

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**



**PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) CON SEIS  
DENSIDADES DE POBLACIÓN BAJO CONDICIONES HIDROPÓNICAS**

**POR**

**BLADIMIR MORALES ROBLERO**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO**

**DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE DEL 2007**

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR  
DE ASESORIA, QUE SE SOMETE COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

APROBADA

---

M. C. LUIS EDMUNDO RAMIREZ RAMOS  
**ASESOR PRINCIPAL**

---

DR. MARCO ANTONIO ARELLANO G.  
**ASESOR  
EXTERNO**

---

ING. CARLOS ROJAS PEÑA  
**COASESOR**

---

M.C TOMAS REYNA CEPEDA  
**COASESOR**

---

DR. RAÚL RODRÍGUEZ GARCÍA  
**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y hermanos por comprenderme siempre y por apoyarme en las situaciones buenas y malas de la vida tanto económica como moralmente. Muchas gracias. Ya que sin su ayuda jamás hubiese logrado el éxito y el cumplimiento de este proyecto que al principio era solo un sueño y que ahora se hace realidad.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y en especial, al personal docente y administrativo del Departamento de Riego y Drenaje (RyD) por brindarme la oportunidad y conocimientos necesarios para ser un profesionalista útil para mi País.

Al M.C. Luís Edmundo Ramírez Ramos por su acertada asesoría en la planeación del tema de investigación, así como por sus valiosas aportaciones en este proyecto.

Al Dr. Marco Antonio Arellano García, por la confianza, amistad, orientación y buena disposición para asesorar esta investigación.

A todos los maestros del Departamento, que contribuyeron arduamente en mi formación profesional. Ellos son:

M.C. Sergio Z. Garza Vara, Dr. Raúl Rodríguez García, Dr. Alejandro Zermeño González, Dra. Manuela Bolívar Duarte.

A mi compañero y gran amigo de Generación. Hilder Ramírez Zunún, que me permitió convivir con él durante una etapa de mi vida, durante mi estancia en la UAAAN.

# DEDICATORIA

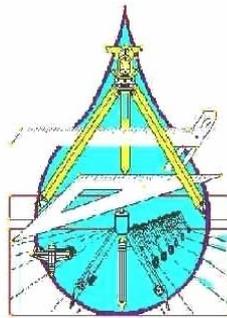
*A mis padres.*



*Tadeo Morales  
Minerva Reblero*

*A mis hermanos:*

*José Luis  
Vecquer  
Abdón Bulmaro  
Efrén Cristino*



*Silvia  
Eva Minerva  
Edith  
Clariza Ennifer  
Renata Mireli*

*A mi sobrino: Luis Enrique*

*A todos mis maestros*

*A mi alma mater.*

**COMPENDIO**

**PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA (Solanum tuberosum L.) CON SEIS  
DENSIDADES DE POBLACIÓN BAJO CONDICIONES HIDROPÓNICAS**

**POR**

**BLADIMIR MORALES ROBLERO**

**LICENCIATURA**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE DEL 2007**

**Palabra clave:** Densidades de población, de papa, tamaño de semilla, minitubérculos

**M.C. Luís Edmundo Ramírez Ramos – Asesor –**

## ÍNDICE DE CUADROS

Diámetro de tallos por cada 0.25 m<sup>2</sup> de la población 1 directamente en el lugar de establecimiento de la investigación Invernadero Sagarpa – Inifap 2007---- 42

Diámetros de tallos por cada 0.25 m<sup>2</sup> de la población II directamente en el lugar de establecimiento de la investigación Invernadero Sagarpa – Inifap 2007---- 43

Diámetros de tallos por cada 50 cm<sup>2</sup> de la población III directamente en el lugar de establecimiento investigación Invernadero Sagarpa – Inifap 2007 ----- 44

Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a diámetros menores de 1 cm ----- 49

Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a diámetros de 1 – 2.4 cm ----- 50

Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a diámetros de 2.4 – 5 cm ----- 50

Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar los rendimientos en base a diámetros mayores de 32 cm ----- 51

Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a peso menores de 2 g -----	51
Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a peso menores de 2 – 3.9 g -----	52
Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a peso menores de 4 a 7.9 g -----	52
Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a peso menores de 8 a 15.9 g -----	53
Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a peso menores de 16 a 31.9 g -----	53
Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a peso mayor de 32 g -----	54
Significancia estadística para tallos en seis densidades de población y tres repeticiones de Minitubérculos -----	54
Cantidad de minitubérculos por m <sup>2</sup> de la clasificación < de 1 cm de diámetro (polar) ----- -----	55

Cantidad de minitubérculos por m <sup>2</sup> de la clasificación de 1 – 2.4 cm de diámetro (polar) - -----	56
Cantidad de minitubérculos por m <sup>2</sup> de la clasificación de 2.4 a 5 cm de diámetro (polar) - -----	57
Cantidad de minitubérculos por m <sup>2</sup> de la clasificación > de 5 cm de diámetro (polar) ----- -----	58
Cantidad de minitubérculos por m <sup>2</sup> de la clasificación < de 2 g -----	59
Cantidad de minitubérculos por m <sup>2</sup> de la clasificación de 2 – 3.9 g -----	60
Cantidad de minitubérculos por m <sup>2</sup> de la clasificación de 4 – 7.9 g -----	61
Cantidad de minitubérculos por m <sup>2</sup> de la clasificación de 8 - 15.9 g -----	62
Cantidad de minitubérculos por m <sup>2</sup> de la clasificación de 16 – 31.9 g -----	63
Cantidad de minitubérculos por m <sup>2</sup> de la clasificación > de 32 g -----	64
Cantidad de tallo por m <sup>2</sup> en mm -----	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Tipo de invernadero que se utilizó para el establecimiento del proyecto de la investigación establecido en SAGARPA del estado de Coahuila ----- 34

Inyector de fertilizantes utilizados para la aplicación de fertilizantes requeridos en la investigación, con un sistema de fertirriego ----- 35

Sistema de riego que se utilizó en la investigación y es el de riego por goteo con cintilla ----- 35

Tensiometro, que se utilizó para saber la humedad del suelo con el objetivo de realizar el riego a tiempo ----- 35

Presenta la malla que se utilizó en el cultivo, con la finalidad de evitar acame y pudrición de los tallos al hacer contacto directo con el suelo húmedo ----- 36

Vernier electrónico, que se utilizó para la determinación de los diámetros polares y  
ecuatoriales de los minitubérculos ----- 36

Representación de la clasificación de minitubérculos menor de 2 g ----- 37

Representación de la clasificación de minitubérculos de la clasificación de 2-3.9 g -----  
----- 37

Representación de la clasificación de minitubérculos de la clasificación de 4 - 7.9 g -----  
----- 38

Representación de la clasificación de minitubérculos de la clasificación de 8 – 15.9 g ----  
----- 38

Representación de la clasificación de minitubérculos de la clasificación de 16 – 31.9 g --  
----- 39

Representación de la clasificación de minitubérculos de la clasificación mayor de 32 g --  
----- 39

Clasificación de minitubérculos menor de 1 cm. de diámetro ----- 40

Clasificación de minitubèrculo de 1- 2.4 cm. de diámetro ----- 40

Clasificación de minitubèrculo de 2.4 - 5 cm de diámetro -----	41
Clasificación de minitubèrculo mayor de 5 cm de diámetro -----	41
Número de tubérculos obtenidos en cuanto a los diámetros polares de la clasificación < de 1 cm. -----	55
Número de tubérculos obtenidos en cuanto a los diámetros de la clasificación de 1 a 2.4 cm de diámetro polar -----	56
Rendimientos obtenidos en cuanto a los diámetros de minitubérculos de la clasificación de 2.4 a 5 cm de diámetro polar -----	57
Rendimientos de la clasificación mayor de 5 cm -----	58
Rendimiento de minitubérculos de la clasificación con base a peso menor de 2 g ----- -----	59
Rendimientos obtenidos en promedio de Minitubérculos de la clasificación de 2 a 3.9 g -----	60
Rendimientos obtenidos de los promedios de los tratamientos de la clasificación de 4 a 7.9 g -----	61

Rendimientos obtenidos de los promedios de la clasificación de minitubérculos de 8 a 15.9 g -----	62
Rendimientos obtenidos de los promedios de la clasificación de minitubérculos de 16 – 31.9 g -----	63
Rendimientos obtenidos de los promedios de la clasificación de minitubérculos > de 32 g -----	64
Rendimientos de tallos promedios -----	65

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS -----	i
DEDICATORIA -----	ii
INDICE DE CUANDROS -----	iv
INDICE DE FIGURAS -----	vii
RESUMEN -----	1
INTRODUCCIÓN -----	3
OBJETIVO GENERAL -----	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS -----	7
HIPOTESIS -----	7
REVISIÓN DE LITERATURA -----	8

Características importantes -----	8
Botánica sistemática y morfología de la papa -----	8
Hábito de crecimiento -----	9
Raíces -----	9
Tallos -----	10
Estolones -----	10
Tubérculos -----	11
Brotos -----	13
Hojas -----	13
Inflorescencia, flor -----	14
Semilla sexual -----	15
Desarrollo fisiológico de la plántula semilla de papa -----	15
Dominancia apical -----	16
Manejo de almacenamiento -----	16
Desbrotamiento -----	17
Brotamiento múltiple -----	17
Técnicas de obtención de semilla de papa -----	18
Producción de plántula – semilla en laboratorio -----	18
Cultivo de tejidos -----	19
Técnicas de termoterapia -----	20
Cultivo de meristemo -----	21
Producción de plántula – semilla en invernadero -----	21
Multiplicación acelerada -----	21
Esquejes de brotes -----	22

Esquejes de tallo juvenil -----	23
Esquejes de tallo lateral -----	24
Esqueje de tallo adulto -----	25
Producción de plántulas-semillas -----	25
Selección positiva -----	25
Selección negativa -----	26
Selección clonal -----	27
Unidad de plántula -----	27
Índice de plántula -----	28
Semilla botánica, un método alternativo para la producción de papa -----	29
Plantación de plántulas en invernaderos -----	29
Condiciones de invernadero -----	29
Preparación del sustrato -----	30
Plantación -----	30
Fertilización -----	31
Labores culturales -----	31
Riego -----	31
Control de heladas a la luz solar -----	31
Aporques -----	32
Chequeos -----	32
Cosecha -----	32
MATERIALES Y MÉTODOS -----	33
Localización donde se realizó la investigación -----	33
Material genético -----	33

Material y equipo requerido -----	34
Metodología -----	36
Diseño experimental y establecimiento del experimento -----	45
Tratamientos -----	45
Características evaluadas -----	45
Análisis estadístico -----	46
Comparación de medias -----	46
Consideraciones estadísticas -----	46
Parámetros de observación -----	47
Rendimiento -----	47
Diámetro de tallo -----	47
Diámetro y número de minitubérculos -----	48
Número de tubérculos de cada categoría por peso y diámetro polar-----	48
RESULTADOS Y DISCUSIONES -----	49
CONCLUSIONES -----	66
LITERATURA CITADA -----	67
APÉNDICE -----	74

## **RESUMEN**

El presente estudio se realizó para evaluar el rendimiento de cuatro densidades de población de semilla de papa empleando plántulas de la variedad Gigant. Al momento de la cosecha se procedió la clasificación en cuatro categorías a las cuales llamamos: de primera (> de 5 mm); segunda (de 2.4 - 5 mm); de tercera (de 1 – 2.3 mm); y de cuarta (< de 1mm), e base al diámetro polar.

En México, se cultiva la papa en un área de 75,000 hectáreas, de las cuales se producen 1'100,000 toneladas aproximadamente, con un promedio de producción de 18 toneladas ha<sup>-1</sup>, el cual se considera bajo, principalmente por la contaminación de la semilla por virus y a la poca disponibilidad de buena calidad y sanidad de la semilla.

La demanda potencial de semilla certificada es de 240,000 toneladas anuales sin embargo, solamente se produce el 12.5 por ciento de la demanda nacional. Tomando en cuenta la situación del cultivo de papa en México, se planificó esta investigación con el propósito de practicar alternativas de producción de semilla de buena calidad bajo condiciones hidropónicas. Resultados obtenidos en otros países demuestran que para llegar a obtener un buen nivel de producción de papa para consumo, es necesario partir de una semilla de buena calidad y que para conservar esta calidad hay que tratar de evitar la contaminación, de enfermedades diversas, principalmente los virus que son los causantes de muchas pérdidas. Por lo expuesto anteriormente, se condujo la presente investigación que consistió en la evaluación de seis densidades de población de plántulas, provenientes de la variedad comercial Gigant, utilizando un diseño estadístico de bloques al azar con seis tratamientos y 9 repeticiones para diámetro polar y para el peso, mientras que para el análisis de rendimiento de tallos se utilizó un diseño bloques al azar con seis tratamientos y tres repeticiones de cada una de las poblaciones de las plántulas.

Los resultados obtenidos de ésta investigación no fueron muy satisfactorios debido a las diferencias de significancias que resultaron de la evaluación de los parámetros que se determinaron durante el proceso de investigación.

El número de minitubérculos de la clasificación de 16 a 31.9 grs., fue la única que presento significancia, por lo que no se considera adecuado para producir semilla de papa utilizando minitubérculos libres de enfermedades y de patógenos, el rendimiento de esta clasificación corresponde al 70.24% del total de la producción.

En cuanto a la clasificación del diámetro polar se presentaron significancias en la clasificación de 2.4 a 5 cms. Por lo que se llega a la conclusión de que esta clasificación fue superior a las anteriores, presentando un 142.44%, mientras que los porcentajes de las otras clasificaciones son inferiores.

## **INTRODUCCIÓN**

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los alimentos más importantes, tanto en Europa como en América. Constituye uno de los cuatro cultivos más importantes a nivel mundial, no solamente por la superficie que actualmente se destina a su cultivo, sino por la cantidad de nutrimentos que aporta a la dieta diaria del ser humano. Su cultivo ha venido siendo cada vez más importante en los últimos 100 años y se ha intensificado en los últimos 20 años (Horton, 1988). [SIAP, Acerca.2002](#)

En general el cultivo de la papa es la especie hortícola que ofrece mayor producción de alimentos al compararlo con cereales o leguminosas tradicionales, pues los supera ampliamente en rendimiento y calidad por unidad de superficie, ocupando el segundo lugar entre los cultivos que producen más proteínas por unidad de superficie después de la soya (Guerrero, 1981 y Yamaguchi, 1983).

Los principales Estados productores son Puebla, Sinaloa, México, Veracruz y Chihuahua, así como también la región sur de Coahuila y Nuevo León, mismos que en conjunto aportan un 70% de la producción nacional (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos – SARH-, 1994).

La producción de papa nacional se distribuye de la siguiente manera: el 70.8 por ciento para consumo en fresco; el 19 por ciento se emplea para semilla; el 10 por ciento en pérdidas y para exportación solo el 0.2 por ciento (SARH, 1994). [SEPIENSA, El cultivo de papas 2004](#)

La siembra de papa en México se lleva a cabo mediante el uso de tubérculo – semilla; por lo tanto, la demanda potencial de semilla de la categoría certificada es de 240,000 ton año<sup>-1</sup>; sin embargo, únicamente se producen 30,000, cantidad que cubre solamente el 12.5 por ciento de la demanda nacional (SARH, 1994).

El Grupo Interdisciplinario de Investigación en Papa de la UAAAN (1990) menciona que del 34 al 69 por ciento de la producción de semilla registrada y certificada, los agricultores semilleristas que la producen, no llevan a cabo prácticas de desmezclas y

que por esta razón el 33 por ciento de los productores de semilla realizan importaciones de semilla directamente de Estados Unidos, Holanda y Canadá, lo que representa fuga de divisas para el país. [PHS, Fonología Microbiana 2006](#).

Como sugerencias Garza (1989) menciona que para incrementar semilla de papa de buena calidad deberán emplearse otras técnicas que involucren la multiplicación acelerada y producción de semilla sexual, bajo condiciones de invernadero. Además describe que las zonas de producción de semilla de las categorías básicas y registradas, deben ser cuidadosamente seleccionadas en las diferentes zonas paperas del país.

Es importante entonces elevar la tasa de incremento de semilla básica a fin de obtener a corto plazo y con menos capital, un material sano para dar inicio a un programa de producción y generación de semilla de buena calidad (FAO, 1991).

Esto puede ser posible utilizando fuentes de semilla botánica y aplicando técnicas de multiplicación acelerada o rápida bajo condiciones de invernadero (Knutson, 1988). [CONPAPA, Importancia de la cadena productiva de papa 2006](#)

La producción nacional para el año 2003 alcanzó 1.78 millones de toneladas  $ha^{-1}$ , de la cual el 68% se destina al consumo en fresco, 19% a la industria (botanas) y un 13% como semilla para los siguientes ciclos productivos.

El valor de la producción que éste sector generó tan sólo por producto en fresco representó para el año 2001 el 2.6% del PIB del sector agropecuario y casi el 5% del PIB agrícola.

El valor de la producción creado por esta actividad es de 515 millones de dólares y tiene comprometidas inversiones por un monto tres veces mayor (1,766 millones de dólares), en tecnología (laboratorios, invernaderos), infraestructura productiva (almacenes, equipo de riego, maquinaria) entre otros.

La producción que el sector papa genera tan sólo en producto en fresco representó en el año de 1999 el 2.35 por ciento del PIB del sector agropecuario y casi el 4 por ciento del PIB de la agricultura, de aquí también su importancia económica para el país.

Tomando como base la situación actual del cultivo de papa en la zona norte de México, se planteo realizar la presente investigación con el propósito de Generar una alternativa tecnológica para la multiplicación de semilla de papa, a través de la producción de minitubérculos, bajo condiciones HIDROPONICAS. Producción de materiales libres de agentes patógenos y Validar metodologías de producción de plántulas y micro-tubérculos que minimicen costos y maximicen su producción.

### **OBJETIVO GENERAL:**

Eficientar la producción de minitubérculos - semilla de papa libres de agentes patógenos

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1.- Generar una alternativa tecnológica para la multiplicación de semilla de papa, a través de la producción de minitubérculos, bajo diferentes densidades de población en condiciones hidropónicas.

2.- Evaluar el rendimiento de seis densidades de población de papa (*Solanum tuberosum*).

3.- Encontrar la densidad de población que minimice costos y maximice su producción.

### **HIPÓTESIS:**

La hipótesis que se plantea son las siguientes:

1.- Existe un arreglo topológico óptimo para la producción de minitubérculos – semilla de papa.

1. El arreglo topológico óptimo considera a obtener ahorros en los costos de producción de este cultivo.

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.)**

Actualmente se cosechan ocho especies de *Solanum Tuberosum* y entre estas, solamente la *Solanum tuberosum* L es cultivada en todo el mundo, las demás se encuentran restringidas a los países andinos donde se encuentran millares de cultivares primitivos (Huamán, 1986 y Darpoux y Debelley, 1969).

#### **Botánica Sistemática y Morfología de la Papa**

Basándose en los caracteres florales la papa ha sido clasificada de acuerdo al siguiente sistema (Huamán, 1986 y Baez, 1983)

**Familia:** *Solanaceae*

**Genero:** *Solanum*

**Sección:** *Petota*

**Subsección:** *Potatoes*

**Especie:** *tuberosum*

La papa puede ser clasificada de acuerdo a sus niveles de ploidía que es el número de cromosomas presentes en la célula vegetativa. El juego de cromosomas de la papa consta de 12 y las células somáticas de las especies cultivadas de papa pueden variar entre el nivel diploide hasta pentaploide (Huamán, 1986).

### **Hábito de crecimiento**

La papa es una planta herbácea, su hábito de crecimiento cambia entre las especies y dentro de cada especie. Cuando todas o casi todas las hojas se encuentran cerca de la base o en la base de tallos cortos y están cerca del suelo, se dice que la planta tiene hábito de crecimiento arrosetado o semiarrosetado. En otras especies se puede encontrar los siguientes hábitos de crecimiento: rastrero, decumbente semirrecto y erecto (Huamán, 1986).

### **Raíces**

Según Huamán (1986) las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen a partir de una semilla forman una delicada raíz axanomorfa con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos, forman raíces adventicias, primero en la base de cada brote y luego encima de los nudos de la parte subterránea de cada tallo. Ocasionalmente se forman raíces también en los estolones.

En comparación con otros cultivos, la papa tiene sistema radicular débil. Por eso se necesita un suelo de muy buenas condiciones para el cultivo de la papa. El tipo de sistema radicular varía de delicado y superficial a fibroso y profundo.

Las hojas aisladas, tallos y otras partes de la planta pueden formar raíces, especialmente cuando han sido sometidas a tratamientos con hormonas.

Esta habilidad de las diferentes partes de la planta de papa para formar raíces es aprovechada en las técnicas de multiplicación rápida (DGTA, 1983).

## **Tallos**

Según Huamán (1986) el sistema de tallos de la papa consta de tallos, estolones y tubérculos. Las plantas provenientes de semilla verdadera tiene un solo tallo principal, mientras que las provenientes de tubérculos – semilla pueden producir varios tallos, los tallos laterales son ramas de los principales.

El tallo generalmente es de color verde y algunas veces puede ser de color marrón – rojizo o morado. Los tallos pueden ser sólidos o parcialmente tubulares debido a la desintegración de las células de la médula.

Las yemas que se forman en el tallo a la altura de las axilas de las hojas pueden desarrollarse para llegar a formar tallos laterales, estolones, inflorescencias y a veces tubérculos aéreos.

## **Estolones**

Morfológicamente descritos, los estolones son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos. La longitud de los estolones es uno de los caracteres varietales importantes.

Los estolones largos son comunes en las papas silvestres y el mejoramiento de la papa tiene como una de las metas obtener estolones cortos (Huamán, 1986 y Ewin y Wareing, 1978).

Los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo Terminal. Sin embargo, no todos los estolones llegan a formar tubérculos. Un estolón no cubierto con el suelo, puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal (Huamán, 1986).

## **Tubérculos**

Morfológicamente los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la de papa. Un tubérculo tiene dos extremos el basal o extremo ligado al estolón que se llama talón y el extremo opuesto que se llama extremo apical o distal (Huamán, 1986).

Los ojos se distribuyen sobre la superficie del tubérculo siguiendo una espiral, se concentra hacia el extremo apical y están ubicados en las axilas de las hojas escamosas llamadas cejas. Según la variedad las cejas

pueden ser elevadas superficiales o profundas, cada ojo contiene varias yemas. (Huamán, 1986 y Levy *et al.*, 1993).

Los ojos del tubérculo corresponden morfológicamente a los nudos de los tallos; las cejas representan las hojas y las yemas del ojo representan las yemas axilares. Las yemas de los ojo pueden llegar a desarrollarse para formar un nuevo sistemas de tallos principales, tallos laterales y estolones (Huamán, 1986 y Stallknecht, 1979).

Generalmente cuando el tubérculo ha madurado, las yemas de los ojos están en un estado de reposo y por ello no pueden desarrollarse. Al cabo de cierto tiempo, que depende de la variedad, las yemas del ojo apical son las primeras en salir del reposo. Esta característica se llama dominancia apical, más tarde las yemas de los otros ojos se desarrollan para convertirse en brotes (Huamán, 1986 y Ewin y Wareing, 1978).

En la mayoría de las variedades comerciales, la forma del tubérculo varía entre redondo, ovalada y oblonga (CIP, 1987).

En un corte longitudinal el tubérculo muestra los elementos siguientes: del exterior hacia el interior: peridermo o piel, corteza, sistema vascular, parénquima de reserva y tejido medular o médula.

El peridermo o piel se rompe fácilmente cuando el tubérculo no ha madurado, la corteza esta inmediatamente después de la piel, es una banda delgada de tejido de reserva que contiene principalmente proteínas y almidones (Huamán, 1986).

Dentro del anillo vascular se encuentra el parénquima de reserva que es el tejido principal de almacenamiento y ocupa la mayor parte del tubérculo.

Todos los elementos desde la corteza constituyen la carne del tubérculo y en las variedades comerciales es normalmente de color blanco, crema o amarillo pálido (Huamán, 1986).

## **Brotos**

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, morados y en ocasiones, parcialmente coloreados en la base o en el ápice, o casi totalmente coloreados, los brotes blancos cuando se exponen indirectamente a la luz se tornan verdes y algunas veces morado (Huamán, 1986).

El extremo basal del brote forma normalmente la parte subterránea del tallo, y se caracteriza por la presencia de lenticelas. Después de la siembra, esta parte rápidamente produce raíces y luego estolones o tallos laterales. El

extremo apical del brote da origen a las hojas y representa la parte del tallo donde tiene lugar el crecimiento del mismo. (Lizarraga *et al.*, 1987)

## **Hojas**

Según Huamán (1986); indica que las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo, normalmente las hojas son compuestas, tienen un raquis central y varios foliolos, cada raquis puede llevar varios pares de foliolos laterales, primarios y un foliolo Terminal.

En la base de cada pecíolo se encuentran dos hojuelas laterales llamadas pseudoestípulas, la forma y tamaño de ésta, así como el ángulo de inserción del pecíolo en el tallo, son caracteres distintivos muy útiles.

## **Inflorescencia, flor**

Huamán (1986) indica que el pedúnculo de la inflorescencia está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras dos ramas. De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa.

De las ramas de la inflorescencia salen los pedicelos, en cuyas puntas superiores se encuentran los cálices. Cada pedicelo tiene una coyuntura o articulación de la cual se desprenden del tallo, las flores o los frutos, la posición de la articulación es uno de los caracteres taxonómicos más útiles de la papa (Huamán, 1986).

Las flores de la papa son bisexuales y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo. El cáliz consta de cinco sépalos, la corola tiene cinco pétalos de colores blanco, azul claro, azul, rojo o morado. El androceo consta de cinco estambres que alternan con los pétalos. El gineceo de la flor consta de un solo pistilo que está compuesto de ovario, estilo y estigma. El ovario es supero y presenta dos cavidades o lóbulos (bilocular) donde generalmente hay numerosos óvulos distribuidos en la periferia de la planta (placentación axilar) (Huamán, 1986).

### **Semilla sexual**

Al ser fertilizado el ovario se desarrolla para convertirse en un fruto llamado baya, que contiene numerosas semillas. El fruto es generalmente esférico pero algunas variedades producen frutos ovoides o cónicos. Normalmente, el fruto es de color verde (Huamán, 1986).

El número de semillas por fruto llega a más de 200 según la fertilidad de cada cultivar, las semillas son planas, ovaladas y pequeñas (1000 – 1500 semillas por grano), cada semilla está envuelta en una capa llamada testa, que protege al embrión y un tejido nutritivo llamado endosperma. Las semillas también son conocidas como semilla botánica o verdadera, para distinguirlas de los tubérculos semillas utilizadas para producir cosecha de papa.

### **Desarrollo fisiológico de plántulas – semilla de papa**

Wiersema (1985) indicó que las condiciones fisiológicas de las plántulas – semilla afectan la emergencia y el crecimiento de un cultivo de papa. Escogiendo plántulas – semilla de una edad fisiológica determinada, el agricultor puede variar el momento de maduración de su cultivo. Tanto las condiciones de crecimiento como las prácticas de almacenamiento influyen en las condiciones fisiológicas de las plántula-semilla de papa.

### **Dominancia apical.**

Wierseman (1985) indicó que al finalizar el periodo de reposo, las yemas en los ojos del tubérculo empiezan a crecer y a formar brotes. Frecuentemente, la yema apical empieza a brotar primero, marcando el comienzo del estado de dominancia apical.

El plantar plántulas con dominancia apical a menudo da lugar a plantas con un solo tallo, esto puede resultar en rendimientos reducidos. La duración de la dominancia apical difiere considerablemente entre variedades, la dominancia apical es afectada por el manejo del almacenamiento y por el desbrotamiento.

### **Manejo de almacenamiento.**

La mejor Manera de promover el desarrollo de un gran número de brotes, es retardar el crecimiento de los brotes hasta después del final de los estados

de reposo y de dominancia apical. Esto puede lograrse almacenando las plántulas a bajas temperaturas (4° C) hasta que termine el estado de dominancia apical; luego se incrementa la temperatura de almacenamiento (encima de 15° C) para promover el crecimiento de los brotes, lo que dará lugar a un brotamiento múltiple, que puede variar de cuatro hasta ocho brotes por cada plántula, según la variedad (Wiersema, 1985). Normalmente el almacenamiento tiene una duración de seis a ocho meses (Velásquez, 1984).

### **Desbrotamiento.**

La remoción del brote apical puede inducir la formación de brotes múltiples, contribuyendo así a un brotamiento uniforme, lo cual da lugar a varios tallos por planta. Los brotes deben ser removidos cuando ellos están jóvenes, cuando los brotes están viejos el rebrotamiento puede causar daños al tubérculo, deshidratación y un rebrotamiento escaso (Wiersema, 1985).

### **Brotamiento múltiple.**

Después del estado de dominancia apical se desarrollan brotes adicionales y comienza el estado de brotamiento múltiple. Generalmente este es el estado óptimo para plantar plántulas – semilla, en este estado dan lugar a plantas con varios tallos (Wiersema, 1985).

El estado de brotamiento múltiple puede durar varios meses, según la variedad, especialmente cuando se almacenan en temperaturas bajas. La luz difusa ayuda a prolongar el estado de brotamiento múltiple y a mantener los brotes cortos y fuertes.

Al comienzo del estado de brotamiento múltiple en la plántula – semilla es fisiológicamente joven, al final, viejo. Las plántulas – semilla viejos no deben ser desbrotados aunque los brotes se alarguen, pues pueden haber perdido su capacidad de rebrotamiento o pueden formar solamente brotes delgados (Wiersema, 1985).

Según Wiersema (1985) al usar la semilla joven se tiene lugar a lo siguiente: emergencia tardía, tuberización tardía, follaje abundante, número de tubérculos elevado, maduración tardía y rendimiento alto, todo lo contrario ocurre cuando se utiliza semilla vieja.

### **Técnicas de obtención de semilla de papa.**

La edad fisiológica durante el almacenamiento depende principalmente de la longitud del periodo de almacenamiento (días) y de la temperatura en (°C) del almacenamiento. Ambos factores pueden ser combinados en un producto matemático de grado – día cuando más alto sea el número acumulado de grado – día, más avanzado fisiológicamente es el producto (Wiersema, 1985). En sistemas de almacenamiento rústico también se puede conservar la plántula con temperaturas bajas y luz difusa.

## **Producción de plántula – semilla en laboratorio.**

La SARH (1991) al presente ha limitado la importancia de semilla de papa, por lo que resulta urgente actualizar los programas de producción de semilla de papa en México, los cuales deben considerar la semilla certificada y la de autoabastecimiento, así como de los métodos más simples de selección en el campo hasta los métodos más sofisticados de biotecnología.

Por lo anterior, la estrategia contempla los procedimientos técnicos para la producción de plántula – semilla a corto, mediano y largo plazo, y para agricultores que usan tanto técnicas de subsistencia, como tecnologías medias y avanzadas; considerando si es el caso, las normas de certificación, el almacenamiento y movilización de las papas que serán utilizadas como semilla.

La SARH (1991) menciona que en la producción de semilla de papa con alto índice de sanidad, es importante considerar que existen métodos más sofisticados de producción de semilla de papa en los que se requiere hacer uso de procedimientos biotecnológicos y técnicas específicas para garantizar buena sanidad en la semilla.

Para garantizar absoluta sanidad de los materiales, se requiere de una estrategia que permita la producción de materiales en el laboratorio, en invernadero y en campo.

La SARH (1992) indica que los productores de semilla en esta categoría requieren de materiales originales con un alto grado de sanidad y con buena pureza genética.

### **Cultivo de tejidos.**

Dodds (1988), Roca *et al.* (1978) y la SARH (1992) indican que el cultivo de tejido permite en un periodo breve la propagación clonal rápida de un número de plántulas y la conservación de germoplasma de papa bajo condiciones controladas, en espacios pequeños y con poca mano de obra.

También Wooster y Dixon (1987) mencionan que mediante la utilización de técnicas de cultivo de tejidos vegetales, bajo condiciones de asepsia, un tejido vegetal se siembra en un medio de cultivo que satisfaga sus requerimientos nutricionales.

Estas técnicas se emplean en papa con diferentes propósitos, dentro de los que destacan: la obtención de plantas libres de virus, propagación vegetativa y mantenimiento de bancos de germoplasma *in vitro* (SARH, 1992 y Slack, 1988).

### **Técnicas de Termoterapia.**

Las enfermedades ocasionadas por virus, son las de mayor importancia en el establecimiento de un programa de semilla de papa.

Wright (1988) nos indica que los métodos que han sido utilizados para la obtención de plantas libres de virus; la termoterapia es la que mejor resultado ha dado. Esta forma de liberar materiales infectados de virus consiste en la aplicación de altas temperaturas a las plantas completas o partes aisladas.

Durante el tratamiento de calor se inhibe la multiplicación del virus, manteniéndose el metabolismo de la planta a niveles que aun le permiten sobrevivir. El procedimiento común de aplicar la termoterapia en el cultivo de la papa consiste en someter a la plántula a calor (30°C) por tres a cuatro semanas, dependiendo del clon de que se trate (López y Zavala, 1988).

### **Cultivo de meristemo.**

Según López y Zavala (1988) algunos virus resisten la termoterapia, por lo que se hace indispensable un método alternativo para la limpieza de materiales de propagación de papa. El cultivo de meristemas es la alternativa que mejores resultados ha brindado y consiste en cultivar *in vitro* esta parte de la planta con medios y condiciones adecuadas. El principio fundamental de esta técnica se basa en la capacidad del virus de replicarse a la misma velocidad de multiplicación celular de la planta.

El procedimiento utilizado en papa consiste en separar yemas laterales de la planta, eliminarles los folíolos y cortar el meristemo, el cual es transferido a

un medio de cultivo. Es recomendable ocasionar una etiolación de la planta para facilitar la obtención de los brotes (Colín *et al.*, 1987).

El cultivo de meristemas ha sido utilizado simultáneamente con la termoterapia, lo que brinda un gran margen de seguridad en la obtención de plantas sanas (Wareh *et al.*, 1989).

### **Producción de plántulas – semilla en invernadero.**

#### **Multiplicación acelerada**

Según Meléndez, y Quevedo (1980) las técnicas de multiplicación rápida deben ser prácticas, sencillas y baratas que se pueden adaptar en cualquier ambiente donde se cultiva papa, tratando de usar en lo posible materiales que existen en la zona.

El principio de esta técnica de multiplicación se basa en que los tubérculos de papa son genéticamente idénticos a cualquier otra parte de la planta; por lo tanto, puede ser utilizada para reproducir una planta de papa manteniendo su identidad genética (Hamann, 1978).

En multiplicación acelerada se usan partes vegetativas tales como porciones de tubérculo, esquejes de tallo, esquejes de hoja y yema, corte de brotes, estolones y tejido meristemático (Bryan, 1988).

Las técnicas de multiplicación rápida son importantes en los programas de mejoramiento y en los de producción de semilla. En un programa de mejoramiento su aplicación acorta el proceso de selección por varios años, debido al gran aumento de tubérculos que se obtienen, además de la obtención de una gran cantidad de tubérculos libres de virus. Es conveniente indicar que cada técnica tiene sus ventajas y desventajas. Las cuales deben ser conocidas antes de aplicar una a condiciones específicas (Meléndez y Quevedo, 1980 y Jones, 1986).

### **Esquejes de brotes**

Se obtienen de cortar los brotes del tubérculo, para lo cual se deja brotar el mismo en condiciones de oscuridad para que se alarguen, después se ponen en luz difusa para que se coloren y después se cortan.

Según Bryan *et al.* (1981) esta es una obtención de minitubérculos de semilla que incluye: a) la eliminación del punto de crecimiento apical de los brotes e inmersión en una solución de 1 a 2 ppm de ácido gibérelico, b) crecimiento de los brotes laterales, c) desbrotamiento y corte de esquejes de los brotes, d) enraizamiento de los esquejes de brotes en arena fina, e) trasplante en invernadero o al campo definitivo y desarrollo de la planta normal crecida de cada esqueje de brote.

### **Esqueje de tallo juvenil**

Para la producción de esquejes de tallo juvenil se usan plántulas juveniles que estén creciendo vigorosamente. Las plántulas madre pueden provenir de esquejes de brotes, de meristemas, de esquejes de tallo, de tuberculillos (menos de 10 grs.) o de semilla botánica. INIFAP, SARH – PRECODEPA (1985).

**Técnicas de multiplicación acelerada según INIFAP, SARH – PRECODEPA (1985)**

- a) Dos a tres días antes de cada cosecha se aplica un fertilizante foliar. Cuando la planta tiene cinco a seis hojas, con un bisturí o una navaja asépticos, se corta el tallo encima del nudo basal, cuidando de no dañar la yema axilar y dejando una hoja vigorosa, cada planta madre puede ser cosechada de dos a diez veces, cada una de estas cosechas es mayor que la primera porque se desarrolla más de un tallo después de la segunda cosecha.
- b) Después, el tallo se corta cuidadosamente en secciones, cada uno con una hoja y su yema axilar.
- c) Se utiliza una hormona de enraizamiento rápido y uniforme, toda la porción del tallo del esqueje se sumerge en la solución hormonal por 10 segundos, cuidando que la yema axilar no se impregne de la hormona de enraizamiento.

- d) Los esquejes son plantados en el sustrato de enraizamiento, procurando no plantarlos muy juntos, para evitar que las hojas se traslapen o entrelacen las raíces y se dañen al momento del trasplante. Se siembra cada esqueje a suficiente profundidad para que el nudo y el tallo estén cubiertos de arena y no sean expuestos después de varios riegos.
  
- e) La velocidad de enraizamiento y desarrollo depende de la variedad, temperatura y manejo. El tiempo normal para que enraíce un esqueje es de diez a quince días. Según el uso que se les vaya a dar a las plántulas, éstas son trasplantadas al campo o al invernadero.

### **Esqueje de tallo lateral.**

Según la SARH (1992) esta técnica se utiliza en plantas madres, provenientes de cualquier otra técnica de multiplicación rápida.

- a) Cuando las plantitas alcancen de 20 a 30 cm. de altura se corta la yema apical de cada tallo, para estimular así el crecimiento de las yemas axilares.
  
- b) Cuando los brotes midan de 10 a 12 cm. se cortan y se tratan con un enraizador.
  
- c) Estos brotes se siembran en arena (de gránulos de 1 a 2 mm de diámetro) presionando horizontal y verticalmente en la base del esqueje.

d) Los esquejes ya enraizados (de 15 a 20 días de la siembra) son transplantados nuevamente para obtener así la primera cosecha de minitubérculos.

### **Esqueje de tallo adulto**

Cuando la planta ya esta senescente se secciona en esquejes; cada esqueje debe tener una yema y una hoja, cada esqueje se coloca en arena con la yema bajo la superficie y dos semanas después empieza la formación de tuberculillos (Bryan et al., 1981 y Naranjo y Estrella, 1987).

### **Producción de plántulas – Semilla en Campo.**

#### **Selección Positiva.**

Según la SARCH (1991 y 1992) este método se utiliza cuando existe en un lote de producción, gran cantidad de plantas enfermas y un porcentaje reducido de plantas visualmente sanas. Se seleccionan poniendo una marca a las plantas con mayor sanidad; se eliminan las plantas vecinas, se deben controlar vectores cada dos semanas.

La defoliación se realiza cuando los tubérculos tengan el tamaño adecuado y se cosechan primero las plantas seleccionadas y posteriormente el resto del lote.

La producción total de las plantas seleccionadas será la semilla que el productor utilizará en el siguiente ciclo, donde se deberá aplicar la técnica de selección negativa. Esta técnica puede ser usada por agricultores de baja, mediana y alta tecnología.

### **Selección Negativa.**

Esta técnica se sugiere cuando existen en el lote de producción, algunas plantas visualmente enfermas. Se recomienda practicarse cuando se tiene una buena fuente de semilla o después de practicar la selección positiva (SARH, 1992).

Se efectúan recorridos en el campo, eliminando plantas con síntomas de virus. Cuando se tengan los tubérculos de tamaño adecuado se procederá a la defoliación química. La producción de ese lote se utiliza en el siguiente ciclo. (SARH, 1991 Y Fernández, 1976).

### **Selección Clonal.**

La SARH (1991) indica que este método es a mediano plazo; puede ser usado por productores de mediano y alto nivel tecnológico; se recomienda para

agricultores que manejan adecuadamente el cultivo y que posean papas con alta sanidad.

Esta metodología requiere de una buena fuente de semilla, así como de almacenes adecuados de luz difusa y cajas germinadoras para obtener una buena brotación en los tubérculos, la metodología comprende de cuatro ciclos y es un proceso a mediano plazo.

### **Unidad de Plántula.**

SARH (1990) indica que este método es recomendado para obtener semilla básica, puede ser adoptado por los agricultores para conservar y abastecerse de plántula para sus siembras comerciales.

Se debe partir de una buena parcela con semilla certificada y seleccionada de tubérculos grandes. Estos tubérculos se seccionan en tres partes, dejando que permanezcan unidas por  $\frac{1}{4}$  de pulgada.

Estos tubérculos semi-seccionados se guardan en cajas germinadoras a temperatura ambiente o controlada. Al momento de la siembra se deposita cada tubérculo en el surco y después se secciona completamente, colocando cada parte a una distancia de 20 a 30 cm entre sí. Cada grupo de tres secciones forman una unidad. Si alguna plántula muestra síntomas anormales se descarta la plántula enferma.

Los tubérculos que den plantas vigorosas y uniformes se seleccionan y son las que forman los lotes de semilla básica para el siguiente ciclo de siembra.

### **Índice de plántula.**

INIFAP-SARH-PRECOPEDA (1985) mencionan que el método consiste en localizar en el campo una planta de buen tamaño, sanidad y apariencia general de acuerdo a las características de la variedad y se cosecha toda la producción por separado.

Cuando los tubérculos comienzan a brotar se selecciona uno, y se le extrae una yema y se conserva por 3 ó cuatro días a fin de que subericen tanto la yema como el corte del tubérculo.

La yema extraída se siembra en una maceta bajo invernadero y una vez emergida, se le hacen pruebas de serología. Si resulta positiva se elimina el resto de los tubérculos, y si la prueba es negativa, entonces el material va al campo.

Este procedimiento se realiza por tres años, y al final se tendrán plantas individuales, familias del primer año y del segundo año. Este es un método laborioso, pero efectivo, requiere de una buena infraestructura.

### **Semilla botánica, un método alternativo para la producción de papa.**

Según Malagamba *et al.* (1983) en países en desarrollo la producción de papa a base de semilla botánica se está convirtiendo en una alternativa promisorio frente al método tradicional de usar plántula – semilla.

Por varias razones, la papa ha sido tradicionalmente propagada sembrando plántula – semilla. Estos son fáciles de sembrar y las plantas crecen rápida y vigorosamente, los tubérculos cosechados son uniformes y los rendimientos son generalmente altos.

A pesar de estas claras ventajas la propagación por plántulas – semilla ha limitado en cierta manera la adopción y expansión del cultivo de papa especialmente en países en desarrollo.

Los mismos autores indicaron que la principal ventaja de la semilla botánica son las siguientes: a) pocos patógenos, b) facilidad en el almacenamiento y transporte, c) tiempo de siembra flexible, d) nuevas áreas de producción de papas, y d) la semilla botánica es un material de bajo costo que puede reducir el costo de producción.

### **Plantación de plántulas en Invernadero.**

#### **Condiciones de Invernadero.**

Accesibilidad, agua, seguridad, protección de patógenos, luz, condiciones ambientales. Las camas deben estar construidas en forma longitudinal, con un

metro de ancho, por el largo deseable y debe de ser fabricado dependiendo de las condiciones del lugar (PRECODEPA, 1988).

### **Preparación del Sustrato.**

El sustrato debe de estar construido de los materiales existentes; este debe ser esterilizado con bromuro de metilo a una relación de dos libras por metro cúbico, o bien, vapor a 70°C por 4 h. (PRECODEPA, 1988).

Al momento de la plantación se preparan 50 kg de sustrato y otros 50 kg para aporques; la cama debe tener 10 cm de profundidad, 5 cm para aporques y 5 cm. para labores de riego.

### **Plantación.**

La plantación se efectúa en forma directa en el terreno de cultivo, para esto el sustrato debe de estar bien preparado y ligeramente húmedo. Se coloca la plántula sobre la mezcla de sustrato presionando ligeramente y orientando el brote hacia arriba (PRECODEPA, 1988).

Sobre la plántula se aplica un insecticida y un fungicida para prevenir principalmente el ataque de gusanos cortadores, además de otras plagas y pestes.

La distancia de siembra entre planta y entre surcos son de 20 y 90 cm respectivamente. Sin embargo, factores como tamaño de la plántula, el desarrollo del follaje y el área de tuberización, podrían hacer variar esta densidad.

### **Fertilización.**

Al momento de la siembra se recomienda fertilizar con un fertilizante completo, puede ser con la fórmula 60 – 90 – 40 utilizando 5 g por litro de agua, la cual se puede regar con una regadera y después lavar el fertilizante con agua (PRECODEPA, 1988 y Thomson, 1987).

### **LABORES CULTURALES.**

#### **Riego.**

Se aplica un riego ligero después de la siembra, se recomienda dar riegos ligeros y frecuentes. No esperar que el sustrato esté seco para irrigar, es importante tomar en cuenta las condiciones del sustrato y clima en el manejo del riego.

#### **Control de heladas a luz solar.**

En algunos casos se puede proteger las plantas de las heladas o de la luz solar con materiales adecuados y que existan en la región tales como calentadores, cal, etc.

### **Aporques.**

Se recomienda hacer uno o dos semi-aporques hasta el aporque completo para aumentar el sostén de la plántula y promover un buen desarrollo de los estolones y consecuentemente de las plántulas (Miranda y Del Valle, 1983).

### **Chequeos.**

Los chequeos se hacen con la finalidad de detectar virus cuando las plántulas tienen una altura de 10 a 15cm además se hacen muestreos del tamaño y número de plántulas.

### **Cosecha**

Meléndez y Quevedo (1980) indican que previo a la cosecha se defolia la planta, la cual puede ser cortando la base del tallo con navaja o tijeras. Con esto se logra que a los 25 días los minitubérculos hayan suberizado y estén listos para la cosecha.

Una vez cosechados los minitubérculos, se recomienda no ponerlos al sol y se selecciona por tamaño; en las categorías de: < de 1 g; de 1 - 3.9 g, de 4 - 7.9 g, de 8 - 15.9 g, de 16 - 31.9 g y mayor de 32 g (PRECODEPA, 1988)

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Localidad donde se realizó la investigación**

El presente trabajo se deriva de un convenio de colaboración con el Estado de Nuevo León con INIFAP Saltillo.

La presente investigación, se llevó a cabo en las instalaciones de SAGARPA del Estado de Coahuila, latitud 25° 26`11.86", longitud 100° 55`26.02" y a 1577 msnm. El clima es de subtipos secos semicálidos; al suroeste subtipos semisecos templados y grupos de climas secos B y semifríos, en la parte sureste y noreste; la temperatura media anual es de 14 a 18°C y la precipitación media anual en el sur del municipio se encuentra en el rango de los 300 a 400 milímetros; al centro tiene un rango de 400 a 500 milímetros y al norte de 300 a 400 milímetros; con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo; los vientos predominantes soplan en dirección noreste con velocidad de 22.5 kmh<sup>-1</sup>. La frecuencia de heladas es de 20 a 40 días en la parte norte-noreste y suroeste; y en el resto de 40 a 60 días

y granizadas de uno a dos días en la parte sureste y de cero a un día en el resto.

### **Material genético**

El material genético utilizado esta integrado, por plántulas de la Variedad comercial de papa (Gigant) que presenta buenas características de adaptación y rendimiento.

El material genético fue obtenido y proporcionado por el Dr. Marco Antonio Arellano García., como una colaboración del INIFAP con la UAAAN con la finalidad de poder efectuar esta investigación.

### **MATERIALES Y EQUIPOS REQUERIDOS.**



Figura 1



figura 2

**Figura 1 y 2. Tipo de invernadero que se utilizó para el establecimiento del proyecto de la investigación establecido en SAGARPA del estado de Coahuila.**



**Figura 3. Inyector de fertilizantes utilizados para la aplicación de fertilizantes requeridos en la investigación, con un sistema de fertirriego.**



**Figura 4. Sistema de riego que se utilizo en la investigación y es el de riego por goteo con cintilla.**



**Figura 5. Tensiometro, que se utilizó para saber la humedad del suelo con el objetivo de realizar el riego a tiempo.**



**Figura 6. Presenta la malla que se utilizó en el cultivo, con la finalidad de evitar acame y pudrición de los tallos al hacer contacto directo con el suelo húmedo.**



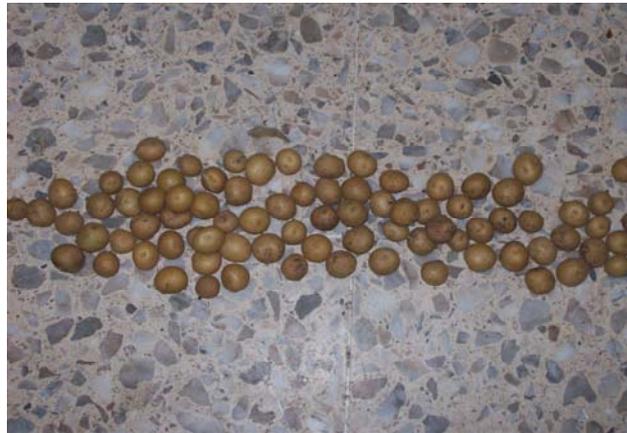
**Figuras 7 y 8. Vernier electrónico, que se utilizó para la determinación de los diámetros polares y ecuatoriales de los minitubérculos.**

## **Metodología**

Para llevar a cabo la evaluación de la investigación se realizaron las siguientes actividades:

- Se defolió el cultivo con unas tijeras de poda a una altura de 10 cms., aproximadamente.
- Inmediatamente se realizó la medición de los diámetros de los tallos con el vernier electrónico en un área de 50 cms<sup>2</sup>

- Posteriormente se sacaron los minitubérculos del sustrato y se depositaron en mallas de plástico.
- Los minitubérculos fueron trasladados al laboratorio de RASPA de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- En el laboratorio se realizaron las clasificaciones en base a diámetro polar en mm y en base a peso en g.
- Al terminar la medición de los parámetros se regresaron los minitubérculos al invernadero y se depositaron nuevamente en el sustrato con la finalidad de terminar su maduración total y quedar listos para semilla.



**Figura 9. Representación de la clasificación de minitubérculos menor de 2**

**g.**



**Figura 10. Representación de la clasificación de minitubérculos de la clasificación de 2-3.9 g.**



**Figura 11. Representación de la clasificación de minitubérculos de la clasificación de 4 - 7.9 g.**



**Figura 12. Representación de la clasificación de minitubérculos de la clasificación de 8 - 15.9 g.**



**Figura 13. Representación de la clasificación de minitubérculos de la clasificación de 16 – 31.9 g.**



**Figura 14. Representación de la clasificación de minitubérculos de la clasificación mayor de 32 g.**



**Figura 15. Clasificación de minitubérculos menor de 1 cm. de diámetro.**



**Figura 16. Figura 15. Clasificación de minitubèrculo de 1- 2.4 cm. de diámetro.**



**Figura 17. Clasificación de minitubèrculo de 2.4 - 5 cm de diámetro.**



**Figura 18. Clasificación de minitubèrculo mayor de 5 cm de diámetro.**

#### **Clasificación de Tallos en base a su diámetro en *mm*.**

Los datos que se tomaron en esta variable están de acuerdo con Wiersema (1981) y Van-Der Zaag (1981) quienes recomiendan que sea llamado como el número de tallos que encontraron sobre la superficie del suelo.

**Cuadro 1. Diámetro de tallos por cada 0.25 m<sup>2</sup> de la población 1  
directamente en el lugar de establecimiento de la investigación  
Invernadero Sagarpa – Inifap 2007**

DENSIDADES DE POBLACION	T-1 5 X 5 = 400	T- 2 7 X 7 = 200	T- 3 7 X 10 = 140	T- 4 10 X 10 = 100	T- 5 10 X 15 = 66	T- 6 15 X 15 = 44
MUESTRAS	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Diámetro 1	3.9	6.8	9.3	9.1	12.0	8.2
Diámetro 2	10.1	6.3	10.5	9.9	9.0	10.9
Diámetro 3	6.3	5.4	9.2	8.5	4.5	10.3
Diámetro 4	6.2	10.5	12.3	13.8	8.9	6.9
Diámetro 5	11.9	5.9	5.4	5.7	6.9	11.6
Diámetro 6	8.5	7.4	6.4	4.5	7.7	8.6
Diámetro 7	10.7	4.9	4.5	9.8	8.8	7.4
Diámetro 8	6.7	11.4	3.8	5.8	7.2	5.6
Diámetro 9	3.2	4.6	6.6	5.7	6.7	4.7
Diámetro 10	7.1	7.2	5.9	5.9	5.8	8.7

**Cuadro 2. Diámetros de tallos por cada 0.25 m<sup>2</sup> de la población II  
directamente en el lugar de establecimiento de la investigación  
Invernadero Sagarpa – Inifap 2007**

DENSIDADES DE	T-1	T- 2	T- 3	T- 4	T- 5	T- 6
---------------	-----	------	------	------	------	------

<b>POBLACION</b>	<b>5 X 5 = 400</b>	<b>7 X 7 = 200</b>	<b>7 X 10 = 140</b>	<b>10 X 10 = 100</b>	<b>10 X 15 = 66</b>	<b>15 X 15 = 44</b>
<b>MUESTRAS</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>
<b>Diámetro 1</b>	7.2	10.5	7.5	10.6	12.69	5.4
<b>Diámetro 2</b>	6.6	5.9	8.7	6.6	4.84	13.1
<b>Diámetro 3</b>	7.8	7.4	6.7	11.6	8.88	15.6
<b>Diámetro 4</b>	8.3	10.2	10.0	11.6	5.87	6.7
<b>Diámetro 5</b>	9.1	11.0	7.2	4.7	8.89	12.6
<b>Diámetro 6</b>	9.6	5.3	6.0	8.4	7.26	9.8
<b>Diámetro 7</b>	9.5	5.5	13.3	7.5	4.24	8.0
<b>Diámetro 8</b>	5.8	12.2	7.6	9.5	6.46	8.6
<b>Diámetro 9</b>	6.3	10.4	6.8	5.0	5.93	6.6
<b>Diámetro 10</b>	9.2	7.8	6.6	9.4	5.43	4.8

**Cuadro 3: Diámetros de tallos por cada 50 cm<sup>2</sup> de la población III directamente en el lugar de establecimiento investigación Invernadero Sagarpa – Inifap 2007.**

<b>DENSIDADES DE POBLACION</b>	<b>T-1</b>	<b>T-2</b>	<b>T-3</b>	<b>T-4</b>	<b>T-5</b>	<b>T-6</b>
	<b>5 X 5 = 400</b>	<b>7 X 7 = 200</b>	<b>7 X 10 = 140</b>	<b>10 X 10 = 100</b>	<b>10 X 15 = 66</b>	<b>15 X 15 = 44</b>

<b>MUESTRAS</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>
<b>Diámetro 1</b>	<b>5.0</b>	<b>7.3</b>	<b>4.8</b>	<b>6.8</b>	<b>14.9</b>	<b>9.1</b>
<b>Diámetro 2</b>	<b>7.5</b>	<b>6.9</b>	<b>5.1</b>	<b>8.6</b>	<b>9.7</b>	<b>7.2</b>
<b>Diámetro 3</b>	<b>6.5</b>	<b>4.5</b>	<b>5.8</b>	<b>6.3</b>	<b>5.6</b>	<b>9.0</b>
<b>Diámetro 4</b>	<b>7.2</b>	<b>3.9</b>	<b>7.1</b>	<b>8.6</b>	<b>10.8</b>	<b>7.3</b>
<b>Diámetro 5</b>	<b>8.1</b>	<b>8.1</b>	<b>10.0</b>	<b>6.2</b>	<b>6.5</b>	<b>4.8</b>
<b>Diámetro 6</b>	<b>6.0</b>	<b>10.3</b>	<b>4.0</b>	<b>5.0</b>	<b>5.5</b>	<b>7.5</b>
<b>Diámetro 7</b>	<b>8.4</b>	<b>8.4</b>	<b>8.5</b>	<b>6.3</b>	<b>7.2</b>	<b>8.9</b>
<b>Diámetro 8</b>	<b>8.4</b>	<b>9.3</b>	<b>8.6</b>	<b>7.2</b>	<b>8.6</b>	<b>5.3</b>
<b>Diámetro 9</b>	<b>6.0</b>	<b>7.2</b>	<b>4.3</b>	<b>8.7</b>	<b>5.6</b>	<b>8.0</b>
<b>Diámetro 10</b>	<b>4.7</b>	<b>6.3</b>	<b>7.6</b>	<b>8.9</b>	<b>6.2</b>	<b>6.3</b>

## **DISEÑO EXPERIMENTAL Y ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO**

Para evaluar los tratamientos, se utilizó un diseño experimental, bloques completamente al azar con nueve repeticiones, donde se evaluaron minitubérculos de la variedad Gigant de acuerdo a la clasificación nacional e internacional, es decir en base a peso y a diámetro polar.

También se utilizó un diseño de bloques completamente al azar para evaluar el número en base a los diámetros de los tallos de los tubérculos.

### **Tratamiento**

Para el presente trabajo de investigación se utilizaron seis tratamientos como a continuación se describen; y que son consecuencia de seis densidades de población con 9 repeticiones.

### **Características Evaluadas**

Durante el periodo de la evaluación los caracteres a evaluar en el invernadero se midieron de cada unidad experimental y los datos a tomar fueron los siguientes:

- **Clasificación de minitubérculos en base a peso en (g).**
- **Clasificación de minitubérculos en base a diámetro polar en (mm).**
- **Clasificación de tallos en base a su diámetro en 0.25 m<sup>2</sup>**

### **Análisis Estadístico**

Como se indicó anteriormente, el diseño experimental fue el de un bloque al azar con seis densidades de población. Bajo este diseño se realizó un análisis de varianza (ANVA) para cada uno de las clasificaciones en base a peso, en

base a diámetro polar y en base al número de tallos. Utilizando el siguiente modelo estadístico

(Ostle, 1974 y Steel, 1986):

$$Y_{ij} = \mu + \delta_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, \dots t$  tamaño de tubérculos

$j = 1, 2, 3, \dots r$  repeticiones o bloques

### *Comparación de medias*

Se realizó una comparación de los valores medios, en aquellas variables donde se encontró significancia estadística de acuerdo con el análisis de varianza (ANVA). Utilizando la prueba de rangos múltiples de DMS al 0.05 de niveles de significancia.

### *Consideraciones estadísticas:*

Se hizo una relación estadística entre los parámetros de rendimiento en cuanto a la producción de seis densidades de población, para lo cual se utilizará un diseño experimental bloques al azar con seis densidades de población y seis repeticiones por cada una.

### *Parámetros de observación:*

## **Rendimiento**

Este parámetro nos indicará si los resultados de la investigación pueden ser recomendados para producción de semilla.

### **Número de plantas por cada 0.25 m<sup>2</sup>**

En número de plantas por cada 0.25m<sup>2</sup> indicará si la densidad de población fue establecida correctamente y/o permitirá saber el % de establecimiento de cada tratamiento.

### **Diámetro de tallo**

El diámetro de tallos indicará si los nivel de nutrientes fue el adecuado para cada densidad de población y si genero significancias en cuanto a su rendimiento.

### **Diámetro y número de minitubérculos**

Los diámetros de minitubérculos permitirán clasificarlos en las diferentes categorías

### **Número de tubérculos en cada categoría por peso y diámetro polar.**

El número de tubérculos y el diámetro polar indicarán cual es el rendimiento y cual es la mejor clasificación para producción de semilla de papa.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el análisis de varianza que se realizó para evaluar el número de minitubérculos en cuanto a la clasificación en base a peso presentó diferencias significativas al 0.05 % de probabilidad para la categoría de 16 a 31.9 g.

Para las demás categorías no se presentaron diferencias significativas por lo que, se asume que el número de minitubérculos producido no es influenciado

por la densidad de población a excepción de la categoría anterior mencionada y que corresponde a la clasificación comercial de venta.

**Cuadrados medios y significancia estadística para diámetros polares y peso en seis densidades de población y nueve repeticiones.**

**Cuadro 4. Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a diámetros menores de 1 cm.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab.		SIGNIFICANCIA
					0.05	0.01	
Bloques	8	254.3	31.8	3.4	2.18	2.99	Altamente significativo
Trat.	5	26.7	5.3	0.6	2.45	3.51	No significativo
E. Exp.	40	379.0	9.5				
Total	53	660.0					

**Cuadro 5. Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a diámetros de 1 – 2.4 cm.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab.		SIGNIFICANCIA
					0.05	0.01	
Bloques	8	21815.7	2727.0	9.9	2.18	2.99	Altamente significativo
Trat.	5	624.4	125.0	0.5	2.45	3.51	No significativo
E. Exp.	40	10972.3	274.3				
Total	53	33412.4					

**Cuadro 6. Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a diámetros de 2.4 - 5cm.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab.		SIGNIFICANCIA
					0.05	0.01	
Bloques	8	15161.1	1895.1	9.0	2.18	2.99	Altamente significativo
Trat.	5	1588.3	317.7	1.5	2.45	3.51	No significativo
E. Exp.	40	8450.4	211.3				
Total	53	25199.8					

**Cuadro 7. Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar los rendimientos en base a diámetros mayores de 32 cms.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab.		SIGNIFICANCIA
					0.05	0.01	
Bloques	8	546	68.3	2.2	2.18	2.99	Significativo
Trat.	5	160.2	32.0	1.0	2.45	3.51	No significativo
E. Exp.	40	1228.7	30.7				
Total	53	1934.8					

**Cuadro 8. Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a peso menores de 2 g.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab.		SIGNIFICANCIA
					0.05	0.01	
Bloques	8	3501.3	437.7	7.0	2.18	2.99	Altamente significativo
Tratamientos	5	106.8	21.4	0.3	2.45	3.51	No significativo
E. Exp.	40	2514.7	62.9				
Total	53	6122.8					

**Cuadro 9. Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a peso menores de 2 – 3.9 g.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab.		SIGNIFICANCIA
					0.05	0.01	
Bloques	8	2159.8	270.0	6.0	2.18	2.99	Altamente significativo
Trat.	5	112.0	22.4	0.5	2.45	3.51	No significativo
E. Exp.	40	1826.1	45.7				
Total	53	4097.8					

**Cuadro 10. Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a peso menores de 4 a 7.9 g.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab. 0.05 0.01	SIGNIFICANCIA
Bloques	8	2599.4	324.9	7.8	2.18 2.99	Altamente significativo
Trat.	5	116.6	23.3	0.6	2.45 3.51	No significativo
E. Exp.	40	1671.6	41.8			
Total	53	4387.6				

**Cuadro 11. Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a peso menores de 8 a 15.9 g.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab. 0.05 0.01	SIGNIFICANCIA
Bloques	8	3015.5	376.9	7.2	2.18 2.99	Altamente significativo
Trat	5	293.2	58.6	1.1	2.45 3.51	No significativo
E. Exp.	40	2091.6	52.3			
Total	53	5400.3				

**Cuadro 12. Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a peso menores de 16 a 31.9 g.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab. 0.05 0.01	SIGNIFICANCIA
Bloques	8	3011.1	376.4	7.6	2.18 2.99	Altamente

						significativo
Trat.	5	431.0	86.2	1.7	2.45 3.51	No significativo
E. Exp.	40	1971.7	49.3			
Total	53	5413.8				

**Cuadro 13. Resultados del análisis de varianza realizado para evaluar el número de minitubérculos con base a peso mayor de 32 g.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab.		SIGNIFICANCIA
					0.05	0.01	
Poblaciones	8	2190.8	273.9	5.3	2.18	2.99	Altamente significativo
Trat.	5	294.8	59.0	1.1	2.45	3.51	No significativo
E. Exp.	40	2057.4	51.4				
Total	53	4543.0					

**Cuadro 15. Significancia estadística para tallos en seis densidades de población y tres repeticiones de Minitubérculos.**

FV	gl	SC	CM	FC	F. tab.		SIGNIFICANCIA
					0.05	0.01	
Bloques	2	305.2	152.6	4.8	4.10	7.56	Significativo

Trata.	5	159.4	31.9	1.0	3.33 .,64	No significativo
E. Exp.	10	318.4	31.9			
Totales	17	783.0				

**GRAFICAS QUE INDICAN EL RENDIMIENTO PROMEDIO DE  
MINITUBÉRCULOS EN BASE A DIAMETRO POLAR**

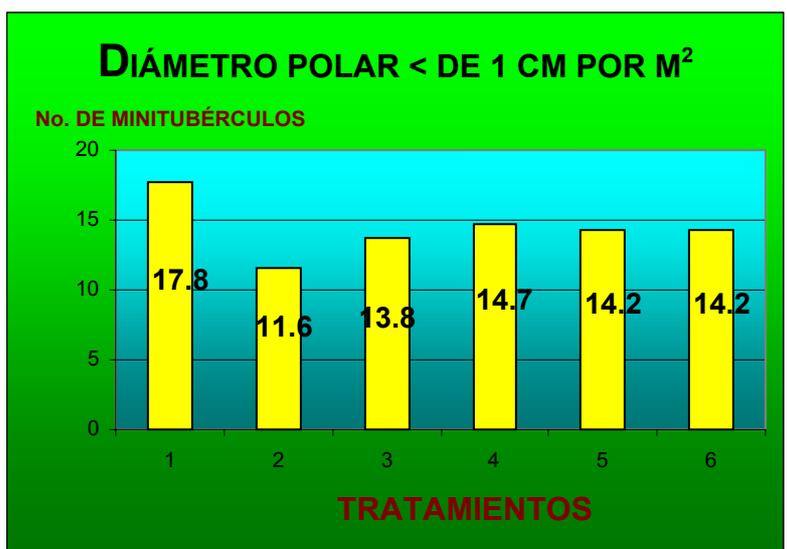


Figura 19. Número de tubérculos obtenidos en cuanto a los diámetros polares de la clasificación < de 1 cm.

Cuadro 16. Cantidad de minitubérculos por m<sup>2</sup> de la clasificación < de 1 cm de diámetro (polar).

TRATAMIENTOS	MINITUBÉRCULOS POR 0.25 M <sup>2</sup>	MINITUBÉRCULOS POR 1 M <sup>2</sup>	100 % Producción	% De cosecha

1	4.44	17.76	400	4.44
2	2.89	11.56	200	5.78
3	3.44	13.76	140	9.83
4	3.67	14.68	100	14.68
5	3.56	14.24	66	21.58
6	3.56	14.24	44	32.36

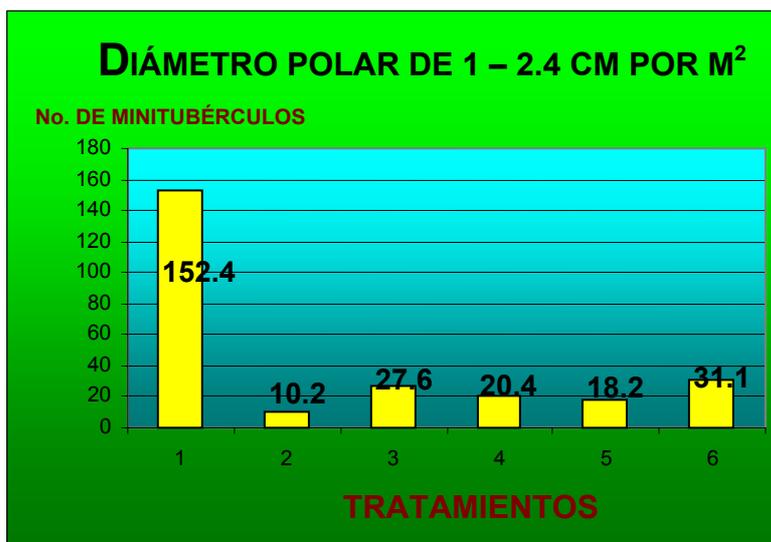


Figura 20. Número de tubérculos obtenidos en cuanto a los diámetros de la clasificación de 1 a 2.4 cm de diámetro polar.

Cuadro 17. Cantidad de minitubérculos por m<sup>2</sup> de la clasificación de 1 – 2.4 cm de diámetro (polar).

TRATAMIENTOS	MINITUBÉRCULOS POR 0.25 M <sup>2</sup>	MINITUBÉRCULOS POR 1 M <sup>2</sup>	100 % Producción	% De cosecha
1	38.11	152.44	400	38.11
2	46.78	10.24	200	5.12
3	31.89	27.56	140	19.68
4	40.89	20.44	100	20.44
5	33.44	18.24	66	27.64
6	38.44	31.12	44	70.73

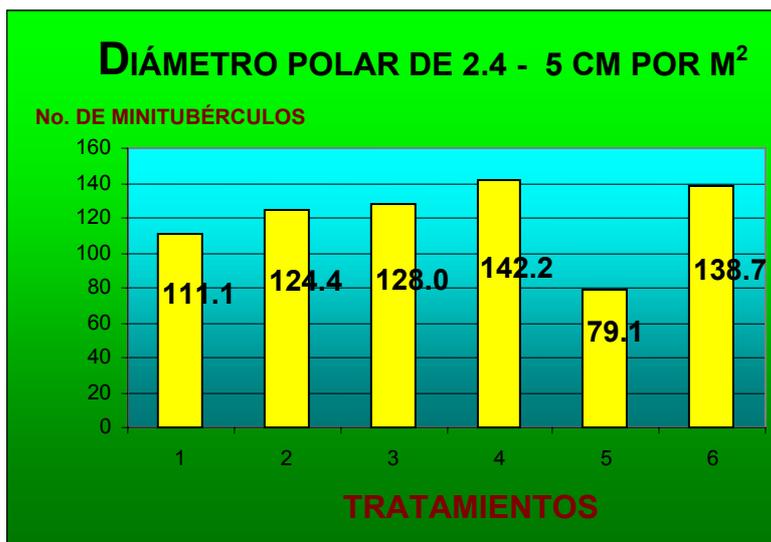


Figura 21. Rendimientos obtenidos en cuanto a los diámetros de minitubérculos de la clasificación de 2.4 a 5 cm de diámetro polar.

Cuadro 18. Cantidad de minitubérculos por m<sup>2</sup> de la clasificación de 2.4 a 5 cm de diámetro (polar).

TRATAMIENTOS	MINITUBÉRCULOS POR 0.25 M <sup>2</sup>	MINITUBÉRCULOS POR 1 M <sup>2</sup>	100 % Producción	% De cosecha
1	27.78	111.12	400	25.28
2	31.11	124.44	200	62.22
3	32	128	140	91.43
4	35.56	142.24	100	142.24
5	19.78	79.12	66	119.87
6	34.67	138.68	44	315.18

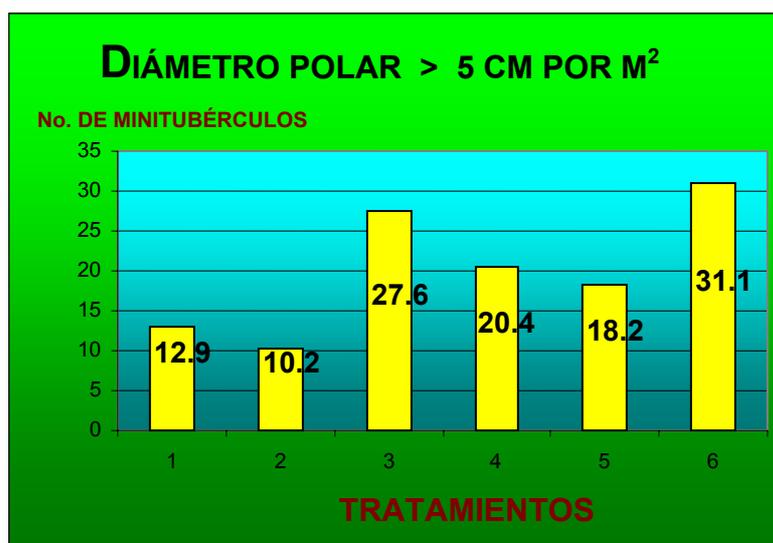


Figura 22. Rendimientos de la clasificación mayor de 5 cm.

Cuadro 19. Cantidad de minitubérculos por m<sup>2</sup> de la clasificación > de 5 cm de diámetro (polar).

TRATAMIENTOS	MINITUBÉRCULOS POR 0.25 M <sup>2</sup>	MINITUBÉRCULOS POR 1 M <sup>2</sup>	100 % Producción	% De cosecha
1	3.22	12.88	400	3.22
2	2.56	10.24	200	5.12
3	6.89	27.56	140	19.68
4	5.11	20.44	100	20.44
5	4.56	18.24	66	27.64
6	7.78	31.12	44	70.73

GRAFICAS QUE INDICAN EL RENDIMIENTO PROMEDIO DE  
MINITUBÉRCULOS EN BASE A PESO EN GRS.



Figura 23. Rendimiento de minitubérculos de la clasificación con base a peso menor de 2 g.

Cuadro 20. Cantidad de minitubérculos por m<sup>2</sup> de la clasificación < de 2 g.

TRATAMIENTOS	MINITUBÉRCULOS POR 0.25 M <sup>2</sup>	MINITUBÉRCULOS POR 1 M <sup>2</sup>	100 % Producción	% De cosecha
1	16.78	67.12	400	2.01
2	18.22	72.88	200	36.44
3	13.33	53.32	140	38.08
4	15.11	60.44	100	60.44
5	15.11	60.44	66	91.57
6	18.22	72.88	44	165.68



Figura 24. Rendimientos obtenidos en promedio de Minitubérculos de la clasificación de 2 a 3.9 g.

Cuadro 21. Cantidad de minitubérculos por m<sup>2</sup> de la clasificación de 2 – 3.9 g.

TRATAMIENTOS	MINITUBÉRCULOS POR 0.25 M <sup>2</sup>	MINITUBÉRCULOS POR 1 M <sup>2</sup>	100 % Producción	% De cosecha
1	10.67	42.68	400	10.67
2	13.11	52.44	200	26.22
3	9.22	36.88	140	26.34
4	12.67	30.68	100	30.68
5	10	40.00	66	60.61
6	13.44	53.76	44	122.18



Figura 25. Rendimientos obtenidos de los promedios de los tratamientos de la clasificación de 4 a 7.9 g.

Cuadro 22. Cantidad de minitubérculos por m<sup>2</sup> de la clasificación de 4 – 7.9 g.

TRATAMIENTOS	MINITUBÉRCULOS POR 0.25 M <sup>2</sup>	MINITUBÉRCULOS POR 1 M <sup>2</sup>	100 % Producción	% De cosecha
1	11.89	47.56	400	11.89
2	14.22	56.88	200	28.44
3	11.11	44.44	140	31.74
4	13.89	55.56	100	55.56
5	10.22	40.88	66	61.94
6	12.44	49.76	44	113.09



Figura 26. Rendimientos obtenidos de los promedios de la clasificación de minitubérculos de 8 a 15.9 g.

Cuadro 23. Cantidad de minitubérculos por m<sup>2</sup> de la clasificación de 8 - 15.9 g.

TRATAMIENTOS	MINITUBÉRCULOS POR 0.25 M <sup>2</sup>	MINITUBÉRCULOS POR 1 M <sup>2</sup>	100 % Producción	% De cosecha
1	12.78	51.12	400	12.78
2	14	56	200	28.00
3	15.22	60.88	140	43.48
4	12.67	50.68	100	50.68
5	9.33	37.32	66	56.54
6	13.44	53.76	44	122.18



Figura 27. Rendimientos obtenidos de los promedios de la clasificación de minitubérculos de 16 – 31.9 g.

Cuadro 24. Cantidad de minitubérculos por m<sup>2</sup> de la clasificación de 16 – 31.9 g.

TRATAMIENTOS	MINITUBÉRCULOS POR 0.25 M <sup>2</sup>	MINITUBÉRCULOS POR 1 M <sup>2</sup>	100 % Producción	% De cosecha
1	12.11	48.44	400	12.11
2	12.89	51.56	200	25.78
3	12.89	51.56	140	36.83
4	17.56	70.24	100	70.24
5	8.33	33.32	66	50.48
6	12.89	51.56	44	117.18



Figura 28. Rendimientos obtenidos de los promedios de la clasificación de minitubérculos > de 32 g.

Cuadro 25. Cantidad de minitubérculos por m<sup>2</sup> de la clasificación > de 32 g.

TRATAMIENTOS	MINITUBÉRCULOS POR 0.25 M <sup>2</sup>	MINITUBÉRCULOS POR 1 M <sup>2</sup>	100 % Producción	% De cosecha
1	8.78	35.12	400	8.78
2	8.44	33.76	200	16.88
3	13.22	52.88	140	37.77
4	12.11	48.44	100	48.44
5	8.33	33.32	66	50.48
6	13.67	54.68	44	124.29

**GRAFICAS QUE INDICAN EL RENDIMIENTO PROMEDIO DE TALLOS EN  
BASE A DIÁMETRO.**



**Figura 29. Rendimientos de tallos promedios.**

**Cuadro 26. Cantidad de tallo por m<sup>2</sup> en mm.**

TRATAMIENTOS	MINITUBÉRCULOS POR 0.25 M <sup>2</sup>	MINITUBÉRCULOS POR 1 M <sup>2</sup>	100 % Producción	% De cosecha
1	73.27	293.08	400	73.27
2	76.29	305.16	200	152.58
3	82.08	328.32	140	234.51
4	75.93	303.72	100	303.72
5	78.84	315.36	66	477.82
6	74.03	296.12	44	672.95

**CONCLUSIONES**

De acuerdo con las características evaluadas y con los datos obtenidos del análisis de varianza realizado para cada variable se llegó a la siguiente conclusión:

No existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, por lo tanto, se selecciona el tratamiento de menor densidad de población para lograr ahorro en la producción de vitroplántulas libres de patógenos.

## **LITERATURA CITADA**

Aguilar, J., Molina J. y Vitorrelli. 1988. Desarrollo y Producción de Esquejes de tallo juvenil en papa, obtenidos en cuatro partes diferentes de la misma planta. Revista Latinoamericana de la papa. Alap – CIP-Lima, Perú. p 50-56.

Báez P., M. 1983. La papa (*Solanum tuberosum* L.). Monografía. UAAAN. Saltillo, Coah., México. p. 1-23

Bryan, J. E. 1998. Implementation of rapid multiplication and tissue culture methods in third world countries. International Potato Center (CIP). Lima, Perú. p. 199-207.

Bryan, J., Jackson M. and Melendez G. 1981. Esquejes de brote, una técnica de multiplicación rápida de papa. Centro Internacional de Papa. (CIP). No.1 p-1-10.

Colín B., Lammin F. and Dattee Y. 1987. Use of in vitro culture of *Solanum Tuberosum* in potato breeding. Cambridge University Press. England. p. 331-334.

Darpoux, R., y Debelley, M. 1969. Plantas de escarda. Editorial Mundiprensa. p. 1-23. Madrid, España.

DEGETA. 1993. Las papas. Editorial Trillas México p 9-54.

- Dodds H., J. 1988. Tissue culture technology practical application of sophisticated methods. International Potato Center (CIP). Lima, Peru. p. 167-179.
- Ewin, E. P. Wareing. 1978. Shoot, stolon and tuber formation on potato (*S. tuberosum* L.) cutting in response to photoperiod. 61. p. 348-353. Cambridge, USA.
- FAO. 1991. Desarrollo Agropecuario, de la dependencia al protagonismo del agricultor. Serie. Desarrollo Rural No. 9. Oficina Regional de la FAO para América Latina. Santiago de Chile. p. 11-28.
- Fernández B., J. 1976. La producción y certificación de semilla de papa en México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semilla y Secretaría de Agricultura y Ganadería. México. p. 1-53.
- Garza R., J. 1989. Identificación de los Factores que limitan la producción de semillas de hortalizas en México. Editorial Trillas. p. 5-48. México.
- Guerrero G., A. 1981. Cultivos herbáceos extensivos. Editorial Mundiprensa. 2<sup>a</sup> Edición. p. 25-30. Madrid, España.
- Hamann U. 1978. Propagación intensiva de la papa durante la primera etapa de un programa de semillas. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 5 p.

- Horton. D., E. 1998. Las papas en los países en desarrollo. Revista Latinoamericana de la papa. Alap – CIP. Lima, Perú. p. 9 – 17.
- Huamán, Z. 1986. Botánica Sistemática y Morfología de la papa. Centro Internacional de la Papa (CIP) No. 6. Lima, Perú. p. 1-22.
- INIFAP-SARH-PRECODEPA. 1985. Memoria. Curso Internacional sobre Tecnología de Producción de Papa. Toluca, México. p. 41-46
- Jones E., D. 1986. A current assessment of in Vitro culture and other rapid multiplication methods in North American and Europe. Cornell University Ithaca, N.Y USA. p. 209-221.
- Knutson, K. 1988. Implications of new technologies for seed potato certification programs and seed growers. Colorado State University. USA. p. 229-235.
- Levy, D., Seabrook J., and E., Coleman, S. 1993. Enhancement of tuberization of axillary shoot buds of potato (*Solanum Tuberosum* L.) cultivars cultured in vitro. Fredericton, New Brunswick Canada. p. 381-386.

- Lizárraga, R., Tovar, P., Jayasinghe, U. y Dadds, J. 1987. Cultivo de tejidos para la eliminación de patógenos. Guía de Investigación CIP 3. Centro Internacional de la Papa. Lima Perú. p. 1-21.
- López D., H. y Zavala, T. 1988. Curso de multiplicación acelerada de papa *in Vitro* e Invernadero. Programa Regional Cooperativo de la papa. PRECODEPA. Bolivia. p. 20.
- Lozano C., J. 1996. Efecto de la proaclimatación de microplantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) sobre la producción de minitubérculos en invernadero. UAAAN., Saltillo, Coah., México. p. 4-65.
- Malagamba P., White J. *Et al* . 1983. Semilla Botánica, un método alternativo en la producción de papa, Centro Internacional de la Papa (CIP) No. 3. Perú. p. 1-12.
- Meléndez G. Q. y M. Quevedo B. 1980. Técnicas de multiplicación rápida. En memorias del curso de producción de semilla. INAPAPA-IBTA-COTESU-MAGA. Cochabamba, Bolivia. p. 1-15.
- Miranda, O. y Del Valle, R. 1983. Recomendaciones agronómicas para el cultivo de la papa en Guatemala. Folleto Técnico, 24, ICTA, Guatemala. p. 1-52.

Naranjo S., H. y Estrella M., D.1987. Una técnica de multiplicación rápida de papa "Modelo INIAP". Boletín Divulgativo No. 194. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ecuador. p. 1-12.

Programa Regional Cooperativo de Papa (PRECODEPA). 1988. Memoria. I. Curso de Multiplicación Acelerada de Papa. México. p. 1-14.

Roca, W., Espinoza, M., and Bryan J., E. 19678. A tissue culture method for the rapid propagation of potatoes. Am. Potato Journal. (55) 691-701.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1991. División Agrícola INIFAP- Propuesta de Programa para Autosuficiencia de Producción de Semilla de PSPS en México. México. p. 1-15.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1992. Manual de Producción de Semilla de papa. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. México. p. 1-95.

Slack, S. 1988. Applications of tissue culture and micropropagation techniques to potato production.

- Stallknecht G., F. 1979. The effects of nitrogen on the caumarin induce a tuberization of potato axillary shoots cultivated in vitro. Amer. Potato Journal. Vol. 56. 523-529. USA.
- Thomsom A., j. 1987. The production of new potato varieties, technological advances. The effects of fertilizer treatments on a rang of old and new early-maturing potato varieties. Cambridge University Press. England. p. 165-167.
- Van- Der Zaag, C.E. 1981. Recolección y Almacenamiento de Papa. Publicado por el Instituto Consultivo Holandés sobre la Papa. La Haya, Holanda y Ministerio de Agricultura y Pesca, Madrid, España. p. 1-24.
- Velásquez, M. 1984. Almacenamiento de papa para consumo. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. ICTA, Guatemala. p. 1-28.
- Velásquez, M. 1990. Grupo Interdisciplinario de Investigación en papa. Marco de Referencia del cultivo de papa en el área de influencia de la UAAAN. p. 1-10.
- Wareh, H., Trolinder, N.L. and Goodin J.R. 1989. Callus initiation, shoot regeneration and micropropagation of three potato cultivars. Texas. Tech University. USA. p. 680-682.
- Wiersema, S. I.1981. Efecto de la Densidad de Tallos en la Producción de Papa. Centro internacional de la papa. (CIP).No. 1. p. 1-14. Lima, Perú.

Wiersema, S. I. 1985. Desarrollo Fisiológico de tubérculos de semilla de papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). No. 20. pp. 1-16. Lima. Perú.

Wooster P. and Dixon T., J. 1987. Micropropagation and aid in the production of new varieties. Cambridge University Press. England. p. 142-145.

Wright, N.S. 1988. Assembly quality control and use of a potato cultivar collection rendered virus-free by heat therapy and tissue culture. Vancouver, Canada. p. 181-197.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables principles. Production and nutritive values. AVI. Publishing Co. Inc. Connecticut, USA. p. 55-60.

SIAP, Acerca. 2002. Claridades Agropecuarias. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/análisis/Anpapa.html>. SIAPA 2002. (20 de octubre de 2007).

PHS, Fonología Microbiana 2006. <http://www.phmexico.com.mx/phcpapas1.html>. PHS 2006. (23 de octubre de 2007).

SEPIENSA, El cultivo de papas 2004. <http://www.sepiensa.org.mx/contenidos/2004/p1.htm>. SEPIENSA 2004 (28 de octubre de 2007).

INVERNAMEX, IAP 2004. Producciones de papa (*Solanum Tuberosum* L) con

[academia/Horticultura/Menhort01/ponencia.05.pdf](#). INVERNAMEX 2004.

(10 de Noviembre de 2007).

CONPAPA, Importancia de la cadena productiva de papa 2006.

<http://www.conpapa.org.mx/produccion.htm>. sagarpa 2006. (18 de Noviembre de 2007).

## APÉNDICE

**Cuadro A.1. Cuadro de registro de las variables tomadas directamente en campo para determinar la variable de diámetro polar**

	REPETICIONES < 1 cm.											
<b>δ</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>Σ</b>	<b>Σ2</b>	<b>Prom.</b>
<b>1</b>	9	7	2	3	8	4	4	2	1	<b>39</b>	<b>1521</b>	<b>4.4</b>
<b>2</b>	1	3	2	2	1	2	6	1	8	<b>18</b>	<b>324</b>	<b>2.9</b>
<b>3</b>	10	4	5	1	2	2	3	2	2	<b>29</b>	<b>841</b>	<b>3.4</b>
<b>4</b>	9	2	3	4	5	3	0	7	0	<b>33</b>	<b>1089</b>	<b>3.7</b>
<b>5</b>	16	1	6	0	1	2	1	5	0	<b>32</b>	<b>1024</b>	<b>3.6</b>
<b>6</b>	2	5	12	2	1	4	2	1	3	<b>29</b>	<b>841</b>	<b>3.6</b>

**Cuadro A.2. Análisis de varianza para la variable de diámetro polar en gm<sup>2</sup> de seis densidades de población de minitubérculos de papa bajo la clasificación menor de 1 de diámetro.**

<b>FV</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F Tab.</b>	<b>gl</b>
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	---------------	-----------

					<b>0.05 0.01</b>	
<b>Bloques</b>	<b>8</b>	<b>254.3</b>	<b>31.8</b>	<b>3.6</b>	<b>2.18 2.99</b>	<b>8 -40</b>
<b>Trat.</b>	<b>5</b>	<b>26.7</b>	<b>5.3</b>	<b>0.6</b>	<b>2.45 3.51</b>	<b>5 - 40</b>
<b>E. Exp.</b>	<b>40</b>	<b>379</b>	<b>9.5</b>			
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>660</b>				

**Cuadro A.3. Cuadro de registro de las variables tomadas directamente en campo para determinar la variable de diámetro polar de 1 – 2.4 mm.**

<b>REPETICIONES 1 – 2.4</b>												
<b>δ</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>Σ</b>	<b>Σ2</b>	<b>Prom.</b>
<b>1</b>	28	53	35	22	46	39	41	49	20	<b>313</b>	<b>97969</b>	<b>38.1</b>
<b>2</b>	40	26	54	38	69	34	34	34	92	<b>329</b>	<b>108241</b>	<b>46.8</b>
<b>3</b>	44	32	39	30	14	40	27	27	34	<b>253</b>	<b>64009</b>	<b>31.9</b>
<b>4</b>	24	37	47	25	18	43	81	44	49	<b>319</b>	<b>101761</b>	<b>40.9</b>
<b>5</b>	39	19	40	44	12	26	22	51	48	<b>253</b>	<b>64009</b>	<b>33.4</b>
<b>6</b>	37	71	32	35	18	44	44	20	45	<b>301</b>	<b>90601</b>	<b>38.4</b>

**Cuadro A.4. Análisis de varianza para la variable de diámetro polar en gm<sup>2</sup> de seis densidades de población de minitubérculos de papa bajo la clasificación de 1 a 2.4 mm de diámetro.**

					<b>F Tab.</b>		
<b>FV</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>0.05 0.01</b>	<b>gl</b>	
<b>Bloques</b>	<b>8</b>	<b>21815.7</b>	<b>2727.0</b>	<b>9.9</b>	<b>2.18 2.99</b>	<b>8 - 40</b>	
<b>Trat.</b>	<b>5</b>	<b>624.4</b>	<b>124.9</b>	<b>0.4</b>	<b>2.45 3.51</b>	<b>5 - 40</b>	
<b>E. Exp.</b>	<b>40</b>	<b>10972.3</b>	<b>274.3</b>				
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>33412.4</b>					

**Cuadro A.5. Cuadro de registro de las variables tomadas directamente en campo para determinar la variable de diámetro polar de 2.4 - 5 cm.**

REPETICIONES 2.4 – 5 CM.												
δ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ	Σ2	Prom.
1	18	37	46	20	28	13	24	47	17	233	54289	27.78
2	34	8	52	20	50	37	19	17	43	237	56169	31.11
3	63	19	41	22	10	36	32	34	31	257	66049	32.0
4	30	22	42	35	30	28	63	36	34	286	81796	35.6
5	18	6	36	22	9	20	13	6	48	130	16900	19.8
6	45	57	23	37	11	27	40	10	62	250	62500	34.7

**Cuadro A.6. Análisis de varianza para la variable de diámetro polar en gm<sup>2</sup> de seis densidades de población de minitubérculos de papa bajo la clasificación de 2.4 - 5 mm de diámetro.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab. 0.05 0.01	gl
Bloques	8	15161.1	1895.1	9.0	2.18 2.99	8 - 40
Trat.	5	1588.3	317.7	1.5	2.45 3.51	5 - 40
E. Exp.	40	8450.3	211.3			
Total	53	25199.8				

**Cuadro A.7. Cuadro de registro de las variables tomadas directamente en campo para determinar la variable de diámetro polar mayor de 5 cm**

REPETICIONES > 5 CMS.												Prom.
$\delta$	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	$\Sigma$	$\Sigma^2$	
1	0	8	3	2	1	0	4	10	1	28	784	3.2
2	2	0	13	1	3	2	1	1	0	23	529	2.6
3	23	5	9	0	0	8	5	5	7	55	3025	6.9
4	3	3	4	2	7	10	14	3	0	46	2116	5.1
5	1	3	2	9	0	2	0	3	21	20	400	4.6
6	8	7	15	5	1	5	17	1	11	59	3481	7.8

**Cuadro A.8. Análisis de varianza para la variable de diámetro polar en  $gm^2$  de seis densidades de población de minitubérculos de papa bajo la clasificación menor de 2.4 – 5 mm de diámetro.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab.		
					0,05	0,01	
Bloques	8	546	68,25	2,221921	2,18	2,99	8 – 40
Trat.	5	160,1667	32,03333	1,042865	2,45	3,51	5 - 40
E. Exp.	40	1228,667	30,71667				
Total	53	1934,833					

**DATOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE MINITUBÉRCULOS EN BASE A PESO EN GRAMOS.**

**Cuadro A.9. Cuadro de registro de las variables tomadas directamente en campo para determinar la variable de peso en la clasificación menor de 2 g**

REPETICIONES < 2 GRS.												
δ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ	Σ2	Prom.
1	23	18	9	8	31	15	23	15	9	142	20164	16.78
2	10	15	23	10	15	17	18	16	40	124	15376	18.22
3	26	17	19	8	7	9	8	15	11	109	11881	13.33
4	19	14	15	10	11	12	23	19	13	123	15129	15.11
5	34	7	16	14	9	10	13	23	10	126	15876	15.11
6	11	32	35	12	10	20	17	10	17	147	21609	18.22

**Cuadro A.10. Análisis de varianza para la variable de diámetro polar en g m<sup>-2</sup> de seis densidades de población de minitubérculos de papa bajo la clasificación menor de 2 g.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab.		gl
					0,05	0,01	
Bloques	8	3501,333	437,6667	6,961824	2,18	2,99	8 – 40
Tratamientos	5	106,8333	21,36667	0,339873	2,45	3,51	5 – 40
E. Exper...	40	2514,667	62,86667				
Total	53	6122,833					

**Cuadro A.11. Cuadro de registro de las variables tomadas directamente en campo para determinar la variable de peso en la clasificación de 2 – 3.9 g**

REPETICIONES 2-3,9 GRS.												
$\delta$	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	$\Sigma$	$\Sigma^2$	Prom.
1	7	18	13	7	9	12	12	14	4	92	8464	10.7
2	14	5	12	12	22	10	12	9	34	96	9216	13.1
3	13	8	8	12	5	15	7	5	10	73	5329	9.2
4	11	11	12	4	6	14	27	15	14	100	10000	12.7
5	6	6	14	17	2	3	6	20	16	74	5476	10.0
6	21	26	17	11	5	10	12	6	13	108	11664	13.4

**Cuadro A.12. Análisis de varianza para la variable de diámetro polar en g m<sup>2</sup> de seis densidades de población de minitubérculos de papa bajo la clasificación de 2 – 3.9 g.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab. 0.05 0.01	gl
Bloques	8	2159.8	270.0	6.0	2.18 2.99	8 -40
Trat.	5	111.9	22.4	0.5	2.45 3.51	5 - 40
E. Exp.	40	1826.6	45.7			
Total	53	4097.8				

**Cuadro A.13. Cuadro de registro de las variables tomadas directamente en campo para determinar la variable de peso en la clasificación de 4 – 7.9 g**

REPETICIONES 4-7.9 g.			

$\delta$	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	$\Sigma$	$\Sigma^2$	Prom.
1	7	20	13	11	13	11	11	14	7	100	10000	11.9
2	18	6	21	8	26	8	10	8	23	105	11025	14.2
3	13	8	12	10	5	21	10	10	11	89	7921	11.1
4	3	11	22	13	7	15	28	15	21	114	12996	13.9
5	12	7	13	13	2	11	3	11	20	72	5184	10.2
6	21	21	8	9	3	12	17	3	19	94	8836	12.4

**Cuadro A.14. Análisis de varianza para la variable de diámetro polar en g m<sup>-2</sup> de seis densidades de población de minitubérculos de papa bajo la clasificación de 4 – 7.9 g.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab.		gl
					0.05	0.01	
Bloques	8	2599.4	324.9	7.8	2.18	2.99	8 – 40
Trat.	5	116.6	23.3	0.6	2.45	3.51	5 - 40
E. Exp.	40	1671.6	41.8				
Total	53	4387.7					

**Cuadro A.15. Cuadro de registro de las variables tomadas directamente en campo para determinar la variable de peso en la clasificación de 8 – 15.9 g**

	REPETICIONES 8-15.9 g.		
--	------------------------	--	--

$\delta$	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	$\Sigma$	$\Sigma^2$	Prom.
1	4	18	22	7	14	8	8	28	6	109	11881	12.8
2	18	7	20	12	25	16	7	5	16	110	12100	14.0
3	34	9	16	10	5	12	19	16	16	121	14641	15.2
4	11	5	19	10	13	10	18	12	16	98	9604	12.7
5	8	1	19	6	2	11	11	5	21	63	3969	9.3
6	20	22	11	22	13	8	23	9	29	128	16384	13.4

Cuadro A.16. Análisis de varianza para la variable de diámetro polar en  $\text{g m}^{-2}$  de seis densidades de población de minitubérculos de papa bajo la clasificación de 8 – 15.9 g.

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab.		gl
					0.05	0.01	
Bloques	8	3015.5	376.9	7.2	2.18	2.99	8 – 40
Trat.	5	293.2	58.6	1.1	2.45	3.51	5 - 40
E. Exp.	40	2091.6	52.3				
Total	53	5400.3					

Cuadro A.17. Cuadro de registro de las variables tomadas directamente en campo para determinar la variable de peso en la clasificación de 16 – 31.9 g

	REPETICIONES 16-31.9 g.		
--	-------------------------	--	--

$\delta$	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	$\Sigma$	$\Sigma^2$	Prom.
1	5	18	23	8	13	5	11	20	6	103	10609	12.1
2	7	3	20	10	21	14	6	11	24	92	8464	12.9
3	23	10	21	7	4	15	8	11	17	99	9801	12.9
4	8	13	20	22	11	14	37	17	16	142	20164	17.6
5	9	3	15	9	5	10	3	1	20	55	3025	8.3
6	11	25	11	12	8	5	17	3	24	92	8464	12.8

**Cuadro A.18. Análisis de varianza para la variable de diámetro polar en g m<sup>-2</sup> de seis densidades de población de minitubérculos de papa bajo la clasificación de 16 – 31.9 g.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab.		gl
					0.05	0.01	
Bloques	8	3011.1	376.4	7.6	2.18	2.99	8 – 40
Trat.	5	431.0	86.2	1.7	2.45	3.51	5 - 40
E. Exp.	40	1971.7	49.3				
Total	53	5413.8					

**Cuadro A.19. Cuadro de registro de las variables tomadas directamente en campo para determinar la variable de peso en la clasificación mayor de 32 g**

REPETICIONES > 32 GRS.												
$\delta$	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	$\Sigma$	$\Sigma^2$	Prom.

1	9	13	8	6	3	5	8	20	7	72	5184	8.7
2	10	1	25	4	9	10	7	4	6	70	4900	8.4
3	31	8	18	6	0	14	12	11	19	100	10000	13.2
4	14	8	9	7	12	19	25	12	3	106	11236	12.1
5	5	5	7	16	2	5	0	5	30	45	2025	8.3
6	18	14	20	13	2	9	17	1	19	94	8836	13.7

**Cuadro A.20. Análisis de varianza para la variable de diámetro polar en g m<sup>-2</sup> de seis densidades de población de minitubérculos de papa bajo la clasificación mayor de 32 g.**

FV	gl	SC	CM	FC	F Tab.		gl
					0.05	0.01	
Bloques	8	2190.8	273.9	5.3	2.18	2.99	8 – 40
Trat.	5	294.8	59.0	1.1	2.45	3.51	5 - 40
E. Exp.	40	2057.4	51.4				
Total	53	4543.0					

**Cuadro A.21. Análisis del sustrato del sustrato**

M.O	68%	Extremadamente rico
NT	3.10%	Rico
P2O5	162 ppm	Rico
K	1000 ppm	Rico
Ca	13600 pPm	Rico

<b>Ph</b>	<b>7</b>	<b>Suelo Neutro</b>
<b>Pb</b>	<b>26 ppm</b>	
<b>Mg</b>	<b>1700 ppm</b>	
<b>Da</b>	<b>&lt; 1 gr/cm<sup>3</sup></b>	

**Cuadro A.22. Análisis del agua de riego**

<b>pH</b>		<b>6.43</b>
<b>C.E.</b>	<b>ds/m</b>	<b>1.083</b>
<b>Carbonatos</b>	<b>meq/lt</b>	<b>0.2</b>
<b>HCO<sub>3</sub></b>	<b>meq/lt</b>	<b>4.1</b>
<b>Ca</b>	<b>meq/lt</b>	<b>5.2</b>
<b>Mg</b>	<b>meq/lt</b>	<b>10.8</b>
<b>Cl</b>	<b>meq/lt</b>	<b>1.8</b>
<b>SO<sub>4</sub></b>	<b>meq/lt</b>	<b>10.31</b>
<b>Na</b>	<b>meq/lt</b>	<b>1.5</b>