

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**EFECTO DEL TAMAÑO DEL MINITUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)  
DE SEGUNDA GENERACIÓN, Var. ATLANTIC, EN EL RENDIMIENTO DE  
MINITUBÉRCULO DE TERCERA GENERACIÓN  
BAJO MICROTÚNELES.**

**POR:**

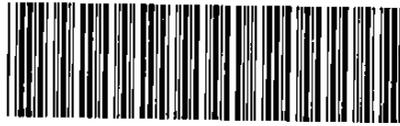
**ING. MARKIS ADAMES MANCEBO**

**Como requisito parcial para obtener el Grado de MAESTRO EN CIENCIAS con la  
Especialidad en PRODUCCION AGRÍCOLA.**

71  
9  
**MARÍN, NUEVO LEÓN**

**AGOSTO 1999**

TM  
Z50  
FA  
1999  
A3



1020126729

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**EFECTO DEL TAMAÑO DEL MINITUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)  
DE SEGUNDA GENERACIÓN, Var. ATLANTIC, EN EL RENDIMIENTO DE  
MINITUBÉRCULO DE TERCERA GENERACIÓN  
BAJO MICROTÚNELES.**

**POR:**

**ING. MARKIS ADAMES MANCEBO**

**Como requisito parcial para obtener el Grado de MAESTRO EN CIENCIAS con la  
Especialidad en PRODUCCION AGRÍCOLA.**

**MARÍN, NUEVO LEÓN**

**AGOSTO 1999**

TM  
5071  
F12  
999  
A3

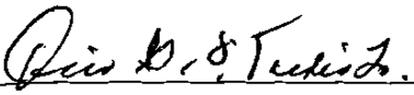
0130 1936J



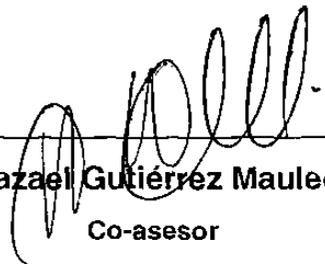
FONDO  
TESIS

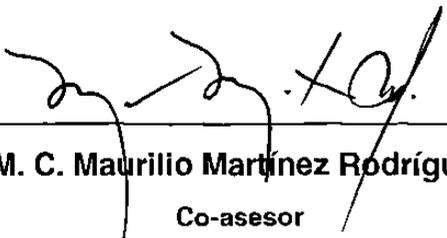
**EFFECTO DEL TAMAÑO DEL MINUTUBÉRCULO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)  
DE SEGUNDA GENERACIÓN, Var. ATLANTIC, EN EL RENDIMIENTO  
DE MINUTUBÉRCULO DE TERCERA GENERACIÓN  
BAJO MICROTÚNELES.**

**Tesis Aprobada por el Comité:**

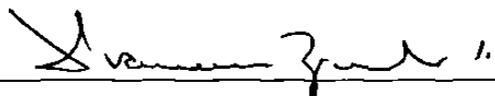
  
**Ph. D. Ciro G. S. Valdés Lozano**  
Director de la Tesis

  
**Ph. D. Emilio Olivares Saéñz**  
Co-asesor

  
**Dr. Hazael Gutiérrez Mauleón**  
Co-asesor

  
**M. C. Maurilio Martínez Rodríguez**  
Co-asesor

  
**M. C. Jesús A. Pedroza Flores**  
Co-asesor

  
**Ph. D. Francisco Zavala García**  
Subdirección de Estudios de Postgrado

## VITAE

El autor, Markis Adames Mancebo nació el 24 de enero de 1966 en la ciudad de Neyba, Provincia Bahoruco, República Dominicana. Realizó sus estudios primarios en la Escuela Primaria El Tanque, de la misma ciudad alcanzando el título de suficiencia primaria.

Ingresó al Liceo Secundario Manuel de Jesús Galván de Neyba en septiembre de 1978, alcanzando el título de Bachiller en Filosofía y Letras en junio de 1984. Durante el período comprendido de agosto de 1982 a 1983 obtuvo el título de Mecnógrafo archivista en la Escuela Comercial Progreso de la misma ciudad.

En febrero de 1985 ingresó a la Escuela Vocacional de las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional de San Pedro de Macorís, República Dominicana obteniendo el título de técnico en Refrigeración y Aire Acondicionado el 12 diciembre de 1985.

Ingresó a la Universidad Católica Madre y Maestra de la ciudad de Santiago de los Caballeros, República Dominicana en agosto de 1987, alcanzando el título de Ingeniero Agrónomo, "Concentración Horticultura" el 20 de junio de 1992.

De marzo de 1993 hasta 1993 trabajó en la empresa Dole Dominicana como técnico-programador en el área de maquinarias agrícolas en la ciudad de Cotuí, República Dominicana. De octubre de 1995 hasta marzo de 1997 fue parte del Banco Agrícola de la República Dominicana como agente de desarrollo en el área de crédito agrícola en Arenoso, San Francisco de Macorís, República Dominicana.

## DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por ser quien guía nuestros pasos cada día.

A mis padres: Enrique Adames y Simona Mancebo por su apoyo y palabras de aliento para el término de mis estudios.

A mis hermanos: Rubén, Bolívar, Marislanda, Ana Medis, Ana Libis, Grecia y Sonnia por su ayuda y estar presente siempre en mis dificultades.

A todos mis sobrinos, especialmente a Dioni, Neurilin, Elmis, Edal, Henri y Yari por que siempre me han considerado como un hermano.

A todos mis primos, especialmente a Luis Bernardo por su ayuda y apoyo incondicional que siempre me ha brindado.

A mis amigos Pedro Antonio y Cheni por que siempre han estado conmigo en los tiempos buenos y en los difíciles.

A mis compañeros de estudios: María de Jesús, María Antonia, Cristian, Marlon, Fernando, Oscar, Noe, Elvia, Juan Carlos, Juan Romero, Castillo, Roylan, Thelma, Neftalí, Luis Moreno y a todos aquellos que siempre me ayudaron y alentaron a seguir adelante.

A mi segunda familia en México: Mariano Molina, Mario Dena, José Hernández, José Luis Woo, Juan Antonio (El Choda) y Oscar de la Cerda por que me ayudaron y estuvieron conmigo en los momentos buenos y difíciles de esta carrera.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Secretaría de Relaciones Exteriores de México por el otorgamiento de esta beca de estudio sin la cual no hubiese podido alcanzar esta meta.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León por las facilidades otorgadas para la conclusión de este trabajo.

A la empresa High Breeding S. A. de C. V. y al proyecto SIREYES 95/034 por las facilidades otorgadas para la realización de este experimento.

Al personal del Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol, y Sorgo por su ayuda incondicional para el establecimiento y conclusión de este experimento.

Al Ph.D. Ciro G. S. Valdés Lozano por su ayuda, dirección y consejos para llegar a la conclusión final de este trabajo.

Al Ph. D. Emilio Olivares Saénz por su ayuda y consejos para el entendimiento y conclusión de este experimento.

Al Dr. Hazael Gutiérrez Mauleón por sus consejos brindados y las facilidades ofrecidas para el término de esta investigación.

Al M. C. Maurilio Martínez por su ayuda y enseñanzas durante mi estadía en esta universidad.

Al M. C. José Ibarra Martínez por su ayuda y consejos en el análisis estadístico de este experimento.

## SUMMARY

The objectives of this research were: a) to establish the relationship between second generation minituber weight and third generation minituber yield and grade composition and b) to determine if free virus condition is kept between second and third minituber generation under antiaphid mesh microtunnels. The experiment was carried out from January 21 to April 22, 1999, at FAUANL-HBR agreement facility at Marín, N. L., Mexico. The experiment was an incomplete randomized blocks with nine treatments given by the second generation minitubers weights (90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20 and 10 g), planted in a 1.26 x 33 m bed, 0.72 m<sup>2</sup> plots at 30 x 15 cm between plants, to harvest 0.36 m<sup>2</sup> as experimental unit with 14 plants. Results indicated that weight of second generation minitubers planted was directly related with the yield and grades of third generation minituber harvested; the best second generation minituber weights were between 50-90 g. The highest yields and grades of third generation minitubers were obtained with 80 g minitubers. ELISA analysis showed up that virus free minituber condition was kept between second and third minituber generations for PVX, PVY, PVA, PVM, PVS and PLRV, so, antiaphid mesh microtunnels are an alternative for minituber production in substitution of sophisticated glasshouses.

## CONTENIDO

VITAE	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vi
SUMMARY	vii
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE CUADROS EN EL TEXTO	xi
ÍNDICE DE FIGURAS EN EL TEXTO	xii
APÉNDICE	xiii

Capítulo	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Producción de semilla de papa	5
2.2. Edad fisiológica y preparación de la semilla	6
2.3. Latencia	8
2.4. Dominancia apical y número de brotes	9
2.5. Tamaño de la semilla	10
2.5.1. Tubérculo semilla pequeño	11
2.5.2. Tubérculo semilla grande	11
2.6. Brotes verdes	12
2.7. Tratamiento del tubérculo semilla	13
2.8. Número de tallos por unidad de área	14
2.9. Producción de minitubérculo	14
2.10. Multiplicación de minitubérculos en el invernadero	17
2.11. Rendimiento del tubérculo en función del tamaño del tubérculo semilla sembrado	20

≡ 2.	Rendimiento del minitubérculo dependiendo del tamaño y peso del minitubérculo sembrado	26
■ 3.	Fitosanidad del minitubérculo	29
↯ 4.	Hipótesis experimentales	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS		34
≡ 3.1.	Localización del experimento	34
≡ 3.2.	Material vegetal	34
≡ 3.3.	Tratamientos y repeticiones	35
3.4.	Diseño experimental y tamaño de la parcela útil	35
3.5.	Variables y análisis estadístico	35
3.6.	Manejo y prácticas culturales del experimento	37
3.6.1.	Siembra y control de malezas	37
3.6.2.	Sistema de riego	38
3.7.	Medición de las variables a la cosecha	39
3.7.1.	Producción de minitubérculos por parcela	39
3.7.2.	Rendimiento (g) de minitubérculos por parcela	39
3.7.3.	Producción de minitubérculos por planta	39
3.7.4.	Rendimiento promedio (g) de minitubérculos por planta	40
3.7.5.	Composición por calibres del número de minitubérculos por parcela	40
3.7.6.	Composición por calibres por peso de minitubérculos por parcela	41
3.7.7.	Fitosanidad del minitubérculo cosechado de tercera generación	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		43
4.1.	Producción de minitubérculos por parcela	43
4.2.	Rendimiento (g) de minitubérculos por parcela	47
4.3.	Producción de minitubérculos por planta	49

4.4. Rendimiento promedio (g) de minitubérculos por planta	54
4.5. Composición por calibres del número de minitubérculos por parcela	56
4.6. Composición por calibres por peso de minitubérculos por parcela	59
4.7. Fitosanidad del minitubérculo cosechado de tercera generación	62
V. CONCLUSIONES	66
VI. RECOMENDACIONES	68
VII. BIBLIOGRAFÍA	69
VIII. APÉNDICE	73

## ÍNDICE DE CUADROS EN EL TEXTO

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el experimento. O-I 98/99, FAUANL- HBR, Marín, N.L.	36
Cuadro 2. Comparación de medias de la variable producción de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99, FAUANL-HBR, Marín, N.L.	44
Cuadro 3. Comparación de medias de la variable rendimiento (g) de minitubérculos por parcela var. Atlantic, O-I, FAUANL-HBR, 98/99, Marín, N.L.	48
Cuadro 4. Comparación de medias de la variable producción de minitubérculos por planta , var. Atlantic, O-I, FAUANL-HBR, 98/99, Marín, N.L.	51
Cuadro 5. Comparación de medias de la variable rendimiento promedio (g) de minitubérculos por planta., var. Atlantic, O-I 98/99, FAUANL-HBR, Marín, N.L.	55
Cuadro 6. Comparaciones de medias de la variable composición por calibres del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99, FAUANL-HBR, Marín, N.L.	58
Cuadro 7. Comparación de medias de la variable composición de calibres por peso (g) de minitubérculos por parcela, var. Atlantic, FAUANL-HBR, O-I 98/99, Marín, N.L.	61
Cuadro 8. Lectura de densidad óptica (D.O) para análisis ELISA de muestras de hojas de plantas de papa de minitubérculos de segunda generación en microtúneles con tela antiáfidos. LADIF-FAUANL, OI, 98/99, Marín, N. L.	64
Cuadro 9. Lectura de densidad óptica (D.O) para análisis ELISA de muestras de minitubérculos de tercera generación de papa en microtúneles con tela antiáfidos. LADIF-FAUANL, OI, 98/99, Marín, N. L.	65

## ÍNDICE DE FIGURAS EN EL TEXTO

	Página
Figura 1. Relación lineal entre el peso de los minitubérculos de segunda generación sembrados (X) y la producción de minitubérculos de tercera generación por parcela (Y), var. Atlantic, O-I 98/99, FAUANL-HBR, Marín, N.L.	46
Figura 2. Relación lineal entre el peso del minitubérculos de segunda generación sembrado (X) y el rendimiento total en gramos de minitubérculos de tercera generación cosechados por parcela (Y), var. Atlantic, O-I 98/99, FAUANL-HBR, Marín, N.L.	50
Figura 3. Relación entre el peso del minitubérculos de segunda generación sembrado (X) y el número de minitubérculos de tercera generación cosechados por planta (Y), var. Atlantic, O-I 98/99, FAUANL-HBR, Marín, N.L.	53
Figura 4. Relación lineal entre el peso del minitubérculos de segunda generación sembrado (X) y el rendimiento total en gramos de minitubérculos de tercera generación cosechados por planta (Y), var. Atlantic, O-I 98/99, FAUANL-HBR, Marín, N.L.	57

## APÉNDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza de la variable número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	74
Cuadro A2. Regresión lineal de la variable dependiente (Y) número de minitubérculos de tercera generación cosechados por parcela sobre la variable independiente (X) pesos de minitubérculos de segunda generación sembrados, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	74
Cuadro A3. Análisis de varianza de la variable peso en gramos de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99 FAUANL-HBR, Marín, N.L.	75
Cuadro A4. Regresión lineal de la variable dependiente (Y) peso en gramos de minitubérculos de tercera generación cosechados por parcela sobre la variable independiente (X) pesos de minitubérculos de segunda generación sembrados, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	75
Cuadro A5. Análisis de varianza de la variable número de minitubérculos de tercera generación por planta, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	76
Cuadro A6. Regresión lineal de la variable dependiente (Y) número de minitubérculos de tercera generación cosechados por planta sobre la variable independiente (X) pesos de minitubérculos de segunda generación sembrados, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	76
Cuadro A7. Análisis de varianza de la variable peso en gramos de minitubérculos de tercera generación por planta, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	77
Cuadro A8. Regresión lineal de la variable dependiente (Y) peso en gramos de minitubérculos de tercera generación cosechados por planta sobre la variable independiente (X) pesos de minitubérculos de segunda generación sembrados, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	77
Cuadro A9. Análisis de varianza de la variable calibre 0 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	78
Cuadro A10. Análisis de varianza de la variable calibre 1 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	78

Cuadro A11. Análisis de varianza de la variable calibre 2 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	79
Cuadro A12. Análisis de varianza de la variable calibre 3 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	79
Cuadro A13. Análisis de varianza de la variable calibre 4 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	80
Cuadro A14. Análisis de varianza de la variable calibre 5 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	80
Cuadro A15. Análisis de varianza de la variable perlitas del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	81
Cuadro A16. Comparación de medias de la variable calibre 1 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	81
Cuadro A17. Análisis de varianza de la variable calibre 0 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	82
Cuadro A18. Análisis de varianza de la variable calibre 2 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	82
Cuadro A19. Análisis de varianza de la variable calibre 3 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	83
Cuadro A20. Análisis de varianza de la variable calibre 4 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	83
Cuadro A21. Análisis de varianza de la variable calibre 5 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	84
Cuadro A22. Análisis de varianza de la variable perlitas del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	84

Cuadro A23. Análisis de varianza de la variable calibre 4 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	85
Cuadro A24. Comparación de medias de la variable calibre 2 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	85
Cuadro A25. Comparación de medias de la variable perlitas del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	86
Cuadro A26. Comparación de medias de la variable calibre 0 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	86
Cuadro A27. Comparación de medias de la variable calibre 1 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	87
Cuadro A28. Comparación de medias de la variable calibre 2 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	87
Cuadro A29. Comparación de medias de la variable calibre 4 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	88
Cuadro A30. Comparación de medias de la variable perlitas del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.	88

## I. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un tubérculo ampliamente cultivado en todo el mundo; la producción mundial es de 312 millones de toneladas anuales, ocupando el cuarto lugar después del maíz, el trigo y el arroz (Horton, 1987).

La propagación comercial de la papa se realiza generalmente por tubérculos, siendo ésta la forma tradicional de siembra, para la cual se utilizan aproximadamente entre 3.5 y 4 toneladas por hectárea, lo que en superficies de cientos de miles de hectáreas representa una enorme cantidad de tubérculos dedicados a la siembra. Si se utilizara semilla sexual se ahorrarían estos tubérculos, pero esto no es posible ya que este tipo de propagación provoca una gran variación genética dentro del cultivo. Debido a que este cultivo se propaga por tubérculos, frecuentemente lleva consigo numerosas enfermedades, principalmente virus, micoplasmas, bacterias y hongos; sólo los virus reducen el rendimiento en el campo de un 40 a un 70%. En consecuencia, para garantizar un alto rendimiento en el campo, el tubérculo a utilizar para la siembra deberá estar libre de enfermedades (Van der Zaag, 1987).

La producción moderna de tubérculo apto para siembra es una tarea compleja y especializada, la cual se divide en tres etapas, la primera de laboratorio, la segunda de invernadero y la tercera de campo. Bajo esta condición, en la segunda etapa o de invernadero, el objetivo es la producción

de minitubérculo el cual se puede obtener a partir de las plantas *in vitro* o del microtubérculo sano producido en la etapa uno.

La tercera fase se inicia con la siembra del minitubérculo en el campo para la obtención de la categoría Básica de tubérculo, la cual al sembrarse dará semilla Registrada (R), ésta será denominada R1 y en las siembras sucesivas RII, RIII y finalmente la categoría de Certificada, la cual es la que se utiliza para la producción comercial, por lo que para ello se requieren seis generaciones o ciclos agrícolas de campo (NOM-041-FITO-1995, SAGAR).

La Norma Fitosanitaria de México NOM-041-FITO-1995 SAGAR, establece que tanto el tubérculo semilla de exportación como el de producción nacional deben estar libres de las siguientes enfermedades: de los virus X, S, Y, A, M, PLRV, de las bacterias *Corynebacterium michiganense* pv. *sepedonicum* (pudrición anular de la papa), *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* (pudrición blanda), *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica* (pierna negra), *Erwinia chrysantemi* y *Pseudomona solanacearum* (marchitez bacteriana).

La vitroplanta libre de las enfermedades anteriores, se obtiene utilizando las técnicas de quimioterapia, termoterapia, electroterapia o la extracción de meristemas, siendo esta última la más común, sola o combinada con otras. Una vez obtenida de una variedad de interés una o más plantas *in vitro* libres de virus, bacterias y hongos, lo cual se confirma respectivamente mediante la técnica ELISA, medios diferenciales y por la observación de los estados de

sanidad de la planta y el medio *in vitro*, se procede a su micropropagación acelerada hasta obtener varios miles de plantas sanas a partir de la o las primeras, en estas plantas se puede inducir la formación de tubérculo *in vitro*, también llamado microtubérculo, lo cual corresponde a la primera fase ya descrita.

Posteriormente en las etapas de invernadero, se aclimata la planta *in vitro* para la producción de minitubérculo y en campo se siembra el minitubérculo subsecuentemente hasta obtener semilla Certificada y continuamente, durante ese período, se verifica la sanidad y se diseñan prácticas de manejo de plagas y enfermedades que impiden la infección del material sano, garantizando con ello que el agricultor que siembre tubérculo semilla en la categoría Certificada tendrá la seguridad de una alta sanidad y pureza genética.

Considerando la secuencia anterior, la producción de minitubérculo sano es la etapa fundamental para un programa de producción en campo de tubérculo semilla Certificada de papa con alta calidad fitosanitaria y genética.

Siendo sumamente valioso por su fitosanidad, los minitubérculos obtenidos de las vitroplantas sanas sembradas en el invernadero, son generalmente sembrados nuevamente para su incremento en el invernadero hasta tres generaciones. Los minitubérculos cosechados en cada generación difieren en tamaño, peso y volumen, lo que influye en el rendimiento del minitubérculo de una generación a otra en el invernadero y en el rendimiento del tubérculo

semilla en categoría básica en el campo (Valdés *et al.*, 1999).

Con base en lo expuesto anteriormente, se condujo un ensayo sobre la multiplicación del minitubérculo bajo microtúneles con tela antiáfidos cuyos objetivos fueron:

- 1) Conocer si la producción de minitubérculos de tercera generación bajo microtúneles de tela antiáfidos es afectada por el tamaño del minitubérculo sembrado de segunda generación.
  
- 2) Determinar si la fitosanidad del minitubérculo sembrado de segunda generación se conserva en el minitubérculo cosechado de tercera generación bajo las condiciones de estudio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Producción de semilla de papa

La papa se produce generalmente por tubérculos, siendo esta la forma más común de propagación; sin embargo, al ser la papa una planta que produce semilla que es fértil, éste puede ser otro medio de multiplicación, aunque comercialmente sólo se utiliza para hacer híbridos comerciales o nuevas variedades, debido a que la semilla sexual de la papa al sembrarla daría una gran variación genética a su progenie. Actualmente hay empresas que se están dedicando a producir semilla sexual verdadera de papa, pero todavía no existe un gran mercado para este tipo de producción (Valdés, 1995).

Actualmente, la propagación de la papa usando la técnica de cultivo de tejidos para obtener miles de plántulas *in vitro* libres de enfermedades, para su posterior siembra bajo invernadero, es fundamental para la producción de minitubérculos los cuales son la base para la producción moderna de tubérculo semilla de papa que son aptas para la siembra. Las plántulas sanas *in vitro* pueden obtenerse por medio de los métodos de extracción de meristemas, quimioterapia, electroterapia y termoterapia. El minitubérculo obtenido de la vitroplanta sana, mediante la multiplicación sucesiva en seis generaciones bajo cuidados extremos de la fitosanidad en campo permite producir la semilla Certificada destinada a la producción comercial para el mercado fresco o para la industria del freído (Valdés, 1995).

## **2.2. Edad fisiológica y preparación del tubérculo semilla**

Además de su influencia en el número de brotes, la edad fisiológica del tubérculo semilla puede influir en el comportamiento del cultivo. Cuando se usa semilla fisiológicamente vieja, la parte aérea de la planta crece menos, la tuberización y la madurez del cultivo se inicia antes. Cuando se dispone de un período de cultivo corto, el uso de semilla fisiológicamente vieja puede producir mayores rendimientos, lo que no ocurre cuando se dispone de un período de cultivo largo (Alonso, 1996).

Las plantas que crecen a partir del tubérculo semilla que es demasiado viejo, normalmente son débiles y producen poco; esta semilla suele producir brotes débiles y a menudo dan papas muy pequeñas, especialmente si se plantan en terreno húmedo y frío. Hay variedades que son más propensas a este problema que otras (Alonso, 1996).

La capacidad del tubérculo para brotar y crecer es un factor importante en la determinación de la producción potencial de semilla tubérculo de papa y está determinado por la edad fisiológica de la semilla. La edad fisiológica puede ser comparada con un reloj interno y su impacto se da en todos los aspectos de la producción del cultivo (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

Los efectos de sembrar semillas de diferentes edades fisiológicas se ha investigado ampliamente y se ha comprobado que influye en el tipo de planta y el rendimiento final en campo. Se han identificado varios factores que

determinan la edad fisiológica de la semilla, entre los cuales están: la variedad, la historia previa de la semilla del cultivo, la fertilidad del suelo, cantidad de lluvia y la temperatura durante el ciclo del cultivo (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

La edad fisiológica de los tubérculos de papa es determinada desde el momento del inicio de la tuberización hasta la cosecha y el proceso de envejecimiento del tubérculo semilla puede ser monitoreado por el tipo y desarrollo de los brotes (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

La temperatura es uno de los factores más importantes que afecta la edad fisiológica de los tubérculos. Los niveles de temperaturas cambiantes pueden acelerar o disminuir el reloj interno del proceso de envejecimiento del tubérculo semilla (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

Es posible evaluar la edad fisiológica de la semilla tomando muestras del almacenamiento en frío observando el brotamiento por subsecuente exposición al calor. Se pueden tomar muestras representativas de un lote de semilla e inmediatamente ponerlas a una temperatura entre 15 y 18°C en la obscuridad, el tiempo alcanzado para cuando los brotes comienzan a emerger (estado de punto blanco), lo cual puede ser observado a simple vista, permitirá hacer una estimación del tiempo y del calor que se requerirán en el almacenaje para que una variedad particular y lote de semilla alcancen una brotación uniforme y vigorosa (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

El conocer la variedad y el destino final del cultivo, permite a los productores decidir el óptimo estado fisiológico de la semilla a plantar y lograr la edad fisiológica del tubérculo semilla a través de prácticas de calor frío y tiempo de almacenaje bajo obscuridad o luz difusa (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

### **2.3. Latencia**

Después de la cosecha, el tubérculo semilla tiene un período de tiempo durante el cual no brota, este período es llamado de latencia. Si el tiempo transcurrido entre la cosecha del tubérculo semilla y su siembra posterior es demasiado corto, el tubérculo semilla puede encontrarse aún en estado de latencia, ya que incluso bajo las condiciones favorables los brotes no se desarrollan (Alonso, 1996).

La longitud del período de latencia es muy dependiente de la variedad y de las condiciones de almacenaje, especialmente la temperatura. Se ha visto que ciertos productos químicos son útiles para romper la latencia entre los cuales se pueden citar: bisulfuro de carbono, la tiourea, el cloro etanol, rindite y el ácido giberélico (Alonso, 1996).

La latencia también se puede romper sometiendo alternadamente al tubérculo semilla en el almacén a temperaturas bajas (5°C) y luego altas (20°C) y/o también cortando en trozos el tubérculo semilla, lo cual no es conveniente por problemas de infecciones con fitopatógenos (Valdés *et al.*, 1999).

## 2.4. Dominancia apical y número de brotes

El ápice del tubérculo tiene una gran cantidad de ojos. Los procesos químicos dentro del tubérculo controlan los primordios en los ojos para que las yemas apicales normalmente sean las primeras en producir brotes; este proceso es llamado dominancia apical. Cuando la brotación se inicia, los primordios de brotes en los ojos de los tubérculos son inhibidos por el brotamiento del primordio principal (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

Generalmente el brote apical crece vigorosamente y los brotes de las yemas inferiores crecen más lentamente, esto es conocido como dominancia apical (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

La planta resultante, de la siembra de un tubérculo entero de este tipo, tendrá un bajo número de tallos principales; en consecuencia un menor número de tubérculos, comparativamente a un tubérculo en el cual todos los ojos han brotado, por lo que es recomendable romper la dominancia apical (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

La dominancia apical se rompe al eliminar el primer brote, lográndose con ello una mayor brotación y más uniformidad. La eliminación manual del primer brote se denomina “despique” y como práctica solo es recomendable si inmediatamente el tubérculo semilla “despicado” es tratado con fungicidas y bactericidas para evitar la infección del mismo por fitopatógenos que pueden penetrar por la herida que se le hace al tubérculo al eliminar el primer brote

(Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

Un tubérculo semilla con abundancia de brotes fuertes, vigorosos y de uno a dos cm puede considerarse como un tubérculo semilla adecuado para su siembra y que garantizará la emergencia del cultivo sin dificultades, pudiendo además contribuir a un alto rendimiento debido a que existe una alta relación entre el número de tallos y el número de tubérculos por m<sup>2</sup> y a que el número de tallos dependen del número de brotes (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

## **2.5. Tamaño de la semilla**

Normalmente, los calibres o tamaños de la semilla certificada están comprendidos entre los 28 mm y los 65 mm en las variedades normales y entre 25 y 60 mm en aquellas variedades en que la longitud es más del doble de su anchura (Alonso, 1996).

El calibre de una partida o lote es 35/50 cuando todos los tubérculos de ese lote pasan a través de una malla cuadrada de 50 mm de lado y ningunos de los tubérculos pasa a través de una malla, asimismo, cuadrada de 35 mm de lado. En la práctica se suelen hacer tres calibres diferentes: 28/35, 35/50, y 45/65, siendo los dos últimos los más utilizados, prefiriendo cada zona y cada agricultor el calibre más grueso o más pequeño (Alonso, 1996).

Para obtener una siembra uniforme y alcanzar una calidad de producción buena, es esencial que si se va a cortar la semilla, lo cual no es recomendable,

esto debe hacerse dentro de un intervalo de peso especificado; una semilla con un rango de 35 a 65 g es aceptable dependiendo de la variedad, corte y número de ojos (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

### **2.5.1. Tubérculo semilla pequeño**

El utilizar tubérculo semilla pequeño, o sea, de menor peso, trae consigo implicaciones relacionadas con el mismo tubérculo semilla y con el establecimiento del cultivo; de acuerdo con Alonso (1996), algunas de las más importantes son las siguientes:

- 1- Se tienen más brotes por kg de semilla.
- 2- Se produce una brotación más temprana.
- 3- Si las condiciones del suelo son malas se produce una emergencia pobre.
- 4- Se obtienen menos tallos por planta.
- 5- Se presenta más dificultad para alcanzar altas densidades de tallos.
- 6- Si se produce una helada en la primera fase, la recuperación es más probable.

### **2.5.2. Tubérculo semilla grande**

De acuerdo con Alonso (1996), al usar tubérculo semilla grande se tendrán las siguientes implicaciones:

- 1- Se producen menos brotes por kg de semilla.
- 2- Se produce una brotación más tardía.
- 3- Si las condiciones del suelo son malas se produce una emergencia pobre.
- 4- Se producen más tallos por planta.

5- Presenta menos dificultad para alcanzar altas densidades de tallos.

6- Si se produce una helada en la primera fase, la recuperación es más fácil.

## **2.6. Brotes verdes**

En los tubérculos expuestos al calor y brotados en la presencia de luz se forman brotes pequeños compactos, fuertes y verdes. Estos brotes cortos son menos sujetos a daños que los brotes que se forman en la oscuridad, los cuales son grandes, blancos pero débiles (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

Los brotes verdes permiten una emergencia temprana, una buena tuberización y una buena madurez a la cosecha. La ventaja más grande de los brotes verdes es que permiten obtener plantas que crecen rápido y llegan a la madurez con menos tiempo, lo cual permite escapar a heladas tempranas (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

Para obtener brotes verdes y desarrollados, los tubérculos semilla son expuestos a temperaturas de 15 a 20°C para la emergencia del primer brote bajo condiciones de luz. La siembra de tubérculos con brotes verdes, tipo copa bien desarrollados y vigorosos, es la más aconsejable (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

## **2.7. Tratamiento del tubérculo semilla**

El tratamiento químico apropiado del tubérculo semilla con fungicidas y bactericidas controla enfermedades; sin embargo, éstas debilitan o matan a los

brotos antes o después de la emergencia. Aunque esto es más seguro y barato que controlar la infección del tubérculo por microorganismos del suelo y de aquellos de la superficie de los tubérculos después de la siembra; sin embargo, los tratamientos químicos solo controlan aquellos microorganismos que atacan la superficie del tubérculo (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

El corte del tubérculo semilla requiere de mucha atención; mientras las papas son cortadas se recomiendan equipos para la desinfección periódica del equipo de corte y debe tenerse un manejo apropiado especialmente dentro de los lotes de semillas. Cuando la semilla cortada no es sembrada inmediatamente se necesitan condiciones ambientales apropiadas de almacenamiento como: 1) tratamiento químico al almacén y al tubérculo semilla cortado, 2) uso forzado de aire a través de los lotes de tubérculo semilla almacenado y 3) una temperatura de 12 a 15°C y una humedad relativa de 85 a 95% (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

La sola ventilación intermitente provee suficiente aire para disipar el bióxido de carbono, el calor de la respiración y la distribución uniforme de la temperatura en el lote, después del almacenamiento total, debe mantenerse la mínima humedad relativa y proceder a la reducción de la temperatura hasta 5°C (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

## **2.8. Número de tallos por unidad de área**

El número y tamaño de los tubérculos producidos en el campo es altamente asociado con el número de tallos por unidad de área o sea por la densidad de tallos. Una alta densidad de tallos produce por lo general en promedio tubérculos pequeños y la producción de tubérculos más grandes requiere de menor densidad de tallos (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

La densidad de tallos se controla, a una misma distancia entre hileras, conjuntamente por el espaciamiento entre los tubérculos a la siembra y por el número de brotes en los tubérculos. Para el mercado fresco y el procesamiento, la baja densidad de tallos produce tubérculos más grandes, mientras que para la producción de tubérculo semilla se recomienda una alta densidad de tallos lo que conllevaría a una gran producción de tubérculo semilla pequeño por unidad de área (Atlantic Canada Potato Guide, 1993).

## **2. 9. Producción de minitubérculo**

Cada vez es mayor la tendencia de los productores de semilla de papa por adoptar un sistema de producción de minitubérculos a partir de vitroplantas libres de virus. El primer paso para la producción de minitubérculos es contar con el apoyo de un laboratorio de cultivo de tejidos donde se obtengan y micropropaguen las plántulas *in vitro* libres de virus para su posterior siembra en el invernadero. La cosecha en estos invernaderos es de tubérculos semilla denominados minitubérculos libres de todo tipo de patógeno (Maldonado, 1996).

Para lograr ésto, primero se comienzan a establecer en el laboratorio en medio de cultivo de tejidos meristemos apicales obtenidos de brotes de tubérculos que se han sometido a termoterapia; las plántulas *in vitro* que se obtienen, se pueden o no someter a multiplicación *in vitro* en un medio con algún antiviral por una o dos generaciones, para luego mediante la prueba ELISA verificar que ninguna planta esté contagiada de virus. Una vez que se asegura el 100% de sanidad de una o más vitroplantas, se procede a su micropropagación acelerada (Maldonado, 1996; Valdés, 1998).

Después de multiplicar en el laboratorio hasta siete veces las plántulas de papa *in vitro* libres de enfermedades, éstas se pasan a los invernaderos, para lo cual el uso de tapas de polietileno de alta densidad, perforándolas gradualmente hasta su eliminación total, permite aumentar el porcentaje de supervivencia de vitroplantas después del trasplante (Valdés, 1998).

Antes de pasar estas plántulas al invernadero se les vuelve a hacer la prueba ELISA para verificar que efectivamente no hay presencia de virus u otra enfermedad. Una vez en el invernadero, se les dan los cuidados necesarios para cosechar minitubérculos libres de virus. El minitubérculo con un 100% de sanidad pasa al campo, y si se lleva a cabo un buen manejo fitosanitario, se volverá a tener tubérculo semilla con una total sanidad en la categoría Básica, lo que permitirá sembrarla de nuevo para volver a multiplicarla y cosechar la categoría de Registrada y en siembras sucesivas obtener las categorías RI, RII, RIII y Certificada con los niveles de fitosanidad establecidos por SAGAR (NOM-

041-FITO-1995, SAGAR).

En Cuba, existen laboratorios denominados biofábricas con capacidad para producir hasta un millón de vitroplantas anuales que a una densidad de 100 vitroplantas/m<sup>2</sup> abastecen una superficie de 1 ha de invernadero, que equivale, considerando una producción mínima de cuatro minitubérculos por planta, a una cosecha de 400,000 minitubérculos/ha, los cuales se tienen que conservar en almacén por algunos meses antes de la siembra. La cantidad a producir varía dependiendo de la oferta y la demanda (Valdés, 1995).

Una de las ventajas del uso de minitubérculos es que le permite al productor reducir los costos de producción del tubérculo semilla de papa, porque prácticamente se elimina todo el saneo de campo y desde el principio se está seguro de que las papas que se siembran son completamente sanas; además, permite al productor incrementar sus rendimientos en un 25% en lo que se refiere a papas de tamaño para semilla (Maldonado, 1996).

Con el sistema de cultivo de tejidos para la producción de plántula *in vitro* libre de enfermedades, seguido de producción de minitubérculos en invernadero se han podido rescatar variedades de papa que en algún tiempo fueron muy buenas y que por enfermedades han caído en desuso. (Maldonado, 1996; Valdés, 1998).

No obstante que existen instalaciones muy grandes para la producción de plántula *in vitro* de papa libre de enfermedades a niveles industriales como las mencionadas en Cuba. En México y otros países, la propagación de vitroplantas sanas es modesta, llegando a ser del orden de las 25,000 a 250,000 vitroplantas sanas por año, lo que implica que la producción de minitubérculo de primera generación sea relativamente pequeño, por lo que amerita una segunda o tercera generación de multiplicaciones en los invernaderos, para alcanzar una cantidad grande de minitubérculos para llevar a plantar directamente al campo. La multiplicación de minitubérculos para una segunda y tercera generación, deben llevarse a cabo con el mismo rigor de sanidad utilizado en el invernadero, que cuando se produjeron los minitubérculos de primer generación (Valdés, 1994).

#### **2.10. Multiplicación del minitubérculos en el invernadero**

Los invernaderos, para la aclimatación de vitroplanta sana y producción de minitubérculo, deben ubicarse en áreas en las cuales no existan siembras comerciales de papa. Los invernaderos deben contar con telas antiáfidos para impedir la entrada de cualquier insecto, y se deberán hacer aplicaciones de insecticidas que eliminen los insectos transmisores de virus que por alguna circunstancia se hayan introducido en éstos. La importancia de hacer estas aplicaciones es que si algún insecto portador del virus entra e infecta una o varias plantas de papa, éstas se van a contagiar y producirán tubérculos que a su vez van a tener el virus. Si esto sucede se estarían multiplicando minitubérculos enfermos (Maldonado, 1996; Valdés, 1998).

En los invernaderos se utilizan camas de siembra que favorecen el manejo del cultivo durante su ciclo; estas camas de siembra tienen una dimensión de 1.2 m de ancho por 30 a 50 m de largo, dando un área total de 36 a 60 m<sup>2</sup>. El sistema de siembra utilizado en estas camas para las vitroplantas es el tres bolillo con una distancia de 10 cm entre plantas, lo que representa densidades de siembra de 100 a 181 plantas/m<sup>2</sup>. En estas camas de siembra, se produce un promedio mínimo de tres minitubérculos por planta, lo que representa una producción de 300 a 543 minitubérculos/m<sup>2</sup> (Valdés *et al.*, 1999).

Los microtubérculos de primera generación producidos por las plántulas *in vitro* libres de virus y otras enfermedades procedentes del laboratorio, son sembrados en las camas de siembra en el invernadero a tres bolillo a 15 cm entre plantas y 30 cm entre hileras con una densidad de 19 plantas/m<sup>2</sup>, las cuales producen un promedio mínimo de seis minitubérculos por planta produciendo 114 minitubérculos/m<sup>2</sup>, ésto bajo condiciones de protección y cuidados para evitar el contagio por los insectos vectores. Estos minitubérculos, llamados de segunda generación, son cosechados y almacenados a una temperatura de 10°C durante cierto tiempo hasta la llegada de la época de siembra. Los minitubérculos de segunda generación son sembrados nuevamente bajo condiciones rigurosas de sanidad para su multiplicación. Los minitubérculos de segunda generación se podrán sembrar para su multiplicación para cosechar una tercera generación (Valdés, 1998).

La fertilización de la papa en las camas de siembra se realiza de forma normal al momento de la siembra, utilizándose fertilizante granulado triple 17 a razón de 500 kg/ha y durante los próximos quince días se realiza la fertilización foliar realizándose hasta cinco aplicaciones con un intervalo de una semana (Valdés *et al.*, 1999).

El riego de este cultivo en las camas de siembra se realiza mediante cintillas con goteo a cada 15 cm, pudiéndose tener cuatro cintillas a lo largo de la cama. Las separaciones entre cintillas pueden ser de 30 cm (Valdés *et al.*, 1999).

Para fines de producción de semilla, a los 70-75 días después de la siembra se realiza la desecación del cultivo utilizando Reglone y evitando utilizar Paraquat para su posterior desvare a los 5 días después, dejando el minitubérculo en la cama durante 20-25 días para una buena suberización, haciéndose la cosecha a los 90 ó 100 días después de la siembra (Valdés *et al.*, 1999).

Después de realizada la cosecha, los minitubérculos se separan en calibres. Los calibres de los minitubérculos se consideran por su tamaño y peso. Existen algunas variantes en cuanto a calibres, teniéndose en México un total de siete calibres (5, 4, 3, 2, 1, 0 y perlitas), donde el calibre de mayor peso es el número 5 y el de menor peso el calibre perlitas. Los rangos de peso considerados para los calibres son  $\geq 90$ , 70-89, 50-69, 30-49, 10-29, 5-9 y  $< 5$  g para los calibres 5, 4, 3,

2, 1, 0 y perlitas, respectivamente. Para el diámetro se consideran  $\geq 6$ , 5 a 5.99, 4 a 4.99, 3 a 3.99, 2 a 2.99, 1 a 1.99 y  $< 1$  cm de diámetro polar para los calibres 5, 4, 3, 2, 1, 0 y perlitas respectivamente (Valdés, 1994).

## **2.11. Rendimiento del tubérculo en función del tamaño del tubérculo**

### **semilla sembrado**

Se ha observado que el rendimiento por planta y por área está influido por el tamaño del tubérculo semilla o del minitubérculo sembrado en el campo o en el invernadero, por lo que algunas experiencias al respecto se presentan a continuación.

Zarzyńska (1996-a) trabajó con minitubérculos de papa de las variedades Bogna, Bronka, Kalina y Ruta con tres diferentes rangos de diámetro (cm) que fueron de 1.1-1.5, 2.1-2.5 y 3.1-3.5 cm, siendo brotados en 0, 2, 4, 6, 8 y 10 semanas antes de la siembra, la cual fue realizada en un suelo con una mezcla de limo y arcilla. El promedio de la producción de tubérculos fue de 23.1, 34.4 y 41.7 ton/ha para los tres tamaños de microtubérculos, respectivamente, existiendo relación con el número de tallos/ha. En relación con el promedio de producción de los cultivares, éste se incrementó de 28.6 ton/ha sin brotar a 32.3-35.3 después de brotado. Sin embargo, los tubérculos semilla más pequeños mostraron una respuesta lineal en rendimiento al tener más tiempo de almacenaje después de brotado, mientras que los tubérculos semilla más grandes mostraron una respuesta de segundo orden similar a los tubérculos

semillas tradicionales. La variedad Bogna respondió en forma lineal al incremento de la duración del brotado. El período óptimo de brotado para Bronka, Kalina y Ruta fue de 5 a 6, 8 y 6.5 semanas, respectivamente. Después de la cosecha el período óptimo de brotación fue mayor para los tubérculos semilla utilizados tradicionalmente, lo que hace pensar que el proceso de envejecimiento fisiológico fue menor para los minitubérculos.

Lommen y Struik (1995) condujeron experimentos durante tres años para estudiar el desarrollo en campo de semilla de papa convencional y de minitubérculos con diferentes pesos frescos para evaluar su efecto sobre la producción de la progenie. Utilizaron minitubérculos de cinco clases de pesos (en un rango de 0.13 a 0.25 g y de 2.00 a 3.99 g). Los factores de multiplicación se calcularon como número y peso de tubérculos de la progenie producida por tubérculos plantados o por unidad de peso de tubérculo plantado. Estos factores fueron más bajos para los minitubérculos más livianos cuando fueron calculados por tubérculos y más alto para cuando fueron calculados por peso. La variación en parcelas dentro del campo fue a veces más alta para los minitubérculos menos pesados, pero la variación en años fue similar para todas las clases de minitubérculos.

Lommen y Struik (1994) realizaron un experimento de campo para evaluar el desarrollo de cinco clases de minitubérculo con peso fresco distribuido en dos rangos de 0.13 a 0.25 g y de 2.00 a 3.99 g y la semilla tubérculo convencional, se trabajó en una estación corta de desarrollo (79 u 82 días) en 1989-90. Los

minitubérculos más pesados tendieron a presentar una emergencia regular, con una mayor cobertura foliar del suelo mucho más rápida después de la emergencia que los minitubérculos menos pesados; además, de una más alta producción de materia seca y una más alta producción de peso fresco. El coeficiente de conversión de radiación no se vio afectado. Una más alta producción de tubérculos resultó de una mayor radiación interceptada como resultado de una mayor cobertura de área de suelo y un mayor índice de cosecha. Todos los minitubérculos produjeron un tallo principal. En un experimento con el minitubérculo de mayor peso se tuvo una mayor brotación y el tiempo de emergencia decreció en un 50%, asimismo la concentración de materia seca de la progenie se incrementó respecto al minitubérculo de menor peso. Los tubérculos convencionales sanos fueron superiores a los minitubérculos en todas las características, menos en el coeficiente de conversión de la radiación en los cuales fueron similares. La diferencia en el desarrollo entre minitubérculos y los tubérculos semilla convencionales son atribuidas al peso, la edad de la semilla tubérculo y al método de brotado.

Lommen (1994) utilizó parcelas experimentales para evaluar varios tamaños de minitubérculos de las variedades de papa Ruta (muy precoz), Kalina (precoz), Bogna (intermedia) y Bronka (tardía). Se sembraron minitubérculos de siete clases entre los diámetros 0.5 a 1.0 y 3.5 a 4.0 cm. El número y el peso total de brotes y raíces, el número de raíces/brotes y el peso promedio de los brotes o raíz después de dos semanas de sembrado aumentaron con el incremento del tamaño del minitubérculo y difirió

significativamente entre cultivares. La influencia del peso del tubérculo fue menor cuando los brotes crecieron más largos. Cuando los tubérculos con brotes de la misma longitud fueron sembrados en parcelas, los brotes de los tubérculos más livianos tuvieron una emergencia más tardía. Cuando los tubérculos fueron plantados más profundos (6 ó 9 cm), o cuando ellos tuvieron brotes cortos al plantarlos (2 ó 4 mm), la emergencia fue más tardía y las diferencias entre las clases de peso fueron mayores. A emergencia, las plantas provenientes de tubérculos de poco peso tenían tallos débiles y peso de raíz proporcional al peso del tubérculo.

Thornton y Neundorfer (1986) evaluaron el crecimiento en campo de minitubérculos de papa de tres variedades con diferentes tamaños para observar el rendimiento potencial de tubérculos pequeños (3 a 7 g), medianos (8 a 14 g) y grandes (15 a 28 g). Estos fueron comparados con tubérculos semilla para las variables emergencia en campo, número de tallos/planta y producción de tubérculos/m<sup>2</sup>. Los minitubérculos emergieron en general más tarde y tuvieron una producción más baja de tallos/planta que los tubérculos semilla convencionales. La cantidad en número de tallos/planta aumentaron con el incremento del tamaño del minitubérculo. El tubérculo semilla produjo más que los minitubérculos. La producción total se incrementó con el tamaño del minitubérculo.

Zarzynska (1996-b) en parcelas experimentales utilizó las variedades Ruta (muy precoz), Kalina (precoz), Bogna (intermedia) y Bronka (tardía) las cuales

provenían de siete clases y tamaños de minitubérculos entre 0.5 -1.0 y 3.5 - 4.0 cm de diámetro. El número, peso de los brotes y raíces, número de raíces/brotes y peso de uno de los brotes o raíz se incrementaron a partir de dos semanas después de ser plantados, además se incrementó el tamaño del minitubérculo y difirió significativamente entre variedades. En pruebas que se hicieron en los años 1992 a 1994, el porcentaje de emergencia fue solo de 30-70% de los tubérculos más pequeños, pero generalmente fue de 90 a 100% de los más grandes. El área total de hojas por planta y el índice del área foliar se incrementó con el aumento en tamaño del tubérculo, pero los tallos individuales de estos fueron más altos para aquellos tubérculos semillas de 1.6 a 2.0 cm de diámetro. Los minitubérculos con brotes en los intervalos de 1.1 a 1.5, 2.1 a 2.5 y 3.1 a 3.5 cm produjeron, respectivamente, en promedio 114, 154 y 240 mil tallos/ha y peso promedio de un tallo de 234, 218 y 163 gramos, respectivamente.

Szutkowsha (1996), en los años 1993-1994, utilizó tubérculos de papa de las variedades Irys, Kalina, Ruta, Bogna y Bronka, las cuales se desarrollaron a partir de minitubérculos de 1.0 a 1.5 y 2.0 a 2.5 cm de diámetro (2.1 a 7.2 g, respectivamente) plantados a 10, 20, 30 y 40 cm entre plantas y 62.5 cm. entre hileras. El nivel de producción alcanzado fue de 24.7 ton/ha en Ruta a 40. 1 en Bogna. El tubérculo semilla producido decreció de 12.3 a 8.3 ton/ha para los minitubérculos pequeños y de 38.0 a 21.1 para los minitubérculos más grandes cuando las distancias entre plantas se incrementaron.

Gojski (1996) realizó cuatro pruebas de campo durante los años de 1972-83, con minitubérculos pequeños, medianos y grandes (40 a 50, 70 a 80, y 100 a 120 gramos, respectivamente), de 11 variedades precoces de papa, las cuales se sembraron a 20, 30, y 40 cm entre plantas y a 62.5 cm entre hileras. Se encontró una amplia variación entre variedades; además, la producción comercial se incrementó al reducir el espaciamiento y los tubérculos grandes utilizados como semilla retardaron el tiempo a la cosecha. Cuando los tubérculos se cosecharon a los 60-75 días después de la siembra, el número de tallos/ha fue de 500,000 y cuando se cosecharon a total madurez, había 200,000 tallos/ha.

Vecchio *et al.*, (1996) condujeron un experimento en los años 1994-95 para comparar los minitubérculos de la variedad de papa Alfa respecto al tubérculo semilla convencional de la variedad Spunta. El 100% de la emergencia fue alcanzado a los 40 días después de la siembra con la variedad Alfa donde la emergencia fue más rápida produciendo plantas más grandes. El peso seco total de tubérculos fue similar entre ambos cultivares. Alfa produjo más tallos, mayor número de tubérculos que Spunta, cuando la cosecha se retardó de 67 a 102 días después de la siembra.

Negi *et al.*, (1996) llevaron a cabo experimentos de campo durante la estación de verano de 1989 a 1990 para investigar la densidad óptima de tubérculo semilla cortados y enteros. Utilizaron cuatro densidades de siembra (1.0, 2.0, 3.0 y 4.0 ton/ha) para ambos tipos de tubérculos, obteniéndose la más

alta producción cuando se sembraron a la densidad de 3.0 y 4.0 ton/ha para los dos tipos de tubérculos en los dos años de estudio.

Lowes y Neele (1987) llevaron a cabo dos experimentos, uno con 216 clones y otro con 173, para investigar la influencia del peso del tubérculo semilla sobre el rendimiento en el primer año de los clones. Un análisis de regresión mostró que el 25% de la diferencia en la producción entre el primero y el segundo año fue dada por la diferencia en peso de la semilla tubérculo en el primer año.

#### **2.12. Rendimiento del minitubérculo dependiendo del tamaño y peso del minitubérculo sembrado**

Ranali *et al.*, (1994) utilizaron microtubérculos y minitubérculos de la variedad de papa Monalisa que se produjeron en laboratorio e invernaderos respectivamente, para compararlos con el tubérculo semilla utilizado normalmente. Todos los tubérculos fueron sembrados a una densidad de 13.6 brotes por m<sup>2</sup> con una distancia entre hileras de 60 a 90 cm. La cobertura de tierra fue normal y decreció con el tamaño de los microtubérculos, minitubérculos y tubérculo semilla normal. La semilla normal, los minitubérculos y los microtubérculos rindieron respectivamente 50.8, 31.7 y 17.0 ton/ha (media de los dos espaciamientos). Al reducir y ampliar el espacio entre hileras, la producción de microtubérculos fue respectivamente de 27.3 y 6.7 ton/ha, y la de los minitubérculos de 38.9 y 24.4 ton/ha. El espaciamiento entre hileras no afectó la producción del tubérculo semilla normal. El número

total de tubérculos por  $m^2$  con microtubérculos fue de 107.8, con minitubérculos de 122.1 y con tubérculo semilla normal 142.9.

Plodowska *et al.*, (1993) realizaron pruebas de campo en un suelo arcillo-arenoso con las variedades de papa Loto y Foka en los años 1988-89, las cuales fueron desarrolladas de semillas élite (3 a 4 cm) y de minitubérculos (1 a 2 cm) plantados a un espacio de 10 ó 20 cm en hileras separadas a 62.5 cm (80,000 ó 160,00 plantas/ha). Las plantas provenientes de minitubérculos presentaron menos síntomas de haber sido infectadas por el virus del enrollamiento de la hoja de la papa que aquellas que provenían de las semillas tradicionales utilizadas para la siembra de papa. Los factores de multiplicación fueron de 7.3 para minitubérculos y de 8.2 para el tubérculo semilla tradicional de papa.

Guarda *et al.*, (1996) condujeron experimentos de campo para evaluar los efectos del tamaño de minitubérculos de la variedad de papa Desiree con tamaños que van de 5 a 15 mm y sembrando a una densidad de 4.44 a 10.25 minitubérculos/ $m^2$  en la producción de semilla, en ambientes de tierras bajas y de montaña. Los resultados mostraron que la emergencia se incrementó con el tamaño del minitubérculo. La producción de tubérculo semilla fue más alto en la montaña, aunque una baja precipitación en 1991 ocasionó senescencia temprana y una drástica caída de la producción. La producción en las pruebas de montaña se incrementó de 885.2  $g/m^2$  a 2130.3  $g/m^2$  con minitubérculos de 8 mm de diámetro y de 12 a 15 mm, respectivamente; mientras que en tierras

bajas el incremento fue de 1153.4 a 2264.1 g/m<sup>2</sup>. La densidad de siembra de 6.25 minitubérculos/m<sup>2</sup> dio la más alta producción de tubérculo semilla de 53.5 tubérculos/m<sup>2</sup> en las pruebas de montaña.

Sowa (1996) utilizó minitubérculos de las variedades Kalina y Bogna con diámetros de 3.5 a 4.0, 2.5 a 3.0, 1.5 a 2.0 y 0.5 a 1.0 cm, siendo almacenados a 2, 6, 10 y 14°C y una humedad relativa de un 90% sembrándolos luego en abril en los años de 1992 a 1994. La latencia finalizó en diciembre en los tubérculos almacenados a 14°C y se prolongó progresivamente con almacenajes a temperaturas decrecientes. La latencia de los tubérculos almacenados se prolongó cuando se estaba a una temperatura de 2°C a unos 90-111 días en la variedad Bogna y a 62 - 82 días en Kalina. Al inicio de abril, la longitud de los brotes alcanzó 107 y 202 mm en los tubérculos semilla almacenados a 14°C y 2°C, respectivamente. La temperatura de almacenaje no afectó el tiempo de emergencia en el campo o su duración, el número de tallos/planta o altura de planta, pero la temperatura más alta incrementó el porcentaje de no emergencia. La emergencia fue más alta para los tubérculos más grandes, los cuales produjeron más tallos y plantas más altas. Los tubérculos más pequeños mostraron un 37.5% de no emergencia. El rendimiento de tubérculos es afectado por la temperatura de almacenaje, ya que se cosecharon 33.6 ton/ha con tubérculo semilla almacenado de 10 a 14°C y 29.2 ton/ha con tubérculo semilla almacenado a 2°C; sin embargo, la proporción de tubérculos para semilla, la producción por tallo y el peso medio del tubérculo cosechado no se afectaron por la temperatura de almacenaje.

Seabrook *et al.*, (1995) utilizaron plántulas *in vitro* de la variedad Shepody las cuales fueron desarrolladas en fotoperíodos de 12 y 15 horas durante ocho semanas. Las plántulas se aclimataron en un invernadero y se desarrollaron bajo un fotoperíodo de 14 horas hasta su senescencia y la cosecha de los minitubérculos. Las plántulas que se desarrollaron con 15 horas de fotoperíodo, fueron más altas y con más nudos que las desarrolladas con un fotoperíodo de 12 horas; sin embargo, en estas últimas se observó que las plántulas *in vitro* desarrolladas en 12 horas luz, rindieron mayor número de minitubérculos, particularmente del tamaño de 15 a 40 gramos. En Shepody, la altura de la planta y el número de nudos fueron buenos indicadores de la producción de minitubérculos de un cultivo.

Banerjee *et al.*, (1988), llevaron a cabo un experimento de papa con la variedad Chandramukhi, con tubérculo semilla de 50 y 80 g, encontrando que los dos pesos de tubérculo semilla fueron similares en producción de tubérculos para el mercado. La producción se incrementó al reducir el espaciamiento entre tubérculos sembrados de 25 a 20 y a 15 cm, en hileras separadas a 55 cm, correspondiendo a 72 mil 727, 90 mil 909 y 121 mil 818 plantas por hectárea.

### **2.13. Fitosanidad del minitubérculo**

Debido a que la papa se reproduce por tubérculos, éste lleva consigo numerosas enfermedades las cuales se manifiestan en el cultivo con la reducción drástica de la producción; se han reportado pérdidas en la producción de tubérculos de papa que van desde un 40 hasta un 70%. Por tal razón, el

producir minitubérculo sano es la base para una buena calidad de tubérculo semilla de papa para la siembra (Van der Zaag, 1987).

Las enfermedades que puede llevar un tubérculo de papa son producidas por: virus, viroides, fitoplasmas, bacterias y hongos; por tal razón, el minitubérculo usado como semilla debe estar libre de éstas enfermedades. La Norma Fitosanitaria de México NOM-041-FITO-1995 SAGAR, establece que tanto el tubérculo semilla de exportación como el de producción nacional deben estar libres de las siguientes enfermedades: de los virus X, S, Y, A, M, PLRV, el viroide fusiforme de la papa, del fitoplasma punta morada de la papa, de las bacterias *Corynebacterium michiganense* pv. *sepedonicum* (podrición anular de la papa), *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* (podrición blanda), *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica* (pierna negra), *Erwinia chrysantemi* y *Pseudomonas solanacearum* (marchitez bacteriana) (Van der Zaag, 1987).

Considerando lo anterior, la producción de tubérculo semilla de papa para siembra, en la categoría de Certificada, debe de iniciarse a partir de minitubérculo libre de los fitopatógenos antes mencionados y mantener la fitosanidad durante el avance de las generaciones en campo, desde la siembra del minitubérculo hasta la obtención de semilla Certificada sana (Maldonado, 1996; Valdés, 1998).

La producción de tubérculo semilla libre de enfermedades consta de tres fases: a) de laboratorio, b) de invernadero y c) de campo. En la fase de

laboratorio se producen plántulas *in vitro* de papa libre de enfermedades mediante la técnica de cultivo de tejidos, utilizándose para tales fines los métodos de extracción de meristemas, quimioterapia y termoterapia, electroterapia cada uno solo o combinados. Una vez que se asegura el 100% de sanidad de una o más vitroplantas, lo cual se comprueba para virus y bacterias mediante la técnica ELISA, para viroides y fitoplasmas por la técnica de PCR o plantas diferenciales, para bacterias y hongos mediante medios de cultivo diferenciales y después se procede a su micropropagación acelerada en el laboratorio (Valdés *et al.*, 1999).

Después de multiplicar en el laboratorio hasta siete veces las plántulas de papa *in vitro* libres de enfermedades, se les vuelve a hacer la prueba ELISA para verificar que efectivamente no hay presencia de virus u otra enfermedad; a. éstas plantas libres de virus se les lleva a aclimatación y se cultivan bajo invernadero, en el cual se evita la entrada de insectos vectores, para lo cual se utilizan prácticas agronómicas que mantienen el ambiente con alta asepsia para asegurar la total fitosanidad de las plantas en crecimiento y del minitubérculo que de ellas se cosecha (Maldonado, 1996; Valdés, 1998).

El minitubérculo con un 100% de sanidad pasa al campo, y si se lleva a cabo un buen manejo fitosanitario, se volverá a tener tubérculo semilla con una total sanidad en la categoría Básica, lo que permitirá sembrarla de nuevo para volver a multiplicarla y cosechar la categoría de Registrada y en siembras sucesivas obtener las categorías RI, RII, RIII y Certificada con los niveles de

fitosanidad establecidos (NOM-041-FITO-1995, SAGAR).

El uso de invernaderos, los cuales son costosos, con el fin de evitar la presencia de insectos vectores, lo cual es fundamental para la producción de minitubérculo sano; sin embargo, en una zona libre del cultivo de la papa y de otras solanáceas, se tendrá con una carga baja de fitopatógenos en el ambiente, por lo que se ha propuesto que éstos invernaderos puedan ser sustituidos por microtúneles con tela antiáfidos, utilizando sustrato estéril y con un estricto control sanitario, para de esta forma reducir los costos de producción del minitubérculo y asegurar la alta fitosanidad de los mismos, por la protección que se les brinda al producirlos a partir de planta *in vitro* y al multiplicarlos con fines de incremento (Valdés, 1995).

Los minitubérculos producidos bajo microtúneles con tela antiáfidos y con los cuidados antes mencionados, después de la cosecha, se muestrean con el fin de hacer los análisis correspondientes para verificar su fitosanidad y mantenerlos libres de enfermedad al 100% para después proceder a su utilización en campo para, a partir de ellos, proceder a las categorías de tubérculo semilla Básica, Registrada, RI, RII, RIII y Certificada (NOM-041-FITO-1995, SAGAR).

#### **2.14. Hipótesis experimentales**

Considerando la revisión bibliográfica anterior, las hipótesis de trabajo a probar en el presente estudio, se enuncian a continuación:

1) La producción de minitubérculo de tercera generación de la variedad Atlantic, bajo microtúneles, está determinada por el peso del minitubérculo sembrado de segunda generación.

2) Las siembras bajo microtúneles en una zona donde el cultivo de papa está ausente, es posible conservar la fitosanidad del minitubérculo en su multiplicación de segunda a tercera generación.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización del experimento**

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa High Breeding S. A. de C. V. (HBR) en convenio con la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL) en el Municipio de Marín, N. L. (ubicada a los 25° 53 latitud norte y a los 100° 03 longitud oeste con una altitud de 375 m.s.n.m), como actividad del proyecto SIREYES 95/034 en el cual concurren ambas instituciones.

#### **3.2. Material vegetal**

Se utilizaron minitubérculos de papa de segunda generación de la variedad Atlantic; al respecto, donde la primera generación fue obtenida a partir de microtubérculo libre de virus y otras enfermedades, el cual fue producido en el Instituto de Biotecnología de las Plantas de la Universidad Central de las Villas en Santa Clara, Villa Clara, Cuba y que fueron importados por HBR; la primera generación se obtuvo en las instalaciones de HBR con minitubérculos cosechados en marzo de 1997, y que fueron sembrados en diciembre del mismo año, para cosecharse como segunda generación en abril de 1998 para su almacenamiento posterior bajo refrigeración a 10°C hasta su utilización en la siembra experimental de enero de 1999.

### **3.3. Tratamientos y repeticiones**

El experimento realizado contó con nueve tratamientos, correspondiente a nueve pesos de minitubérculos. Los tres primeros tratamientos se aleatorizaron en dos repeticiones y el resto en cuatro repeticiones, esto debido a falta de material de siembra para las otras repeticiones. Lo anterior se presenta en el Cuadro 1.

### **3.4. Diseño experimental y tamaño de la parcela útil**

Dado que tres tratamientos tuvieron dos repeticiones y el resto cuatro, se utilizó un diseño experimental de bloques incompletos al azar. La parcela utilizada tenía un área de 0.72 m<sup>2</sup>, mientras que el área útil era de 0.36 m<sup>2</sup> en la cual se cosecharon 14 plantas obtenidas de sembrar a 15 cm entre tubérculos en tres bolillo. Los bloques se colocaron en un bancal de 1.2 x 33 m, bloqueando por efecto de sombra, media sombra y luz plena.

### **3.5. Variables y análisis estadístico**

Las variables medidas fueron:

- (1) Producción de minitubérculos de tercera generación por parcela.
- (2) Rendimiento (g) de minitubérculos de tercera generación por parcela.
- (3) Producción de minitubérculos de tercera generación por planta.
- (4) Rendimiento promedio (g) de minitubérculos de tercera generación por planta.
- (5) Composición por calibres del número de minitubérculos de tercera generación por parcela.
- (6) Composición de calibres por peso (g) de minitubérculos de tercera generación

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el experimento. O-I<sup>1</sup> 98/99, FAUANL-HBR, Marín, N.L.

TRATAMIENTOS	IDENTIFICACIÓN (peso en g de minitubérculo) <sup>2</sup>	REPETICIONES			
		I	II	III	IV
1	90	4 <sup>3</sup>	5	-	-
2	80	2	1	-	-
3	70	9	9	-	-
4	60	3	4	4	5
5	50	6	7	1	6
6	40	5	2	5	2
7	30	1	6	3	4
8	20	7	8	6	3
9	10	8	3	2	1

<sup>1</sup> Otoño-Invierno

<sup>2</sup> De segunda generación

<sup>3</sup> Número de parcela en cada repetición después de la aleatorización de los tratamientos

por parcela.

#### (7) Fitosanidad del minitubérculo cosechado de tercera generación.

Se realizó un análisis de varianza para bloques incompletos al azar para todas las variables, a excepción de la fitosanidad, y en donde se detectó diferencia significativa en la prueba de F ( $P > 0.05$ ), se procedió a la comparación de medias entre los tratamientos mediante la diferencia mínima significativa (DMS) protegida de Fisher. Para las primeras cuatro variables se realizó un análisis de regresión entre el peso de minitubérculos de segunda generación sembrado (X) y la variable independiente (Y) el resultado de las variables antes mencionadas. Todas estas variables fueron analizadas utilizando el paquete estadístico SPSS. Para la comparación de medias se utilizó el de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1994; SPSS, 1992).

### **3.6. Manejo y prácticas culturales del experimento**

#### **3.6.1. Siembra y control de malezas**

La siembra se llevó a cabo el 21 de enero de 1999 utilizando el sistema de siembra en tres bolillo a una distancia de 15 cm entre plantas y 30 cm entre hileras. La siembra se realizó en forma manual en un bancal, el cual tenía una dimensión de 1.2 m de ancho por 33 m de largo. La fertilización se llevó a cabo con una fuente granulada de triple 17 a razón de 500 kg/ha, además de una aplicación del insecticida-nematicida Carbofuran a razón de 2 lit/ha. Antes de la

siembra se eliminaron las malezas del bancal con Diquat (1-1 – etilen – 2, 2 – Bipiridilo) a razón de 4.0 litros/ha y durante el ciclo del cultivo mediante control manual.

### **3.6.2. Sistema de riego**

El sistema de riego utilizado en el experimento fue por cintillas con goteo a cada 15 cm utilizando cuatro cintillas a lo largo del bancal separadas a 30 cm. El abasto de agua se realizó con una bomba de 3 HP, la cual tenía como fuente un pozo para dicho riego.

Después de 15 días de sembrado el cultivo se realizó una aplicación del fertilizante foliar Fertiplus (N, P, K) y posteriormente se hicieron cinco aplicaciones con un intervalo de una semana. Se realizaron además tres aplicaciones con los insecticidas Cypervel y Metamidofos. Al principio de la tuberización del cultivo se realizaron tres aplicaciones foliares de calcio (poliquel Ca) y dos de potasio (sulfato de potasio), a dosis respectivas de 20 y 10 kg/ha cada una.

La desecación del cultivo para la cosecha se realizó el día 7 del mes de abril de 1999, a los 75 días después de la siembra, utilizándose el desecante Reglone (Diquat) )1-1 – etilen – 2, 2 – Bipiridilo) a razón de 4.0 lit/ha. Así mismo se utilizó Penatrex (penetrante y dispersante) a razón de 350 ml/ha. Estas combinaciones fueron aplicadas con una bomba aspersora tipo mochila con motor de gasolina.

### **3.7. Medición de las variables a la cosecha**

Los minitubérculos se dejaron suberizar durante 15 días después de desecar la planta para poder cosechar el día 21 del mes de abril y proceder a medir las variables a analizar, las cuales se describen a continuación:

#### **3.7.1. Producción de minitubérculos por parcela**

Esta variable fue evaluada tomando en cuenta la producción total del número de minitubérculos por parcela, donde la parcela útil tenía un total de 14 plantas y un área de  $0.72 \text{ m}^2$  (194,000 plantas/ha). Al considerar esta variable, en cada planta se cosecharon y se contaron individualmente los tubérculos para luego hacer la sumatoria del número de minitubérculos de cada una de las catorce plantas cosechadas en una parcela para obtener el número total por parcela.

#### **3.7.2. Rendimiento (g) de minitubérculos por parcela**

Esta variable fue evaluada tomando en cuenta la producción total del peso en gramos de los minitubérculos por parcela, donde la parcela útil tenía un total de 14 plantas y un área de  $0.72 \text{ m}^2$ . Al considerar esta variable, en cada planta se cosecharon y se pesaron individualmente los tubérculos para luego hacer la sumatoria de los pesos de cada una de las 14 plantas cosechadas en una parcela, para obtener el peso total por parcela.

#### **3.7.3. Producción de minitubérculos por planta**

Esta variable fue evaluada tomando en cuenta la producción del número de minitubérculos por planta. Al considerar esta variable, en cada parcela

se cosecharon y se contaron el número de minitubérculos de cada una de las catorce plantas, para luego sumar y obtener el total de las catorce plantas y hacer la división del total de minitubérculos entre las 14 plantas y tener así el promedio del número de minitubérculo por planta.

#### **3.7.4. Rendimiento promedio (g) de minitubérculos por planta**

Esta variable fue evaluada tomando en cuenta la producción del peso en gramos de minitubérculos por planta. Al considerar esta variable, en cada parcela se cosecharon y se pesaron los minitubérculos de cada una de las catorce plantas para obtener el total y luego hacer la división del total entre catorce y tener el promedio del peso de minitubérculos por planta.

#### **3.7.5. Composición por calibres del número de minitubérculos por parcela**

Esta variable fue evaluada tomando en cuenta la producción del número de minitubérculos por calibre por parcela. Al evaluar esta variable, los calibres de los minitubérculos fueron considerados por su peso, teniendo un total de siete calibres (5, 4, 3, 2, 1, 0 y perlitas) donde el calibre de mayor peso era el número 5 y siendo el menor calibre el 0 además de las perlitas. Los calibres considerados estaban basados en un rango de peso en gramos y diámetro en cm. Los rangos de peso considerados para los calibres fueron  $\geq 90$ , 70-89, 50-69, 30-49, 10-29, 5-9 y  $< 5$  g para los calibres 5, 4, 3, 2, 1, 0 y perlitas, respectivamente. Para el diámetro de estos se consideraron  $\geq 6$ , 5 a 5.99, 4 a 4.99, 3 a 3.99, 2 a

2.99, 1 a 1.99 y < 1 cm para los calibres 5, 4, 3, 2, 1, 0 y perlitas respectivamente. En cada parcela se cosecharon y se sumaron el número de los minitubérculos por calibres de las catorce plantas y así tener el número de minitubérculo de cada calibre en cada parcela.

### **3.7.6. Composición de calibres por peso (g) de minitubérculos por parcela**

Esta variable fue evaluada tomando en cuenta la producción del peso en gramos de los minitubérculos por calibre por parcela. Al evaluar esta variable, los calibres de los minitubérculos fueron considerados por su peso, teniendo un total de siete calibres ( 5, 4, 3, 2, 1, 0 y perlitas) donde el calibre de mayor peso era el número 5 y siendo el menor calibre el 0, además de las perlitas. Los calibres, tanto en peso como en diámetro de minitubérculo a tercera generación que se cosechó, fueron los mismos descritos en la variable anterior.

### **3.7.7. Fitosanidad del minitubérculo cosechado de tercera generación**

Se consideró la NOM-041-FITO-1995-SAGAR para definir la fitosanidad del minitubérculo cosechado de tercera generación, para lo cual se hizo un muestreo de la planta generada de los minitubérculos de segunda generación y del minitubérculo de tercera generación brotado, estos materiales se enviaron para un análisis fitosanitario en el Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario de la FAUANL (LADIF-FAUANL) en Marín, N. L. Los análisis fueron hechos por la técnica ELISA para seis virus : PVX, PVY, PVA, PVS, PVM y PLRV;

en esta técnica se determina que una muestra es positiva, si la lectura de densidad óptica de la misma es superior a tres veces el valor promedio de densidad óptica de los testigos negativos; en caso contrario la muestra es negativa (Cruz y Frías, 1997). Los resultados no se analizaron estadísticamente por lo que solo se reportan en la presente investigación.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Producción de minitubérculos por parcela.

Los resultados del análisis de varianza para la variable producción de minitubérculos por parcela se dan en el Cuadro A1 del Apéndice donde puede observarse que existe diferencia significativa entre los tratamientos; por lo tanto al realizar la comparación de medias en el Cuadro 2 se observa que numéricamente el mayor número de minitubérculos cosechados ( $79.5/0.36 \text{ m}^2$ ) se logró cuando se sembraron minitubérculos de 80 gramos de peso; sin embargo, los minitubérculos sembrados con pesos de 90, 70, 50, 60 y 40 g correspondientes a los tratamientos T1, T3, T5, T4 y T6, fueron estadísticamente iguales entre sí y de ellos los tratamientos T2, T1, T3 y T5 superaron estadísticamente en número de minitubérculos cosechados al resto de los tratamientos. Se puede apreciar claramente en la comparación de medias que los tratamientos T7, T8 y T9 (30, 20 y 10 g) fueron menores productores en número de minitubérculos por parcela.

Estos resultados son contrarios a los encontrados por Lommen y Struik (1995), quienes utilizaron minitubérculos para siembra con un rango cinco clases de peso de 0.13-0.25 g y de 2.00 a 3.99 g, encontrando que a mayor peso de minitubérculo sembrado, menor cantidad de minitubérculo producido; sin embargo, los resultados del presente trabajo coinciden con los publicados por Vecchio *et al.* (1996), quienes encontraron que el número, tamaño y peso de los minitubérculos cosechados, fueron influenciados directamente por el tamaño del minitubérculo sembrado.

Cuadro 2. Comparación de medias de la variable producción de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99, FAUANL-HBR, Marín, N.L.

TRAT	PESO (g)	n*	MEDIA
2	80	2	79.5000 A <sup>†</sup>
1	90	2	75.0000 A
3	70	2	70.0000 A
5	50	4	66.2500 A
4	60	4	64.5000 AB
6	40	4	59.2500 AB
8	20	4	46.0000 BC
7	30	4	35.7500 C
9	10	4	34.2500 C

<sup>†</sup> Letras iguales no son estadísticamente diferentes. \*Repeticiones  
DMS (0.05) 2 vs. 2 = 26.5650 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 23.0060 DMS (0.05) 4 vs. 4 = 18.7843

En el Cuadro A2 del Apéndice se presenta el análisis de regresión simple considerando los pesos en gramos de los tubérculos sembrados como variable independiente (X) y la producción de minitubérculos por parcela como variable dependiente (Y); Se encontró un valor de F altamente significativo rechazándose la hipótesis nula de que la variación de X no contribuye a la variación en Y; en consecuencia, en la Figura 1 se presenta la relación lineal entre X y Y obtenida con la ecuación de regresión  $Y = 30.9097 + 0.5596 X_i$ , la cual tuvo un  $R^2$  de 0.86, lo que indica que tal relación lineal entre X y Y es explicada por el modelo en un 86% en el sentido de que con el aumento de un gramo entre los pesos de 10 a 89 gramos del minitubérculo sembrado, se incrementará el número de minitubérculos cosechados por parcela en aproximadamente 0.6 unidades; en otras palabras, que a medida que se siembren minitubérculos más pesados, se incrementará el número de minitubérculos cosechados.

La multiplicación sucesiva del minitubérculo sano bajo invernadero o microtúnel con tela antiáfidos, tiene como propósito aumentar el número de minitubérculos al máximo conservando su fitosanidad, esto con el fin de lograr sembrar con estos minitubérculos la mayor superficie posible en campo, para la producción de semilla Básica; por lo tanto, el manejo del cultivo en el invernadero a través del avance de las generaciones de multiplicación, debe de tender a lograr una máxima cantidad de minitubérculos con pesos de 50 a 90 gramos, dado que estos pesos de minitubérculos son los que producen el mayor número de minitubérculos por planta.

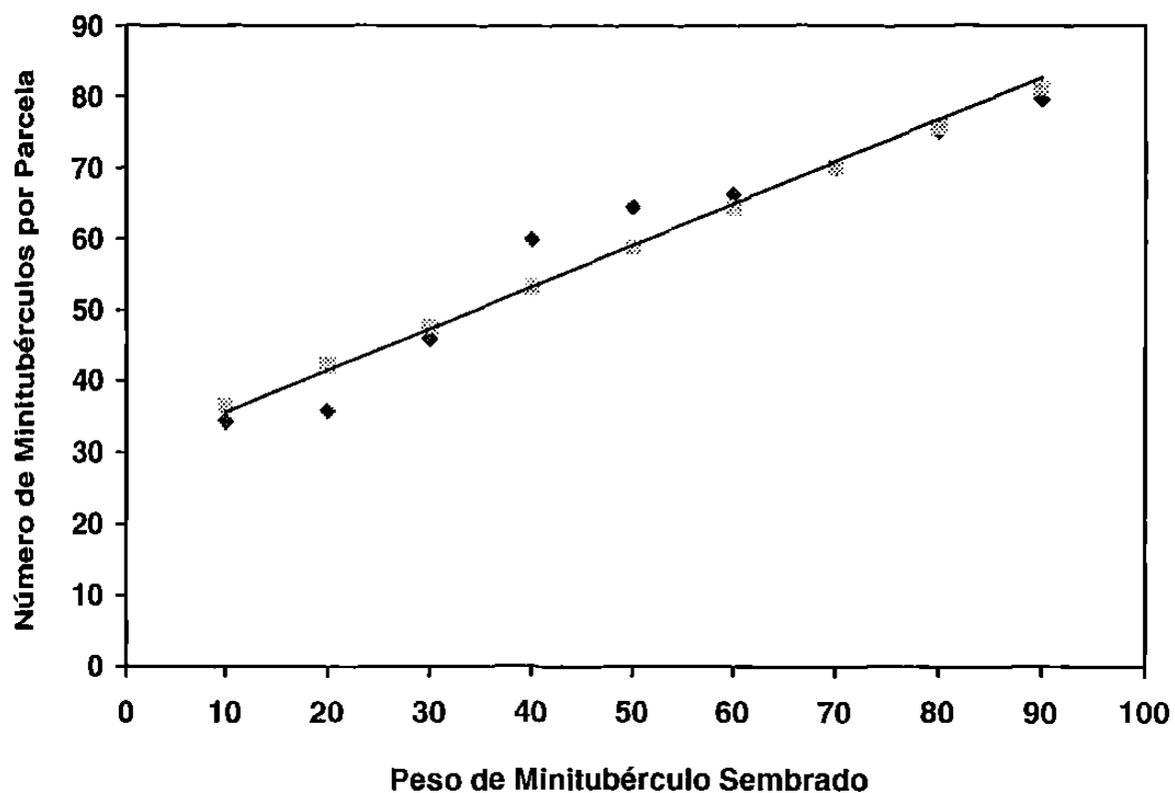


Figura 1. Relación lineal entre el peso de los minitubérculos de segunda generación sembrados (X) y la producción de minitubérculos de tercera generación por parcela (Y), var. Atlantic, O-I 98/99, FAUANL-HBR, Marín N.L.

#### **4.2. Rendimiento (g) de minitubérculos por parcela.**

Los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento (g) de minitubérculos por parcela se da en el Cuadro A3 del Apéndice, en el cual se observa que se detectó diferencia significativa entre los tratamientos. En el Cuadro 3 se presenta la comparación de medias y se puede ver que estadísticamente el tratamiento dos (T2) correspondiente a sembrar minitubérculos de segunda generación de 80 gramos de peso, fue el que produjo el mayor peso de minitubérculos de tercera generación, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T4, T1, T3 y T5, por lo que la máxima producción en peso se obtiene de sembrar minitubérculos con peso entre 50 y 80 gramos.

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Szutkowska (1996), quien encontró que cuando se siembran minitubérculos grandes, la producción total en peso es mayor que cuando se siembran minitubérculos pequeños.

Además, Lommen y Struik (1995), encontraron que a mayor peso de los minitubérculos, sembrados mayor es el peso total producido por parcela y que cuando el peso del minitubérculo sembrado es menor, tal reducción se expresa de la misma forma en la producción total en peso por parcela.

Guarda *et al.* (1996), también encontraron resultados similares a este experimento en el cual el peso de la semilla sembrada afectó directamente el peso total por área de tubérculos cosechados.

Cuadro 3. Comparación de medias de la variable rendimiento (g) de minitubérculos por parcela var. Atlantic, O-I, FAUANL-HBR, 98/99, Marín, N.L.

TRAT	PESO (g)	n	MEDIA
2	80	2	2773.0300 A <sup>1</sup>
4	60	4	2369.3601 AB
1	90	2	2342.4199 AB
3	70	2	2111.7000 ABC
5	50	4	2042.8900 ABC
6	40	4	1732.6100 BCD
8	20	4	1346.5800 CDE
7	30	4	1138.2400 DE
9	10	4	830.8800 E

<sup>1</sup> Letras iguales no son estadísticamente diferentes. DMS (0.05) 2 vs. 2 = 1032.1442  
DMS (0.05) 2 vs. 4 = 893.8631 DMS (0.05) 4 vs. 4 = 729.8362

En el Cuadro A4 del Apéndice se da el análisis de regresión simple de los pesos en gramos de los minitubérculos de segunda generación sembrados como variable independiente (X) sobre el rendimiento (g) de minitubérculos por parcela como variable dependiente (Y), y se observa que el valor de F fue altamente significativo, por lo que se aceptó que existe una relación funcional lineal entre la variación del peso de los minitubérculos de segunda generación sembrado (X) y el peso total en gramos de minitubérculos de tercera generación por parcela (Y) que se cosecharon. La ecuación de regresión es  $Y = 778.425 + 21.5153 X_i$  con un  $R^2$  de 0.82 que explica esta relación en un 82% se da en la Figura 2, en la cual se aprecia que por cada gramo de incremento en el peso del minitubérculo de segunda generación dentro de 10 a 89 g se podría incrementar en 21.5 gramos el peso de los minitubérculos de tercera generación a cosechar por parcela.

Considerando lo anterior y con el fin de maximizar el rendimiento en gramos por parcela de minitubérculo de tercera generación, sería conveniente sembrar minitubérculos de segunda generación dentro del rango de 50 a 90 gramos.

#### **4.3. Producción de minitubérculos por planta.**

Los resultados del análisis de varianza para la variable producción de minitubérculos por planta se da en el Cuadro A5 del Apéndice y puede observarse que existe diferencia significativa entre los tratamientos; por lo tanto al realizar la comparación de medias en el Cuadro 4 se observa que el mayor número de minitubérculos de tercera generación cosechados por planta (5.68 minitubérculos/planta) se logró cuando se sembraron minitubérculos de segunda

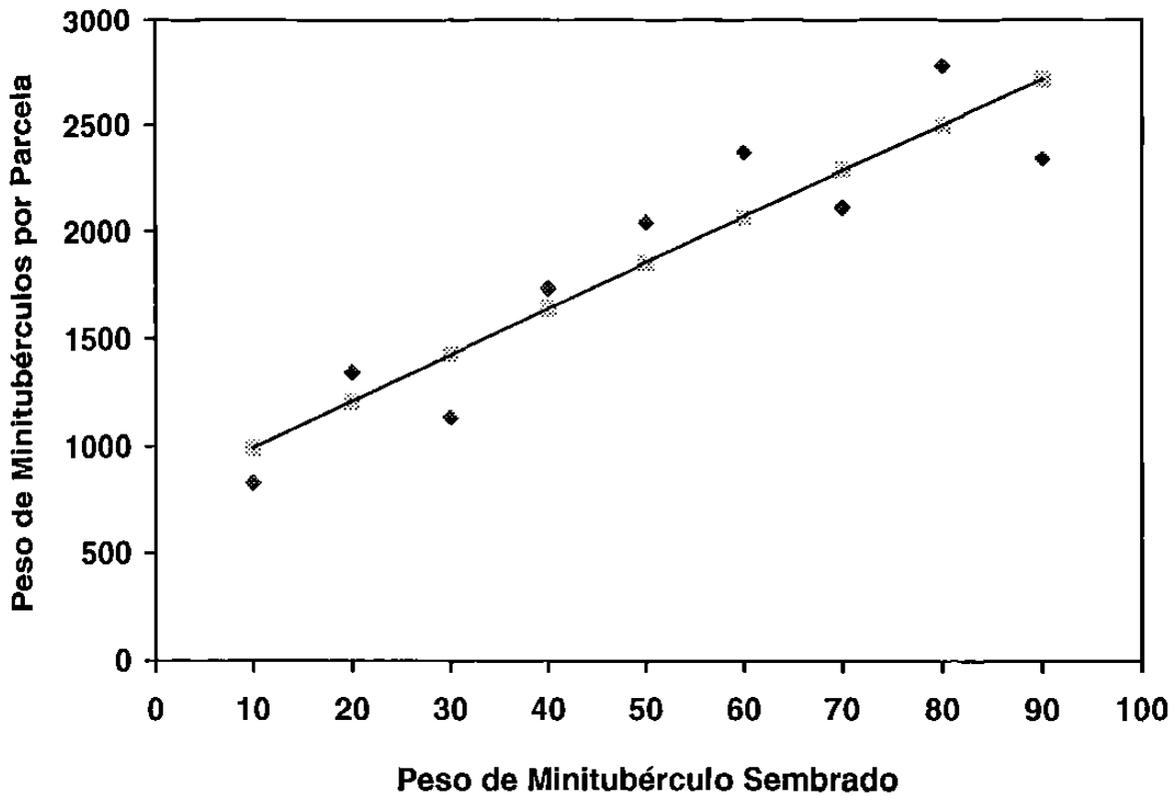


Figura 2. Relación lineal entre el peso del minitubérculos de segunda generación sembrado (X) y el rendimiento total en gramos de minitubérculos de tercera generación cosechados por parcela (Y), var. Atlantic, O-I 98/99, FAUANL-HBR, Marín N.L.

Cuadro 4. Comparación de medias de la variable producción de minitubérculos por planta , var. Atlantic, O-I, FAUANL-HBR, 98/99, Marín, N.L.

TRAT	PESO (g)	n	MEDIA
2	80	2	5.6800 A <sup>1</sup>
1	90	2	5.3600 A
3	70	2	5.0000 A
5	50	4	4.7300 A
4	60	4	4.6100 AB
6	40	4	4.2300 AB
8	20	4	3.2900 BC
7	30	4	2.5600 C
9	10	4	2.4500 C

<sup>1</sup> Letras iguales no son estadísticamente diferentes. DMS (0.05) 2 vs. 2 = 1.8991  
DMS (0.05) 2 vs. 4 = 1.6446 DMS (0.05) 4 vs. 4 = 1.3428

generación de 80 gramos de peso (T2); además, los minitubérculos sembrados con pesos de 70, 50, 60 y 40 g correspondientes a los tratamientos T1, T3, T4 y T6 fueron estadísticamente iguales entre sí al igual que T2 los cuales superaron estadísticamente en el número de minitubérculos cosechados por planta a los demás tratamientos. Se puede apreciar claramente en la comparación de medias que los tratamientos T8, T7 y T9 (20, 30 y 10 g respectivamente) fueron menores productores en número de minitubérculos por planta.

Los resultados del presente trabajo coinciden con los publicados por Guarda *et al.* (1996), quienes encontraron que la producción del número de tubérculos por planta se vio influenciada directamente por el peso del tubérculo sembrado.

En el Cuadro A6 del Apéndice se presenta un análisis de regresión simple considerando los pesos en gramos de los tubérculos sembrados como variables independiente (X) y la producción de minitubérculos por planta como variable dependiente (Y); Se encontró un valor de F altamente significativo rechazándose la hipótesis nula de que la variación de X no contribuye a la variación en Y; en consecuencia, en la figura 3 se presenta la relación lineal entre X y Y obtenida con la ecuación de regresión  $Y = 2.2064 + 0.0401X_i$ , la cual tuvo una  $R^2$  de 0.86, lo que indica que tal relación lineal entre X y Y es explicada por el modelo en un 86% en el sentido de que con el aumento de un gramo entre los pesos de 10 a 89 gramos del minitubérculo de segunda generación sembrado, se incrementará el número de minitubérculos de tercera generación cosechados por planta aproximadamente en 0.04 unidades; en otras palabras, que a medida que se siembra minitubérculos

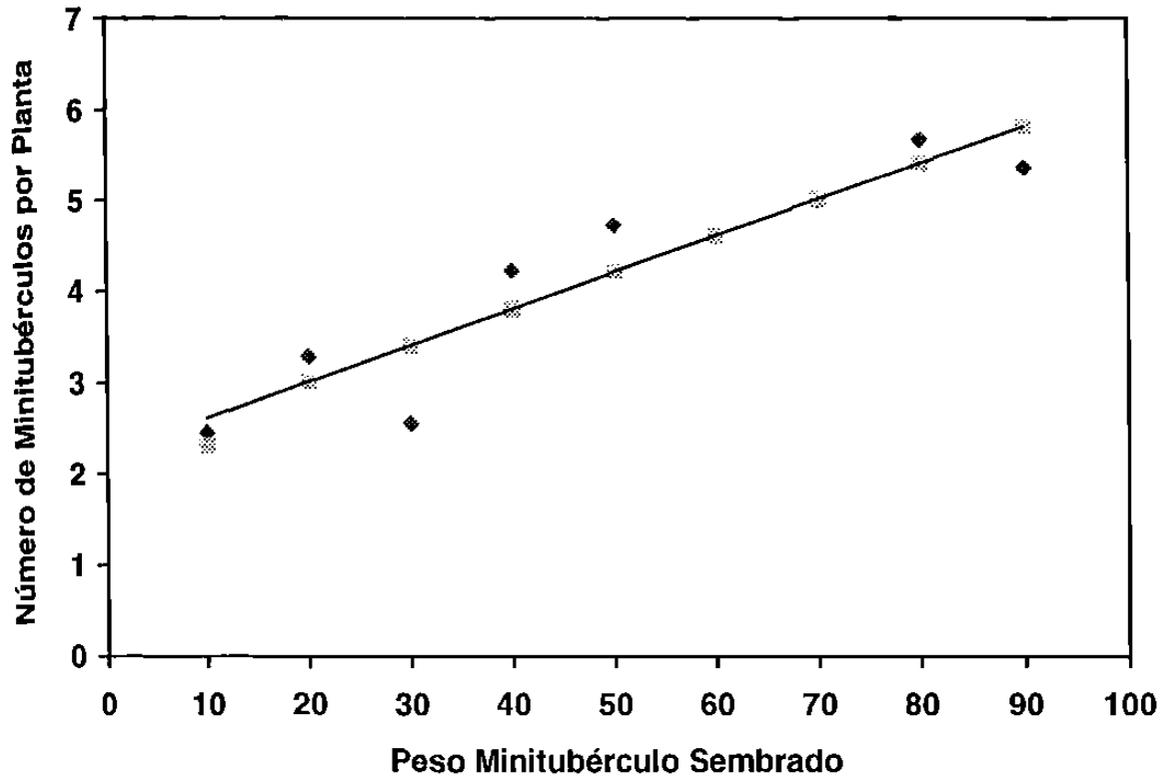


Figura 3. Relación entre el Peso del minitubérculos de segunda generación sembrado (X) y el número de minitubérculos de tercera generación cosechados por planta (Y), var. Atlantic, O-I 98/99, FAUANL-HBR, Marín N.L.

más pesados, se incrementará el número de minitubérculos cosechados por planta.

#### **4.4. Rendimiento promedio (g) de minitubérculos por planta**

Los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento promedio (g) de minitubérculos por planta se dan en el Cuadro A7 del Apéndice y puede observarse que existe diferencia significativa entre los tratamientos; por lo tanto al realizar la comparación de medias en el Cuadro 5 se observa que numéricamente el mayor peso de minitubérculos cosechados por planta (198.07 g/planta) se logró cuando se sembraron minitubérculos de 80 gramos de peso; sin embargo, los minitubérculos de segunda generación sembrados con pesos de 60, 90, 70 50 y 40 gramos correspondientes a los tratamientos T4, T1, T3, T5 y T6 fueron estadísticamente iguales entre sí al igual que T2, superando estadísticamente al resto de los demás tratamientos en peso de minitubérculos de tercera generación por planta. Se puede apreciar claramente en la comparación de medias que los tratamientos T8, T7 y T9 (20, 30 y 10 g ) fueron menores productores en peso de minitubérculo de tercera generación por planta.

No se han encontrado reportes que relacionen el rendimiento en peso de minitubérculos por planta con el peso de la semilla sembrada, pero si se ha reportado que el peso del minitubérculo sembrado afecta directamente el peso del tubérculo cosechado, tal y como lo han reportado Lommen y Struik (1995), quienes encontraron que a mayor peso de tubérculo sembrado mayor es la producción por parcela de minitubérculo.

Cuadro 5. Comparación de medias de la variable rendimiento promedio (g) de minitubérculos por planta., var. Atlantic, O-I 98/99, FAUANL-HBR, Marín, N.L.

TRAT	PESO (g)	n	MEDIA	
2	80	2	198.0700	A <sup>1</sup>
4	60	4	169.2375	A
1	90	2	167.3200	AB
3	70	2	150.8350	ABC
5	50	4	145.9200	ABC
6	40	4	138.7575	ABC
8	20	4	96.18500	BCD
7	30	4	81.30250	CD
9	10	4	59.42250	D

<sup>1</sup> Letras iguales no son estadísticamente diferentes. DMS (0.05) 2 vs. 2 = 85.01  
DMS (0.05) 2 vs. 4 = 73.62 DMS (0.05) 4 vs. 4 = 60.10

En el Cuadro A8 del Apéndice se presenta el análisis de regresión simple considerando los pesos en gramos de los tubérculos sembrados como variable independiente (X) y el rendimiento promedio (g) de minitubérculos por planta como variable dependiente (Y); se encontró un valor de F altamente significativo rechazándose la hipótesis nula de que la variación de X no contribuye a la variación en Y; en consecuencia, en la Figura 4 se presenta la relación lineal entre X y Y obtenida con la ecuación de regresión  $Y = 58.5397 + 1.513 X_i$ , la cual tuvo un  $R^2$  de 0.82, lo que indica que tal relación lineal entre X y Y es explicada por el modelo en un 82%, en el sentido de que con el aumento de un gramo entre los pesos de 10 a 89 gramos del minitubérculo sembrado, se incrementará el peso de minitubérculos por planta de tercera generación en aproximadamente 1.5 unidades; esto es, que a medida que se siembra minitubérculos más pesados, se incrementará el peso de minitubérculos cosechados por planta.

#### **4.5. Composición por calibres del número de minitubérculos por parcela.**

Los resultados del análisis de varianza de la variable composición por calibres del número de minitubérculos de tercera generación producidos por parcela por tratamientos se muestran que en los Cuadros A9, A10, A11, A12, A13, A14 y A15 del Apéndice. Para la variable calibre 2, en el Cuadro 6 se puede apreciar que el mejor tratamiento fue cuando se utilizaron minitubérculos de segunda generación de 80 gramos para la siembra (T2), mientras que los de menor producción fue donde se utilizaron 30 y 10 gramos de peso para siembra (T7 y T9 respectivamente). Se puede apreciar además que los tratamientos que van desde T1 hasta T6 no existe diferencia significativas entre ellos y que además, el T2

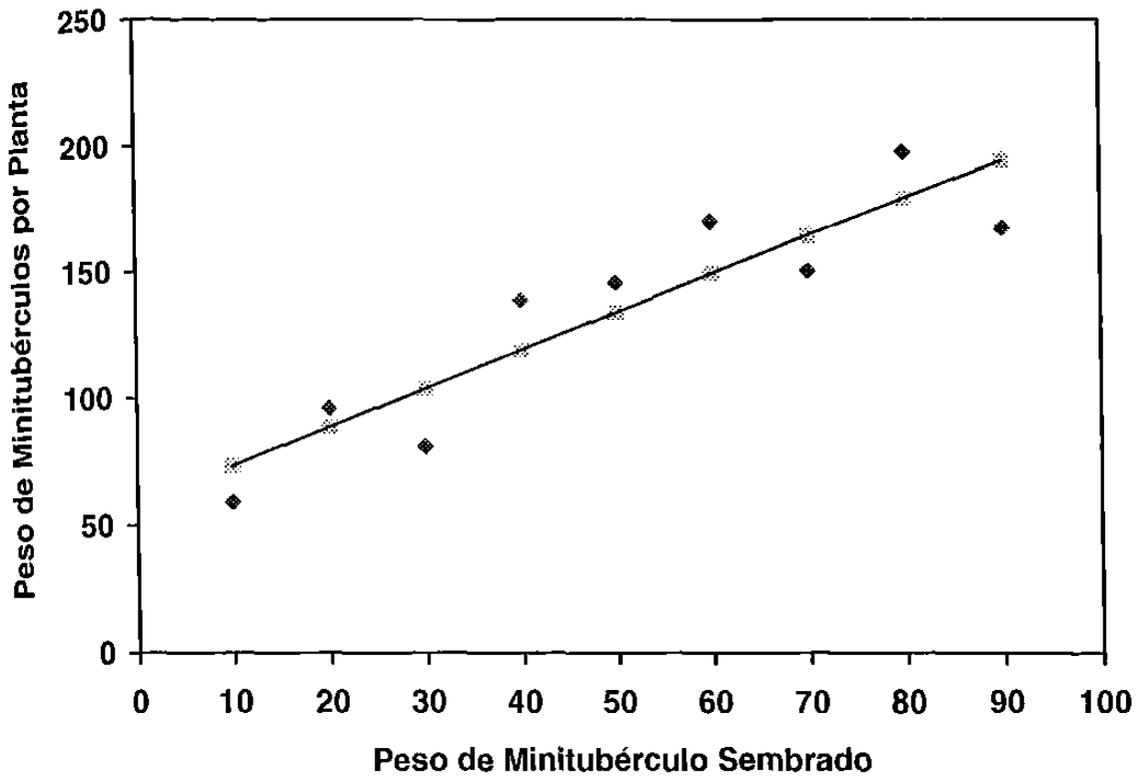


Figura 4. Relación lineal entre el peso del minitubérculos de segunda generación sembrado (X) y el rendimiento total en gramos de minitubérculos de tercera generación cosechados por planta (Y), var. Atlantic, O-I 98/99, FAUANL-HBR, Marín N.L.

Cuadro 6. Comparaciones de medias de la variable composición por calibres del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-1 98/99, FAUANL-HBR, Marín, N.L..

**CALIBRES\*\***

Trat <sup>1</sup>	5	4	3	2	1	0	Perlita	TOTAL
1	5.00	7.00	8.50	9.00 ABC	12.00 AB	20.00	18.00 A <sup>1</sup>	75.50 A
2	5.50	6.00	9.00	16.50 A	16.00 A	12.50	14.00 AB	79.50 A
3	4.00	6.50	8.00	14.50 AB	15.50 A	13.50	8.00 BC	70.00 A
4	5.00	6.75	10.50	12.25 AB	15.25 A	11.75	8.25 BC	64.50 AB
5	4.75	7.50	9.75	11.50 AB	11.25 AB	10.75	8.25 BC	66.25 A
6	2.75	6.25	8.00	11.00 AB	11.25 AB	13.50	6.50 C	59.25 AB
7	4.00	4.00	7.50	5.00 C	5.25 B	5.25	3.75 C	35.75 C
8	3.25	6.75	8.00	9.00 BC	7.25 B	6.25	5.25 C	46.00 BC
9	3.25	3.50	5.50	5.25 C	5.75 B	6.75	4.25 C	34.25 C
	N. S. <sup>2</sup>	N. S.	N. S.	DMS: 0.05	DMS: 0.05	N. S.	DMS: 0.05	DMS: 0.05

<sup>1</sup> Letras iguales no son estadísticamente diferentes DMS: 0.05 <sup>2</sup> No Significativo

Cal 1 DMS (0.05) 2 vs. 2 = 7.93 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 6.86 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 7.23

Cal 2 DMS (0.05) 2 vs. 2 = 7.61 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 6.60 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 5.39

Perl DMS (0.05) 2 vs. 2 = 7.21 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 6.21 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 5.10

Total DMS (0.05) 2 vs. 2 = 26.6 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 23.0 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 18.9

\*Tratamientos: Peso en gramos de minitubérculos de segunda generación que se sembraron: 1=90, 2=80, ..... 9=10 g

\*\*Calibres: De los tubérculos de tercera generación cosechados.

difiere significativamente de T7, T8 y T9.

Los tubérculos de segunda generación con pesos desde 10 a 90 gramos, no difieren en la producción de minitubérculos de tercera generación de calibres 5, 4, 3 y 0, pero sí difieren en la producción de minitubérculos de tercera generación en los calibres 1, 2 y perlitas.

Al realizar la comparación de medias en el Cuadro 6 se observa para la variable calibre 1 que los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 y T6 (90, 80, 70, 60, 50 y 40 g) fueron estadísticamente iguales en el número de calibres producidos mientras que si se comparan los tratamientos T2, T3 y T4 (80, 70 y 60 g) con los tratamientos T7, T8 y T9 (30, 20 y 10 g) los primeros superaron significativamente a los últimos. En general esto indica que los minitubérculos de segunda generación con mayor peso tienden a producir mayor número de minitubérculos de tercera generación con calibre 1. Para la variable perlitas se aprecia que el mejor tratamiento fue donde se sembraron minitubérculos de segunda generación de 90 y 80 g de peso.

#### **4.6. Composición de calibres por peso (g) de minitubérculos por parcela.**

Los resultados del análisis de varianza para la variable composición de calibres por peso (g) de minitubérculos por parcela se presentan en los Cuadros A16, A17, A18, A19, A20, A21 y A22 del Apéndice.

Los tubérculos de segunda generación con pesos de 10 a 90 gramos, no difieren en peso de minitubérculos de tercera generación en los calibres 5 y 3, pero si difieren en peso de minitubérculos de tercera generación producidos en los calibres 4, 2, 1, 0 y perlitas. Al realizar la comparación de medias en el Cuadro 7 se observa que para la variable calibre 4 puede observarse claramente que los mejores tratamientos son T1, T2, T3, T4, T5 y T6 (90, 80, 70, 60, 50 y 40 g de minitubérculos para siembra respectivamente ) sumándose además el T8 (20 gramos) los cuales no difieren estadísticamente entre sí; se aprecia además que los tratamientos T7, y T9 (30 y 10 g) son los que poseen media general más baja y que estadísticamente no son diferentes. Esto indica que los minitubérculos de segunda generación con mayor peso tienden a producir minitubérculos de tercera generación de mayor peso en el calibre 4.

Para la variable calibre 2 se puede observar claramente que los mejores tratamientos son el T1, T2, T3, T4, T5 y T6 (90, 80, 70, 60, 50 y 40 g respectivamente) en los cuales estadísticamente no son diferentes; Se aprecia además, que los tratamientos T7, T8 y T9 (30, 20, 10 g respectivamente)son estadísticamente iguales, aunque el que presenta la mayor media es el T8 (20 g).

Para la variable calibre 1 se puede observar que los mejores tratamientos son T1, T2, T3 y T4 donde se utilizaron 90, 80, 90 y 70 gramos de minitubérculos de segunda generación para siembra los cuales no difieren estadísticamente entre sí. En el mismo orden se observa que los tratamientos con las medias generales más bajas son el 7, 8 y 9 (30, 20 y 10 gramos) aunque estos no difieren

Cuadro 7. Comparación de medias de la variable composición de calibres por peso (g) de minitubérculos por parcela, var. Atlantic, FAUANL-HBR, O-I 98/99, Marín, N.L.

**CALIBRES\*\***

TRAT*	5	4	3	2	1	0	PERL	TOTAL
1	533.70	434.30 A <sup>1</sup>	432.70	349.60 ABC	292.15 ABC	273.47 A	26.50 AB	2342.4 A
2	506.62	423.52 A	473.98	692.09 A	467.47 A	177.83 AB	33.15 A	2773.0 AB
3	411.93	445.77 A	324.68	506.31 AB	309.64 AB	105.10 BC	8.27 C	2111.7 AB
4	513.93	438.69 A	528.25	427.44 AB	331.28 AB	93.26 BC	16.85 ABC	2369.4 ABC
5	400.50	438.50 A	498.80	347.95 ABC	248.76 BC	92.18 BC	15.45 BC	2042.9 ABC
6	1194.93	365.30 AB	364.64	370.43 ABC	207.18 BCD	127.18 BC	10.03 BC	1732.6 BCD
7	315.03	255.53 BC	298.51	129.88 C	99.23 D	33.81 C	6.71 C	1138.2 DE
8	239.35	339.11 AB	353.20	238.70 BC	121.65 CD	46.13 C	8.59 C	1346.6 DE
9	280.90	177.90 C	167.38	106.95 C	70.37 D	29.02 C	5.89 C	830.88 E
	N. S. <sup>2</sup>	DMS:0.05	N. S.	DMS:0.05	DMS:0.05	DMS:0.05	DMS:0.05	DMS:0.05

<sup>1</sup>Letras iguales no son estadísticamente diferentes DMS: O.05 <sup>2</sup> No Significativo

Cal 0 DMS (0.05) 2 vs. 2 = 142.13 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 123.08 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 100.50  
 Cal 1 DMS (0.05) 2 vs. 2 = 197.94 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 171.42 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 139.97  
 Cal 2 DMS (0.05) 2 vs. 2 = 408.23 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 353.54 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 288.66  
 Cal 4 DMS (0.05) 2 vs. 2 = 188.64 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 163.37 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 133.39  
 perl DMS (0.05) 2 vs. 2 = 19.04 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 16.48 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 13.46  
 Total DMS (0.05) 2 vs. 2 = 1032.1 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 893.86 DMS (0.05) 2 vs. 4 = 729.84

\*Tratamientos: Peso en gramos de minitubérculos de segunda generación que se sembraron: 1=90, 2=80, ..... 9=10 g

\*\*Calibres: De los tubérculos de tercera generación cosechados.

significativamente del tratamiento T6 y los de las medias más alta son T1, T2, T3 y T4 (90, 80, 70 y 60 g de minitubérculos para siembra)

Para la variable calibre 0 los mejores tratamientos son el T1 y T2 donde se utilizaron 90 y 80 gramos de minitubérculos de segunda generación para siembra, aunque no difieren estadísticamente entre sí; además, se aprecia que los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6 (80, 70, 60, 50 y 40 gramos de minitubérculo para siembra) no difieren significativamente entre sí, aunque el que presenta la mayor media es el T2. Los tratamientos con las medias generales más bajas son el T7, T8 y T9 (30, 20 y 10 gramos). aunque estadísticamente no difieren de los tratamientos T3, T4, T5 y T6.

Para la variable perlititas se aprecia que los mejores tratamientos fue donde se sembraron minitubérculos de segunda generación de 60, 80 y 90 gramos de peso respectivamente, pero que estadísticamente no difieren entre sí; se observa además que los tratamientos de menor peso de perlititas de tercera generación fue cuando se sembraron minitubérculos de 10, 20 y 30 gramos de peso, respectivamente.

#### **4.7. Fitosanidad del minitubérculo cosechado de tercera generación.**

Los resultados del análisis ELISA del minitubérculo cosechado de tercera generación para detectar la presencia de los virus PVX, PVY, PVA, PVM, PVS y PLRV, tanto para hojas de plantas procedentes de minitubérculo de segunda generación como de minitubérculo de tercera generación, se dan en los Cuadros

8 y 9.

Se puede observar que para el análisis donde se utilizaron como muestras hojas de papa procedente de tubérculo de segunda generación los resultados son negativos para todos los virus que fueron analizados, ya que el umbral de densidad óptica para cada tipo de virus es mayor que la densidad óptica promedio de cada muestra. Los mismos resultados negativos se encuentran cuando se utilizaron como muestra brotes de minitubérculos de tercera generación cosechados.

Estos resultados demuestran que bajo las condiciones de este estudio, microtúneles con tela antiáfidos y una zona libre del cultivo de papa y otras solánaceas, fue posible conservar la fitosanidad del minitubérculo de segunda a tercera generación. La bondad de los microtúneles *per sé* deberá probarse bajo la condición de alta presión de insectos vectores.

Cuadro 8. Lectura de densidad óptica (D.O.) para análisis ELISA de muestras de hojas de plantas de papa de minitubérculos de segunda generación en microtúneles con tela antiáfidos. LADIF-FAUANL, OI, 98/99, Marín, N. L.

Muestra	PVX D.O.	PVY D.O.	PVA D.O.	PVM D.O.	PVS D.O.	PLRV D.O.
1	0.0505	0.0520	0.0480	0.0465	0.0510	0.0670
2	0.0425	0.0505	0.0440	0.045	0.0620	0.0510
3	0.0465	0.0480	0.0455	0.0415	0.0490	0.0550
4	0.0425	0.045	0.0470	0.0415	0.0410	0.0535
5	0.0435	0.0450	0.0450	0.0415	0.0530	0.0650
6	0.0470	0.0435	0.0440	0.0415	0.0475	0.0505
7	0.0420	0.0465	0.0435	0.0430	0.0540	0.0840
8	0.0405	0.0435	0.0415	0.0390	0.0420	0.0435
9	0.0430	0.0455	0.0410	0.0410	0.0410	0.0395
10	0.0430	0.0440	0.0440	0.0400	0.0400	0.0420
11	0.0440	0.0400	0.0410	0.0380	0.0415	0.0425
12	0.0395	0.0475	0.0430	0.0390	0.0395	0.0385
13	0.0405	0.0465	0.0400	0.0390	0.0465	0.0580
Umbral	0.1275	0.1305	0.1225	0.1130	0.1180	0.1220

Cuadro 9. Lectura de densidad óptica (D.O) para análisis ELISA de muestras de minitubérculos de tercera generación de papa en microtúneles con tela antiáfidos. LADIF-FAUANL, OI, 98/99, Marín, N. L.

<b>Muestra</b>	<b>PVX D.O.</b>	<b>PVY D.O.</b>	<b>PVA D.O.</b>	<b>PVM D.O.</b>	<b>PVS D.O.</b>	<b>PLRV D.O.</b>
1	0.1535	0.1060	0.1015	0.0945	0.1060	0.0890
2	0.1095	0.0930	0.1005	0.0875	0.1055	0.1015
3	0.1070	0.1020	0.0965	0.0800	0.1065	0.0905
4	0.1010	0.0965	0.1015	0.0890	0.1003	0.0940
5	0.1050	0.0950	0.1010	0.0990	0.1100	0.0820
6	0.1005	0.1010	0.1005	0.0895	0.1035	0.0915
7	0.1000	0.0960	0.1035	0.0930	0.1010	0.0106
8	0.1005	0.1505	0.0975	0.0935	0.1035	0.0960
9	0.1020	0.0970	0.0985	0.0920	0.1000	0.0950
10	0.1060	0.1010	0.1015	0.1040	0.1085	0.0990
11	0.1110	0.1010	0.1045	0.1060	0.1105	0.1070
12	0.1100	0.0985	0.1045	0.1030	0.1080	0.1215
13	0.0980	0.1040	0.0985	0.0990	0.1105	0.1100
14	0.1070	0.1215	0.1015	0.1170	0.1220	0.1125
15	0.1090	0.0960	0.1045	0.0955	0.1000	0.0885
<b>Umbral</b>	0.3000	0.2925	0.3075	0.3015	0.3510	0.4605

## V. CONCLUSIONES

Considerando los resultados del presente trabajo, así como su discusión en relación a las experiencias afines desarrolladas por otros investigadores, y en base a las hipótesis de trabajo inicialmente establecidas se concluye que:

1) La producción de minitubérculo de tercera generación de la variedad Atlantic, bajo microtúneles, está determinada directamente por el peso del minitubérculo sembrado de segunda generación.

2) Bajo microtúneles de tela antiáfidos, se puede conservar la fitosanidad del minitubérculo en su multiplicación de segunda a tercera generación.

Se encontró:

a) Que el peso del minitubérculo de segunda generación sembrado afecta la producción de minitubérculos de tercera generación cosechados, tanto en el peso como en el número total producido por parcela y planta, existiendo una relación lineal  $R^2 = 0.82$ , en donde se encontró que a partir de 10 gramos, un mayor peso del minitubérculo sembrado, hasta 90 gramos, incrementará la producción total en peso y en número de minitubérculos cosechados por parcela y planta.

b) Los análisis de diagnóstico de laboratorio para los fitopatógenos de la papa citados por la NOM-041-FITO-1995, SAGAR indicaron que las muestras, tanto de planta como de minitubérculo de tercera generación que se cosechó, fueron

negativos. Considerando lo anterior, las dos hipótesis antes mencionadas se aceptan.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, F. 1996. El Cultivo de la Patata. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España. Pag. 61-67.
- Atlantic Canada Potato Guide. 1993. Advisory Committee on Potatoes. Atlantic Provinces Agriculture Services Co-ordinating Committee. P. 4-9.
- Barnejee, M.K., J. S. Samdyan, R. S. Hooda, and D. S. Tonk. 1988. Effect of Seed Size, Gibberillic Acid and Spacing on Growth and Yield of Seed Potato cv. Kufri Chandramukhi. Haryana Journal of Agronomy. 1988, 4:2, 128-130; 4 ref.
- Cruz F., M. y G. Frías T. 1997. Guía Ilustrada de la Prueba de Inmunoadsorción con Enzimas Ligadas para la Detección de Fitopatógenos (ELISA). Subsecretaría de Agricultura y Ganadería, SAGAR. Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria. 23 p.
- Gojski, B. 1996. Effect of Planting Density on Yield of Early Potato Cultivars. Biuletyn Instytutu Ziemiaka. No. 47, 77-90; 22 ref.
- Guarda, G; Tassoni, F. and Grigolo, U; 1996. Effect of Minitubers Size and Planting Density of on Potato (*Solanum tuberosum* L.) Seed Tuber Production. Sementi-Elette. 42:1, 15-20; 15 ref.
- Horton, D. 1987. Potatoes: Production, Marketing and Programs for Developing Countries. Westview Press (Boulder). II Publications. London, U. K. P. 18-19.
- Lommen, W. 1994. Effect of Weight of Potato Minitubers on Sprout Growth, Emergence and Plant Characteristics at Emergence. Potato Research. 37:3, 315-322; 14 ref.
- Lommen, W. J. and P. C. Struik. 1994. Field Performance of Potato Minitubers with Diferents Fresh Weight and Conventional Seed Tubers: Crop Establishment and Yield Formation. Potato Research. 37:3, 301-313; 13 ref.

- Lommen, W. J., and P. C. Struik. 1995. Field Performance of Potato Minitubers With Different Fresh Weight and Conventional Seed Tubers: Multiplication Factors and Progeny Yield Variation. *Potato Research*. 38:2, 159-169; 11 ref.
- Lowess, K. M., and A. F. Neele. 1987. Influence of Weight of Seed Tubers on Selection of First Year Clones: Preliminary Results. *The Production of New Potato Varieties: Technological Advances*. Edited by Jellis, G. J; Richarson, D. E. J. 78-80; 3 ref. Cambrige, UK; Cambrige University Press.
- Maldonado C., C. 1996. Minitubérculos y Mejores Papas. *El Surco*. Edición Mexicana, Julio-Agosto. Año 101- Trimestral No. 3. Pág. 7-8.
- Negi, S.C., J. Shekhar and J.P. Saini. 1996. Santadarization of optimun Seed Rate in Potato (*Solanum tuberosum* L.) for Cut and Whole Seed Tubers. *Crop - Research - Hisar*. 11:1, 70-73; 3 ref.
- NOM-041-FITO-1995 SAGAR. Proyecto de Norma Oficial Mexicana. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. *Diario Oficial*. México, D.F.
- Olivares S., E. 1994. Paquete Computacional de Diseños Experimentales. FAUANL. Fac. de Agronomía de la U.A.N.L., Marín, N. L. México.
- Plodowska, J., A. Byszewska and R. Kolpak. 1993. Growth and Yield Potato Plants Grown from Minitubers and Traditional Seed Tubers Planted at Various Densities. II. Yield Structure and Yield of Seed Tubers. *Biuletyn Instytutu Ziemniaka*. No. 43, 85-94; 8 ref.
- Ranalli, P., F. Bassi, G. Ruaro, M. Candilo, G. Mandolino, and M. Dicandilo, 1994. Microtuber and Minituber Production and Field Performance Compared with Normal Tubers. *Potato Research*. 37:4, 383-391. 24 ref.
- Seabrook, J., J. Percy, L. Douglas and G. Tai. 1995. Photoperiod in Vitro Affects Subsequent Yield of Greenhouse-Grown Potato Tubers. *American Potato Journal*. 72:6, 365-373; 21 ref.

- Sowa N., G. 1996. Influence of Storage Temperature on the Developmental Features and Yield of Minitubers of Various Size. *Biuletyn Instytutu Ziemiaka*. No. 47, 127-135; 5 ref.
- SPSS (Statistical Package for Social Sciences). 1992. Marya J. Norusis/SPSS Inc., SPSS/PC + Version 5.0. Base Manual.
- Szutkowska, M. 1996. Response of Plants Grown from Various Size Minitubers and From Traditional Seed Tubers to Density of Planting. *Biuletyn Instytutu Ziemiaka*. No. 47, 65-76; 10 ref.
- Thornton, M., and Neundorfer. 1986. Field Performance of Minitubers as Affected by Size and Greenhouse Harvest Date. *American Potato Journal*. 63:8, 458.
- Valdés L., C.G.S. 1994. Curso Taller: Evento de Aprobación de Profesionales en Producción de Semilla de Papa y Certificación Sanitaria. Facultad de Agronomía. UANL. Marín, N. L. México.
- Valdés L., C.G.S. 1995. Las Biofábricas, una Alternativa para México. V Ciclo de Conferencias para el Fitotecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Fitomejoramiento. Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México.
- Valdés L., C.G.S. 1998. Producción de Semilla Agámica de Papa y otras Especies Vegetales. Informes Técnicos Semestrales: Enero-junio/97, julio-diciembre/97 y enero-junio/98. 22 p. Inédito. Sistema de Investigación Alfonso Reyes. SIREYES 95/034. FAUANL, HBR, IDP-UCLV,
- Valdés L., C.G.S, L. A. Moreno y E. Sandoval. 1999. Integración Tecnológica para Producir Semilla de Papa de Alta Calidad en el Noreste de México. IX Congreso Nacional de Productores de Papa. León, Gto. México.
- Van der Zaag., R. 1987. Yield reduction in relation to virus infection. In: *Viruses of Potatoes and Seed-Potatoes Production*. Chap. 9. 146-150. Podoc, Wagenigen, Netherlands.

Vecchio, V., P. Casini, F. Scarpaccini, and A. Pellanda. 1996. Field Productivity of Minitubers of the Cultivar Alba and Performance of Progeny. *Sementi-Elette*. 42:2, 5-10; 16 ref.

Zarzynska, K. 1996-a. The Influence of Presprouting of Various Size Minitubers on Tuber Yield, its Structure and The Number of Seed Tubers Obtained from a Unit Area. *Biuletyn Instytutu Ziemniaka*. No. 47, 15-24; 16 ref.

Zarzynska, K. 1996-b. Productivity of Various Size Minitubers. *Biuletyn Instytutu Ziemniaka*. No. 47, 45-54; 9 ref.

## **VIII. APÉNDICE**

Cuadro A1. Análisis de varianza de la variable número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I\* 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	7093.700	644.882	4.034	0.004
TRATAMIENTOS	8	6843.778	855.472	5.351	0.002
REPETICIONES	3	192.833	64.278	0.402	0.753
ERROR	18	2877.667	159.870		
TOTAL	29	9971.367	343.840		

\*Otoño-invierno

Cuadro A2. Regresión lineal de la variable dependiente (Y) número de minitubérculos de tercera generación cosechados por parcela sobre la variable independiente (X) pesos de minitubérculos de segunda generación sembrados, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REGRESIÓN	1	1878.801042	1878.801042	43.3921	0.001
ERROR	7	303.087847	43.298264		
TOTAL	8	2181.888889			

Cuadro A3. Análisis de varianza de la variable peso en gramos de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99 FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	20885328	1898666.227	7.867	0.000
TRATAMIENTOS	8	10253369	1281671.114	5.311	0.002
REPETICIONES	3	10424028	3474675.928	14.397	0.000
ERROR	18	4344113	241339.608		
TOTAL	29	25229441	869980.739		

Cuadro A4. Regresión lineal de la variable dependiente (Y) peso en gramos de minitubérculos de tercera generación cosechados por parcela sobre la variable independiente (X) pesos de minitubérculos de segunda generación sembrados, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REGRESIÓN	1	2777448.675	2777448.675	38.5219	0.001
ERROR	7	504703.3945	72100.48493		
TOTAL	8	3282452.069			

Cuadro A5. Análisis de varianza de la variable número de minitubérculos de tercera generación por planta, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	36.143	3.286	4.023	0.004
TRATAMIENTOS	8	34.878	4.360	5.338	0.002
REPETICIONES	3	0.979	0.326	4.023	0.755
ERROR	18	14.702	0.819		
TOTAL	29	50.845	1.753		

Cuadro A6. Regresión lineal de la variable dependiente (Y) número de minitubérculos de tercera generación cosechados por planta sobre la variable independiente (X) pesos de minitubérculos de segunda generación sembrados, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REGRESIÓN	1	9.656082	9.656082	43.6455	0.001
ERROR	7	1.548674	0.221239		
TOTAL	8	11.204756			

Cuadro A7. Análisis de varianza de la variable peso en gramos de minitubérculos de tercera generación por planta, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	113047.150	10277.014	6.278	0.000
TRATAMIENTOS	8	51930.669	6491.334	3.965	0.007
REPETICIONES	3	59025.387	19675.129	12.019	0.000
ERROR	18	29466.305	1637.017		
TOTAL	29	142513.455	4914.257		

Cuadro A8. Regresión lineal de la variable dependiente (Y) peso en gramos de minitubérculos de tercera generación cosechados por planta sobre la variable independiente (X) pesos de minitubérculos de segunda generación sembrados, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REGRESIÓN	1	13704.46840	13704.46840	32.3342	0.001
ERROR	7	2966.867696	423.838242		
TOTAL	8	16671.33609			

Cuadro A9. Análisis de varianza de la variable calibre 0 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	527.897	47.991	2.026	0.089
TRATAMIENTOS	8	448.653	56.082	2.367	0.061
REPETICIONES	3	41.347	13.782	0.582	0.635
ERROR	18	426.403	23.689		
TOTAL	29	954.300	32.907		

Cuadro A10. Análisis de varianza de la variable calibre 1 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	486.439	44.222	3.103	0.016
TRATAMIENTOS	8	463.861	57.983	4.069	0.006
REPETICIONES	3	34.472	11.491	0.806	0.507
ERROR	18	256.528	14.252		
TOTAL	29	742.967	25.620		

Cuadro A11. Análisis de varianza de la variable calibre 2 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	576.200	52.382	3.987	0.005
TRATAMIENTOS	8	324.944	40.618	3.091	0.022
REPETICIONES	3	223.500	74.500	5.670	0.006
ERROR	18	576.200	52.382		
TOTAL	29	954.300	13.139		

Cuadro A12. Análisis de varianza de la variable calibre 3 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	134.992	12.272	1.089	0.421
TRATAMIENTOS	8	63.458	7.932	0.704	0.685
REPETICIONES	3	71.375	23.792	2.111	0.135
ERROR	18	202.875	11.271		
TOTAL	29	337.867	116.51		

Cuadro A13. Análisis de varianza de la variable calibre 4 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	64.075	5.825	1.314	0.293
TRATAMIENTOS	8	57.486	7.186	1.621	0.188
REPETICIONES	3	6.958	2.319	0.523	0.293
ERROR	18	79.792	4.433		
TOTAL	29	143.867	4.961		

Cuadro A14. Análisis de varianza de la variable calibre 5 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	33.717	3.065	0.820	0.623
TRATAMIENTOS	8	23.361	2.920	0.782	0.624
REPETICIONES	3	10.250	3.417	0.914	0.454
ERROR	18	67.250	3.736		
TOTAL	29	100.967	3.482		

Cuadro A15. Análisis de varianza de la variable perlititas del número de minutubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	623.764	56.706	4.821	0.002
TRATAMIENTOS	8	392.653	49.082	4.172	0.006
REPETICIONES	3	191.014	63.671	5.413	0.002
ERROR	18	211.736	11.763		
TOTAL	29	835.500	28.810		

Cuadro A16. Análisis de varianza de la Variable calibre 1 del peso de minutubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	475021.97	43183.81	4.865	0.002
TRATAMIENTOS	8	416166.65	52020.83	5.860	0.001
REPETICIONES	3	86700.63	28900.21	5.256	0.046
ERROR	18	159779.61	8876.64		
TOTAL	29	634801.58	21889.71		

Cuadro A17. Análisis de varianza de la variable calibre 0 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	124420.77	11310.97	2.472	0.043
TRATAMIENTOS	8	108418.18	13552.27	2.961	0.027
REPETICIONES	3	956.243	318.74	2.472	0.043
ERROR	18	82375.371	4576.40		
TOTAL	29	206796.143	7130.90		

Cuadro A18. Análisis de varianza de la variable calibre 2 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	1410463.84	128223.98	6.373	0.000
TRATAMIENTOS	8	701489.73	87686.21	4.358	0.005
REPETICIONES	3	650259.06	216753.02	10.773	0.000
ERROR	18	362171.35	20120.63		
TOTAL	29	1772635.20	61125.35		

Cuadro A19. Análisis de varianza de la variable calibre 3 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	1205219.20	109565.38	2.784	0.026
TRATAMIENTOS	8	388880.17	48610.02	1.235	0.335
REPETICIONES	3	820591.80	273530.60	6.950	0.003
ERROR	18	708471.834	39358.97		
TOTAL	29	1913680.83	65988.99		

Cuadro A20. Análisis de varianza de la variable calibre 4 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	613572.90	55779.35	6.919	0.000
TRATAMIENTOS	8	263094.79	32886.84	4.079	0.006
REPETICIONES	3	352758.95	117586.32	14.586	0.000
ERROR	18	145112.84	8061.82		
TOTAL	29	758685.74	26161.57		

Cuadro A21. Análisis de varianza de la variable calibre 5 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	5605055	509550.46	1.061	0.439
TRATAMIENTOS	8	2672955	334119.40	0.696	0.691
REPETICIONES	3	3017891	1005963.80	2.095	0.137
ERROR	18	8642009	480111.62		
TOTAL	29	14247064	491278.07		

Cuadro A22. Análisis de varianza de la variable perlitas del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
EFFECTOS PRINCIPALES	11	2222.05	202.01	2.460	0.044
TRATAMIENTOS	8	1856.42	232.05	2.826	0.032
REPETICIONES	3	443.958	147.98	1.802	0.044
ERROR	18	1478.30	82.128		
TOTAL	29	3700.358	127.599		

Cuadro A23. Comparación de medias de la variable calibre 1 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

TRAT	PESO (g)	n*	MEDIA
2	80	2	16.0000 A <sup>1</sup>
3	70	2	15.5000 A
4	60	4	15.2500 A
1	90	2	12.0000 AB
5	50	4	11.2500 AB
6	40	4	11.2500 AB
8	20	4	7.2500 B
9	10	4	5.7500 B
7	30	4	5.2500 B

<sup>1</sup> Letras iguales no son estadísticamente diferentes DMS: 0.05

\*Repeticiones

Cuadro A24. Comparación de medias de la variable calibre 2 del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

TRAT	PESO (g)	n	MEDIA
2	80	2	16.5000 A <sup>1</sup>
3	70	2	14.5000 AB
4	60	4	12.2500 AB
5	50	4	11.5000 AB
6	40	4	11.0000 AB
1	90	2	9.5000 ABC
8	20	4	9.0000 BC
9	10	4	5.2500 C
7	30	4	5.0000 C

<sup>1</sup> Letras iguales no son estadísticamente diferentes DMS: 0.05

Cuadro A25. Comparación de medias de la variable perlititas del número de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

TRAT	PESO (g)	n	MEDIA
1	90	2	18.0000 A <sup>1</sup>
2	80	2	14.0000 AB
4	60	4	8.2500 BC
5	50	4	8.2500 BC
3	70	2	8.0000 BC
6	40	4	6.5000 C
8	20	4	5.2500 C
9	10	4	4.2500 C
7	30	4	3.7500 C

<sup>1</sup> Letras iguales no son estadísticamente diferentes DMS: 0.05

Cuadro A26. Comparación de medias de la variable calibre 0 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

TRAT	PESO (g)	n	MEDIA
1	90	2	273.47 A <sup>1</sup>
2	80	2	177.21 AB
6	40	4	127.18 BC
3	70	2	105.10 BC
4	60	4	93.26 BC
5	50	4	92.18 BC
8	20	4	46.13 C
7	30	4	33.81 C
9	10	4	29.02 C

<sup>1</sup> Letras iguales no son estadísticamente diferentes DMS: 0.05

Cuadro A27. Comparación de medias de la variable calibre 1 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

TRAT	PESO (g)	n	MEDIA
2	80	2	467.47 A <sup>1</sup>
4	60	4	331.28 AB
3	70	2	309.64 AB
1	90	2	292.15 ABC
5	50	4	248.76 BC
6	40	4	207.18 BCD
8	20	4	121.65 CD
7	30	4	99.23 D
9	10	4	70.37 D

<sup>1</sup> Letras iguales no son estadísticamente diferentes DMS: 0.05

Cuadro A28. Comparación de medias de la variable calibre 2 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

TRAT	PESO (g)	n	MEDIA
2	80	2	692.09 A <sup>1</sup>
3	70	2	506.31 AB
4	60	4	427.44 AB
6	40	4	370.63 ABC
1	90	2	349.60 ABC
5	50	4	347.95 ABC
8	20	4	238.70 BC
7	30	4	129.88 C
9	10	4	106.95 C

<sup>1</sup> Letras iguales no son estadísticamente diferentes DMS: 0.05

Cuadro A29. Comparación de medias de la variable calibre 4 del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

TRAT	PESO (g)	n	MEDIA
3	70	2	445.77 A <sup>1</sup>
4	60	4	438.69 A
5	50	4	438.50 A
1	90	2	434.30 A
2	80	2	423.52 A
6	40	4	365.30 AB
8	20	4	339.11 AB
7	30	4	255.53 BC
9	10	4	177.90 C

<sup>1</sup> Letras iguales no son estadísticamente diferentes DMS: 0.05

Cuadro A30. Comparación de medias de la variable perlitas del peso de minitubérculos de tercera generación por parcela, var. Atlantic, O-I 98/99. FAUANL-HBR, Marín, N.L.

TRAT	PESO (g)	n	MEDIA
2	80	2	33.15 A <sup>1</sup>
1	90	2	26.50 AB
4	60	4	16.85 ABC
5	50	4	15.45 BC
6	40	4	10.03 BC
8	20	4	8.59 C
3	70	2	8.27 C
7	30	4	6.71 C
9	10	4	5.89 C

<sup>1</sup> Letras iguales no son estadísticamente diferentes DMS: 0.05



THE NATIONAL ARCHIVES  
COLLECTIONS DIVISION  
1000 PENNSYLVANIA AVENUE, N.W.  
WASHINGTON, D.C. 20540

1987-1988