

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**MULTIPLICACION DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum tuberosum*) UTILIZANDO
CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA DE PLANTULAS SAH EN MACETEROS**

POR

ILIANA MAYBELIN OSORIO HENRIQUEZ

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO 2016

**MULTIPLICACION DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum tuberosum*) UTILIZANDO
CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA DE PLANTULAS SAH EN MACETEROS**

POR:

ILIANA MAYBELIN OSORIO HENRIQUEZ

Dr. SANTIAGO MARADIAGA
Asesor Principal

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

JUNIO, 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE
PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

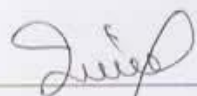
Reunidos en el Departamento Académico de Producción Vegetal de la Universidad Nacional de Agricultura: **Ph. D. JOSÉ SANTIAGO MADARIAGA, ING. OSCAR OMAR ORTEGA, ING. FABIAN ANTONIO SALGADO,** Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

La estudiante **ILIANA MAYBELIN OSORIO HENRÍQUEZ** del IV Año de la Carrera de Ingeniería Agronómica presentó su informe.

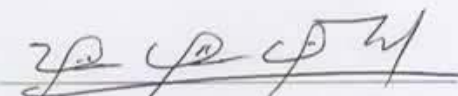
“MULTIPLICACIÓN DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum tuberosum*) UTILIZANDO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA DE PLÁNTULAS SAH EN MACETERAS”

El cual a criterio de los examinadores, aprobó este requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los quince días del mes de junio del año dos mil dieciséis.



Ph. D. JOSÉ SANTIAGO MADARIAGA
Consejero Principal



ING. OSCAR OMAR ORTEGA
Examinador



ING. FABIAN ANTONIO SALGADO
Examinador

DEDICATORIA

A DIOS todopoderoso por sus bendiciones durante mi vida y en especial en estos cuatro años de estadía en la UNA y por permitirme dar por finalizado mis estudios de educación superior

A MIS PAPAS ROLANDO OSORIO MOLINA Y LIDIA HENRIQUEZ por ser los pilares para mi vida, por su incondicional apoyo, por brindarme su voto de confianza y por cada palabra de aliento.

A MIS HERMANOS LUISA, GLENDA, KARLA, MAYRA EDWIN Y FANNY por su apoyo para con mi persona ese inmedible, tanto moral como económico y por su cariño sincero.

A MIS SOBRINOS MANUELITO, MONTSE, VICTOR CAMILA NEY, Y ALONDRA angelitos bellos que siempre fueron mi inspiración para saber por qué siempre luchar

AGRADECIMIENTOS

Infinitamente agradecida con Dios por la bendición que me regala, porque nunca me suelta de su mano y por estar siempre ahí para escucharme

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, por darme la oportunidad de estudiar y poder superarme sobre todo lo aprendido en esta alma mater, jamás cambiaría la experiencia social y emocional que sentí en los cuatro años de estadía en ella.

A mi asesores de tesis PhD. D. Santiago Maradiaga, Ing. Fabián Salgado, Ing. Oscar Ortega por brindarme su apoyo y asesoría en esta experiencia difícil para mi persona.

A la institución DICTA por darme la oportunidad realizar mi trabajo de tesis en uno de sus centros experimentales.

Al Ing. Lenin pineda por su comprensión y apoyo brindado durante mi estadía y duración de trabajo de investigación

A MIS PADRES por su apoyo incondicional por estar siempre ahí para mí que con muchos sacrificios me sacaron adelante y a MIS HERMANOS LUISA, GLENDA ,KARLA,MAYRA,FANNY Y EDWIN por cada palabra de ánimo, ,por su cariño, por su apoyo tanto económico como moral.

A MIS AMIGAS LAS BURBUJAS MERCY, CARMEN, KARLA, TANIA, MARICELA por su presencia en las buenas y malas porque en ellas encontré una segunda familia

A LA ALCALDIA MUNICIPAL DE YARULA por su apoyo brindado durante mis cuatro años de estadía en la universidad

A MIS COMPAÑEROS de la clase Jetzodiam en especial a los de la sección “e” que juntos compartimos momentos difíciles y también de mucha alegría

Y todos aquellos que de una u otra forma hicieron posible el alcance de esta meta

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACION	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 General.....	2
2.2 Específicos.....	2
III. REVISION DE LITERATURA	3
3.1 Aspectos históricos	3
3.2 Generalidades del cultivo	4
3.3 Requerimientos edafoclimaticos.....	4
3.4 Desarrollo, crecimiento y ciclo del cultivo.....	5
3.5 Principales plagas y enfermedades	6
3.6 Mecanismos de reproducción de semilla de papa	7
3.6.1 Reproducción sexual:	7
3.6.2 Reproducción asexual:.....	8
3.7 Tecnologías utilizadas para la multiplicación de la semilla de papa.....	8
3.8 Categorías de la semilla-tubérculo	9
3.8.1 Pre básica:.....	10
3.8.2 Básica:	10

3.8.3 Registrada:	10
3.8.4 Certificada:	10
3.8.5 Semilla artesanal:.....	10
3.9 Producción de semilla prebásica y básica en invernadero.....	11
3.9.1 Preparación del sustrato.....	11
3.9.2 Aclimatación y siembra de las plántulas	11
3.9.3 Prácticas de manejo	12
3.9.4 Defoliación y cosecha.....	14
3.10 Calidad de tubérculo semilla	14
IV. MATERIALES Y MÉTODO	17
4.1 Ubicación del sitio experimental	17
4.2 Materiales y equipo	17
4.3 Factor bajo estudio	17
4.4 Manejo experimental	18
4.4.1 Plántulas	18
4.4.2 Selección y desinfección del suelo	18
4.4.3 Aclimatación y siembra de las plántulas (SAH).....	18
4.4.4 Riego.....	18
4.4.5 Fertilización.....	19
4.4.6 Manejo fitosanitario.....	19
4.4.7 Aporque y control de malezas	19
4.4.8 Defoliación y cosecha.....	20
4.5 Diseño y unidad experimental	20
4.6 Variables evaluadas	21
4.6.1 Número de tubérculos por planta.....	21
4.6.2 Tamaño del tubérculo semilla	21

4.6.3	Peso promedio del tubérculo	22
4.6.5	porcentaje de descarte.....	22
4.6.6.	Incidencia de plagas y enfermedades	22
4.6.7.	Rendimiento total	23
4.6.8.	Rendimiento para la II categoría	23
4.6.9	Análisis económico	24
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1	Número de tubérculos por planta	25
5.2	Tamaño del tubérculo semilla	26
5.3	Peso promedio del tubérculo	28
5.4	Porcentaje de descarte	28
5.5	Incidencia de plagas y enfermedades	29
5.6	Rendimiento total	29
5.7.	Rendimiento para la categoría II	30
5.7	Análisis económico	31
5.7.1	Costo por tubérculo producido	31
VI.	CONCLUSIONES	33
VII.	RECOMENDACIONES	34
VIII.	BIBLIOGRAFIA	35
IX.	ANEXOS	39

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Porcentaje de tolerancia de enfermedades según categoría de semilla de papa	7
Cuadro 2. Categorización del tubérculo por calibre	15
Cuadro 3. Descripción de los tratamientos y aleatorización	20
Cuadro 4. Denominación según tamaño.....	22
Cuadro 5. Grado de daño de plagas y enfermedades.....	23
Cuadro 6 .Número de tubérculo por macetero y por planta	25
Cuadro 7. Número de tuberculos por categoria (cm)	27
Cuadro 8. Peso promedio(en gr) de tubérculos según su categoria.....	28
Cuadro 9. Porcentaje de descarte.....	28
Cuadro 11. Rentabilidad y relación beneficio-costos	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Número promedio de tubérculos producidos por planta	26
Figura 2. Incidencia de plagas y enfermedades	29
Figura 3 Rendimiento en kilogramos por hectárea	30
Figura 4 Rendimiento en kg/ha para la categoría II	31

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 ANAVA para la variable número de tubérculos por planta.....	39
Anexo 2 .ANAVA tamaño del tubérculo semilla categoría II	39
Anexo 3. ANAVA para peso promedio del tubérculo	40
Anexo 4 ANAVA para el porcentaje de descarte.....	40
Anexo 5. ANAVA Incidencia de plagas y enfermedades	41
Anexo 6. ANAVA para la variable rendimiento total	41
Anexo 7. ANAVA para la variable rendimiento para la categoría II	42

Osorio I.M 2016. Multiplicación de semilla de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando cuatro densidades de siembra de plántulas sah en maceteros. Tesis ing. agro universidad nacional de agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras. 54 pag.

RESUMEN

Se evaluaron cuatro densidades de siembra de plántulas SAH en Santa Cruz, Opatoro, La Paz. En los meses de octubre de 2015 a febrero de 2016 con el objetivo de conocer la densidad adecuada para la producción de semilla pre básica a nivel de invernadero, se utilizó un diseño en bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: 2 plantas/macetero (T1) 3 plantas/macetero (T2) ,4 plantas /macetero (T3) y 5 plantas /macetero (T4) del sistema SAH .Las variables evaluadas fueron: número de tubérculos por planta, tamaño del tubérculo semilla, peso promedio del tubérculo, porcentaje de descarte, incidencia de plagas y enfermedades, rendimiento y el análisis económico. Los resultados para número de tubérculo el T1 presento 1.9 tubérculos por planta, y el menor fue el T5 1.2 tubérculos por planta. En el tamaño el T1 presento 46 tubérculos y el T3 presento 63 para la II categoría. En cuanto al peso promedio, el T2 presento 58.25gr para la categoría , II, y el T3 con 59.46gr, para esta categoría .Para la variable porcentaje de descarte el T1 tuvo un menor porcentaje de descarte y el de mayor fue el T2, en la incidencia de plagas y enfermedad ninguno de los tratamientos presento diferencia estadística, en rendimiento el T4 presento 42,540.20 kg/ha no es diferente estadísticamente al T2 Y T3, el de menor rendimiento fue el T1que presento 28,238.52 kg/ha, para el rendimiento de categoría II el T1presento 7,880.52 kg/ha ,el T4 obtuvo 12,623.42kg/ha en relación a el análisis económico El T2 reporto la mayor rentabilidad 5,367.04 y una mayor relación beneficio /costo de 27.82

Palabras clave: Densidad, categoría, sistema autotrófico hidropónico, rendimiento

I. INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum*), es un producto de la canasta básica alimenticia hondureña y juega un papel importante en la actividad económica rural, pues es un patrimonio para los productores dedicados a la misma, especialmente en los departamentos de Intibuca, Ocotepeque y la paz, a nivel nacional hay 3,620 productores, donde el 75% son de pequeña escala (siembran menos de una manzana) y donde el 34% son mujeres estos productores generan aproximadamente 1,459 empleos equivalentes es sin duda es uno de los rubros que constituyen los pilares de la economía especialmente en la zona occidental del país (PYMERURAL, 2,011)

Uno de los mayores problemas de los productores de papa lo constituye el acceso estacional a la semilla certificada, lo que condiciona a utilizar semilla de papa de mala calidad en las épocas donde no hay disponibilidad, con riesgo de contaminarse con enfermedades y plagas; y a veces hasta usan papa de consumo como semilla tubérculo para la siembra, su costo en la actualidad es alto, oscilando entre los 1,500 a 1,800 lempiras por qq de semilla certificada, actualmente el costo de producción de una manzana (7,000 m²) del cultivo de papa oscila en Lps 125,000 cuando se siembra con semilla certificada y de unos Lps 90,000 cuando se siembra con semilla tubérculo, del total de los costos de producción, la semilla certificada es el insumo de mayor costo representando un 42% de inversión. (DICTA, 2013)

Es necesario entonces llevar a cabo proyectos de investigación que permitan conocer los parámetros a tener en cuenta para asegurar la producción de tubérculo semilla tales como materiales adaptables a las condiciones agroclimáticas de las zonas, densidades de siembra idóneas que permitan una mayor producción, resistencia a enfermedades y comportamiento agronómico en general, que garantice la obtención de semilla tubérculo de calidad y además que sea accesible para los pequeños productores

II. OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar cuatro densidades de siembra de plántulas de papa (*solanum tuberosum*) para la obtención de tubérculo semilla a nivel de invernadero

2.2 Específicos

Determinar con cuál de las densidades se obtiene un mayor rendimiento y calidad de semilla.

Conocer el número de tubérculos producidos por planta según la densidad de siembra establecida

Establecer cuál es la densidad de siembra que presenta mayor número de tubérculos para la categoría recomendada para producción de tubérculo semilla

Estimar la relación beneficio/costo bajo condiciones de invernadero

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Aspectos históricos

Según la SAG (2,007) y la FAO (2,008) el cultivo de la papa se originó en los Andes Suramericanos y ha sido cultivada y mejorada al menos durante ocho mil años. Se conocen dos mil especies del género *Solanum* al cual pertenece la papa. Alrededor de ciento ochenta especies de papa producen tubérculos; de ellas ocho especies se cultivan como alimento, pero sólo *Solanum tuberosum* es de distribución mundial, la papa fue introducida a Europa en 1580, es uno de los cultivos de mayor importancia mundial, y ocupa el cuarto lugar entre los diez principales. Seleccionada y mejorada por los países desarrollados, la papa regresó a donde se originó, condicionando a muchos países a importar material de siembra (semillas), y en consecuencia, a depender de ellos, este rubro ha recibido constantemente la influencia de los avances técnicos y científicos, lo que ha permitido mejorarla genéticamente en aspectos de rendimiento, calidad, manejo de cultivo, conservación, industrialización y resistencia a plagas y enfermedades. (DICTA 2,013)

En Honduras, la producción de papa (*Solanum tuberosum* var. *tuberosum*), data de 1960. Su cultivo ha estado condicionado a las importaciones de semillas, el programa PYMERURAL (2011) proyecta que a nivel nacional existen 3,620 productores dedicados al cultivo de papa, la producción nacional en 2011 fue de 225,704 quintales y que el rendimiento promedio fue de 199 qq/mz.

3.2 Generalidades del cultivo

La papa (*Solanum tuberosum*) es una dicotiledónea que pertenece a la familia de las solanáceas, es herbácea; sus hojas están compuestas de siete a nueve foliolos, su sistema radicular es fibroso, ramificado y extendido superficialmente, pudiendo penetrar hasta 0.8 m de profundidad, la inflorescencia nace en el extremo terminal del tallo y el número de flores en cada una puede ir desde 1-30, su fruto es una baya, la cual puede presentar una forma redonda, alargada, ovalada o cónica; y se caracteriza por tener tres tipos de tallos, uno aéreo; circular o angular en sección transversal, erecto o semi-decumbente, que puede medir hasta un metro de altura y dos tipos de tallos subterráneos que son los rizomas y tubérculos la multiplicación tiende a ser siempre vegetativa.

3.3 Requerimientos edafoclimaticos

La producción de papa en el trópico se ve favorecida por las condiciones de clima que se dan en las zonas altas ya que para la tuberización (formación de tubérculos) la papa necesita temperaturas que oscilen entre 12 a 24 °C USAID (2,008) se adapta muy bien a una altitud por arriba de los 1400 msnm, en cuanto a precipitación y/o necesidades de agua la ideal es aquella que vaya entre el rango de 500-1,200mm/año ya que este cultivo no tolera excesos de agua porque favorece el desarrollo de enfermedades, la humedad del suelo debe de ser de 60 a 80% de la capacidad de campo(EDA 2,008)

Los suelos livianos y profundos producen las mejores cosechas pues, almacenan mucha agua para el crecimiento del cultivo y son bien drenados, evitan la saturación de agua en los períodos lluviosos y permiten almacenar el cultivo en el suelo por varios meses.

La calidad es, excelente porque los tubérculos crecen con buena en forma y textura piel, y las papas se cosechan sin tierra o son fáciles de lavar su pH debe estar entre 4.5 a 7.5 en la mayoría de suelos donde se siembra papa en honduras el pH no es el óptimo por lo que se debe realizar el encalado (Diaz, 2014)

3.4 Desarrollo, crecimiento y ciclo del cultivo

La planta de la papa pasa por varias etapas, iniciando con la brotación de las yemas del tubérculo semilla y crecimiento de raíces, seguido por el desarrollo y acelerado crecimiento del follaje y el desarrollo y crecimiento de los tubérculos, hasta que, finalmente, de forma natural el follaje se deteriora y muere este ciclo del cultivo tiene una duración variable, dependiendo de la especie o cultivar., el período que va desde la siembra de los tubérculos-semilla ya brotados hasta el momento de la cosecha tiene una duración de entre 90 y 100 días (Toledo, 2,011).

3.4.1 Desarrollo del tubérculo de papa: Toledo (2,011) explica que el tubérculo entra en reposo desde su formación en la planta por un periodo que es variable la variedad utilizada , el estado de reposo termina cuando inicia la brotación de yemas no se aconseja sembrar los tubérculos semilla en este estado ya que dará lugar a un número reducido de tallos por planta lo que incidirá negativamente en los rendimientos, hasta cierto punto, un mayor número de tallos por planta dan un mayor rendimiento en el cultivo de la papa, después de un tiempo, el estado de dominancia apical se va perdiendo dando lugar a la brotación del resto de las yemas una semilla idónea para la siembra debe contener al menos tres brotes.

3.4.2 Crecimiento del follaje: un cultivo de papa sembrado en buen suelo y con óptimo manejo deberá cubrir el suelo en 40 o 45 días, después de un número determinado de hojas el crecimiento de los tallos se detiene dando lugar a la floración

4.4.3 Tuberización: En Honduras la tuberización comienza alrededor de los 40 días después de la siembra, una vez que la tuberización se ha iniciado, la punta de los estolones se va ensanchando y dando forma al tubérculo, en la medida que los fotoasimilados son traídos desde las hojas, el tubérculo se hace cada vez más grande, este proceso es continuo mientras el follaje de la planta permanece verde y solo cesa cuando el follaje muere, el crecimiento del follaje cesa y comienza a ponerse amarillento en la medida que los últimos compuestos de reserva son llevados hasta el tubérculo, este proceso inicia alrededor de los 80 días después

de la siembra, cuando el follaje de la planta de papa recién muere, los tubérculos dentro del suelo aún no están listos para ser cosechados debido a que su piel aún no se ha endurecido, al proceso de endurecimiento de la piel del tubérculo se le llama suberización tarda aproximadamente 15 días después que el follaje de la planta muere.

3.5 Principales plagas y enfermedades

Siendo las principales: gallina ciega (*Phyllophaga spp.*), gusanos cortadores (*Agrotis spp.*), polilla de la papa (*Tecia solanivora*), y nematodos, como (*Meloidogyne spp.*). Una roturación temprana del suelo, Durante el desarrollo del cultivo se presentan ataques de plagas del follaje. A grandes rasgos se clasifican en: insectos chupadores, como minadores de la hoja (*Lirio myza spp.*), áfidos, trips, mosca blanca (*Bemisia spp.*), ácaros, y actualmente la bactericera cockerelli (paratrioza Entre los insectos masticadores se encuentran las tortuguillas (diabroticas), coleópteros, pulgones, chinches, falso medidor, saltamontes y larvas de lepidópteros, entre otros. (DICTA, 2008)

En la producción de papa con fines de obtención de semilla sana y de excelente calidad, la presencia de enfermedades en el cultivo y sus niveles de tolerancias están regulados en la normativa presentada en el cuadro 1 y descrita en porcentajes de tolerancias en las diferentes categorías de semilla. (Montesdeoca, 2006)

Cuadro 1. Porcentaje de tolerancia de enfermedades según categoría de semilla de papa

Enfermedades y plagas	Categoría de semilla		
	Básica	Registrada	Certificada
Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	0%	2%	4%
Rhizoctonia solani	4%	6%	8%
Pierna negra (<i>Erwinia</i> spp.)	0%	1%	2%
Marchitez bacteriana (<i>Pseudomonas</i> spp y <i>Ralstonia solanacearum</i>)	0%	0%	0%
Polilla de la papa	0%	0%	1%
Fusarium	0%	1%	4%
Sarna de la papa	0%	0%	1%

El tizón tardío (*Phytophthora infestans*), tizón temprano (*Alternaria solani*), marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), marchitez por fusarium (*Fusarium* spp.), pierna negra (*Erwinia* spp.), rhizoctoniasis (*Rhizotocnia solani*), sarna común (*Streptomyces* spp.), y roña (*Espongospora subterranea*), las cuales son enfermedades causadas por hongos y bacterias.

3.6 Mecanismos de reproducción de semilla de papa

La producción de la semilla de papa se puede lograr mediante dos mecanismos: reproducción sexual y asexual.

3.6.1 Reproducción sexual:

También conocida como semilla verdadera, o botánica. Consiste en la fertilización del ovario de la flor hasta convertirse en un fruto, por lo general, éste es de forma esférica, pero algunas variedades producen frutos ovoides, o cónicos, de color verde, denominados bayas, el número de semillas por fruto llega a más de 200, según la variedad y otros factores. Las

semillas son planas, ovaladas y pequeñas, con un promedio de 1,000a 1,500 semillas por gramo, este medio de multiplicación, o siembra de semilla verdadera, es conocido a nivel internacional como TPS (true potatoes seed) (Hidalgo, 2010)

3.6.2 Reproducción asexual:

Esta reproducción se realiza mediante el tubérculo semilla, se clonan tubérculos, o secciones suyas (brotes, meristemos, o subdivisiones), y secciones de la planta (esquejes apicales o laterales). Esto puede ser a partir de multiplicación invitro u otros sistemas de multiplicación, como: aeroponía, hidroponía o SAH (sistema autotrófico hidropónico), por lo tanto, su patrón genético no se modifica ni altera después de ciclos reproductivos, porque no hay un cruce de dos individuos que modifiquen su identidad genética. Por lo tanto, su categorización como semilla-tubérculo está determinada por factores exógenos que disminuyan su potencial productivo como: agentes bióticos (virus, hongos, bacterias, o micoplasmas), y abióticos (temperatura, humedad o altitud). (Mejia, 2013)

En la estación experimental de santa cruz actualmente se está utilizando este tipo de reproducción siguiendo estos mecanismos para asegurar la producción de plántulas en laboratorio bajo la innovadora tecnología aplicada del Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH) que ha permitido una multiplicación masiva y acelerada de plántulas en laboratorio para siembra en invernaderos, lo que ha generado una mayor producción de mini-tubérculos de las categorías de semilla pre-básica, básica y registrada producida a nivel de campo.(Orozco 2011)

3.7 Tecnologías utilizadas para la multiplicación de la semilla de papa

La necesidad de incrementar las tasas de multiplicación de semillas, o de incrementar el número de tubérculos, ha motivado la creación de los siguientes sistemas de multiplicación: Multiplicación in vitro mediante técnicas de cultivo de tejidos, Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH). Multiplicación de plántulas para obtención de tubérculo semilla a nivel

de casas mallas y otros sistemas de multiplicación masiva (aeroponía e hidroponía) obtención de semilla artesanal a partir de semilla certificada.

La producción de tubérculos-semillas de papa debe iniciarse con material de la más alta calidad sanitaria. Es necesario, por tanto, disponer de núcleos iniciales generados de plantas in vitro o de plantas que provengan de un programa de multiplicación clonal. A partir de estas plantas o de sus descendientes se pueden producir muchas más por medio de la multiplicación acelerada, lo importante, en todo caso es aumentar la tasa de multiplicación de los materiales (Palomino, s.f.)

El sistema de multiplicación llamado SAH es el utilizado actualmente por el EESC, esta técnica consiste en incrementar considerablemente a nivel de laboratorio el número de plantas que serán multiplicadas en invernadero, las que también serán plantas más robustas, con cierto grado de aclimatización y fotosintéticamente activas, es indispensable partir de vitroplantas libres de patógenos. (Mejia, 2013)

3.8 Categorías de la semilla-tubérculo

Bajo este esquema de producción de semilla de papa en forma de clones, se puede trabajar con plantas puras, como las obtenidas en cultivos in vitro y con un mínimo de contaminantes en el campo, cuyas exposiciones están reguladas por leyes internacionales y en Honduras están definidas en la normativa de la producción, importación y comercialización de la semilla de papa, con estas regulaciones, la reproducción asexual se ha dividido en diferentes categorías, dependiendo del grado de contaminantes presentes en cada cultivar, y están descritos en la normativa y la ley de semillas.

3.8.1 Pre básica:

Semillas producidas en invernaderos, también denominadas mini tubérculos, provenientes de plántulas, producidas a partir de plántulas in vitro, y generadas en el laboratorio de cultivo de tejidos.

3.8.2 Básica:

Semilla producida en casa malla y campo, a partir de semilla prebásica, puede mantener su categoría hasta tres generaciones, si las condiciones de manejo fitosanitario de las plantas en las casas mallas lo permiten.

3.8.3 Registrada:

Semilla producida a partir de la semilla básica, por lo general, su multiplicación es en campo abierto.

3.8.4 Certificada:

Semilla producida a partir de semilla registrada, su multiplicación es en campo abierto, bajo estrictas condiciones técnicas y con supervisión de un ente regulador, en este caso, SAG/SENASA.

3.8.5 Semilla artesanal:

Producción de semilla-tubérculo obtenida de una producción comercial y seleccionada por productores a partir de semilla certificada, que haya presentado buenas condiciones fitosanitarias y de rendimiento, producción de semilla prebásica y básica en invernadero

Es muy importante iniciar la multiplicación con material de la más alta sanidad posible, evitar el uso de materiales contaminados con algún agente patogénico y asegurarse de que los materiales correspondan a la variedad en proceso de multiplicación, también es necesario seleccionar clones con alto potencial de rendimiento, para producir materiales de la más alta sanidad, la semilla prebásica se produce en ambientes confinados que evitan la entrada de vectores y aíslan el ambiente (Hidalgo, 2005)

3.9 Producción de semilla prebásica y básica en invernadero

El trabajo a nivel de casa malla e invernadero consiste de cuatro etapas: preparación del sustrato, aclimatación de las vitroplantas SAH, manejo agronómico y cosecha

3.9.1 Preparación del sustrato

La preparación del sustrato se realiza en una instalación destinada para ese uso específico los sustratos pueden elaborarse con materiales disponibles en la zona, siempre y cuando reúnan las características requeridas y no alteren negativamente la composición química, física y biológica del mismo, el sustrato debe ser muy suelto, con el fin de facilitar la tuberización.

3.9.2 Aclimatación y siembra de las plántulas

Las plántulas se trasladan al invernadero tres a cinco días antes de siembra, deben estar certificadas como libres de virus; (Mejia, 2013) indica que las plántulas deben presentar un tamaño aproximado de 4 a 8 cm y un sistema radical significativo con el fin de que soporten esta etapa. Una vez trasladadas las bandejas al invernadero se les destapa con el fin de que este proceso sea gradual y así asegurar la sobrevivencia del material, después de 3 a 5 días se siembran 5 a 6 plantas por macetero, enterrando más del 50% de la longitud de la planta. Nuevamente se colocan bajo sombra con un 60% de paso de luz durante los primeros días y

dependiendo de las temperaturas. También es importante el riego en los primeros días, el cual debe ser suave.

3.9.3 Prácticas de manejo

A continuación se presenta una descripción de las principales prácticas de manejo que se deben seguir durante el ciclo de desarrollo de las plantas hasta su cosecha.

Fertilización

Es sumamente importante que de acuerdo a los resultados del análisis del suelo, a los tres días de sembradas las plántulas se inicie el plan de fertilización, con el fin de fortalecerlas. Para su aplicación se hace uso del fertiriego

Manejo fitosanitario

Si bien es cierto que las plantas están bajo condiciones protegidas, es necesario realizar controles fitosanitarios, pues es imposible evitar la entrada de insectos, por otro lado, las condiciones de humedad relativa y la radiación, generan un ambiente propicio para el desarrollo de fitopatógenos, como medida preventiva al ingreso de fitopatógenos a los invernaderos, se debe construir en la entrada una pileta (pediluvio), que siempre contenga una solución de formalina, o iodo para desinfectar por inmersión botas de hule antes de entrar al invernadero, también es importante el uso de la bitácora de registro, para buscar posibles causas, o fuentes de infestación, en caso que se presente un problema fitosanitario, teniendo en cuenta todos estos factores, es necesario implementar un programa fitosanitario, fundamentado en el manejo integrado de plagas. Por tal razón, se deben realizar muestreos tres veces por semana, y así decidir la medida de control, la cual debe ser preventiva.

Para la eliminación de plantas atípicas es necesario conocer las normas de producción de semilla de papa, allí se describen los porcentajes de tolerancia permisibles de fitopatógenos, también se deben realizar los análisis fitopatológicos al momento de los muestreos y después de cosecha, para garantizar que la semilla producida salió libre de enfermedades, si por alguna razón aparece un problema de bacterias, el macetero contaminado, y los que lo rodean, deben ser retirados, el sustrato debe ser primero desinfectado con una inmersión en formalina, y luego enterrado en una fosa aislada del centro de producción, además, deben desinfectarse todos los equipos que entraron en contacto, y los materiales vegetativos de las plantas afectadas deberán desecharse por completo, esto con el objetivo de evitar contaminaciones en otras plantas y áreas de los invernaderos.

Si el problema fuera generalizado, se descartan todas las plantas del invernadero, se deben seguir los pasos mencionados, incluir la total desinfección del invernadero, y someterlo a cuarentena, esta consiste en la aplicación constante de fungicidas y bactericidas durante 30 días.

Aporque de las plantas

Esta actividad consiste en proporcionar sustrato a las plantas (1 kg/macetero), a medida que éstas lo requieran (generalmente entre los 20 y 30 días), hasta llenar los maceteros. Su función primordial es darle mayor anclaje a la planta, proteger los tubérculos de la radiación solar y evitar el ataque de fitopatógenos.

Riego

El sistema de riego utilizado es el goteo y lo importante es mantener a capacidad de campo la humedad del sustrato, En la EESC se han definido turnos de riego de diez minutos, preferiblemente en horas de la mañana o por la tarde.

Control de temperatura en los invernaderos

El cultivo de la papa requiere de temperaturas que van desde 18 °C a 26 °C, las que se ven incrementadas por la alta radiación de la zona, y por el material cobertor, cuando las temperaturas son altas, afectan negativamente la fotosíntesis y otros procesos metabólicos; por consiguiente, la producción de carbohidratos que son transformados en tubérculos se ve perjudicada, que en este caso es el interés principal(Hidalgo, 2,005) también indica que se debe prestar mucha atención al sombreado y ventilación, así como al control de temperatura y humedad.

3.9.4 Defoliación y cosecha

Cuando las plantas llegan a su madurez fisiológica completa (75 a 90 días después de siembra, dependiendo de la variedad), se procede a la defoliación y se deja que los tubérculos queden enterrados entre 15 y 21 días para que subericen (que no se desprenda con facilidad la piel externa del tubérculo denominada epidermis), para luego proceder a cosecharlos mini tubérculos, luego se deben clasificar los tubérculos según su tamaño(grande, mediano, pequeño y mini tubérculo), con el objetivo de estandarizar las densidades de siembra al momento de producir la semilla básica. Es importante mencionar que cualquiera de los tamaños obtenidos en la categoría prebásica es sembrado para la obtención de la categoría básica.

3.10 Calidad de tubérculo semilla

(Alfredo, SF) señala la importancia y determina que los agricultores necesitan semillas de alta calidad para que sus cultivos de papa tengan altos rendimientos, mientras los agricultores demandan semillas que cumplan estrictas normas de calidad, los productores de semillas señalan que las normas muy rigurosas repercuten negativamente en los costos de producción y prolongan el tiempo necesario para producir mayores volúmenes, los aspectos técnicos de la producción de semillas de papa, están definidos por leyes internacionales y nacionales, que

establecen las categorías a producir, en el caso de Honduras existen las siguientes: pre-básica, básica, registrada, certificada y comercial (DICTA, 2013)

(Montesdeoca, 2006) menciona que cuando se habla de semilla de papa se dirá que es el material que reúne los atributos físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios que garantice al agricultor una semilla de alta calidad, del tubérculo-semilla certificada se selecciona por diferentes tamaños o calibres, las medidas en diámetros de largo y ancho de la semilla son por lo general de 28 cm. de ancho y 35 de alto 35/45, 45/55, entre más pequeño sea un calibre con menos brotes tendrá mejor rendimiento en la cobertura de área de siembra. (DICTA, 2008) Debe ser una semilla sana por lo tanto tiene que estar libre de polillas, gusano blanco y enfermedades, sin rajaduras, y sin daños físicos, debe garantizar la pureza de la semilla (sin mezclas, forma propia color propio) y reunir todas las condiciones físicas (Huaraca, 2009)

Simultáneamente con la selección, el material se debe clasificar de acuerdo al peso y tamaño de los tubérculos-semilla (Sola, 1986; Montesdeoca, 2005). Para la clasificación de tubérculos se toma en cuenta las exigencias de los mercados (Naranjo *et al.*, 2002). Montesdeoca (2005) indica la siguiente clasificación para tubérculo-semilla.

Méndez (2014) realizando su trabajo de investigación menciona que la clasificación de los tubérculos de acuerdo al calibre y tomando como referencia estándares establecidos por reglamento técnico para la certificación de la semilla de papa, obtuvo los resultados siguientes

Cuadro 2. Categorización del tubérculo por calibre

Tamaño	Descripción	Calibre
Tamaño I	Grande	$> 70mm$
Tamaño II	Mediano	$30 - 70mm$
Tamaño III	Pequeño	$< 30mm$

Para el tamaño I se clasifica como tamaño grande ($> 70mm$) este tamaño de tubérculo es más para destino comercial, a menor densidad de siembra se obtiene este de tamaño y para semilla no es beneficioso.

En tamaño clasificación II y de acuerdo a los resultados obtenidos se determina que a mayor densidad se incrementa el número de tubérculos semilla, disminuyendo el precio promedio el peso promedio de estos lo que aumenta los rendimientos.

En cuanto al tamaño III calibre $< a 30mm$ se clasifica como pequeña este tamaño de tubérculo no es propicio para semilla, según (Coraspe 2000) y los datos evaluados por Méndez al reducir distanciamiento hay mayor cantidad de mini tubérculos por que debido a la alta densidad no alcanzan a llenar los tubérculos

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Ubicación del sitio experimental

El proyecto de investigación se realizó en la estación experimental ubicada en Santa Cruz, Opatoro departamento de la Paz, se realizara bajo condiciones de invernadero, este consiste de una estructura metálica con malla antiviral en techo y paredes, la humedad relativa oscila en 60% al mediodía y cerca del 100% en las madrugadas (Pineda, 2015) se presentó una temperatura media de 19-24°C durante el día y 14-17° C durante la noche.

4.2 Materiales y equipo

Invernadero, equipo personal para entrar al invernadero, bomba de mochila, cintas de riego, fertilizante, termómetro, maceteros, plantas de papa del SAH, cinta métrica, balanza, malla de sarán, calculadora

4.3 Factor bajo estudio

Se evaluaron cuatro densidades de siembra de plantas SAH en maceteros bajo condiciones de invernadero dos, tres y cuatro plantas por macetero y teniendo como testigo cinco plantas por macetero que es la densidad que actualmente se está usando.

4.4 Manejo experimental

El manejo del cultivo se realizó siguiendo el protocolo y las técnicas agronómicas habituales realizadas por la estación

4.4.1 Plántulas

Se utilizaron plántulas de la variedad purem producidas en el laboratorio bajo el sistema autotrófico hidropónico previamente seleccionadas.

4.4.2 Selección y desinfección del suelo

Se utilizó solamente tierra a razón de un 100% y para su desinfección se aplicó metan sodio usando una dosis de 10lts disueltos en 200 lts de agua para 4 m^3 de suelo, se realiza en una instalación destinada para ese uso específico a los 40 días antes del llenado de los maceteros dentro del invernadero.

4.4.3 Aclimatación y siembra de las plántulas (SAH)

Se trasladaron al invernadero 24 horas antes de la siembra para su adaptación gradual, posteriormente se sembraran en las maceteros según la densidad establecida por tratamiento, enterrando el 50% de la longitud de la planta y asegurando que no quede cámara de aire

4.4.4 Riego

Se utilizó el sistema de riego por goteo, fueron 2 veces por semana con turnos de riego de 10-15 min, dos veces al día preferiblemente en horas de mañana y la tarde.

4.4.5 Fertilización

Al momento de la siembra se fertilizo con una onza de 12-24-12 incorporándolo con el suelo, a partir 3 de DDS se utilizó el plan de fertilización dos veces por semana haciendo uso del riego por goteo

4.4.6 Manejo fitosanitario

Si bien es cierto la investigación se realizó en un ambiente protegido, el cultivo no estuvo exento al ataque de insectos y otros vectores por tal razón el manejo fue preventivo, el control fitosanitario consistió en la aplicación de fungicidas e insecticidas, adherente y el regulador de ph, haciendo uso de una bomba de motor, las aplicaciones se realizaron dos veces por semana a primer hora del día.

4.4.7 Aporque y control de malezas

Esta práctica se realizó a los 30 días después de trasplante consistió en aplicar tierra al macetero en la medida que este lo requería, mediante esta actividad también se hizo el control de malezas ya que se eliminan la mayor parte de plantas no deseadas en el macetero

Control de temperatura en el invernadero

Para poder manejar la temperatura entre los rangos óptimos que se requiere que haya dentro del invernadero para la producción de semilla, se hizo uso de una maya de sarán la cual se colocaba sobre el invernadero en las horas más calurosas y en los días que presentaron mayor radiación solar

4.4.8 Defoliación y cosecha

La defoliación se llevó a cabo cumplidos los 80 días después del trasplante, consistió en eliminar toda la parte vegetativa de la planta, transcurridos 15 días después de la defoliación se realizó la cosecha fue el tiempo necesario para lograr la suberización de los tubérculos

4.5 Diseño y unidad experimental

El experimento se realizo utilizando un diseño de bloques completamente al azar , utilizamos cuatro tratamientos los cuales tuvieron cuatro repeticiones para un total de 16 unidades experimentales, cada unidad experimental conto con 57 maceteros (25 cm Ø superior, 17 cm Ø inferior y 23 cm de altura) se ubicaron dentro del invernadero a los distanciamientos estándar, para un total de 228 maceteros por densidad evaluada.

Descripción de los tratamientos

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos y aleatorización

Tratamiento	Descripción	Aleatorización			
		B1	B2	B3	B4
T1	2 Plantas SAH/Macetero	T1R1	T2R2	T4R3	T3R4
T2	3 Plantas SAH/Macetero	T4R1	T3R2	T1R3	T2R4
T3	4 Plantas SAH/Macetero	T2R1	T1R2	T3R3	T4R4
T4	Testigo	T3R1	T4R2	T2R3	T1R4

Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + E_{ijk} \quad \dots \quad i=1; j=1$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta observable

μ = Media general

T_i = Efecto del i-esimo densidad

B_j = Efecto del j-esimo bloque

E_{ij} = Error experimental

4.6 Variables evaluadas

4.6.1 Número de tubérculos por planta

Al final de la cosecha se tomaron los datos de 17 maceteros de la línea central de cada unidad experimental (competencia completa), se sumó el total de tubérculos y se dividió el número de tubérculos totales entre el número de maceteros cosechados, conociendo ese dato se dividió por la densidad utilizada para ese tratamiento.

4.6.2 Tamaño del tubérculo semilla

Se cosecharon los 17 maceteros de la línea central de cada unidad experimental (competencia completa), luego se procedió a clasificar los tubérculos por calibre tomando como referencia el siguiente cuadro

Cuadro 4. Denominación según tamaño

Denominación	Longitud del diámetro mayor (cm)
Primera	8
Segunda	4 a 8
Tercera	Menor a 4

4.6.3 Peso promedio del tubérculo

Se realizó después de la cosecha y se expresó en gramos, tomando los datos de 17 maceteros cosechados por cada unidad experimental, se clasificaron y se pesaron los tubérculos por categoría (I, II, III), luego el total de cada una de las categorías se dividió por el número de tubérculos

4.6.5 porcentaje de descarte

Conociendo el número total de tubérculos cosechados, se contaron los tubérculos deformes, luego el porcentaje de descarte se estimó por regla de tres

$$\begin{array}{lcl} \# \text{ Tubérculos cosechados} & \Longrightarrow & 100\% \\ \# \text{ Tubérculos dañados /deformes} & \Longrightarrow & X \end{array} \quad \% \text{ de descarte} = \frac{100 * \# \text{ dañados}}{\# \text{ cosechados}}$$

4.6.6. Incidencia de plagas y enfermedades

Esta variable se determinó realizando muestreos semanales de la línea central de cada unidad experimental a partir de los 10 días después del trasplante la incidencia se estimó tomando

como referencia (cuadro 5) para determinar el grado de daño se contaron las hojas que presentaron algún tipo de daño en relación al total de hojas de la planta.

Cuadro 5. Grado de daño de plagas y enfermedades

Grado	Incidencia	Descripción
0	Ausencia	Ninguna hoja dañada
1	Inicio	1-5% de la planta dañada
2	Moderada	6-20% de la planta dañada
3	Moderadamente severa	21-50% de la planta dañada
4	Severa	51-75% de la planta dañada
5	Muy severa	76-100% de la planta dañada

4.6.7. Rendimiento total

Para obtener el rendimiento total por cada tratamiento fueron cosechados y pesados todos los tubérculos semilla por unidad experimental se expresaron en kilogramos, luego se determinaron las toneladas por hectárea, que se producirán haciendo uso de la fórmula: $\text{Rendimiento} = (\text{Peso de campo kg} / \text{Área útil}) * 10000$, (el área útil usada fue el área de cada macetero multiplicado por el número de maceteros cosechados)

4.6.8. Rendimiento para la II categoría

Para obtener el rendimiento promedio para la segunda categoría se pesaron solamente los tubérculos clasificados en esta categoría se hizo uso de la fórmula: $\text{Rendimiento} = (\text{Peso de campo kg} / \text{Área útil}) * 10000$, (el área útil usada fue el área de cada macetero multiplicado por el número de maceteros cosechados)

4.6.9 Análisis económico

Costo por tubérculo producido

Teniendo ya el plan de inversión total y los costos realizados hasta cosecha, y conociendo el número de tubérculos por macetero, se multiplico por el total maceteros en el invernadero, y se obtuvo el promedio de tubérculos producidos para cada tratamiento se tomaron en cuenta el total de tubérculos producidos indistintamente para la categoria que se clasifiquen, luego se dividió los gastos totales entre el número total de tubérculos producidos por tratamiento y se obtiene el costo por tubérculo producido

$$\text{Costo por tubérculo} = \frac{\text{total de costos}}{\text{total de tuberculos producidos}}$$

Tomando en cuenta los egresos e ingresos obtenidos por cada tratamiento se estimó la rentabilidad, los egresos serán todos los costos de producción y los ingresos será el valor de venta del quintal de semilla de papa que será de lps 1,800 el por quintal

$$\text{Rentabilidad} = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

Luego se calculó la relación beneficio costo para conocer la tasa de retorno por unidad monetaria invertida se tomara la siguiente formula

$$R\ b/c = \left(\frac{\text{ingresos} - \text{egresos}}{\text{egresos}} \right) * 100$$

Para poder calcular la rentabilidad y relacion beneficio costo se tomo en cuenta el rendimiento total del invernadero sin importar la categoría

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la producción de semilla de papa se ha visto la necesidad de incrementar las tasas de multiplicación de semillas, o de incrementar el número de tubérculos, ha motivado la implementación de algunos sistemas de multiplicación como por ejemplo el sistema autotrófico hidropónico que garantiza plantas sanas y libres de patógenos, la evaluación de la densidad de siembra a utilizar en el invernadero permite obtener resultados específicos que permitan la selección de la densidad adecuada para la obtención de semilla pre básica que presenten las características idóneas para las siguientes multiplicaciones

5.1 Número de tubérculos por planta

Para esta variable n encontramos diferencia estadística significativa(Anexo 1) los valores encontrados reporta que el T1 presenta una media de 1.92 tubérculos fue el de mayor producción comparado con las otras densidades evaluadas, el T4 presento el menor número con 1.2 tubérculos/planta (figura. 1) obsérvese que cuando hay menor número de plantas sembradas en un macetero ,el número de tubérculos es mayor , ya que al establecer una menor densidad existe una menor competencia por espacio y por nutrición lo cual condiciona el aumento o disminución del número de tubérculo por planta.

Cuadro 6 .Número de tubérculo por macetero y por planta

Tratamiento	Tubérculos/macetero	Tubérculos/planta
T1	3.84	1.9
T2	5.15	1.7
T3	6.31	1.5
T4	6.47	1.2

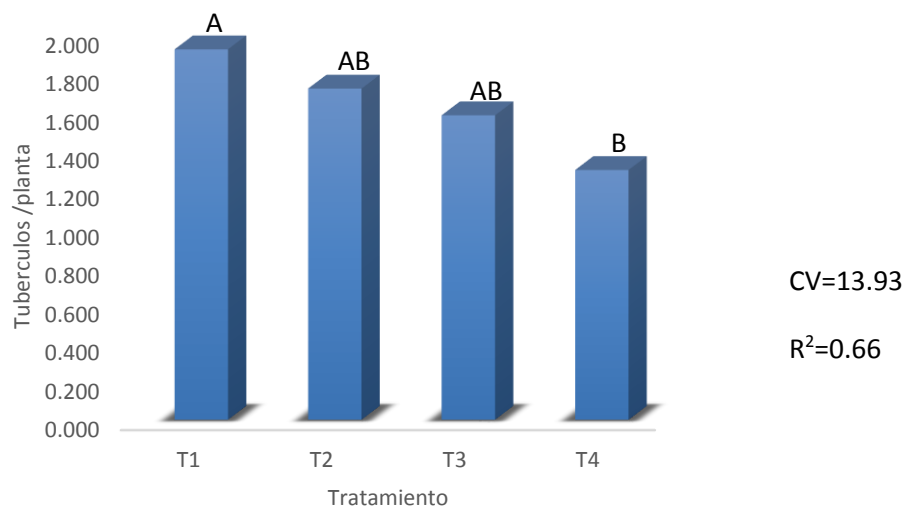


Figura 1. Número promedio de tubérculos producidos por planta

Laínez (2014) obtuvo que el tratamiento con mayor densidad de plantas es el que presento mayor número de tubérculos 5.46, por el contrario en la investigación se obtuvo que el número de tubérculos es inversamente proporcional al número de plantas sembradas por macetero ,esto debido al área útil utilizado para la siembra

5.2 Tamaño del tubérculo semilla

Para tamaño de tubérculos no encontramos diferencia estadística significativa (Anexo 2) , sin embargo los resultados obtenidos variaron en número para cada categoría (Cuadro 7) El número menor de tubérculos para la categoría II la presento el T1 con 46 tubérculos y el T3 con 63 tubérculos fue el que obtuvo un mayor número para esta categoría.

Cuadro 7. Número de tubérculos por categoría (cm)

Tratamiento	N° de tuber. Cat I	N° de tuber. Cat II	N° de tuber. Cat III
T1	37	46	105
T2	34	58	166
T3	45	63	204
T4	31	60	217

Montesdeoca, 2005 expresa que la segunda categoría es ideal para tubérculo–semilla ya que los tubérculos pequeños tienen más ojos por unidad de peso y por ello producen más tallos, lo cual es importante tener en cuenta para las siguientes multiplicaciones

Méndez (2014) en investigación realizada determina que a mayor densidad se incrementa el número de tubérculos semilla, disminuyendo el precio promedio y el peso promedio de estos lo que aumenta los rendimientos.

El mayor número de tubérculos se clasifican en la tercera categoría por el número de mini tubérculos producidos

Díaz (2013) evaluando número de brotes por semilla y el rendimiento en papa encontró que para obtener tubérculos del mismo tamaño para el consumo humano se tiene que sembrar tubérculos que tengan dos brotes .Si el propósito es producir tubérculo –semilla sembrar tubérculos con más de cuatro brotes porque aumenta la cantidad de tubérculos pequeños. Haciendo la comparación que un brote equivaldría a una planta del sistema SAH en efecto se aumenta el número de tubérculos pero de tercera categoría en este caso estaríamos comprobando que densidades arriba de cuatro plantas por macetero no son recomendables para la producción de tubérculo semilla.

5.3 Peso promedio del tubérculo

Al realizar el análisis estadístico esta variable no presento diferencia significativa (Anexo 3) los valores obtenidos para la categoría II fueron el T3 con 59.46 gr fue el que presento mayor peso y el que presento un peso promedio menor fue el T4 con 56.05 gr

Cuadro 8. Peso promedio (en gr) de tubérculos según su categoría

Tratamiento	Peso promedio de tuber. Cat I	Peso promedio de tuber. Cat II	Peso promedio de tuber. Cat III
T1	90.73	59.01	26.08
T2	187.51	58.25	21.28
T3	84.40	59.46	23.03
T4	89.93	56.05	24.27

5.4 Porcentaje de descarte

En esta variable encontramos que el tratamientos que presento un porcentaje mayor de descarte fue el T2 con 4.52% y T1 con 1.91% de tubérculos descartados, no se obtuvo diferencia estadística significativo en esta variable (Anexo 4). Fueron descartados todos aquellos tubérculos que presentaron deformidad, el porcentaje descartado para cada tratamiento se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 9. Porcentaje de descarte

Tratamiento	% de descarte
T1	1.91
T2	4.52
T3	3.97
T4	2.79

5.5 Incidencia de plagas y enfermedades

En el análisis estadístico esta variable no presento diferencia estadística significativa de igual forma en la comparación de medias (Anexo 5) El T2 y el T3 presentaron 0.5% de incidencia, el de menor incidencia fue el T1 con 0.3% (Figura 2)

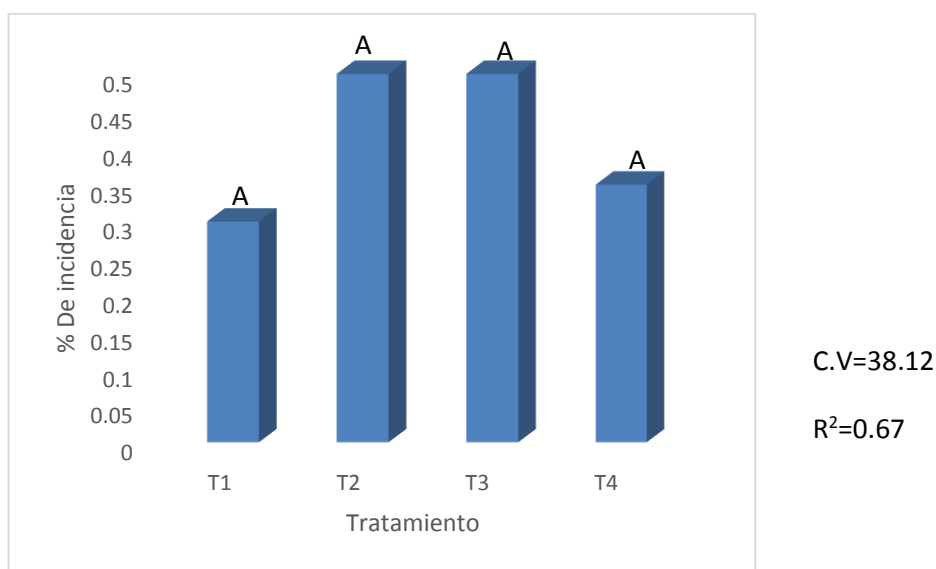


Figura 2. Incidencia de plagas y enfermedades

5.6 Rendimiento total

Para rendimiento encontramos diferencia altamente significativa al $p \leq 0.05$ (Anexo 6) La densidad que obtuvo menor rendimiento fue el T1 con 28,238.52kg/ha y el mayor rendimiento lo presento el T4 con 42,540.20 kg/ha (figura 3)

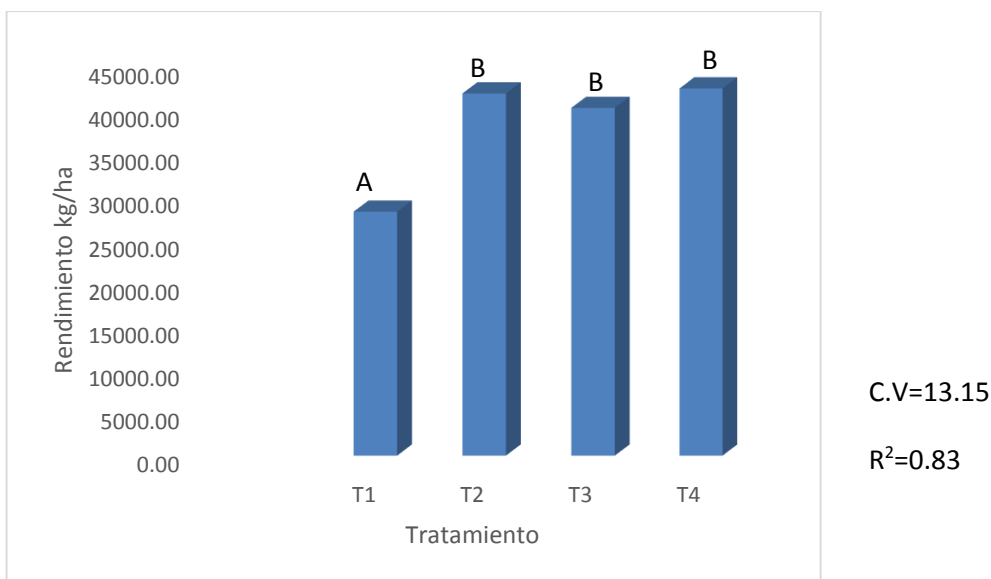


Figura 3 Rendimiento en kilogramos por hectárea.

Laínez (2014) evaluando densidades de siembra encontró rendimientos hasta de 26, 277.00 kg/ha también Moreno (2011) evaluando rendimiento de variedades encontró un rendimiento de 29, 629 .16 Kg/ha para la variedad purem , siendo estos resultados comparados con los datos del presente trabajo encontramos valores por encima de estos datos debido al Sistema de producción utilizado ya que estas investigaciones se dieron a campo abierto ,lo cual determino la susceptibilidad al medio, por ataque de plagas y enfermedades, además la competencia con malezas presentes , cambios bruscos de temperatura que se ven reflejados en el rendimiento , no obstante cabe mencionar que bajo condiciones de invernadero y produciendo en maceteros se tiene un mejor control en cuanto a la fertilización,cuidados sanitarios y control de la temperatura dentro del mismo.

5.7. Rendimiento para la categoría II

En el análisis estadístico de esta variable no se encontró diferencia significativa a un p-valor de 0.05 (Anexo 7) sin embargo los datos tendieron de la manera siguiente un menor rendimiento lo obtuvo el T1 con 7,880.52kg/ha y el T4 con 12,623.42kg/ha presento el mayor rendimiento para la segunda categoría (figura 4)



Figura 4 Rendimiento en kg/ha para la categoría II

Méndez (2,014) en su trabajo de investigación obtuvo un rendimiento de 15,824kg/ha para la segunda categoría nótese que presenta un rendimiento mayor en comparación con nuestros datos, esto se debe a que a que el distanciamiento de siembra era mayor de igual forma la dosis de fertilizante utilizada fue la más alta de las evaluadas lo cual determina un mayor espacio para el desarrollo, hay menor competencia y una mayor disponibilidad de nutrientes para lograr el mayor cuaje y desarrollo de tubérculos logrando así un mayor rendimiento, también Rodríguez (2,014) evaluando comportamiento agronómico en macro túnel y campo abierto bajo dos paquetes de fertilizante encontró promedios de 12,929 kg/ha en campo abierto y rendimiento de 11,325.70 kg/ha produciendo bajo macro túnel , esto refleja que los datos obtenidos en nuestra investigación anda en un promedio similar en cuanto a el rendimiento de semilla de papa para la segunda categoría

5.7 Análisis económico

5.7.1 Costo por tubérculo producido

Véase que el tratamiento que presenta un mayor costo por tubérculo producido es el T4 con Lps 4.86 y el tratamiento que presenta el menor costo es el T2 con lps 4.11 (cuadro 10)

Cuadro 10. Costo por tubérculo producido

Tratamiento	Tubérculos/macetero	N°de maceteros	Total de tubérculos producidos	Costo por tubérculo(Lps)
T1	3.84	912	3500.5	4.17
T2	5.15	912	4694.1	4.11
T3	6.31	912	5753.6	4.17
T4	6.47	912	5901.2	4.86

5.7.2 Rentabilidad y relación beneficio costo

Estas variables se ven reflejada de acuerdo al rendimiento observado en quintales por cada densidad evaluada y considerando los precios de venta de semilla pre básica que es lps 1,800 por quintal establecidos para su adquisición, se tomara como los ingresos y como egresos se toma en cuenta el plan de inversión para la producción del invernadero en el cuadro 11 se muestra la tendencia de estos datos y se identifica claramente la utilidad obtenida según el tratamiento y establece la relación beneficio costo para cada tratamiento

Cuadro 11. Rentabilidad y relación beneficio-costos

Tratamiento	Rendimiento(qq)	Ingresos(lps)	Egresos(lps)	Rentabilidad(lps)	R B/C(lps)
T1	9.2	16560	14586.20	1973.80	13.53
T2	13.7	24660	19292.96	5367.04	27.82
T3	13.11	23598	23998.88	-400.88	-1.67
T4	13.8	24840	28704.8	-3864.80	-13.46

La mayor rentabilidad se obtiene usando el T2 que presenta lps 5,367.04 de utilidad según lo invertido de igual forma con el T2 se obtiene una mayor relación beneficio/costo de 27.82.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados para rendimiento el tratamiento cuatro (T4) que tenía cinco plantas por macetero reporto 42,540.20 kg/ha y 12,623.42kg/ha de rendimiento para la segunda categoría.

El mayor número de tubérculos producidos lo presenta la densidad de dos plantas por macetero (T1) con un promedio de 1.92 tubérculo semilla por planta.

La densidad que presenta los parámetros más recomendados para la multiplicación de tubérculo semilla es la de cuatro plantas por macetero presentando un mayor número de tubérculo de categoría II.

La mayor relación beneficio –costo se obtiene utilizando la densidad de siembra de tres plantas por macetero con 27.82 lps.

VII. RECOMENDACIONES

La densidad recomendada para la producción de semilla pre básica a nivel de invernadero es la de cuatro plántulas SAH por macetero debido al número de tubérculos semilla de categoría II que presenta.

Al momento de realizar la siembra de las plantas del Sistema SAH en los maceteros asegurarse que todas estas sean homogéneas y/o tengan un mismo tiempo de producción en el laboratorio para no poner en desventaja el crecimiento de algunas por competencia

Los controles de temperatura del invernadero deben ser puntuales y prestar particular atención a los días más soleados ya que las plantas están propensas a sufrir fisiopatías pudiendo hacer uso de pantallas térmicas

Llevar a cabo proyectos de investigación en campo abierto para evaluar el rendimiento de tubérculo semilla de categoría II para la producción de semilla básica.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Diaz D.C (2013). Relacion entre el numero de tallos o brotes por semilla y el rendimiento en papa (*solanum tuberosum*). Tesis ingeniero agronomo ,Catacamas, Honduras , U.N.A. 61 pag

DICTA. (2,008). El cultivo de papa: Guía técnica para Productores ..Consultores agrícolas y empresas privadas. (pdf). Tegucigalpa, Honduras.Consultado 8 de jun 2015./formato pdf. www.dicta.hn/files/Guia-El-Cultivo-de-la-papa,-2008.pdf

DICTA. (2,013)./ manual de producción de semilla de papa(pdf)/, Tegucigalpa, Honduras. Consultado 8 de jun 2015./formato pdf. http://www.pymerural.org/docs/manual_semillPapa2.pdf?url=/papa

Garcia. G (sf.) Tamaño de la muestra para el control de calidad de tuberculo semilla de papa:. Produccion de tuberculo semilla de papa manual de capacitacion CIP (Pdf).La lima, Perú .consultado el 5 de jun 2015 formato pdf. <http://192.156.137.121:8080/cipotato/training/Materialsf>

Gonzales A. (2010) Evaluación agronómica de siete variedades genéticas de papa (*solanum tuberosum*) en santa cruz Opatoro La paz. Tesis. Ing. Agro. Catacamas Honduras UNA pág. 47

Hidalgo, M. (2005). Producción de Semilla Prebásica y Básica usando Métodos de Multiplicación Acelerada. Producción de Tubérculos-Semillas de Papa Fascículo 4.3. La Lima, Perú.

Hidalgo, O. (2010) Conceptos básicos sobre la producción de semillas de papa. producción de tubérculo semilla de papa. (Pdf). La lima, Perú. Consultada 3 jun 2015. Formato pdf. <http://192.156.137.121:8080/cipotato/training/Materials/Tuberculos-Semilla/semilla4-3.pdf>

Huaraca, H. (2009). Manual semilla. Guía para facilitar el aprendizaje sobre el manejo del tubérculo semilla de papa (pdf) Quito, Ecuador. Consultado 10 de jul 2015. Formato pdf. 192.156.137.121:8080/cipotato/.../Tuberculos-Semilla/semilla5-1.pdf

Laínez, VA, (2014). Evaluación de cuatro densidades de siembra en relación al rendimiento y calidad de la papa (*Solanum tuberosum*) en santa cruz opatoro, departamento de la paz. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Honduras, Universidad nacional de agricultura .66 pág.

Mejía, M., (2013). Manual de Producción de Semilla de Papa Mediante Técnicas. *Manual semilla* (pdf). Tegucigalpa, Honduras consultado 5 de jun 2015. formato pdf. / cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/Manual_semilla_.pdf

Mejía, J. S. (2013). Manual de producción de semilla de papa mediante técnicas de multiplicación asexual. manual semilla(pdf) . tegucigalpa , Honduras. consultado el 4 mayo de 2014 (formato pdf) disponible en http://www.pymerural.org/docs/manual_semillaPapa2

Méndez Domínguez, JC. 2014. Distanciamiento y fertilización óptima para la producción artesanal de semilla de papa (*solanum tuberosum*) var. Belline bajo mega túnel en pueblo viejo Intibucá. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Honduras UNA. 44pág.

Montesdeoca, F. (2006). Manual de Control Interno de Calidad (CIC) en tubérculo - semilla de papa (pdf). Quito, Ecuador. consultado el 7 de jun de 2015 (formato pdf) disponible en cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/CIC.pdf

Montesdeoca F, Andrade-J (2011) .Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (documento word), Quito, Ecuador, consultado el 25 de julio documento Word./ <http://cipotato.org/uncategorized/manejo-del-tuberculo-semilla-de-la-papa>

Palomino(s.f).Producción de Tubérculos-Semillas de Papa..Manual de Capacitación Producción de Semilla Pre básica y Básica usando Métodos de Multiplicación Acelerada. (Pdf). La lima, Perú. Consultado el 8 de julio de 2015 (formato pdf). Disponible en www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/semillas.html

Pineda, T. (2,015). evaluacion sobre el rendimiento de cuatro densidades de siembra. santa cruz opatoro, la paz.

PYMERURAL (2011) Análisis rápido de la cadena de valor de papa. Análisis rápido de la cadena de valor de papa. (Pdf). Tegucigalpa, Honduras. Consultado el 5 de jul 2015. (Formato pdf).disponible en www.pymerural.org/resumen/papa.pdf

Toledo, M. (2011). El cultivo de la papa en Honduras.(pdf) la esperanza Intibuca, Honduras. consultado el 5 de jun 2015 (formato pdf) disponible en www.dicta.hn/files/Guia-El-cultivo-de-la-papa-en-Honduras,-2011.pdf

Rodríguez, M (2014).Comportamiento agronómico del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) En macro túnel y campo abierto bajo dos paquetes de fertilizantes y dos distanciamientos de siembra. Tesis .Ing. Agro. Catacamas Honduras. UNA. 46Pag.

Zalasar, M. (2008). Título: Evaluación del rendimiento y características de calidad de trece clones de papa. Ing. agroindustrial. Trujillo, Venezuela Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, 18 pag.

IX. ANEXOS

Anexo 1 ANAVA para la variable número de tubérculos por planta

N	C.V	R ²
16	13.93	0.66

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P-Valor	Significancia
Bloque	3	0.05	0.02	0.33	0.8008	ns
Tratamiento	3	0.83	0.28	5.37	0.0214	**
Error	9	0.46	0.05			
Total	15	1.34				

Grado de significancia al 0.05%

n	Tratamiento	Medias	Prueba Tukey(0.05)
4	T4	1.30	A
4	T3	1.58	AB
4	T2	1.72	AB
4	T1	1.92	B

Medias con una letra en común no son diferentes estadísticamente

Anexo 2 .ANAVA tamaño del tubérculo semilla categoría II

N	C.V	R ²
16	30.69	0.61

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P-Valor	Significancia
Bloque	3	265.19	88.40	2.88	0.0956	ns
Tratamiento	3	165.19	55.06	1.79	0.2187	ns
Error	9	276.56	30.73			
Total	15	706.94				

Grado de significancia al 0.05%

Anexo 3. ANAVA para peso promedio del tubérculo

N	C.V	R ²
16	5.18	0.31

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P-Valor	Significancia
Bloque	3	9.61	3.20	0.35	0.7881	ns
Tratamiento	3	27.40	9.13	1.01	0.4335	ns
Error	9	81.65	9.07			
Total	15	118.67				

Grado de significancia al 0.05%

Anexo 4 ANAVA para el porcentaje de descarte

N	C.V	R ²
16	65.75	0.29

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P-Valor	Significancia
Bloque	3	0.70	0.23	0.05	0.9845	ns
Tratamiento	3	16.44	5.48	1.17	0.3754	ns
Error	9	42.29	4.70			
Total	15	59.43				

Grado de significancia al 0.05%

Anexo 5. ANAVA Incidencia de plagas y enfermedades

N	C.V	R ²
16	38.12	0.67

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P-Valor	Significancia
Bloque	3	0.33	0.11	4.42	0.03	**
Tratamiento	3	0.13	0.04	1.72	0.2323	ns
Error	9	0.22	0.02			
Total	15	0.68				

Grado de significancia al 0.05%

n	Tratamiento	Medias	Prueba Tukey(0.05)
4	T1	0.30	A
4	T4	0.35	A
4	T3	0.50	A
4	T2	0.50	A

Medias con una letra en común no son diferentes estadísticamente

Anexo 6. ANAVA para la variable rendimiento total

N	C.V	R ²
16	13.15	0.83

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P-Valor	Significancia
Bloque	3	599616689.86	199872229.95	7.90	0.0069	***
Tratamiento	3	545947861.92	181982620.64	7.19	0.0092	***
Error	9	227757453.37	25306383.70			
Total	15	1373322005.05				

Grado de significancia al 0.05%

n	Tratamiento	Medias	Prueba Tukey(0.05)
4	T1	28238.52	A
4	T3	40278.20	B
4	T2	41956.46	B
4	T24	42540.21	B

Medias con una letra en común no son diferentes estadísticamente

Anexo 7. ANAVA para la variable rendimiento para la categoría II

N	C.V	R ²
16	30.36	0.61

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P-Valor	Significancia
Bloque	3	97812685.84	32604228.61	3.04	0.0852	ns
Tratamiento	3	52194046.96	17398015.68	1.62	0.2527	ns
Error	9	96438997.14	10715444.13			
Total	15	246445729.94				

Grado de significancia al 0.05%