



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**RESPUESTA DE LA PAPITA DE MONTE
(*Solanum cardiophyllum*) A DIFERENTES SUSTRATOS
Y SOMBREO EN CULTIVO PROTEGIDO**

Por:

Ma. del Socorro Estrada Pérez

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniera Agrónoma Fitotecnista



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**RESPUESTA DE LA PAPITA DE MONTE
(*Solanum cardiophyllum*) A DIFERENTES SUSTRATOS
Y SOMBREO EN CULTIVO PROTEGIDO**

Por:

Ma. del Socorro Estrada Pérez

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniera Agrónoma Fitotecnista

Asesores:

Dr José Luis Lara Míreles

Dr. José Luis Woo Reza

Dra. Catarina Loredo Ostí

El trabajo titulado “**Respuesta de la papita de monte (*Solanum cardiophyllum*) a diferentes sustratos y sombreado en cultivo protegido**”, fue realizado por **Ma. del Socorro Estrada Pérez** como requisito parcial para obtener el título de “**Ingeniera Agrónoma Fitotecnista**” y fue revisado y aprobado por el suscrito comité de Tesis.

Dr. José Luis Lara Míreles

Asesor

Dr. José Luis Woo Reza

Asesor

Dr. Catarina Loredo Ostí

Asesor

Ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. a los 11 días del mes de Mayo de 2011.

DEDICATORIA

A DIOS

Por el don de la vida, y porque en ella me diste la capacidad de descubrir un talento maravilloso, como lo es mi carrera profesional.

A MIS PADRES

La vida es difícil, pero la mía es plena y feliz, porque siempre he contado con dos faros que brillan en mi existencia, que me han cuidado, guiado y apoyado. Que fácil ha sido esto con su apoyo, sin ustedes no sería lo que soy, no estaría donde estoy.

Con amor, admiración y respeto. Gracias

AMIS HERMANOS

Como un testimonio de mi infinito aprecio y agradecimiento por toda una vida de esfuerzos y sacrificios. Brindándome siempre cariño y apoyo cuando mas lo necesite.

Deseo de todo corazón que mi triunfo como profesionalista lo sientan como suyo propio.

AGRADECIMIENTOS

A LA UASLP, PARTICULARMENTE A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Por brindarme la oportunidad de prepararme profesionalmente y cumplir con una meta más en mi vida.

A MIS PROFESORES

Con infinito agradecimiento a todos y a cada uno de ellos, que con gran ímpetu y deseo ferviente de formar a grandes profesionistas, no escatimaron un solo día, un solo momento para compartir con nosotros ese acervo de conocimientos que nos permitiera desarrollar aún más nuestra conciencia moral y educativa, pero sobre todo por enriquecer nuestros conocimientos, nuestra cultura a través de técnicas, recompensas y castigos de ser necesarios, con el único objetivo de convertirnos en adultos maduros, altamente competitivos y responsables, para la vida y para el campo.

A MIS ASESORES

Con profundo agradecimiento, a ustedes que me permitieron, discriminar, habilidades, cualidades y actitudes únicas, que han sido las bases idóneas para poder desarrollar este proyecto de investigación, ya que sin sus atinadas asesorías, consejos y sugerencias, no se habría logrado darle la forma y resultado esperado y anhelado.

A MIS COMPAÑEROS

Doy las gracias, a quienes me ofrecieron su amistad y apoyo, agradezco también los buenos momentos compartidos, que sin duda alguna estarán siempre conmigo, no como algo del pasado, sino como parte de mi vida.

CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
CONTENIDO.....	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Importancia del Cultivo de la Papita de Monte.....	3
Origen y Distribución.....	3
Descripción del Género <i>Solanum</i>	4
Taxonomía de la Papita de Monte.....	5
Morfología de <i>Solanum cardiophyllum</i>	5
Morfología de <i>Solanum ehrenbergii</i>	6
Fenología y Desarrollo de la Planta.....	6
Plagas y Enfermedades.....	7
Composición Química del Tubérculo.....	8
Fisiología.....	9
Potencial de Rendimiento.....	11
Ecología.....	12
MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
Localización del Área Experimental.....	13
Clima.....	13

Suelo.....	13
Colecta del Material Genético.....	14
Material Genético.....	15
Siembra.....	15
Fertilización.....	15
Labores Culturales.....	16
Riego.....	17
Control Fitosanitario.....	17
Cosecha.....	17
Tratamientos.....	20
Diseño Experimental.....	20
Variables a Evaluar.....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
Caracterización de los Sustratos.....	22
Desarrollo y Rendimiento.....	22
CONCLUSIONES.....	39
LITERATURA CITADA.....	41

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición química de los tubérculos de papita de monte (en 100 gr de porción comestible).....	8
2	Aplicación de fertilización durante las diferentes etapas fenológicas de la Papita de monte.....	16
3	Resultados del análisis de los sustratos utilizados en el experimento, pH y C.E.....	22
4	Cuadrados medios del análisis de varianza, para las variables de emergencia, altura de planta y diámetro de tallo y biomasa.....	23
5	Prueba de Comparación de medias de las variables de emergencia, altura de planta y diámetro de tallo y biomasa, en el experimento “Respuesta de la papita de monte (<i>Solanum cardiophyllum</i>) a diferentes sustratos y sombreo en cultivo protegido”.....	24
6	Cuadrados medios del Análisis de número de tubérculos, rendimiento tamaño grande, rendimiento tamaño mediano, rendimiento tamaño chico y rendimiento total, en el experimento “Respuesta de la papita de monte (<i>Solanum cardiophyllum</i>) a diferentes sustratos y sombreo en cultivo protegido”.....	30
7	Comparación de Medias de las variables número de tubérculos, rendimiento tamaño grande, rendimiento tamaño mediano, rendimiento tamaño chico y rendimiento total por planta, en el experimento “Respuesta de la papita de monte (<i>Solanum cardiophyllum</i>) a diferentes sustratos y sombreo en cultivo protegido”.....	31

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Cosecha de <i>Solanum cardiophyllum</i> en el sustrato de la combinación de arena con tezontle, sin sombra.....	18
2	Separación del sustrato para cosechar la papita y evitar dañar el tubérculo.....	18
3	Cosecha de <i>Solanum cardiophyllum</i> , en el sustrato de Suelo con M.O. de tratamientos sin sombra.....	19
4	Emergencia de <i>Solanun cardiophyllum</i> en diferentes sustratos.....	25
5	Altura de planta en los diferentes sustratos utilizados en el experimento.....	26
6	Diámetro de tallo en los diferentes sustratos utilizados en el experimento.....	28
7	Interacción del Factor A (sombreo) y Factor B (sustratos) de la variable de diámetro de tallo en el experimento.....	28
8	Peso de biomasa obtenida en los diferentes sustratos en el experimento.....	29
9	Rendimiento en los diferentes sustratos, correspondiente al tamaño grande, en el experimento “Respuesta de la papita de monte (<i>Solanum cardiophyllum</i>) a diferentes sustratos y sombreado en cultivo protegido”.....	34
10	Rendimiento en los diferentes sustratos, correspondiente al tamaño mediano, en el experimento “Respuesta de la papita de monte (<i>Solanum cardiophyllum</i>) a diferentes sustratos y sombreado en cultivo protegido”.....	35
11	Rendimiento en los diferentes sustratos, correspondiente al tamaño chico, en el experimento “Respuesta de la papita de monte (<i>Solanum cardiophyllum</i>) a diferentes sustratos y sombreado en cultivo protegido”.....	36
12	Rendimiento total en los diferentes sustratos, en el experimento “Respuesta de la papita de monte (<i>Solanum cardiophyllum</i>) a diferentes sustratos y sombreado en cultivo protegido”.....	38

RESUMEN

La producción de cultivos protegidos en sustratos inertes como medio de sostén, es una alternativa para aquellos productores que no están dispuestos a contaminar el suelo con aplicación de fertilizantes sintéticos. Se ha observado que se obtienen mayores rendimientos, bajo condiciones protegidas y aumenta la relación beneficio-costos. Es necesario señalar que además de los rendimientos más altos, se incrementa la calidad y garantiza frutos durante todo el año y se evitan contratiempos ambientales y sobretodo aumentan las ganancias, debido a la sobreproducción con relación a la producción en campo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento de *Solanum cardiophyllum* en diferentes sustratos, así como en combinaciones de los mismos, bajo condiciones de sombreado, para identificar un sustrato que garantice, buenos rendimientos y calidad de fruto. El experimento se llevó a cabo en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí de Junio de 2007 a Febrero de 2008. Los sustratos utilizados fueron los siguientes, Testigo (suelo de la zona productora), Arena, Arena con Tezontle, Arena con Perlita, Suelo Agrícola de la Facultad de Agronomía con M.O, bajo sombra y sin sombra. Se establecieron tres plantas por maceta. Se midió emergencia, altura de planta, diámetro de tallo, biomasa aérea y rendimiento. Los datos obtenidos en el experimento se evaluaron mediante el modelo estadístico de parcelas divididas. La emergencia a los cinco días varió de 58% en los tratamientos sin sombra a 95% en los sombreados, aun cuando en días siguientes la emergencia se uniformizó para ambos. La altura de planta, diámetro de tallo y biomasa aérea no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, y fueron de 61 cm, 3.6 cm y 73.8 gramos por maceta en ese orden.

SUMMARY

The production of cultivations protected in soilless media, is an alternative for the producers which are not willing to contaminate the soil with application of synthetic fertilizers. It has been observed that bigger yields are obtained, under protected conditions y the relationship benefit-cost increases. It is necessary to remark that also improves the quality and the harvest season is extended per unit of cropped, with more economic utilities due to the major production during the whole year. The objective of this study was to evaluate the yield of *Solanum cardiophyllum* in different substrates and two different shadow conditions. The experiment was established in the field of Agronomy Scholl of University of San Luis Potosí during June 2007 to February 2008. The substrates used were 1) soil whose origin is the area potato producer in San Luis Potosi State, 2) Sand, 3) Sand with Tezontle, 4) Sand with Pearl, and 5) Soil of Agronomy, with shade and without shade. Three plants were establishment for gavel. It was measured emergency, plant height, shaft diameter, air biomass and yield. The data obtained in the experiment were evaluated by the statistical pattern of divided parcels analysis. The emergency to the five days varied of 58% in the treatments without shade to 95% in the shady ones, even when in following days the emergency was the same in both. The plant height, shaft diameter and air biomass didn't present statistical differences among treatments, and they were of 61 cm, 3.6 cm and 73.8 grams for gavel in that order.

INTRODUCCIÓN

En México como en otros países del tercer mundo, diferentes causas limitan la productividad agrícola, entre las cuales destacan las condiciones aleatorias de clima en que se desarrolla la agricultura de estos países. Esta situación se ha agravado en los últimos años debido a que se ha optado por expandir la frontera agrícola a las zonas áridas, estas áreas presentan diferentes problemas tales como: salinidad, fertilidad baja, temperaturas altas, que se agravan por las frecuentes sequías. Esto da como resultado, que la práctica de la agricultura convencional en zonas áridas se refleja en pérdidas considerables año con año de los cultivos básicos tradicionales, maíz y frijol. La investigación agrícola se ha trabajado exclusivamente hacia “Revoluciones Verdes”, es decir para aumentar la producción agrícola donde el riego, la maquinaria, el crédito, los fertilizantes, pesticidas han reducido las limitantes ecológicas; sin embargo, los problemas de los habitantes del desierto, no han tenido cabida dentro de los esquemas de la investigación debido a su bajo grado de retribución económica (Hernández, 1983). Por otro lado estudios del impacto de “Revoluciones Verdes”, en las zonas áridas, han revelado que estas han creado más problemas de los que se proponían resolver (Maldonado, 1983).

Aunque diversos autores han llamado la atención acerca de la variabilidad y riqueza de los recursos naturales renovables de las zonas áridas y semiáridas, pocos han sido los intentos enfocados al aprovechamiento de especies vegetales en su forma natural o bajo condiciones de domesticación. La papita de monte es una especie que forma parte de la flora nativa de las zonas áridas y semiáridas, pocos han sido los intentos enfocados al aprovechamiento de especies vegetales en su forma natural o bajo condiciones de domesticación. La papita de monte es una especie que forma parte de la flora nativa de las zonas áridas y semiáridas de México donde es empleada para el autoconsumo y mercadeo por los pobladores que habitan estas zonas (Galindo, 1987). Desde el punto de vista nutricional se considera un alimento valioso, ya que los tubérculos contienen de tres a cinco por ciento de proteína, el cual es un valor más alto que el registrado en tubérculos de la papa cultivada (Corral e Ibañez, 1987).

Otro aspecto relevante de esta especie es su alto grado de resistencia a la sequía, ya que se ha obtenido producción en localidades en las cuales solo se han registrado pérdidas completas en los cultivos de maíz y frijol (Camacho, 1986).

Para la domesticación de la papita de monte, e introducción como cultivo comercial, se requiere investigación en diferentes áreas tales como: fisiología, entomología, taxonomía, bioquímica, sociología, etc. Esta investigación deberá estar orientada a obtener información que conduzca a generar conocimientos básicos que ayuden a definir la ruta para domesticar la papita de monte.

Este trabajo pretende la producción de la papita de monte en condiciones de invernadero para determinar aspectos relacionados con la germinación y producción de la papita de monte en diferentes sustratos y condiciones de sombreado.

Objetivos

1. Evaluar la respuesta de la papita de monte a diferentes sustratos en cultivo protegido.
2. Conocer las condiciones óptimas de sombra, en las cuales la papita tenga mejor desarrollo.

Hipótesis

1. Los sustratos utilizados en los sistemas de producción de cultivos protegidos facilitan la disponibilidad de nutrientes para las plantas, es por ello que se espera que la papita de monte cultivada en un sustrato mejore el rendimiento.
2. La papita de monte en condiciones naturales, debido a su características se desarrolla bajo la sombra de otras plantas, es por ello que se espera que la papita de monte cultivada en un sistema de producción de cultivo protegido con malla sombra mejore el rendimiento.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del Cultivo de la Papita de Monte

La papa güera (*S. cardiophyllum*) es una especie silvestre, que es recolectada para su consumo por la gente que habita la región norte-centro de México (Quezada, 1987). Los pobladores seleccionan los tubérculos para su venta en la comunidad, o bien los transportan hacia los mercados de las ciudades o municipios más cercanos, donde adquiere un mayor precio, que puede llegar a ser hasta cinco veces más que el de la papa común. En una encuesta realizada en 1986 a 120 amas de casa, el 95% consumen los tubérculos por su agradable sabor, 78% compran desde 0.5 a 1.0 kg (Hernández *et al.*, 1986). En promedio, la recolección es en los meses de octubre y abril, llegando a tener mayor demanda en la época de cuaresma, donde alcanza también su mayor precio comercial; el promedio de rendimiento de forma silvestre varía entre 1 y 15 kg/ha (Hernández *et al.*, 1986) además de su uso alimenticio para el hombre, la parte aérea de la planta es consumida por los animales domésticos.

La papita ofrece características importantes que pueden ser explotadas con fitomejoramiento como: resistencia a la sequía (Galindo, 1987), adaptabilidad a climas cálidos y suelos catalogados como no aptos para cultivo (Macías, 1987) resistencia a insectos (Macías, 1987) resistencia al virus X y Y de la papa.

Origen y Distribución

Las especies tuberíferas silvestres del género *Solanum* son consideradas como un grupo “joven” en términos geológicos y evolutivos. Su distribución es monocontinental (Haekes, 1979). El mismo autor postula que las especies tuberíferas de este género se originaron en México durante la última parte de las eras de Cretáceo a Eoceno. Esto se apoya en estudios morfológicos, citológicos y serológicos que permiten suponer a la región de México-Guatemala centro de origen de este género (Write, 1958). En esta región se encuentran las especies más primitivas y las más alejadas de la papa cultivada.

Flores (1969), considera que México es uno de los centros más importantes de origen de especies tuberíferas del género *Solanum*; por lo que lo consideran como un banco de germoplasma natural.

Estudios para conocer la diversidad y distribución de las especies silvestres de papa en México, han revelado la existencia de 33 especies tuberíferas del género *Solanum*; lo cual confirma que es un centro importante de variabilidad genética (Hawjes, 1986). Recorridos de campo recientes, orientados a coleccionar especies silvestres, en diferentes localidades de México han revelado la existencia de variación dentro de las mismas especies importantes como *Solanum cardiophyllum* y *Solanum ehrenbergii*, las cuales se encuentran en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco y Guanajuato, en altitudes que oscilan entre 1600 y 1990 msnm (Rivera, 1987).

En la República Mexicana las especies tuberíferas se encuentran entre los 15, 16, hasta los 31 y 32 grados de latitud norte y altitudes que oscilan entre los 1500 y 3800 msnm; se les puede encontrar en climas tropicales, secos y templados y en suelos rocosos o de textura arenosa a arcillosa (Flores, 1969).

Este mismo autor identificó a especies de papita de monte en los estados del centro de México, principalmente en Zacatecas y San Luis Potosí, (Quezada, 1987), en estudios orientados a identificar la diversidad de especies de *Solanum* y su distribución en la región norte-centro de México, encontró a *Solanum cardiophyllum*, en lotes con cultivos de maíz, frijol, vid, chile y cereales; también en matorrales con disturbios a menudo asociada con *Prosopis* y *Opuntia*, en los estados de Aguascalientes, San Luis Potosí y Guanajuato; en altitudes que oscilan entre 1900 y 2100 msnm.

Descripción del Género *Solanum*

La familia *Solanácea* tiene gran importancia económica, ya que incluye a especies que producen alimentos, fármacos y son usadas como ornamentales. Los miembros más prominentes son: *Solanum tuberosum*, *Lycopersicon esculentum*, *Nicotiana tabacum*, *Solanum melongena*, *Datura atranorium*, *Petunia* y *Lycum*.

Las plantas del género *Solanum*, son herbáceas o arbustivas, algunas trepadoras o rastreras; inermes a espinosas; pubescentes con pelos simples o entrelazados, raramente glabras con raíces fibrosas a rizoma leñoso, algunas veces estoloníferas; hojas alternas,

raramente en pares subopuestas, simples o enteras, lobuladas o pinnadas; pedúnculo lateral, y extra axilar, en ocasiones en apariencia terminal u opuesto a las hojas; inflorescencia dicotómica, cimoso racimosa, umbelada, paniculada, raramente flores solitarias; flores blancas, violeta, púrpura a amarilla, ocasionalmente variegadas, regulares cáliz campanulado, con cuatro a cinco partes; algunas veces ligeramente engranado en el fruto; corola rotada estrellada dividida en cinco lóbulos y en ocasiones diez; de cuatro a cinco estambres insertadas en el cuello de la corola, raramente unidos; anteras en contornos, oblongas a lanceoladas usualmente cortas a gruesas, con dehiscencia pericidal, ovario con dos lóculos, con gran número de óvulos, estilo simple; estigma corto a algo alargado, frecuentemente marginado, el fruto es una baya, esférico, elipsoidal a cónico, a veces ovoide, semillas orbiculares a subreniformes, testa a menudo porosa, embrión curvado, submarginal, cotiledones subcilíndricos (Correll, 1962).

Taxonomía de la Papita de Monte

Se considera que existen dos especies taxonómicas de papita de monte, debido a que existen notorias diferencias morfológicas entre ellas, tal como lo ha descrito Correll (1962), Fernández (1982) Con base en lo anterior, la ubicación taxonómica de la papita de monte es la siguiente:

Familia	Solanácea
Tribu	Solaneae
Género	Solanum
Sección	Tuberarium
Subsección	Hyperbasarthrum
Serie	Cardiophylla
Especies	<i>Solanum cardiophyllum</i> <i>Solanum ehrenbergii</i>

Morfología de *Solanum cardiophyllum*

Planta anual, erecta, simple a ramificada puede alcanzar una altura mayor de 60 cm; estolonífera, con tubérculos comestibles, esféricos de color crema, de hasta cinco centímetros de diámetro, tallo quebradizo; poco pubescente cuando joven, posteriormente glabro, hojas imparipinadas de más de 20 cm, de largo, de color verde

oscuro brillante en el haz y más claras en el envés; presenta de cinco a siete foliolos ovalados, redondeados y acumulados en el ápice, el foliolo terminal es más grande que los laterales, con o sin foliolos intersticiales, hojas pseudoterminal, cimoso-paniculada; flores de color amarillo crema; el cáliz de 2.5 a 3.5 mm, de largo con lóbulos obtusos; corola estrellada de 1.5 a 3 cm de diámetro; anteras lanceoladas de 5mm de largo. Con filamentos de 1 mm de largo, estilo de 8 mm de largo excediéndose un poco sobre los estambres; fruto esférico de un cm de diámetro con manchas claras y oscuras; existen formas diploides y triploides con $2n = 24$ y $3n = 36$ cromosomas respectivamente (Correll, 1962).

Morfología de *Solanum ehrenbergii*

Planta anual erecta hasta de 60 cm; estolonifera, tubérculos comestibles de color blanco crema a pardo, ovoides de cuatro centímetros de largo; tallo delgado, quebradizo, simple o ramificado, con pelos cortos; hojas emparipinadas de alrededor de 15 cm, de largo de color verde pálido poco pilosas con siete a nueve foliolos, pecioladas, ovalados elípticos o elipticolanceoladas, redondeados en la base y obtusos en el ápice; hojas seudoestipulares, semiorbiculares; con inflorescencia pseudoterminal cimoso-paniculada; pedúnculos de hasta 6 cm de largo; pedicelos delgados de 1 a 2.5 cm de largo; flores blancas cremosas en ocasiones con matices púrpuras; cáliz de 5cm de largo, corola estrellada de 2 a 2.5 cm de diámetro; anteras lanceoladas de 5 a 7 cm de largo; estilo de 10 mm ; fruto esférico de color verde con vetas oscuras; existen formas diploides y triploides con $2n = 24$ y $3n = 36$ cromosomas respectivamente (Correll, 1962).

Fenología y Desarrollo de la Planta

La emergencia de la papita de monte, empieza veinte días después de la siembra y se prolonga por 15 días. Los estolones se empiezan a diferenciar antes de la emergencia y continúa durante el desarrollo de la planta. La diferenciación de tubérculos empieza alrededor de 30 días después de la emergencia y el periodo de formación de tubérculos

(tuberización), se prolonga de 40 a 70 días. El ciclo de vida (vegetativo) de la planta varía de 90 a 120 días (Pimienta y Otero, 1987).

El paso de tubérculo a semilla influye en el desarrollo fenológico de la planta, debido a que se registra una relación positiva estadística entre el peso promedio del tubérculo con hojas, altura de planta y vigor aparente; también esta correlacionado en forma positiva con la amplitud del periodo de floración y en forma negativa con el porcentaje de emergencia y con los días de inicio a floración (Camacho, 1986).

En condiciones extremas de sequía (42 mm de precipitación durante el ciclo de cultivo), la tuberización empieza 10 días después de la emergencia. La falta de humedad ocasiona disminución severa del crecimiento en el tallo y la raíz, sin embargo esta reducción es más marcada en el área foliar que en las partes subterráneas de la planta (raíz, estolones y tubérculos), las que no interrumpen su diferenciación y crecimiento a pesar de las restricciones de humedad (Otero *et al.*, 1986).

Durante el desarrollo de la papa de monte se presenta sincronización de tiempo entre los principales eventos fenológicos, de tal forma que el control meristemático en tiempo de las demandas, reduce el traslape y competencia en el crecimiento y diferenciación de las diferentes partes de la planta (Pimienta y Otero, 1987).

Plagas y Enfermedades

Las plagas más importantes que se han identificado en la papita de monte son: pulga saltona (*Epitrix cucumerix* y *E. hirtipennis*), pulgón de la papa (*Macrosiphum spp*) Trips (especie no identificada) y chinche pirata (*Orius spp*).

Las enfermedades más importantes son: *Phytophthora infestans*; *Alternaria tenuis*, virus (oreja de ratón) y viroides (Galindo, 1987). *Alternaria tenuis*, es la enfermedad que causa los daños más severos en la papita de monte (Pimienta, 1987). *Solanum cardiophyllum*, es más susceptible al ataque de este hongo que *Solanum ehrenbergii*, y este daño es más severo cuando la papita de monte tiene limitantes de humedad o sea bajo condiciones de temporal que cuando se encuentra bajo condiciones de riego (Pimienta, 1987).

En la actualidad no se ha observado ninguna incidencia viral de importancia, aunque teóricamente puede llegar a ser un problema cuando la papita de monte, se encuentra

bajo cultivo (Galindo, 1987). Situaciones similares se esperan son los hongos *Alternaria tenuis* y *Phytophthora infestans*, los cuales expresan su máxima agresividad en poblaciones aglomeradas que resultan al establecer lotes de cultivo (Galindo, 1987).

Composición Química del Tubérculo

La composición química del tubérculo se presenta en el cuadro que se muestra a continuación.

Cuadro 1. Composición química de los tubérculos de papita de monte (en 100 gr de porción comestible).

Componentes	Unidades	Cantidad
Agua	%	79.8
Energía	calorías	76.0
Proteínas	gramos	2.1
Grasas	gramos	0.1
Carbohidratos totales	gramos	17.1
Fibra	gramos	0.5
Cenizas	gramos	0.9
Calcio	miligramos	7.0
Fosforo	miligramos	53.0
Hierro	miligramos	0.6
Sodio	miligramos	0.3
Potasio	miligramos	407.0
Tiamina	miligramos	0.01
Riboflavina	miligramos	0.04
Niacina	miligramos	1.50
Acido ascórbico	miligramos	20.0

El contenido de proteína varía de 3 a 4.6%, el representa una unidad más alta que la papa cultivada, ya que el contenido de esta varía de (1.5 a 2.0). El contenido de azúcares reductores varía de 2.2 a 2.47% (Corral e Ihave, 1987).

Se identificaron glicoalcaloides que son compuestos teratogenicos. Estos oscilan entre 18 y 45.0 mg/100 gr superiores al permitido para el consumo (20.0 mg/ 100 gr) (Corral e Ihave, 1987)

El contenido de glicoalcaloides es menor en tubérculos diferenciados en lotes de papita de monte cultivada en riego, que en condiciones de temporal (Corral e Ihave, 1987).

Los tubérculos con el contenido alto de glicoalcaloides producen un sabor astringente en la garganta al consumirlos y en casos extremos pueden provocar malformaciones genéticas e incluso la muerte (Renwick, 1972). Los glicoalcaloides al no ser advertidos por el consumidor, es porque el calor o cualquier otro proceso químico disminuye toxicidad de dichas sustancias.

En la papita de monte, el contenido de vitamina “c” varía de 5.0 a 17 mg/100gr siendo el contenido más alto en las papas de menor peso (3gr) y los tubérculos de gravedad especie especifica más alta (1.098).

Fisiología

El rendimiento de la papa cultivada (*Solanum tuberosum* L.) es determinado por la tasa neta de asimilación de materia seca del cultivo, la fracción de asimilados distribuidos a los tubérculos, y a la duración del crecimiento del tubérculo. Cuatro eventos ontogénicos delimitan las tres principales fases del desarrollo de la papa: emergencia, inicio de la formación de tubérculos y maduración del tubérculo. El follaje y las raíces pueden tener crecimiento en todas las fases. El incremento en peso seco de los tubérculos puede ocurrir durante el inicio de formación de tubérculos y las fases de crecimiento de los tubérculos. Las diferencias entre las diferentes fases, se reflejan en primera instancia por los cambios en la tasa neta de acumulación de materia seca y la distribución de asimilados (Ingran y Mc Cloud, 1984).

El inicio de formación de tubérculos está regulado por dos posibles causas, conocidas como la hormonal y la intervención de sustratos. Los efectos de fotoperiodo

es variable entre variedades de día largo, de días cortos y neutros. De acuerdo al mecanismo de intervención de sustratos, la concentración de carbohidratos en el ápice de los estolones está directamente relacionada con la iniciación de tubérculos. Se ha observado que la inhibición en crecimiento del follaje o a un adecuado suministro de carbohidratos adelanta a la iniciación de la diferencia de tubérculos.

La tasa neta de asimilación de materia seca depende del número de fotones fotosintéticos que son absorbidos por el follaje. Sin embargo, en la papa, la tasa neta de asimilación de materia está determinada por el crecimiento del tubérculo, que es mayor demanda fotosintética (Ingram y Mc Cloud, 1984).

Experimentos en invernadero revelaron que las temperaturas óptimas para el crecimiento del tallo y la raíz fueron entre 22 y 24°C, mientras que para los tubérculos el óptimo fue de 14 a 16°C. Estas diferencias en temperatura óptima puede explicar las observaciones que la papa creciendo en climas fríos distribuyen una fracción más grande de asimilados al tubérculo y tienen más altos rendimientos, que cultivos de papa que se desarrollan en climas calientes (Ingram y Mc Claud, 1984).

La evaluación de los patrones del desarrollo fenológico y los patrones de acumulación de materia seca en la papita de monte, revelaron que durante el desarrollo de esta planta se reduce al traslape entre los principales eventos fenológicos; esta reducción evita la competencia entre el follaje y los tubérculos en desarrollo. De hecho esto constituye una diferencia fundamental entre la papa de monte y la papa cultivada debido a que en esta última ocurre traslape entre el crecimiento vegetativo de la parte aérea (tallo y hojas) y el desarrollo de los tubérculos, en contraste con la papita de monte, en que la fase activa de llenado de tubérculos ocurre en las últimas cuatro semanas de desarrollo de la planta (Pimienta y Otero, 1987). Este control meristemático de las demandas es considerado como el principal mecanismo por el cual las plantas se adaptan a limitaciones de agua en el ambiente y el medio del cual se están alimentando (Fischer y Turner, 1978).

Durante el periodo vital el tubérculo de papa, pasa por varios estados de desarrollo fisiológico. En el momento de la siembra el tubérculo puede estar: latente, no se han formado brotes, la emergencia se demorara y no será uniforme. Bajo dominancia apical, sólo se desarrollará el brote apical, el resultado es un cultivo poco uniforme con plantas

de tallos únicos. Los tubérculos permanecerán el tiempo que sea necesario hasta el brotamiento. El ambiente deberá estar totalmente oscuro.

Potencial de Rendimiento

El rendimiento promedio de la papa común en México varía de acuerdo a los sistemas de producción en que se cultiva. En condiciones de riego varía de 19 a 34 ton/ha, en condiciones de temporal fluctúan entre 5 y 7 ton/ha. Entre los principales factores que limitan el rendimiento, se encuentran los daños causados por virus, por enfermedades fungosas (tizón temprano, tizón tardío, roña, Rhizotocnia), virus nemátodos y plagas (pulga saltona, picudo, palomilla, gusano soldado).

Observaciones sobre el potencial de rendimiento de la papita de monte bajo condiciones de temporal, han revelado un amplio rango de variabilidad que está relacionado con la precipitación pluvial y los daños causados por *Alternaria tenuis* y plagas como el *Epicuata pestífera* (Botija) y *Epirtix cucumerix* (pulga saltona). Los rendimientos más altos que se han registrado son los de 6.330 kg/ha, con una precipitación pluvial de 386 mm, durante el ciclo de desarrollo del cultivo, y el menor de 120 kg/ha, con 42 mm de precipitación (Macías y Pimienta, 1987).

Camacho (1986), observó que las colectas triploides de papita de monte identificadas taxonómicamente como *S. ehrenbergii*, tuvieron un rendimiento superior a las colectas diploides que fueron identificadas como *S. cardiophyllum*. Se encontró también que el rendimiento presenta una correlación alta positiva con el peso del tubérculo semilla, número de hojas, del tallo principal, altura de la planta y el vigor aparente y una relación negativa con días a inicio de floración. Pimienta (1987), reporta que el rendimiento presenta una relación positiva con la tasa de llenado de tubérculos y la duración del periodo de tuberización.

Ecología

Las papas silvestres se establecen en una gran variedad de hábitats, desde las regiones áridas y semiáridas, hasta los húmedos bosques tropicales y en los límites del nivel del mar, aunque se tiene conocimientos que se establecen desde niveles próximos al mar, hasta 5000 m, de altitud el desarrollo óptimo de las especies se presenta entre los 1300 y 2800 m Las especies silvestres de papa se encuentran en una gran variedad de hábitats y en una amplitud de latitudes más grande que el de las especies cultivadas. Se les ha colectado desde los Estados Unidos, hacia el sur, a través de México y Centroamérica, hasta los 45° de altitud sur. Ocupa una gran variedad de comunidades, se le puede encontrar entre matorrales y desiertos de cactáceas en México, sur de Estados Unidos, Perú, Bolivia y Argentina, hasta en los bosques tropicales de las pendientes de los Andes de México y Centro América (Luna, 1983).

En la República Mexicana las especies de papa silvestre se encuentran entre los 15 y 32° de latitud norte, en altitudes que oscilan entre los 1500 y 3800 m Se les puede encontrar en climas tropicales, secos y templados y en suelos someros o de textura arenosa y arcillosa; muchas especies son tolerantes a la acidez del suelo. Frecuentemente se establecen en matorrales, alrededor de plantas cactáceas (maguey y nopal) o en los cultivos de temporal (maíz, frijol) (Correl, 1962).

En un estudio realizado por Luna (1983), relacionado con la distribución geográfica de la papita de monte reveló la siguiente información: las especies en estudio se encuentran en el tipo de clima Bs (seco); en altitudes de 1900 a 2200 m, generalmente en sustratos de tipo aluvial y riolíticos; en terrenos con pendientes de moderadas a bajas (menores de 8%); en suelos generalmente de color café franco arcilloso-arenoso o franco arenoso, profundidades promedio de 50 cm., buena capacidad de retención de humedad, pH neutro o ligeramente ácido, bajo contenido de materia orgánica y carbonatos totales, reducida capacidad de intercambio catiónico y sin problema de sales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área Experimental

El presente trabajo se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Facultad de Agronomía de la UASLP la cual se encuentra ubicada en el Ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. en el kilómetro 14.5 de la carretera San Luis-Matehuala. Las coordenadas geográficas son 22°14'03" latitud norte y 100°53'10" longitud oeste, con una altitud de 1835 msnm perteneciente a la Provincia mesa del centro.

Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Köepen modificado por García (1973) el clima es seco estepario frío (BSK wg) con lluvias en verano, siendo los meses de julio, agosto y septiembre cuando se presentan más lluvias. La precipitación media anual es de 292.8 mm. Los vientos dominantes ocurren de noroeste a sureste. La temperatura media anuales es de 18°C, siendo los meses de diciembre y enero donde se presentan las temperaturas más bajas, pudiendo llegar hasta los -3.2°C, y los más cálidos entre junio y agosto

Suelo

Los suelos del área se presentan en terrenos planos ligeramente ondulados, existen extensiones grandes de terrenos de suelos aluviales, superficialmente recientes con pequeños cerros aislados, algunos con naturaleza sedimentaria marina y otros formados por material volcánico (Rzedowaki, 1978).

Los suelos son poco profundos, típicos de las zonas áridas los xerosoles tienen una capa superficial de color claro y pobre en materia orgánica, a más profundidad de (0.50 m) promedio se supone que hay un suelo rico en arcilla y carbohidratos, muy parecida a la capa superficial presentando cristales de yeso y carbonatos. Los xerosoles haplicos se asocian con feozems luvicos de naturaleza riolitica; se observan abundantes afloramientos que tienen textura media y están limitados por roca.

La aridez del suelo, causada por una baja e irregular precipitación pluvial, así como la gran intensidad de la evaporación influye de una forma clara en el aspecto de composición y en la distribución de la escasa población vegetal.

En la región árida de San Luis Potosí, las variantes más comunes de vegetación son: a) Matorral de *Larrea spp.* y *Flourensia spp.*; que cubre áreas extensas., b) Matorral de *Larrea spp.* y *Flourensia spp.* con participación de numerosas plantas suberborescentes y arbustos de los géneros *Acacia spp.* L.(Huizache), *Condalia spp.* (Tourn) Mill., *Prosopis spp.* L., *Rhus spp.* L. *Mytillocactus spp.* Cons. y *Yucca spp.* L., representando una combinación de formas biológicas numerosas, organizadas en varios estratos (Rzedowski, 1978).

La vegetación con que frecuentemente crece asociada la papita de monte es matorral de *Larrea spp.*, *Opuntia spp.*, (nopal) *Agave atrovirens* (maguey), *Prosopis juliflora* (mezquite), *Acacia Farnesiana* L.Will (Huizache) y matorrales herbáceos, además de crecer asociada con los cultivos de maíz y frijol.

Colecta del Material Genético

Los tubérculos de papita de monte que se utilizaron en este estudio, fueron recolectados en diferentes localidades del estado de San Luis Potosí.

Los criterios utilizados para seleccionar los sitios de colectas fueron los siguientes: cubrir un área lo suficientemente extensa que pueda considerarse representativa del Altiplano Potosino.

Para recolectar el material genético se realizaron recorridos de campo en localidades donde se tiene conocimiento de la existencia de poblaciones silvestres de papita de monte, tanto en terrenos no cultivados como en terrenos cultivados. Esta selección se apoyo en entrevistas con personas de experiencia en el área y la información bibliográfica donde se menciona la existencia de poblaciones de esta especie.

Material Genético

Se utilizó la siguiente especie: *Solanum cardiophyllum*.

Siembra

La siembra se realizó el día 24 de Junio. Se estableció en invernadero en macetas de 35 kg de capacidad, con riego y diferentes sustratos y áreas de sombreo, para determinar cual es el sustrato adecuado y en que condiciones de sombreo *Solanum cardiophyllum*, tiene viabilidad y mejor rendimiento.

Para la siembra se utilizó tubérculo recolectado en la región, la densidad fue de tres plantas por maceta; Antes de llevar a cabo la siembra se realizó una selección de los tubérculos los cuales serán semilla de acuerdo a su tamaño, esto con la finalidad de no confundir el efecto del tamaño en la respuesta evaluada y también para eliminar tubérculos con daños visibles. La siembra se realizó en seco y un día después de la siembra se regaron las macetas para activar la germinación de los tubérculos. Los tratamientos se establecieron de acuerdo a la metodología planteada.

Fertilización

Se les dio una fertilización de fondo a los tratamientos con fertilizante comercial, con la dosis de (120-80-00), utilizando como fuentes de nutrimentos la urea y el superfosfato de calcio triple. De acuerdo a las etapas fenológicas (curva de requerimiento nutrimental de la papita de monte).

Cuadro 2. Aplicación de Fertilización durante las diferentes etapas fenológicas de la papita de monte.

Etapa	Días	Días Acumulados	N %	P %	K %	Ca %	H₃PO₄ ml	NKS gr	Ca (NO₃)₂ gr
1	14	14	11	11	11	11	86.44	111.0	62.88
2	14	28	11	11	11	11	86.44	111.0	62.88
3	14	42	11	11	11	11	86.44	111.0	62.88
4	14	56	11	11	11	11	86.44	111.0	62.88
5	14	70	11	11	11	11	86.44	111.0	62.88
6	14	84	11	11	11	11	86.44	111.0	62.88
7	14	98	11	11	11	11	86.44	111.0	62.88
8	14	112	11	11	11	11	86.44	111.0	62.88
9	14	126	11	11	11	11	86.44	111.0	62.88
							778	999	566

La aplicación de fertilizantes inició el día 28 de julio al mes de realizada la siembra, esta se aplicó cada tres días a partir de esta fecha, la dosis de aplicación fue la siguiente:

H₃PO₄ = 6.17 ml/ día, NKS = 7.92 gr /día y Ca (NO₃)₂ = 4.49 gr/día.

De igual forma se aplicaron micronutrientes a partir de la quinta aplicación de fertilización, iniciando el día 10 de agosto con una frecuencia de 7 días hasta terminar la aplicación de los riegos. La dosis de aplicación de micronutrientes correspondió a 3.5 gr de acuerdo al cálculo realizado según la recomendación de etiqueta.

Las temperaturas medias extremas dentro del invernadero variaron de 34°C a 36°C.

Labores Culturales

Las temperaturas más altas presentadas en el interior del invernadero se controlaron utilizando los dispositivos de ventilación con los que cuenta el lugar, ventiladores y cortinas, de igual manera las bajas temperaturas en los meses de noviembre y diciembre se controlaron con las cortinas ya existentes y colocando plásticos de mayor grosor en las paredes laterales.

Riegos

El sistema de riego fue por goteo. La siembra se realizó en seco, la aplicación del riego inició el día 25 de junio al siguiente día de la siembra con un tiempo de aplicación de 40 minutos, posteriormente se realizó cada tres días por un tiempo de 10 minutos, la última aplicación se dio el día 28 de octubre, haciendo un total de 39 riegos. Cada riego aplicado se realizó en promedio con una lámina de 8 mm.

Control Fitosanitario

Se realizó la aplicación de Fungicida Mancozaxil 72 wp (Mancozeb 68% + metalaxil 8%) cada 14 días a manera de prevención, y una dosis de Mancozeb a los 7 días después de la aplicación compuesta.

Para el control de Mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn) que se presentó cinco días después de la germinación, también se aplicaron dos dosis de Confidor (Imidacloprid) que se aplicó en plantas, especialmente en hojas.

Cosecha

La cosecha se realizó a los 120 días de la siembra, se llevó a cabo de la siguiente manera: una vez seca la parte aérea se procedió a retirar el sustrato en tres partes iguales, cuidando de cosechar los tubérculos que correspondían a cada planta para obtener un resultado más acertado en cuanto al rendimiento; así como de no dañar los tubérculos. (Figuras 1, 2 y 3).



Figura 1. Cosecha de *Solanum cardiophyllum* en el sustrato de la combinación de Arena con tezontle, sin sombra.



Figura 2. Separación del sustrato para cosechar la papita y evitar dañar el tubérculo.

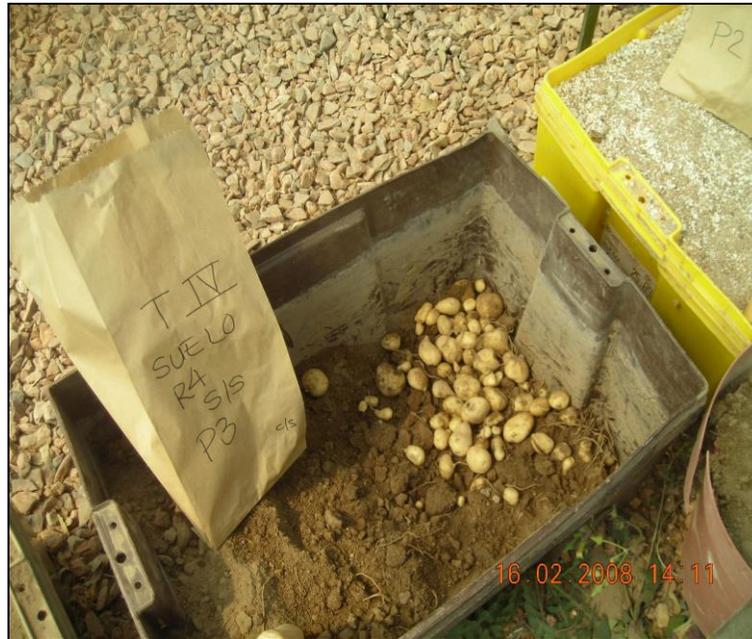


Figura 3. Cosecha de *Solanum cardiophyllum*, en el sustrato de Suelo (suelo agrícola de la Facultad de Agronomía) en tratamientos sin sombra.

Tratamientos

Sustratos: Se utilizaron cinco

Testigo (suelo de zona productora de papita)
Arena
Perlita con arena (Relación 1:1)
Tezontle con arena (Relación 1:1)
Suelo (suelo agrícola de la Facultad de Agronomía)

Sombreo:

Testigo sin sombra
Malla sombreadora al 75%

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, con un arreglo en parcelas divididas en donde el primer factor A corresponde a sombreado (con sombra y sin sombra) el segundo factor B corresponde a sustratos, lo anterior dio como resultado diez tratamientos. La prueba de medias utilizada fue la de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para todas las variables que presentaron diferencia significativa. Se realizó un análisis de correlación para determinar la relación entre variables.

El análisis de varianza se realizó con el Paquete de Diseños Experimentales de la Facultad de Agronomía de la UANL, versión 2.5 (Olivares Sáenz, 1996) bajo el siguiente modelo.

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente: arreglo en parcelas divididas

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + F_j + \epsilon_{ij}(a) + V_k + (FV)_{jk} + \epsilon_{ijk}(b)$$

$$\begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, r & r &= \text{bloques} = 4 \\ j &= 1, 2, \dots, a & a &= \text{sombreado} = 2 \\ k &= 1, 2, \dots, b & b &= \text{sustratos} = 5 \end{aligned}$$

Donde:

Y_{ijk} = es la observación de la sustrato k con sombra y sin sombra j en el bloque i

μ = efecto de la media verdadera general

β_i = es el efecto del bloque i

F_j = es el efecto de sombreo j

$\epsilon_{ij} (a)$ = es el error experimental de las parcelas grandes

V_k = es el efecto de los sustratos k

(FV) jk = es el efecto de la interacción del sombreo y los sustratos k

$\epsilon_{ijk} (b)$ = es el error experimental de las subparcelas

VARIABLES A EVALUAR

Emergencia. Se obtuvo a los cinco días después de la siembra.

Altura de planta. Se midió cada una de las plantas de cada unidad experimental, de la base del cuello hasta el ápice y finalmente se obtuvo un promedio.

Diámetro de tallo. Se midió el grosor del tallo principal a una altura de 50 cm, esta medida se realizó con vernier.

Biomasa. Un mes antes de la cosecha, se extrajo la planta con todo y raíz y se procedió a secar en estufa desecadora a una temperatura de 75°C durante tres días y posteriormente se pesó, de esta manera se obtuvo la cantidad de biomasa por planta.

Número y tamaño de tubérculos. Se construyó una caja con divisiones de diferentes medidas considerando tamaños grande (> de 4 cm), mediano (de 2.1 a 4 cm) y chico (< de 2 cm), y se cuantificó el número de tubérculos correspondiente a cada tamaño.

Peso de tubérculos. Una vez cuantificado por tamaños, se procedió a pesar los tubérculos para conocer el peso total por categoría.

Rendimiento total de tubérculos. Se determinó el peso total de tubérculos por planta y se transformó a toneladas por hectárea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de los Sustratos

Los resultados del análisis de la caracterización de sustratos, muestran que los sustratos utilizados tienen un pH alcalino. El pH ejerce sus efectos principales sobre la asimilabilidad de los nutrientes, la CIC y la actividad biológica. El nivel de referencia en el cultivo de plantas en contenedor: pH (extracto de saturación) = 5.2 a 6.3. Nivel óptimo en el cultivo sin suelo de hortalizas: pH (disolución del sustrato) = 5.5 a 6.8 citados por Abad y Noguera (1998).

Cuadro 3. Resultados del análisis de los sustratos utilizados en el experimento, pH y C.E.

SUSTRATO	pH	C.E.
Testigo (suelo de zona productora de papita)	Neutro	Sin problema de sales
Arena	9.10	0.15
Tezontle	4.60	0.02
Perlita	9.20	0.01
Suelo (suelo agrícola de la Facultad de Agronomía)	Neutro	Sin problema de sales

Desarrollo y Rendimiento

El análisis de varianza muestra diferencia altamente significativa, dentro del factor de variación sombreo solo para días a emergencia; para el factor de variación sustratos se encontró diferencia altamente significativa para emergencia y diámetro de tallo; en cuanto a la interacción sombreo vs sustratos se encontró diferencia altamente significativa solo para diámetro de tallo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables de emergencia, altura de planta, diámetro de tallo y biomasa.

FV	GL	Emergencia	Altura	Diámetro de tallo	Biomasa
REPETICIONES	3	290.44	432.42	0.1	1584.14
FACTOR A (SOMBREO)	1	13616.1**	280.9 NS	0.18 NS	9517.25 NS
ERROR A	3	707.5	203.1	0.82	1650.13 NS
FACTOR B (SUSTRATOS)	4	602.41**	206.8 NS	2.7**	691.85 NS
INTERACCION	4	177.41 NS	115.5 NS	1.5**	201.69 NS
ERROR B	24	781.61	64.5	0.35	707.67
CV %		36.57	13.1	16.5	36.05

** Diferencia altamente significativa

NS. Diferencia no significativa

Emergencia

Sombreo

La comparación de medias muestra que el tratamiento con sombra presentó 94.9% de emergencia a los cinco días después de la siembra superando al tratamiento sin sombra que solo presentó 58% (Cuadro 5) igualándose al 100% de emergencia en ambos tratamientos. La emergencia en este experimento se dio de forma rápida debido a que al momento de sembrar los tubérculos, estos ya tenían una yema brotada.

Según (McGee *et al.*, 1988), el uso de luz difusa en semillas de papa en almacenamiento tiene otras ventajas, como la supresión del crecimiento del brote y, en algunas circunstancias, de la dominancia apical. Por lo tanto la emergencia de las plantas es normalmente más rápida, lo que da como resultado un establecimiento temprano del cultivo con un follaje que cubre el terreno más rápidamente y un aumento significativo del rendimiento.

Cuadro 5. Prueba de comparación de medias de las variables de emergencia, altura de planta, diámetro de tallo y biomasa del experimento “Respuesta de la papita de monte (*Solanum cardiophyllum*) a diferentes sustratos y sombreo en cultivo protegido”.

Tratamiento	Días a Emergencia	Altura	Diámetro de	Biomasa
	%	cm	tallo mm	gr
CON SOMBRA	94.9 a	63.62 a	3.67 a	89.22 a
SIN SOMBRA	58 b	58.32 a	3.53 a	58.36 a
SUSTRATOS				
S1 TESTIGO (SUELO ZONA PRODUCTORA)	74.75 a	64.19 a	4.10 a	77.42 a
S2 ARENA	83.12 a	55.56 a	3.07 b	67.24 a
S3 ARENA/TEZONTLE	66.5 b	65.88 a	3.72 ab	82.72 a
S4 ARENA/PERLITA	87.38 a	55.37 a	2.92 b	60.99 a
S5 SUELO (SUELO AGRICOLA) DE LA FAC. DE AGRONOMIA	70.5 a	63.88 a	4.19 a	80.58 a

Medias con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey, 0.05).

Sustratos

De acuerdo al resultado que se obtuvo en el análisis de prueba de medias se difencian dos grupos, dentro del grupo de mayor altura sobresalen los tratamientos de arena y arena con perlita con 83.12% y 87.38% respectivamente (Cuadro 5 y figura 4); el segundo grupo con menor emergencia lo conforma solo el tratamiento arena con tezontle con 66.5%.

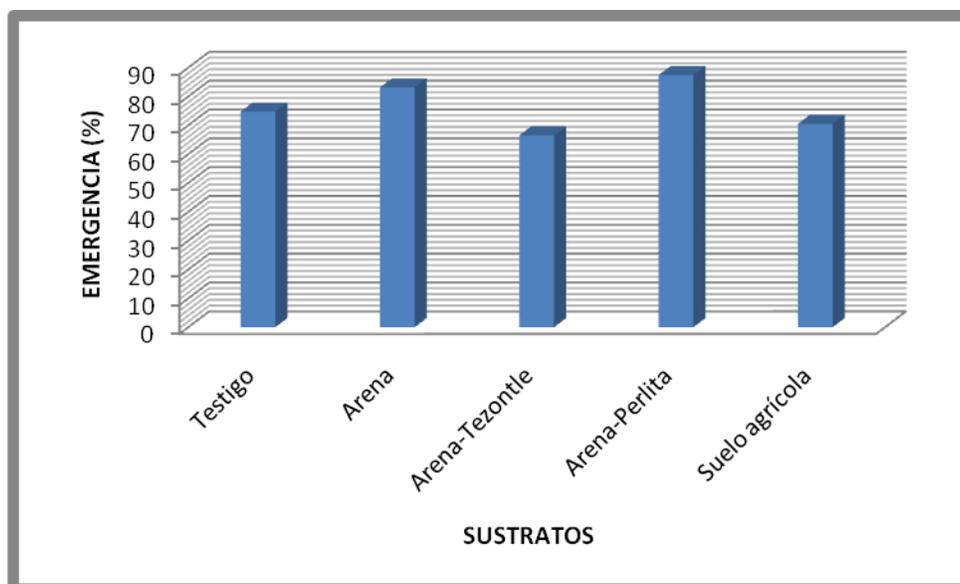


Figura 4. Porcentaje de Emergencia de *Solanum cardiophyllum* en diferentes sustratos.

Altura de planta

Sombreo

Aunque no existe diferencia estadística, el tratamiento con sombra presentó mayor altura (Cuadro 5) con una diferencia de 5.3 cm lo cual no es una altura significativa; de acuerdo con el estudio del cultivo de chile, en el que se evaluó el efecto del uso de malla sombra blanca, con un 50% de sombreado, en comparación del cultivo a intemperie; en donde las plantas bajo sombreado tuvieron mayor altura (20 a 40%) (Avilés *et al.*, 2000).

El incremento de la altura de las plantas, se debe a que la malla sombra favorece el crecimiento de las plantas a causa del decremento de la temperatura ambiental y la reducción de la diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas, así como la mayor humedad ambiental, todo lo cual favorece la presencia de un microclima menos variable (Bustamante, 2001).

Sustratos

Aunque no se encontró diferencia estadística los sustratos que presentaron mayor altura corresponden a la combinación de arena con tezontle (65.88 cm), testigo (64.19 cm) y el tratamiento de suelo (63.88 cm); el tratamiento que presentó menor altura, corresponde a la combinación de arena con perlita con una media de 55.37 cm (Cuadro 5

y figura 5). Como podemos ver la diferencia no es significativa, ambas combinaciones de sustratos tienen propiedades similares respecto a granulometría, que es muy importante para el desarrollo de la planta. Respecto a esto (Abad y Noguera, 1998) mencionan lo siguiente: muchos sustratos están constituidos por una mezcla de partículas con tamaños diferentes. Las propiedades físicas de estos sustratos variarán en función de la distribución del tamaño de sus partículas, siendo por tanto de importancia fundamental la caracterización granulométrica de los materiales. El tamaño de las partículas afecta el crecimiento de las plantas a través del tamaño de los poros. La distribución del tamaño de las partículas y de los poros determina el balance entre el contenido en agua y en aire del sustrato a cualquier nivel de humedad.

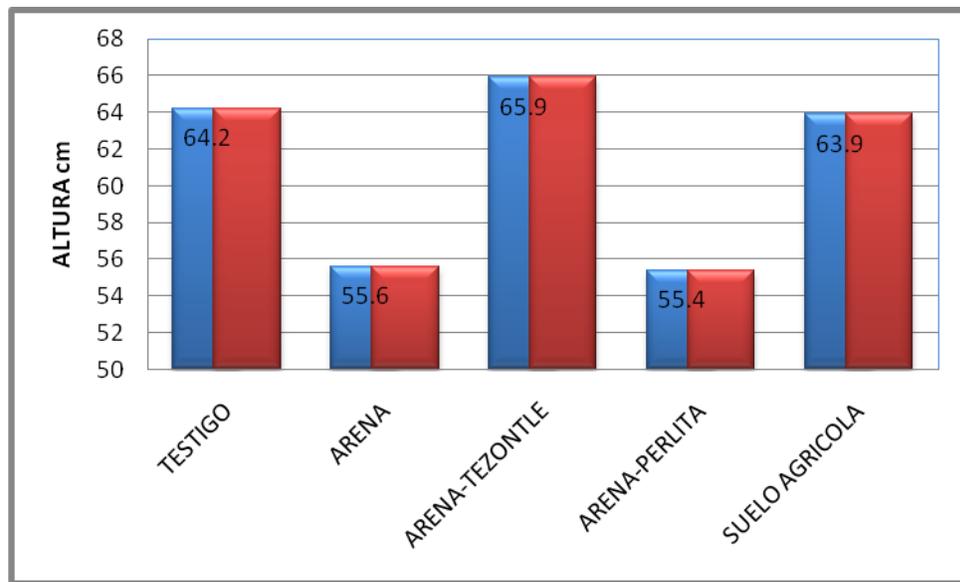


Figura 5. Altura de planta en los diferentes sustratos utilizados en el experimento.

Diámetro de tallo

Sombreo

En cuanto a este factor no se encontró diferencia estadística por lo que podemos decir que el efecto del sombreado no es relevante en el diámetro del tallo.

De acuerdo a B. Person *et al.*, (1984), el número de tallos que puede producir un tubérculo depende de la variedad, la especie y la alteración del predominio apical. Existe una relación entre el número de tallos y el número de tubérculos. Mientras más tallos tenga la planta, mayor será el número de tubérculos; pero su tamaño será más chico.

Cuando la intensidad de luz es alta, tanto el inicio de la tuberización como el engrosamiento de los tubérculos empieza antes, se alcanza antes el crecimiento máximo de los tallos, los rendimientos son mayores y los tubérculos contienen más materia seca que cuando la intensidad de luz es baja. Sin embargo, con intensidades de luz muy altas, la planta puede morir prematuramente y el tamaño de los tubérculos puede verse limitado, por esta muerte temprana.

Sustratos

De acuerdo al resultado obtenido en la prueba de medias del experimento se diferencian dos grupos, dentro del grupo de mayor altura sobresalen los tratamientos de testigo (suelo zona productora) así como el tratamiento de suelo agrícola con 4.1 y 4.2 cm respectivamente (Cuadro 5 y figura 9); el segundo grupo con diámetro de tallo menor lo conforman los tratamientos de arena y la combinación de arena con perlita con 3.0 y 2.9 cm respectivamente (Cuadro 5 y figura 9).

Interacción sombreo vs sustratos

En este experimento se observó que existe interacción entre los factores sombreo y sustratos que afectan el desarrollo de tallo, que permita que la planta tenga las condiciones óptimas para el desarrollo de los tubérculos. Arce (2002), menciona lo siguiente: las ramas laterales que salen del tallo principal se llaman tallos secundarios. Los tallos secundarios pueden salir de muy cerca del tubérculo semilla, en cuyo caso su formación o la producción de estolones y tubérculos será parecida a la del tallo principal o bien pueden desarrollarse ramas apicales sucesivamente, varias veces durante el crecimiento de la planta.

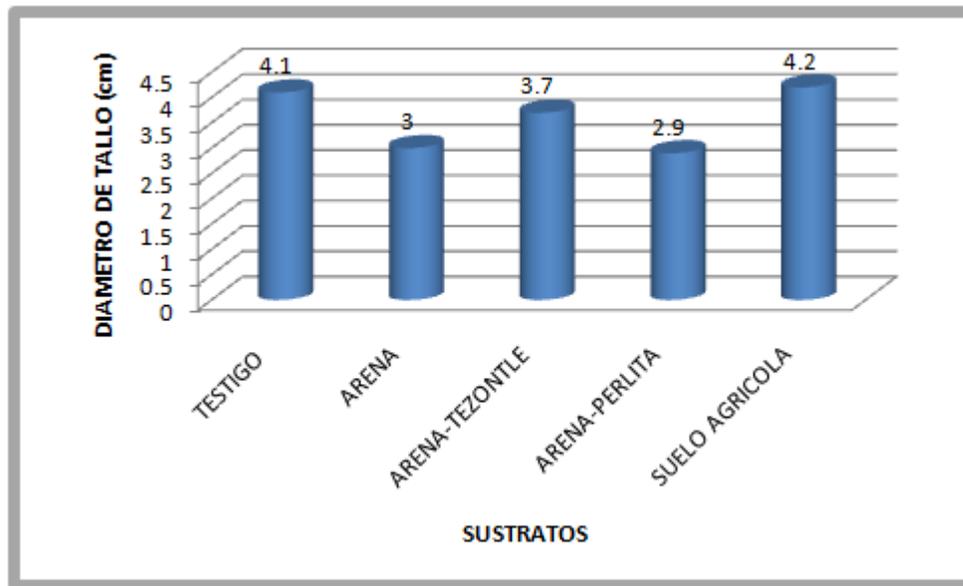


Figura 6. Diámetro de tallo en los diferentes sustratos utilizados en el experimento.

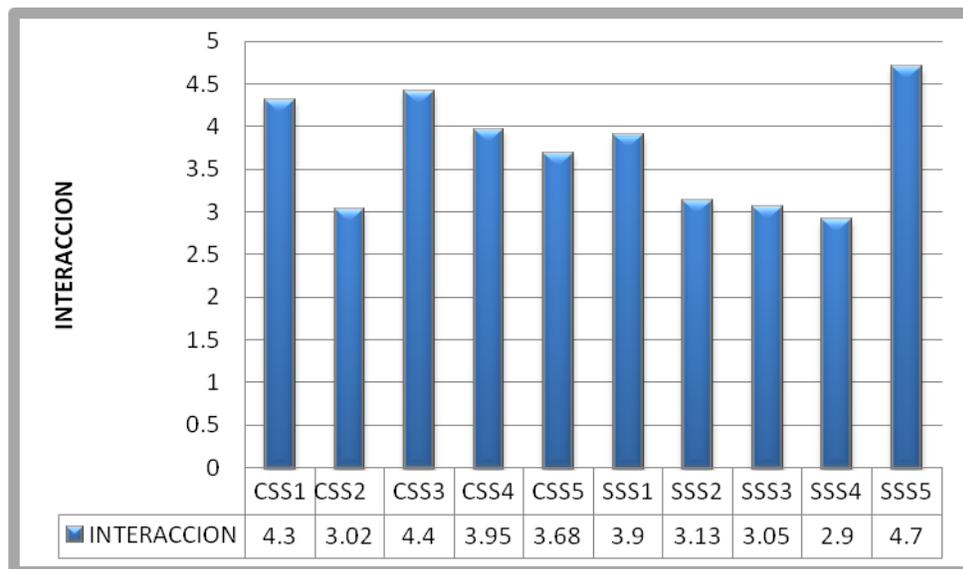


Figura 7. Interacción del Factor A (sombreo) y Factor B (sustratos) de la variable diámetro de tallo del experimento.

Biomasa

Sombreo

La comparación de medias para la variable biomasa, muestra solo un grupo, en los tratamientos con sombra se obtuvo un resultado mayor de 89.22 gr mientras que en los tratamientos sin sombra el resultado fue de 58.36 gr, lo que indica que el efecto de sombreado en la producción de biomasa está correlacionado positivamente.

Sustratos

La prueba de comparación de medias realizada para la variable biomasa muestra lo siguiente respecto al factor B (sustratos) de igual manera como en el factor A (sombreado), presentó un solo grupo y los resultados muestran que el sustrato que presentó mayor cantidad de biomasa fue la combinación de arena con tezontle con 82.72 gr superando al testigo con 72.42 gr.

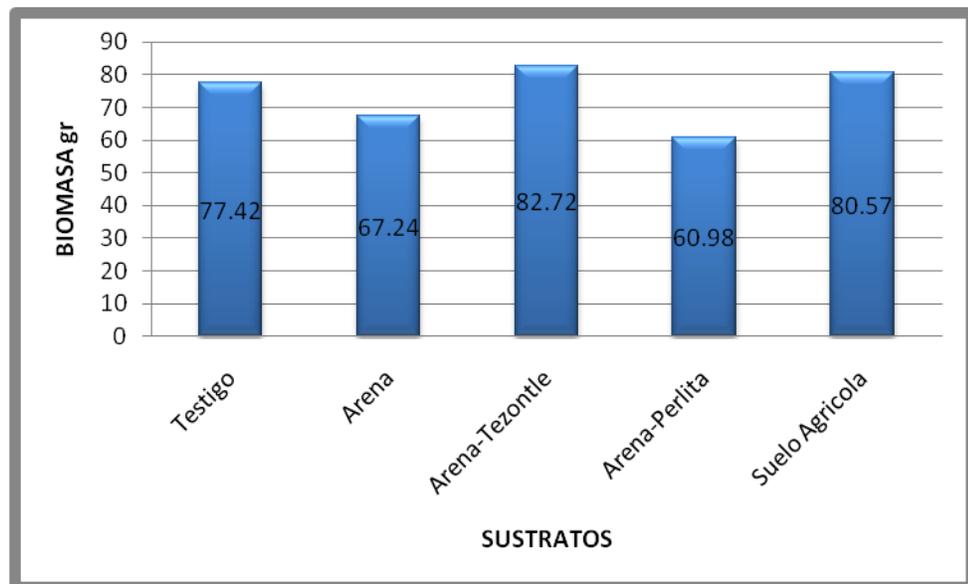


Figura 8. Peso de biomasa obtenida en los diferentes sustratos en el experimento.

Rendimiento

El análisis de varianza muestra que no existe diferencia significativa para el factor de variación sombreo, para número de tubérculos, rendimiento tamaño chico, rendimiento tamaño mediano, rendimiento tamaño grande y rendimiento total por planta; para el factor de variación sustratos, no encontró diferencia significativa para ninguna de las variables, en cuanto a la interacción sombreo vs sustratos no se encontró diferencia significativa (Cuadro 6).

Cuadro 6. Cuadrados medios del Análisis de número de tubérculos, rendimiento tamaño grande, rendimiento tamaño mediano, rendimiento tamaño chico y rendimiento total, en el experimento "Respuesta de la papita de monte (*Solanum cardiophyllum*) a diferentes sustratos y sombreo en cultivo protegido".

FV	GL	No de Tubérculos	Rendimiento Tamaño grande	Rendimiento tamaño mediano	Rendimiento tamaño chico	Rendimiento kg por planta	Rendimiento Ton ha ⁻¹
REPETICIONES	3	1604.5	3942.14	1044	623.25	23144	1.1572
FACTOR A	1	774.4 NS	772.6 NS	6826.25 NS	7216.71 NS	116 NS	5.8
(SOMBREO)							
ERROR A	3	1106.3	3593.4	19296.25	1262.87	103270.66	5.1635
FACTOR B	4	2137.7 NS	3150 NS	7690.9 NS	3092.24 NS	122251 NS	6.1125
(SUSTRATOS)							
INTERACCION	4	990.2 NS	294.01 NS	1009.25 NS	1328.43 NS	18182 NS	909.1
ERROR B	24	1255.9	1415.12	5679.03	1994.66	60834.33	909.1
CV%		32.07	206.69	29.76	71.07	25.93	1.297

**.

NS. Diferencia no significativa

Cuadro 7. Comparación de Medias de las variables número de tubérculos, rendimiento tamaño grande, rendimiento tamaño mediano, rendimiento tamaño chico y rendimiento total por planta, en el experimento “Respuesta de la papita de monte (*Solanum cardiophyllum*) a diferentes sustratos y sombreado en cultivo protegido”.

Tratamiento	No. de Tubérculos	Rendimiento tamaño grande	Rendimiento tamaño mediano	Rendimiento tamaño chico	Rendimiento total
SOMBREO					
CON SOMBRA	106.09 a	22.6 a	266.3 a	49.41 a	952.78 a
SIN SOMBRA	114.90 a	13.8 a	240.18 a	76.28 a	949.5 a
SUSTRATOS					
S1 TESTIGO	116.75 a	5.52 b	222.13 a	50.13 b	836.76 b
S2 ARENA	112.4 a	22.74 a	257.87 a	71.93 a	1046.3 a
S3 ARENA/TEZONTLE	100.75 a	50.28 a	293.44 a	37.23 b	1088.98 a
S4 ARENA/PERLITA	89.75 b	12.46 b	270.31 a	66.99 a	972.35 b
S5 SUELO AGRICOLA	132.9 a	0 b	222.44 a	87.91 a	811.35 b

Medias con la misma letra son iguales, estadísticamente Tukey (0.05).

Número de tubérculos

Sombreado

Aunque no existe diferencia estadística en la variable número de tubérculos el tratamiento con sombra presentó mayor cantidad con una diferencia de 8.81 gr con los tratamientos sin sombra lo cual no es significativo.

Más del 80% del peso seco de una planta se origina del carbono fijado por la fotosíntesis; sin embargo, no se puede asegurar que a mayor intercepción de radiación solar, mayor sea la producción del órgano de interés debido a que la hoja de papa se satura a $1,200 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (Dwelle, 1985). La radiación necesaria para saturar las hojas de una planta completa en un dosel debe ser más alta, por lo que, tanto el tipo de cubierta, como la densidad de plantación son importantes en el rendimiento del cultivo bajo invernadero. En cultivo *in vitro*, mostraron que al incrementar la irradiación aumentó la masa seca. En condiciones controladas, bajo sombra, decreció sustancialmente el número de células del tubérculo tanto al inicio de la tuberización

como en la etapa de llenado, lo que afectó el rendimiento de la planta (Chen y Setter, 2003).

Sustratos

De acuerdo a la comparación de medias realizada en el experimento, para la variable número de tubérculos, muestra dos grupos en el factor sustratos, el tratamiento que destaca con mayor número de tubérculos corresponde a la combinación de suelo agrícola con la cantidad de 132.9; así como el menor rendimiento corresponde a la combinación de arena con perlita con 89.75 (Cuadro 7).

El número de tubérculos producidos por planta decrece gradualmente al aumentar la densidad de plantación (Rubio *et al.*, 2000), lo que conduce a bajas tasas de multiplicación, por lo que el número de tubérculos producidos varía de dos a diez, en función de la técnica de producción empleada. La densidad óptima de plantación depende de la variedad, del número deseado de minitubérculos y de los costos de producción, entre los que destacan el costo del material inicial, mini tubérculos o plantas in vitro, espacio del invernadero y labores culturales.

En cultivos hidropónicos con el uso de esferas de arcilla expandida se produjeron más de 400 tuberculos.m⁻², tanto con 59 como con 200 plantas m⁻², debido a la disposición continua de nutrientes. Por otro lado en aeroponía 60 plantas m⁻² produjeron 802 tuberculos.m⁻² el doble de los obtenidos con 100 plantas.m⁻². En sustratos como tierra de monte, mezclas en diferentes proporciones de fibra de coco: perlita y turba: perlita y fertilización de N, P y K granulado se recomiendan densidades de población en invernadero de entre 44 y 100 plantas m⁻² (Rubio *et al.*, 2000).

Rendimiento tamaño grande o calidad 1 (tubérculos mayores de 4 cm)

Sombreo

La comparación de medias para la variable rendimiento Calidad 1, muestra dos grupos:

El resultado de rendimiento para los tratamientos con sombra fue de 22.6 gr, mientras que para los tratamientos sin sombra fue de 13.8 gr, lo que demuestra que el sombreado tiene incidencia directa en el rendimiento.

La reducción en la intensidad luminosa, velocidad del viento y temperatura, reducen la transpiración, esto se logra mediante el empleo de sombras y pantallas protectoras. El sombreado también puede utilizarse para evitar la pérdida del color de los pigmentos en las flores y en los frutos. (Denisen, 1990).

Con bajas intensidades luminosas, se estimula el crecimiento de la vegetación y se retrasa el crecimiento de los tubérculos. (F. Alonso Arce, 2002).

Según (Gawronska *et al.*, 1990, Wurr *et al.*, 1997) la acumulación de biomasa y rendimiento de tubérculos en tratamientos de mayor densidad posiblemente se debió al autosombreado de las plantas. Se ha demostrado que bajos niveles de radiación disminuyen la asimilación de CO₂, biomasa total y rendimiento en tubérculos.

Cuando el periodo de iluminación es largo, se ve favorecido el crecimiento vegetativo, concretamente la longitud de los tallos pero cuando los periodos de iluminación son cortos, los estolones son más cortos y aumenta el número de tubérculos por planta (F. Alonso Arce, 2002).

Sustratos

La prueba de medias para la variable rendimiento calidad 1, respecto al factor sustratos, de acuerdo a los tratamientos, el sustrato que muestra mayor rendimiento corresponde a la combinación de arena con tezontle con un rendimiento de 50.28 gr que supera al testigo con un rendimiento de 5.52 gr El sustrato de suelo agrícola no presentó tubérculos de Calidad 1, por lo cual es superado por el testigo que presentó un rendimiento en este tamaño de 5.5 gr (Cuadro 7 y figura 12).

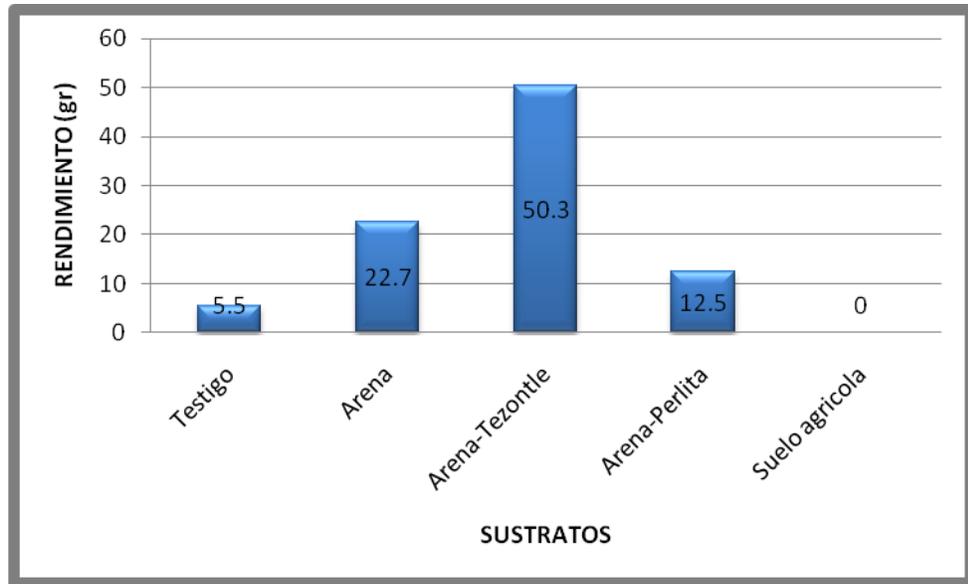


Figura 9. Rendimiento en los diferentes sustratos, correspondiente al tamaño grande, en el experimento “Respuesta de la papita de monte (*Solanum cardiophyllum*) a diferentes sustratos y sombreo en cultivo protegido”.

Rendimiento tamaño mediano o calidad 2 (tubérculos de 2.1 a 4 cm)

Sombreo

De acuerdo a la prueba de medias Tukey (0.05) realizada para el rendimiento calidad 2, se obtuvieron los siguientes resultados. Entre los tratamientos con sombra se obtuvo un resultado mayor que en los tratamientos sin sombra con una diferencia de 26.12 gr (Cuadro 8).

Sustratos

De acuerdo al resultado obtenido en el análisis de prueba de medias se obtuvo un grupo, dentro del mismo con mayor rendimiento sobresale la combinación de arena con tezontle con 293.44 gr y el de menor rendimiento corresponde al testigo con un rendimiento de 222.13 gr.

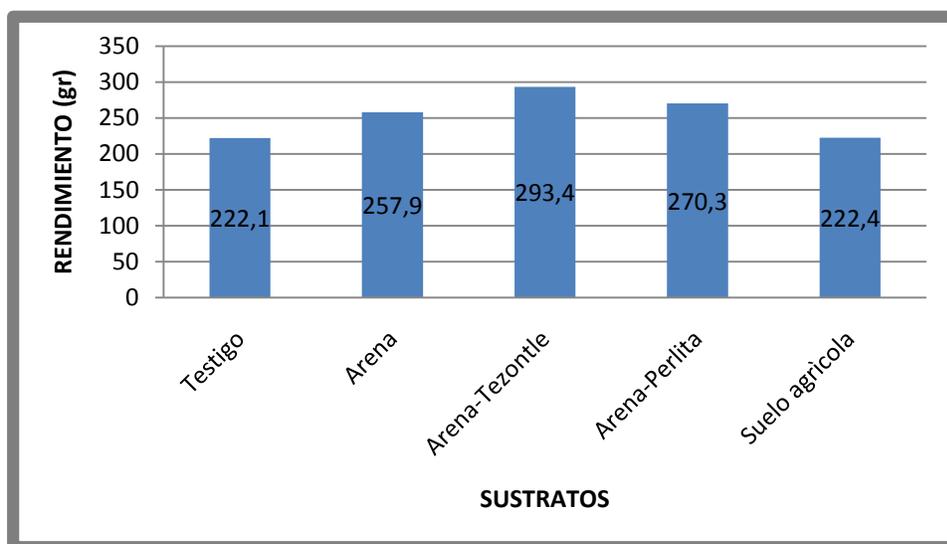


Figura 10. Rendimiento en los diferentes sustratos, correspondiente al tamaño mediano, en el experimento “Respuesta de la papita de monte (*Solanum cardiophyllum*) a diferentes sustratos y sombreo en cultivo protegido”.

Rendimiento tamaño grande o calidad 3 (tubérculos menores de 2 cm)

Sombreo

De acuerdo a los resultados obtenidos en el factor sombreo, se puede ver que existe una diferencia de 27gr entre los tratamientos con sombra y sin sombra, para la variable rendimiento calidad 3, lo cual no es significativo.

Sustratos

De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación de medias para el experimento, el rendimiento en la calidad 3 muestra dos grupos, conformando el grupo de mayor rendimiento los tratamientos de suelo con materia orgánica, arena y arena con perlita con 87.91gr, 71.93gr y 66.99gr respectivamente; el segundo grupo lo conforman los tratamientos testigo y la combinación de arena-tezontle con 50.13gr y 37.23gr respectivamente (Cuadro7 y Figura 14).

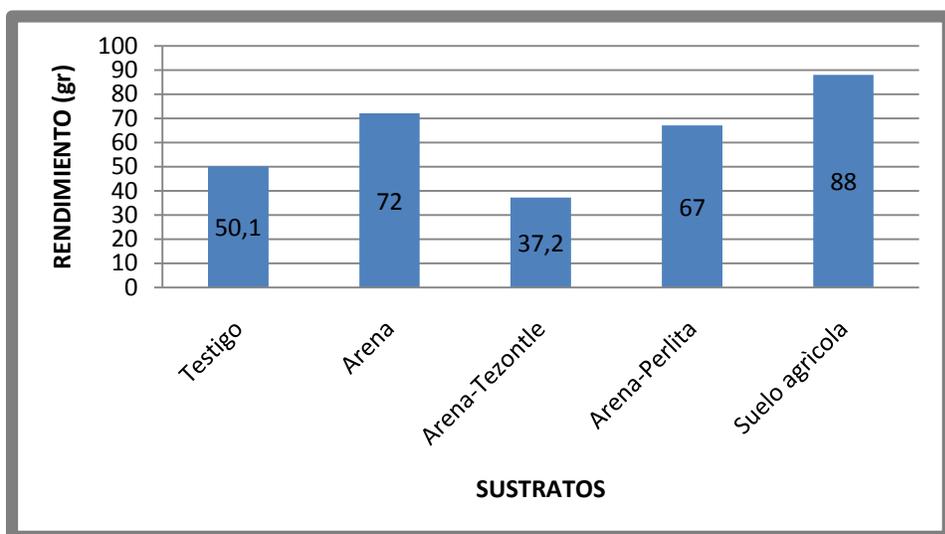


Figura 11. Rendimiento en los diferentes sustratos, correspondiente al tamaño chico, en el experimento “Respuesta de la papita de monte (*Solanum cardiophyllum*) a diferentes sustratos y sombreo en cultivo protegido”.

Rendimiento total

Sombreo

Los tratamientos con sombra y sin sombra no muestran diferencia significativa el tratamiento con sombra presenta un rendimiento de 952.78 gr por planta y el tratamiento sin sombra un rendimiento de 949.50 gr por planta.

El aumento de rendimiento que se produce al aumentar la densidad de plantación se puede deber a: a) el terreno se cubre antes con hojas verdes, lo que implica que en el ciclo de cultivo se aprovecha más iluminación, antes también al ser interceptada por las hojas y usada por la planta para la asimilación de productos. B) se forman menos tallos laterales c) la tuberización se produce antes y por lo tanto los tubérculos empiezan a engrosar antes también. (Arce, 2002). Se obtuvo mayor rendimiento en peso seco de tubérculos en la condición de 100% de radiación, de igual manera el número de tubérculos a los 75 DDE fue En la Figura 2 se presenta la tasa de asimilación neta, las plantas en 100 % de radiación mostraron valores altos durante todo el ciclo que a menor radiación, con la TAN superior a los 50 a 55 DDE de 10.05 y 6.49 $\text{gr}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ para el testigo y 70% de radiación, respectivamente y de 8.30 y 5.64 $\text{gr}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ para 50 y 40%, lo que sugiere mayor eficiencia fotosintética por unidad de superficie foliar a mayor

radiación, en comparación con plantas expuestas a menor radiación, no obstante tener una área foliar igual o mayor . A 40% de radiación las plantas produjeron un 55% menos de materia seca por unidad de superficie foliar por día a los 50 DDE y un 48 al 50% menos a los 60, 70 y 75 DDE que el testigo. También se aprecia que la TAN después de los 40 días disminuyó en todos los tratamientos debido posiblemente al autosombreo de las hojas al aumentar el follaje. La tasa de asimilación económica neta fue mayor en el testigo que los tratamientos de sombra, lo que indica que la planta destina mayor cantidad de asimilados al tubérculo en condiciones de alta radiación por unidad de área foliar y tiempo. Al usar este parámetro junto con la TAN se puede aseverar que en condiciones de alta radiación no sólo se produce mayor biomasa total sino también hay mayor partición de asimilados al tubérculo, por lo que la TAEN puede ser usada como un coeficiente de partición .Se obtuvo mayor rendimiento en peso seco de Tubérculos en la condición de 100% de radiación, similarmente el número de tubérculos a los 75 DDE.

Sustratos

De acuerdo a los resultados obtenidos se formaron dos grupos, en el grupo de mayor rendimiento destaca la combinación de arena con tezontle con un peso de 1089 gr por planta, superando al grupo de menor rendimiento que corresponde al sustrato de suelo agrícola con un 25%.

Al analizar los resultados obtenidos en los diferentes sustratos, se pudo observar que los mejores promedios de rendimiento se presentaron en el sustrato de la combinación de Arena con Tezontle, con mayor tamaño de tubérculos, mayor cantidad de tubérculos por planta, tubérculos de mejor calidad y buena formación de los mismos, el inicio de formación de tubérculos está regulado por dos posibles causas, conocidas como la hormonal y la intervención de sustratos. Los efectos de fotoperiodo es variable entre variedades de día largo, de días cortos y neutros. De acuerdo al mecanismo de intervención de sustratos, la concentración de carbohidratos en el ápice de los estolones esta directamente relacionado con la iniciación de tubérculos. Se ha observado que la inhibición en crecimiento del follaje o a un adecuado suministro de carbohidratos adelanta a la iniciación de la diferencia de tubérculos.

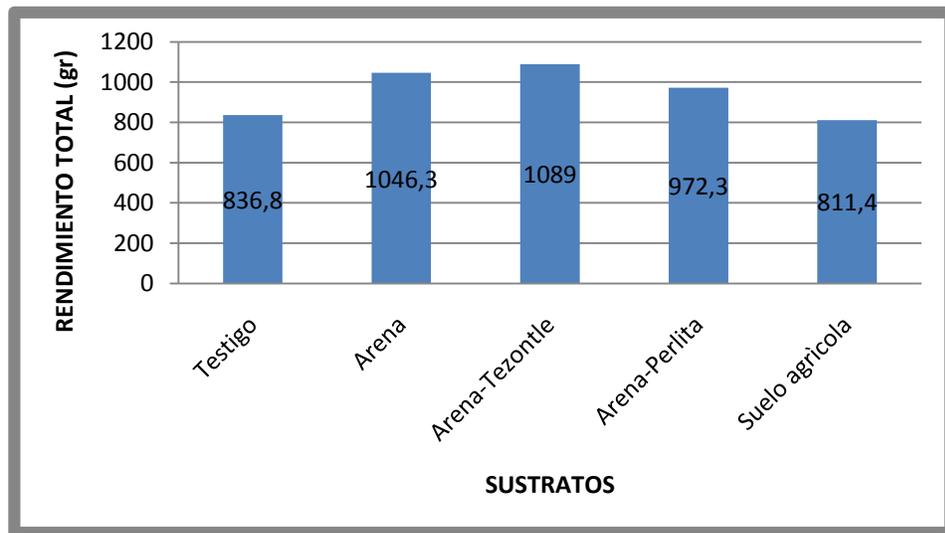


Figura 12. Rendimiento total en los diferentes sustratos, en el experimento “Respuesta de la papita de monte (*Solanum cardiophyllum*) a diferentes sustratos y sombreo en cultivo protegido”.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo podemos concluir lo siguiente:

Los sustratos con mayor rendimiento fueron los siguientes: la combinación de arena con tezontle y arena con un rendimiento de 1088.98 gr por planta y 1046.30 gr por planta, respectivamente.

La combinación de arena con tezontle supero al testigo con un 23.16%.

Los tratamientos con y sin sombra no muestran diferencia significativa; el tratamiento con sombra presenta un rendimiento de 952.78 gr por planta y el tratamiento sin sombra un rendimiento de 949.5 gr por planta.

LITERATURA CITADA

- Abad, M. y Noguera, P. 1998. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. En: Cadahia, C. Fertirrigación: Cultivos hortícolas y ornamentales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Arce F. Alonso, 2002, El cultivo de la patata, Ediciones Mundi-prensa, 2ª Edición 67,74, 78 p.
- Avilés B., W.I.; Santamaría B., F.; Tun D., J.C. y Pérez M. L.A. 2000. Opciones hortícolas para suelos pedregosos. Publicación Técnica. CIR Sureste-INIFAP. Mérida, Yuc. 36p
- B. Parsons D. 1984, Manuales para educación agropecuaria, Papas, Editorial Trillas, Mexico, 14 p.
- Bustamante, O., J.D. 2001. Bioespacios y la modificación microclimática, alternativa de control del “chino” en jitomate (*L. esculentum* Mill.) y otras hortalizas. Simposium el “chino” del jitomate. Horticultura Mexicana 8 (3): 22-27.
- Camacho, C.L.A. 1986. Caracterización agroclimática y morfológica de colectas de “papita güera” (*Solanum cardiophyllum*) (Lend) y *S. ehrenbergii* bitt Rydb). Tesis de Maestría Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. 79 p.
- Chen, C. T.; Setter, T. L. 2003. Response of potato tuber cell division and growth to shade and elevated CO₂. Annals of Botany 91 (3): 373-381.
- Corral, M.G. y J.L. Ibañez G. 1987. Caracterización de compuestos de importancia nutricional en papita güera. Memorias de la reunión de Investigación sobre papita güera pp. 41-48.
- Correll, D.S. 1962. The Potato and its wild relatives. Texas Research Foundation Rennef. Texas. 606 p.
- Denisen, Ervin L. Cultivo de hortalizas, plantas y flores, Ediciones orientación s.a de c.v. 174 p. Tomo 2.
- Dwelle, B. R. 1985. Photosynthesis and photoassimilate partitioning. pp. 35-58. In: Li, H. P. (Ed), Potato Physiology. Academic Press, INC. Orlando, Florida
- Effects on subsequent growth in the field. Ann. Appl. Biol. 113:149–157.
- Fernández, P.S. 1982, Aspectos Biológicos y genéticos de “Papita güera” (*Solanum cardiophyllum*, Lend. Y *S. ehrenbergii* (Bitt.) Rydb) Tesis Profesional Facultad de Ciencias de la U.N.A.M. México, D.F.

- Fischer, A.R. y n.c. turner 1978. Plant Productivity in the semiarid zones. Ann Rev. Plant physiol. 29:277-317
- Flores, C.R. 1969. Taxonomía, distribución y potencial de los *Solanum tuberiferas* silvestres en México. INIA. Folleto misceláneo. 20:33p.
- Galindo, a.j. 1987. el programa de papita güera en el Centro Fitopatología C.P. Memorias de la V Reunión de Investigación sobre Papita güera. Pp 18-19
- Gawronska, H., Dwelle, B.R. Pavek, J.J. 1990 Partitioning og photoassimilates by potato plants (*Solanum tuberosum* L.) as influenced by irradiance: II. Partitioning patterns by four clones grown under high and low irradiation. American Potato Journal 67: 163-176.
- Haekes, J.G. 1979. Recent concepts in the evolution of tuberbearin *Solanum In*: Report of planning conference of Potato germoplasma, III. CIP. Lima Perú. Pp. 126-140
- Hawjes, J.G. 1986. Modern Taxonomic work on the *Solanum* species of México and adjacent countries. Am Potato J. 43: 81-103
- Hernández J.S., E. Quezada G. y L.M. Macias V. 1986. Marco de referencia sobre papita güera *Solanum* spp, enfocado a la captura de información con colectores. En memoria de la IV Reunión de Investigación Sobre Papita Guera. Pp.13
- Hernández. X.E. 1983. Estudios de ecosistema en zonas áridas y semiáridas de México. J. Molina (ed). Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp 9-98
- Ingran, T.K. y D.E. Mc Cloud, 1984. Simulation of Potato crop growth and development. Crop. Science. 24: 21-27.
- Luna C.M. 1983. Distribución y aspectos ecológicos de la “papita silvestre” (*Solanum cardiophyllum* Lend) en el Altiplano Potosino-Zacatecano, Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas de la U.N.A.N.L., Monterrey N. L.
- Macias, V.L. ME. Pimienta B. 1987. Seguimiento y evaluación de lotes de papita güera, en Memoria de la V Reunión de Investigación sobre Papita Guera. pp. 51-53
- Maldonado, L.J. 1983. Caracterización y uso de los recursos naturales de las zonas áridas y semiáridas de México Colegio de Postgraduados, Chapingo México. Pp.91-98
- McGee, E., R.H. Booth, M.C. Jarvis y H.J. Duncan. 1988. The inhibition of potato sprout growth by light. III.
- Otero, M.L., E. Pimienta B. Y F. Rocha O. 1986. Desarrollo fonológico de la papita güera en condiciones de humedad registrada. Memorias de la IV Reunión de Investigación sobre Papita Guera. pp. 17-18.

- Olivares S. 1996 Diseños experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria p 169.
- Pimienta B. E. Y M.L. Otero. 1987. Participación de materia seca y su relación en el desarrollo fonológico de la papita (*Solanum cardiophyllum* y *S. Ehrenbergii*) de monte. Memoria XIII. Reunión de la Asociación Latinoamericana de papa. Panamá, Panamá. Pp. 242-257.
- Pimienta B. E. 1987. Desarrollo Fonológico y distribución de materia seca en colectas de papita güera en Memorias de la V Reunión de Investigación Sobre Papita Guera. pp. 13-16
- Pimienta B.E. 1987. Evaluación del daño por *Alternaria tenuis* en papita güera en. Memoria de la V Reunión de Investigación Sobre Papita Guera. p 30
- Quezada G.E. 1987. Distribución e identificación de especies de papita güera del área de influencia de CIANOC. en Memoria de la V Reunión de Investigación sobre Papita Guera pp. 8-10.
- Quezada, .E. y E. Pimienta B. 1987. Distribución taxonómica de especies de papita güera en: Memoria de la IV Reunión de Investigación Sobre Papita Guera. pp.16
- Renwick, J. H. 1972. Hypotesia: Anencephaly and bifida are usually preventable by avaindece of specific but unidentified substance in certain potato .Br Jr. Soc. Med. 26, 67.
- Rivera, P.V. 1987. Diversidad de especies silvestres tuberíferas de papa *Solanum* spp. En Memorias de Investigación sobre Papita Guera. pp. 6-7.
- Rubio, C. O. A.; Rangel, G. J.; Flores, L. R.; Magallanes, G. J. V.; Díaz, H. C.; Zavala, Q. T.; Rivera, P. A.; Cadena, H. M.; Rocha, R. R.; Ortiz, T. C.; López, D. H.; Díaz, V. M.; Paredes, T. A. 2000. Manual para la producción de papa en las sierras y valles altos del centro de México. SAGARINIFAP-CIRCE. Campo Experimental Valle de Toluca. Libro Técnico Núm. 1. Zinacantepec, Estado de México.79.
- Rzedowski, J.L. 1978. Vegetación de México Limusa México, D.F. 432 p
- Write, R.O. 1958. Prospección, recogida e introducción de especies vegetales. Estudio Agropecuario de la FAO. No. 41. pp27-30.
- Wurr, D.C.E.; Hole,C.C.Fellows, J.R.;Milling,J.;Lynn, J. R.; O'brien, P.J. 1997. The effect of some environmental factors on potato tuber numbers. Potato Research 40:297-306.