representa el valor del tubérculo - semilla.

- El índice de rentabilidad sobre inversión nos indica que respecto a lo invertido en la producción se obtuvo un 5,94% de utilidad en la gestión.

5.2 Recomendaciones

Por las ventajas que ofrece esta técnica, se recomienda aprovechar los esquejes de brote como unidades de producción por:

- Que es una técnica que incrementa los volúmenes de producción de semilla de Papa de alta calidad.
- Porque se constituyen en una unidad de siembra de igual o mejor características que los tubérculos-semilla.
- Es una alternativa que garantiza que a partir de poco material, existe un incremento sustancial de volumen de tubérculo semilla o para consumo.
- Es una tecnología de fácil manejo y de bajo costo que permite su adopción inmediata por el pequeño agricultor.
- No se utiliza hormona de enraizamiento, que incrementarían los costos.
- Garantiza la calidad fitosanitaria del cultivo y de la producción de tubérculos.
- Desde un punto de vista económico ofrece mayor rentabilidad frente a los tubérculos-semilla que tradicionalmente se utiliza para la producción de semilla de Papa.

VI BIBLIOGRAFÍA

CIP (Centro Internacional de la papa). 2006. Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica-Perú. 11p.

COCA, M. 2012. Una mirada al cultivo de la papa en Bolivia. Cochabamba – Bolivia. 4-5 p.

CORTEZ, M; HURTADO, G. 2002. Guía Técnica del Cultivo de la Papa. El Salvador. 9p.

COMPEDIO AGROPECUARIO 2012, Observatorio Agroambiental y Productivo 2012. Estado Plurinacional de Bolivia. 528 p.

EGÚSQUIZA, B. 2000. La papa Producción, transformación y comercialización. Perú. 19 p.

EZETA, F. 2001. Producción de Semilla de Papa en Latinoamérica. Revista latinoamericana de la papa. Lima- Perú. 7-8 p.

GOMEZ, M. 2005. Memorias “I taller nacional sobre suelos, fisiología y nutrición vegetal en el cultivo de la papa” – artículo “Análisis de suelos como herramienta de diagnóstico en la evaluación química de la fertilidad en el cultivo de papa” Bogotá Colombia febero 9-10 de 2005. 89 pp.

HIDALGO, O. MARCA, J. PALOMINO, L. (s.f.). Manual de capacitación. Producción de semilla pre-básica y básica usando métodos de multiplicación acelerada. 8, 15, 18 p.

IBCE (Instituto Boliviano de Comercio Exterior). 2012. CIFRAS.. Bolivia. Boletín N°141.

INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal), 2012. Manual para la producción de semilla de papa. Cartilla informativa.

INIAF, 1999. Norma específica para la certificación de Semilla de Papa. La-Paz Bolivia. 4-12 p.

LOS TIEMPOS. 2010. Papa boliviana de exportación llega a 4 países (en línea). Cochabamba-Bolivia. Consultado el 14 feb. 2014. Disponible en <http://www.lostiempos.com/diario/actualidad/economia>

MONTALDO A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. San José, Costa Rica. 40 p.

MONTESDEOCA F. 2005. Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad. PNTR-INIAP-Proyecto Fortipapa. Quito-Ecuador. 20 p.

MORANTE, C. 2012. Departamento, D., Fitotecnia, D., & Vegetal, P. (n.d.). Una mirada al cultivo de la papa en Bolivia, (Ochoa 1990), 1–19.

OCHOA, C. Las Papas de Sudamérica: Bolivia. 2001. Lima-Perú. 321 p.

SANCHEZ, J. LOPEZ A. RODRIGUEZ. 2005. Determinación de las etapas críticas en el desarrollo fenológico del cultivo de la papa *Solanum phureja*, frente al ataque de la polilla guatemalteca *Tecia colanivora* (Lepidóptera Gelechiidae). Vol 23.

SIERT G. (s.f.). Efecto de la densidad de tallos en la producción de papa. Centro internacional de la papa (CIP)

SOTOMAYOR, L. MÉNDEZ, L. (s.f.). Técnicas de multiplicación rápida en papas. Carillanca. 107, 110 p.

TAPIA, M. FRIES, M. 2007. FAO – ANPE. Guía de campo de los cultivos andinos
Lima-Perú. 25-42 p.

VILLAMIL H. Memorias “I taller nacional sobre suelos, fisiología y nutrición vegetal en el cultivo de la papa” – artículo “Fisiología de la nutrición de la papa” Bogotá Colombia febero 9-10 de 2005. 20 pp

ZEBALLOS, H.; BALDERRAMA, F.; CONDORI, B.; BLAJOR, J. 2009. Economía de la papa en Bolivia 1998-2007. Cochabamba-Bolivia. 28-30 p.

ANEXOS

Anexo N° 1 Producción Tn/Ha

ANVA, Testigo (T-I) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T 1%
Testigo Vs. Fact.	1	12.233	12,233	152913 **	4.60	8.86
Factor A	1	0.201	0.201	2.513 NS	4.60	8.86
Factor B	2	1.464	0.732	9.150 **	3.74	6.51
A x B	2	0.286	0.143	1.788 NS	3.74	6.51
E.E.	14	1.118	0.080			
Total	20	15.301				
C.V. %	16					

Anexo N° 2 Producción Tn/Ha

ANVA, Testigo (T-II) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.I	1	0.075	0.075	1.000 NS	4.60	8.86
Factor A	1	0.201	0.201	2.680 NS	4.60	8.86
Factor B	2	1.464	0.732	9.760 **	3.74	6.51
A x B	2	0.286	0.143	1.920 NS	3.74	6.51
E.E.	14	1.044	0.075			
Total	20	3.096				
C.V. %	18.6					

Anexo N° 3 Producción Tn/Ha

Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos .

Testigo (T-I) Vs. Factorial			Testigo (T-II) Vs. Factorial		
Media	Trats.	Comparación	Media	Trats.	Comparación
(T-I)= 3.63	T1=1.34	Vs. T1= 9.9 **	(T-II)=1.61	T1=1.34	Vs. T1= 1.2 NS
To(0.05/2;	T2=1.05	Vs. T2=11.2 **	To(0.05/2;	T2=1.05	Vs. T2= 2.5 *
14gl EE)=2.30	T3=1.63	Vs. T3= 8.7 **	14gl EE)=2.30	T3=1.63	Vs. T3= 0.06 NS
	T4=1.90	Vs. T4= 7.9 **		T4=1.90	Vs. T4= 1.39 NS
	T5=1.04	Vs. T5=11.2**		T5=1.04	Vs. T5= 2.6 *
S.d.=0.231	T6=1.71	Vs. T6= 8.3**	S.d.=0.231	T6=1.71	Vs. T6= 0.4 NS

Anexo N° 4 Número de Tubérculos/m²

ANVA, Testigo (T-I) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	2113,142	2113,142	11.116 **	4.60	8.86
Factor A	1	32.258.000	32.258.000	169.694 **	4.60	8.86
Factor B	2	3969,333	1.984.667	10.440 **	3.74	6.51
A x B	2	3.268.000	1.634.000	8.596 **	3.74	6.51
E.E.	14	2661,335	190.095			
Total	20	44269,81				
C.V. %	17.2					

Anexo N° 5 Número de Tubérculos/m²

ANVA, Testigo (T-II) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	408240,000	408240,000	168.860 **	4.60	8.86
Factor A	1	32.258.000	3225800,000	133.429 **	4.60	8.86
Factor B	2	3969,333	1984667,000	8.209 **	3.74	6.51
A x B	2	3.268.000	1634000,000	6.759 **	3.74	6.51
E.E.	14	3384,66	241.76			
Total	20	83704.00				
C.V. %	18					

Anexo N° 6 Número de Tubérculos/m²

Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos

Media T-I = 115.67	Media de Trats.	Vs. T-I	Vs. T-II
Media T-II = 213.00	T1=50.33	5.8 *	12.8 *
Sd. (T-I) = 11.26	T2=39.67	6.8 *	13.7 *
Sd. (T-II) = 12.69	T3=44.00	6.4 *	13.3 *
To(0.05/2;	T4=125.67	0.9 NS	6.9 *
14 GL EE) = 2.30	T5=97.00	1.66 NS	9.1 *
	T6=165.33	4.41 *	3.8 *

Anexo N° 7

Número de Tubérculos/planta

ANVA, Testigo (T-I) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	32.023	32.023	244450 **	4.60	8.86
Factor A	1	6.148	6.148	46931 **	4.60	8.86
Factor B	2	0.532	0.266	2031 NS	3.74	6.51
A x B	2	0.867	0.434	3313 NS	3.74	6.51
E.E.	14	1.831	0.131			
Total	20	41.401				
C.V. %	12.4					

Anexo N° 8

Número de Tubérculos/planta

ANVA, Testigo (T-II) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	193.539	193.539	703.778 **	4.60	8.86
Factor A	1	6.148	6.148	22.356 **	4.60	8.86
Factor B	2	0.532	0.266	0.967 NS	3.74	6.51
A x B	2	0.867	0.434	1.578 NS	3.74	6.51
E.E.	14	3.844	0.275			
Total	20	204.930				
C.V. %	13.9					

Anexo N° 9

Número de Tubérculos/Planta

Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos

Media T-I = 6.05	Media de Trats.	Vs. T-I	Vs. T-II
Media T-II = 11.20	T1=2.20	13.02 *	21.03 *
Sd. (T-I) = 0.29	T2=1.72	14.65 *	22.73 *
Sd. (T-II) = 0.12	T3=1.90	14.05 *	21.73 *
To(0.05/2;	T4=2.81	10.96 *	19.60 *
14 GL EE) = 2.30	T5=2.93	10.55 *	19.32 *
	T6=3.59	8.32 *	17.78 *

Anexo N° 10

Número de Tubérculos /m², Tamaño I (mayor a 55 mm de diámetro)

ANVA, Testigo (T-I) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	49,532	49,532	15,759 **	4.60	8.86
Factor A	1	12,500	12,500	3,977 NS	4.60	8.86
Factor B	2	2,778	1,389	0,442 NS	3.74	6,51
A x B	2	4,333	2,167	0,689 NS	3.74	6,51
E.E.	14	44,000	3,143			
Total	20	113,143				
C.V. %	112,8					

Anexo N° 11

Número de Tubérculos /m², Tamaño I (mayor a 55 mm de diámetro)

ANVA, Testigo (T-II) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	2,294	2,294	1,025 NS	4.60	8.86
Factor A	1	12,500	12,500	5,585 *	4.60	8.86
Factor B	2	2,778	1,389	0,621 NS	3.74	6.51
A x B	2	4,333	2,167	0,968 NS	6.74	6.51
E.E.	14	31,333	2,238			
Total	20	53,238				
C.V. %	158,5					

Anexo N° 12

Número de Tubérculos /m², Tamaño I (mayor a 55 mm de diámetro)

Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos

Media T-I = 5,33	Media de Trats.	Vs. T-I	Vs. T-II
Media T-II = 0,0	T1=1	2,99 *	0,89 NS
S.d. (T-I) = 1,45	T2=1,33	2,76 *	1,09 NS
S.d. (T-II) = 1,22	T3=3	1,61 NS	2,45 *
To(0.05/2;	T4=1	2,99 *	0,89 NS
14 GL EE) = 2,30	T5=0	3,69 *	0,00 NS
	T6=0	3,69 *	0,00 NS

Anexo N° 13 Número de Tubérculos /m², Tamaño II (45-55 mm de diámetro)

ANVA, Testigo (T-I) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	1.828,571	1.828,571	186,399 **	4.60	8.86
Factor A	1	0,889	0,889	0,091 NS	4.60	8.86
Factor B	2	43,000	21,500	2,192 NS	3.74	6.91
A x B	2	18,788	9,389	0,957 NS	3.74	6.91
E.E.	14	137,333	9,810			
Total	20	2.028,571				
C.V. %	25,8					

Anexo N° 14 Número de Tubérculos /m², Tamaño II (45-55 mm de diámetro)

ANVA, Testigo (T-II) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	82,571	82,571	8,757 *	4.60	8.86
Factor A	1	0,889	0,889	0,094 NS	4.60	8.86
Factor B	2	43,000	21,500	2,280 NS	3.74	6.51
A x B	2	18,778	9,389	0,996 NS	3.74	6.51
E.E.	14	132,000	9,429			
Total	20	277,238				
C.V. %	40,81					

Anexo N° 15 Número de Tubérculos /m², Tamaño II (45-55 mm de diámetro)

Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos

Media T-I = 35	Media de Trats.	Vs. T-I	Vs. T-II
Media T-II = 2,66	T1=8,67	10,30 *	2,39 *
S.d. (T-I) = 2,56	T2=5,67	11,47 *	1,20 NS
S.d. (T-II) = 2,51	T3=11,33	9,26 *	3,46 *
To(0.05/2;	T4=9,67	9,91 *	2,80 *
14 GL EE) = 2,30	T5=6,67	11,08 *	1,60 NS
	T6=8,00	10,56 *	2,13 NS

Anexo N° 16 Número de Tubérculos/m², Tamaño III (30-45 mm de diámetro)

ANVA, Testigo (T-I) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	838,293	838,293	11,093 **	4.60	8.86
Factor A	1	4.262,722	4.262,722	56,407 **	4.60	8.86
Factor B	2	630,778	315,389	4,173 *	3.74	6.51
A x B	2	798,778	399,289	5,285 *	3.74	6.51
E.E.	14	1.058,000	75,571			
Total	20	7.588,571				
C.V. %	28.2					

Anexo N° 17 Número de Tubérculos/m², Tamaño III (30-45 mm de diámetro)

ANVA, Testigo (T-II) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	2.072,389	2.072,389	28,501 **	4.60	8.86
Factor A	1	4.262,722	4.262,722	58,623 **	4.60	8.86
Factor B	2	630,778	315,389	4,337 *	3.74	6.51
A x B	2	798,778	399,389	5,493 *	3.74	6.51
E.E.	14	1.018,000	72,714			
Total	20	8.782,667				
C.V. %	26,4					

Anexo N° 18 Número de Tubérculos/m², Tamaño III (30-45 mm de diámetro)

Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos

Media T-I = 46,33	Media de Trats.	Vs. T-I	Vs. T-II
Media T-II = 56,66	T1=13,67	4,60 *	6,17 *
S.d. (T-I) = 7,09	T2=13,67	4,60 *	6,17 *
S.d. (T-II) = 6,96	T3=11,33	4,93 *	6,51 *
To(0.05/2;	T4=49,00	0,38 NS	1,10 NS
14 GL EE) = 2,30	T5=26,33	2,81 *	4,36 *
	T6=55,67	1,31 NS	0,14 NS

Anexo N° 19

Número de Tubérculos /m², Tamaño IV (20-30 mm de diámetro)

ANVA, Testigo (T-I) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	1.051.556	1.051.556	3.273 NS	4.60	8.86
Factor A	1	14.336.889	14.336.889	44.630 **	4.60	8.86
Factor B	2	1.005.444	502.722	1.565 NS	3.74	6.51
A x B	2	1.813.445	906.723	2.823 NS	3.74	6.51
E.E.	14	4.497.333	321.238			
Total	20	22.704.667				
C.V. %	38.7					

Anexo N° 20

Número de Tubérculos /m², Tamaño IV (20-30 mm de diámetro)

ANVA, Testigo (T-II) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	28.050.793	28.050.793	82816 **	4.60	8.86
Factor A	1	14.336.889	14.336.889	42.327 **	4.60	8.86
Factor B	2	1.005.444	502.722	1.484 NS	3.74	6.51
A x B	2	1.813.445	906.723	2.677 NS	3.74	6.51
E.E.	14	4.742.000	338.714			
Total	20	49.948.571				
C.V. %	28.7					

Anexo N° 21

Número de Tubérculos /m² Tamaño IV (20 - 30 mm de diámetro)

Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos

Media T-I = 29	Media de Trats.	Vs. T-I	Vs. T-II
Media T-II = 153.67	T1=27	0.14 NS	8.43 *
S.d. (T-I) = 14.63	T2=19	0.68 NS	8.96 *
S.d. (T-II) = 15.03	T3=17	0.82 NS	9.10 *
To (0.05/2;	T4=66.7	2.57 *	5.79 *
14 GL EE) = 2.30	T5=64	2.39 *	5.97 *
	T6=101.7	4.97 *	3.46 *

Anexo N° 22 Altura de plantas (cm)

ANVA, Testigo (T-I) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	11.814,054	11.814,054	135,152 **	4.60	8.86
Factor A	1	954,409	954,409	10,918 **	4.60	8.86
Factor B	2	1.322,835	661,418	7,567 *	3.74	6,51
A x B	2	207,461	103,731	1,187 NS	3.74	6,51
E.E.	14	1.223,779	87,413			
Total	20	15.522,358				
C.V. %	16,8					

Anexo N° 23 Altura de plantas (cm)

ANVA, Testigo (T-II) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	65,189	65,189	0,684 NS	4.60	8.86
Factor A	1	954,409	954,409	10,011 **	4.60	8.86
Factor B	2	1.322,835	661,418	6,938 **	3.74	6.51
A x B	2	103,731	103,731	1,088 NS	3.74	6.51
E.E.	14	95,336	95,336			
Total	20					
C.V. %	20					

Anexo N° 24 Altura de plantas (cm)

Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos

Media T-I = 117	Media de Trats.	Vs. T-I	Vs. T-II
Media T-II = 44,18	T1=64,10	6,30 *	2,50 *
S.d. (T-I) = 7,63	T2=44,45	9,50 *	0,03 NS
S.d. (T-II) = 7,96	T3=60,95	7,34 *	2,1 NS
To(0.05/2;	T4=40,94	9,96 *	0,41 NS
14 GL EE) = 2,30	T5=30,48	11,33 *	1,71 NS
	T6=54,39	8,2 *	1,28 NS

Anexo N° 25 Número de Tallos/Planta

ANVA, Testigo (T-I) Vs. Factorial

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	18,073	18,073	125,756 **	4.60	8.86
Factor A	1	0,036	0,036	0,250 NS	4.60	8.86
Factor B	2	0,028	0,014	0,098 NS	3.74	6.51
A x B	2	0,028	0,014	0,098 NS	3.74	6.51
E.E.	14	2,012	0,144			
Total	20	20,177				
C.V. %	3					

Anexo N° 26 Número de Tallos/Planta

ANVA, Testigo (T-II) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	65,867	65,867	277,335 **	4.60	8.86
Factor A	1	0,036	0,036	0,152 NS	4.60	8.86
Factor B	2	0,028	0,014	0,059 NS	3.74	6.51
A x B	2	0,028	0,014	0,059 NS	3.74	6.51
E.E.	14	3,325	0,238			
Total	20	69,284				
C.V. %	3					

Anexo N° 27 Número de Tallos/Planta

Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos

Media T-I = 3,74	Media de Trats.	Vs. T-I	Vs. T-II
Media T-II = 6,15	T1=1,06	8,63 *	12,75 *
S.d. (T-I) = 0,31	T2=1,03	8,74 *	12,83 *
S.d. (T-II) = 0,39	T3=1,03	8,74 *	12,83 *
To(0.05/2;	T4=1,13	8,40 *	12,58 *
14 GL EE) = 2,30	T5=1,03	8,73 *	12,83 *
	T6=1,22	8,12 *	12,35 *

Anexo N° 28 Diámetro de Tallos (mm)

ANVA, Testigo (T-I) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	9,600	49,532	15,759 **	4.60	8.86
Factor A	1	3,681	12,500	3,977 NS	4.60	8.86
Factor B	2	2,727	1,389	0,442 NS	3.74	6,51
A x B	2	0,579	2,167	0,689 NS	3.74	6,51
E.E.	14	1,333	3,143			
Total	20					
C.V. %	9,2					

Anexo N° 29 Diámetro de Tallos (mm)

ANVA, Testigo (T-II) Vs. Factorial

F. de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%	F.T. 1%
Testigo Vs. Fact.	1	0,009	0,009	0,089 NS	4.60	8.86
Factor A	1	3,681	3,681	38,061 **	4.60	8.86
Factor B	2	2,727	1,354	14,103 **	3.74	6.51
A x B	2	0,579	0,290	2,998 NS	3.74	6.51
E.E.	14	1,354	0,097			
Total	20	8,350				
C.V. %	9,4					

Anexo N° 30 Diámetro de Tallos (mm)

Comparación de Medias, Testigos Vs. Tratamientos

Media T-I = 5,24	Media de Trats.	Vs. T-I	Vs. T-II
Media T-II = 3,25	T1=3,36	7,52 *	0,43 NS
S.d. (T-I) = 0,25	T2=2,16	12,24 *	4,36 *
S.d. (T-II) = 0,25	T3=3,06	8,67 *	0,76 NS
To(0.05/2;	T4=3,75	5,92 *	2,04 NS
14 GL EE) = 2,30	T5=3,36	7,47 *	0,44 NS
	T6=4,17	4,25 *	3,68 *