

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN

Evaluación del efecto del número de tallos en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el rendimiento de minitubérculos a partir de la Generación 2 en invernadero.

TÍTULO A OBTENER: Ingeniera Agrónomo

AUTORES.

Nombres, apellidos y formación académica	Institución y Dirección	Teléfono y correo electrónico	Firma
Br. María del Carmen Guardado Castaneda.	Colonia San Nicolás calle Principal casa No 36, Apopa, San Salvador.	7532-5790 gc08038@ues.edu.sv	
Ing. Agr. Mario Alfredo Pérez Ascencio.	Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Fitotecnia.	7437-4013 mario.perez@ues.edu.sv	
Dr. Francisco Lara Ascencio.	Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Protección Vegetal.	7071-0100 francisco.lara@ues.edu.sv	

VISTO BUENO

Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento de Fitotecnia: Ing. Agr. Mario Alfredo Pérez Ascencio	Firma: _____
Director General de Procesos de Graduación Facultad de Ciencias Agronómicas: Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García	Firma: _____
Jefe del Departamento de Fitotecnia: Ing. Agr. M.Sc. Fidel Ángel Parada Berrios	Firma: _____
	Sello:
Lugar y fecha: Ciudad Universitaria, abril de 2021	

NOMBRE DE LA INVESTIGACION:

Evaluación del efecto del número de tallos en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el rendimiento de minitubérculos a partir de la Generación 2 en invernadero.

AUTORES: Guardado-Castaneda MC.¹, Pérez-Ascencio MA.², Lara-Ascencio F.³

RESUMEN.

La investigación se realizó en el período de septiembre 2019 a febrero de 2020, en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, se encuentra a una elevación de 750 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas latitud 13°43'7.68" N, longitud 89°12'1.53" W.

El estudio consistió en evaluar el efecto del número de tallos (dos, tres y cuatro tallos) y un testigo en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) "Atlanta", "Granola" y "Soloma", en el rendimiento de minitubérculos de la Generación 2, aplicando la técnica de hidroponía, con el propósito de producir semilla básica.

En la investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo Bifactorial, con 12 tratamientos distribuidos en cuatro repeticiones al azar; se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey y para el análisis de los resultados se utilizó el software estadístico InfoStat versión estudiantil.

En la fase reproductiva se evaluó la producción de minitubérculos por variedades, número de minitubérculos por tallo, peso promedio de los minitubérculos, número de minitubérculos por m² y rendimiento kg/ m². Los minitubérculos se clasificaron de acuerdo al peso en las siguientes categorías: primera, segunda, tercera y cuarta. Los resultados obtenidos mostraron que la variedad de papa Atlanta presentó el mejor rendimiento con un peso promedio de los minitubérculos de 317.81 g, y el mayor número de minitubérculos se obtuvo con la variedad Soloma con una media de 36.38 minitubérculos por planta.

Palabras claves: variedad Atlanta, variedad Granola, variedad Soloma, papa, número de tallos, minitubérculos, categorías, El Salvador, hidroponía, semilla básica.

¹ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Estudiante tesista.

² Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Docente asesor.

³ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal, Docente asesor.

NAME OF RESEARCH:

Evaluation of the effect of the number of stems in three varieties of potato (*Solanum tuberosum* L.) on the yield of minitubers from Generation 2 in the greenhouse.

AUTHORS: Guardado-Castaneda MC.¹, Pérez-Ascencio MA.², Lara-Ascencio F.³

ABSTRAC.

The research was carried out in the period from September 2019 to February 2020, in the greenhouse of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador, it is located at an elevation of 750 meters above sea level, with geographical coordinates latitude 13 43'7.68 "N, longitude 89 ° 12'1.53" W. The study consisted of evaluating the effect of the number of stems (two, three and four stems) and a control in three potato varieties (*Solanum tuberosum* L.) "Atlanta", "Granola" and "Soloma", on the yield of minitubers of Generation 2, applying the hydroponic technique, with the purpose of producing basic seed. The research used a Random Complete Blocks Design with a Bifactorial arrangement, with 12 treatments distributed in four random repetitions; The Tukey mean comparison test was applied and the statistical software InfoStat student version was used for the analysis of the results. In the reproductive phase, the production of minitubers by varieties, number of minitubers per stem, average weight of minitubers, and number of minitubers per m² and yield kg / m² were evaluated. The minitubers were classified according to weight in the following categories: first, second, third and fourth. The results obtained showed that the Atlanta potato variety presented the best performance with an average weight of the minitubers of 317.81 g, and the highest number of minitubers was obtained with the Soloma variety with an average of 36.38 minitubers per plant.

Keywords: Atlanta variety, Granola variety, Soloma variety, potato, number of stems, minitubers, categories, El Salvador, hydroponics, basic seed.

¹ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Estudiante tesista.

² Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Docente asesor.

³ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal, Docente asesor.

1. INTRODUCCIÓN.

La cantidad de tallos producidos por tubérculo es variable, depende del tamaño de la semilla, variedad, número de brotes y método de siembra. Las variedades nativas se caracterizan por generar un gran número de tallos, mientras que las mejoradas tienden a producir de tres a cuatro tallos por tubérculo-semilla (Pumisacho 2002).

Gámez (2017), realizó una investigación en la empresa agropecuaria “Valle del Yabú”, Cuba, en donde evaluó el efecto del número de tallos en el crecimiento y rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Royal, concluyendo que en la medida que se incrementa el número de tallos, aumenta la cantidad de tubérculos por planta, pero disminuye el peso promedio por tubérculos.

En El Salvador los productores de papa utilizan semilla no certificada, ya que ocupan los tubérculos que son destinados para el consumo y no cumplen los requisitos mínimos de una semilla de buena calidad, por lo que los rendimientos no son significativos y se vuelven focos de infección de plagas y enfermedades, aumentando los costos de producción y reduciendo las ganancias para ellos.

Para el año agrícola 2017-2018 se importó papa de otros países de la región Centroamericana con un volumen de 78, 443.928 kg y un valor de \$ 5,549.337 dólares, lo que indica una fuga de divisas (MAG 2018).

Por lo anterior, la investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del número de tallos en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en el rendimiento de minitubérculos de la generación 2 en invernadero, y así aportar al país la información para obtener una producción de papa aceptable.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Descripción del lugar de estudio

La investigación se realizó en el período de septiembre de 2019 a febrero de 2020, en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el municipio de San Salvador, departamento de San Salvador, a una elevación de 750 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas promedio de 26° a 34° C y una humedad relativa del aire entre 34% a 48%, y una precipitación promedio anual de 1,695 mm (MARN 2015).

2.2. Metodología de campo.

El ensayo se realizó bajo condiciones protegidas en un invernadero de forma semi-circular de 5 metros de ancho por 10 m de largo, con un área total de 50 m². El invernadero consta de dos alturas: una lateral de 3.0 m y una altura central de 4.30 m, con una orientación de Este a Oeste.

2.3. Siembra.

Antes de realizar la siembra, las semillas de papa (tubérculos) se sumergieron por un periodo de 30 minutos en una solución que contenía la hormona ácido giberélico en dosis de 100 mg/L.

Previo a la siembra de la semilla se realizó una limpieza, reparación y desinfección del invernadero. La mezcla de los sustratos de escoria volcánica (60%) más fibra de coco (40%) se desinfectó con hipoclorito de sodio al 1%. Cada jaba tiene una capacidad de 20 libras de sustrato, al cual se le aplicó agua hasta llevarlo a capacidad de campo.

La siembra se realizó 15 días después de haber desinfectado el sustrato, para ello se sembraron 6 minitubérculos de la variedad Atlanta de la Generación dos (G2) por cada una de las 12 jabas, lo mismo se hizo para la variedad Granola y Soloma. En total se sembraron 288 minitubérculos, los cuales fueron distribuidos en 48 jabas

2.4. Fertilización del cultivo.

La fertilización se realizó con base a las etapas fenológicas del cultivo y para su elaboración se utilizó el método físico-químico (figura 1).

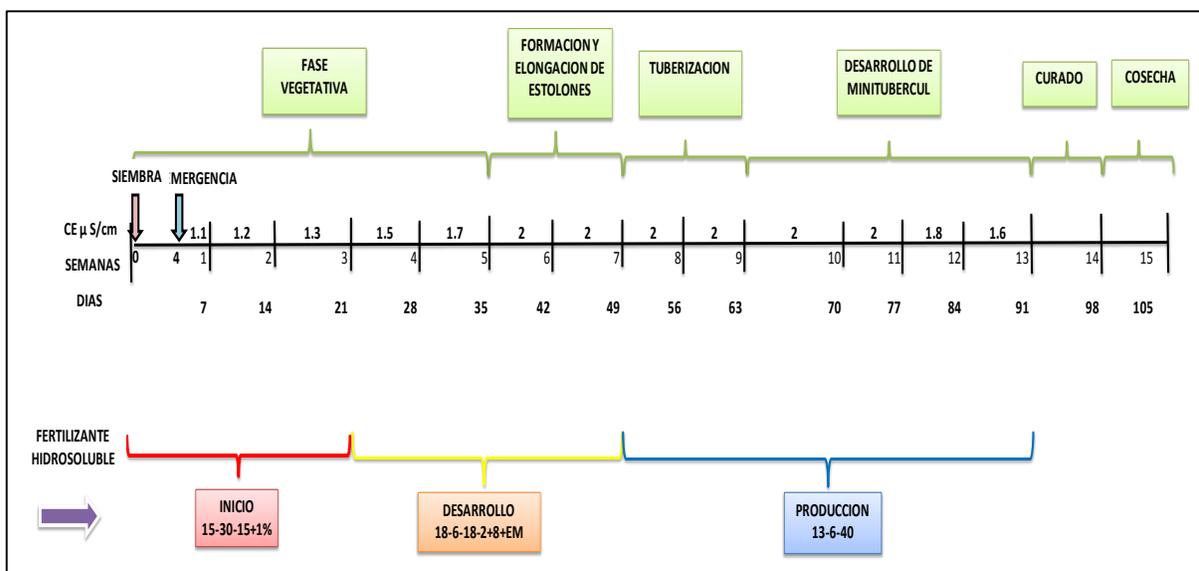


Figura 1. Programa de fertilización con base a la fenología del cultivo de la papa.

Durante el ciclo del cultivo se realizaron las siguientes actividades:

- Monitoreo semanal para verificar la presencia de plagas y enfermedades durante el ciclo del cultivo.
- Monitoreo del micro clima en el invernadero, ya que se tomaron datos de temperatura y de la humedad relativa, para determinar la frecuencia de la activación de los nebulizadores.
- Podas, aporco y colocación de tutores. Se eliminaron tallos que no correspondían al tratamiento en estudio, en los cuales se dejó dos, tres y cuatro tallos por mini tubérculo sembrado. El aporco consistió en depositar tierra alrededor del tronco de la planta para mejorar su sostén y producción de tubérculos. Se colocaron tutores de varas de bambú para brindarle soporte a la planta para un crecimiento adecuado.
- El indicador de cosecha se determinó por la madurez fisiológica de la planta, en donde el tallo y las hojas se tornan de un color amarillo-café, comienzan a secarse y se vuelven quebradizas.
- Proceso de curado previo a la cosecha se realizó el proceso de curado, el cual consistió en podar la planta a una altura de 20 cm, con la finalidad de promover la suberización de la epidermis, haciéndola más resistente e impermeable.
- Cosecha y clasificación de los mini tubérculos, la cosecha consistió en remover el sustrato y recolectar los minitubérculos manualmente. Luego se categorizó con base al peso de los minitubérculos (cuadro 1).

Cuadro 1. Categorías de los minitubérculos de papa con base al peso.

Categoría de los minitubérculos	Peso (g)
Primera	Mayores de 15.1 g
Segunda	Mayores de 10.1 hasta 15 g
Tercera	Mayores de 5.1 hasta 10 g
Cuarta	Menores de 5 g

Fuente: CIP (2015).

2.5. Metodología estadística

2.5.1. Diseño estadístico

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con Arreglo Bifactorial 3 x 4, con tres niveles para el factor A (variedades de papa: Atlanta, Granola y Soloma), y cuatro niveles para el factor B (número de tallos: dos tallos, tres tallos, cuatro tallos y un testigo

al cual no se le realizó ninguna poda de tallos), totalizando 12 tratamientos distribuidos en cuatro bloques, para un total de 48 unidades experimentales (cuadro 2).

Cuadro 2. Tratamientos en estudio

Variedad (factor A)	Número de tallos (factor B)	Tratamientos
Atlanta	2	T = 1 Atlanta x 2 tallos
	3	T = 2 Atlanta x 3 tallos
	4	T = 3 Atlanta x 4 tallos
	Testigo	T = 4 Atlanta x testigo
Granola	2	T = 5 Granola x 2 tallos
	3	T = 6 Granola x 3 tallos
	4	T = 7 Granola x 4 tallos
	Testigo	T = 8 Granola x testigo
Soloma	2	T = 9 Soloma x 2 tallos
	3	T = 10 Soloma x 3 tallos
	4	T = 11 Soloma x 4 tallos
	Testigo	T = 12 Soloma x testigo

Fuente: Elaboración propia (2020).

El área total del experimento fue de 30 m², con 6 m de largo y 5 m de ancho. Cada jaba de polietileno medía 0.31 m de ancho x 0.51 m de largo x 0.10 m de profundidad, conteniendo un volumen de 20 litros de sustrato y un área por jaba de 0.15 m².

2.5.2. Modelo estadístico

El modelo estadístico para un diseño de bloques completamente al azar con arreglo bifactorial se representa con la siguiente fórmula matemática (Argüelles y Carvajal 2013):

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + A_j + B_k + (A*B)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

En donde:

Y_{ijk} = es la observación perteneciente al k-ésimo nivel del factor B, el J-ésimo del factor A, en la réplica de i.

M = Es la media general.

β_i = es el efecto debido al i-ésimo bloque.

A_j = es el efecto debido al j-ésimo nivel del factor A.

B_k = efecto debido al k-ésimo nivel del factor B.

$(AB)_{jk}$ = efecto de la interacción entre el k-ésimo nivel del factor B y el j-ésimo del factor A

ϵ_{ijk} = es el error experimental.

2.5.3. Prueba estadística

Se utilizó el software InfoStat y la prueba estadística de medias de Tukey ($p < 0.05$), para identificar las diferencias significativas que se presentaron en la investigación y para el análisis respectivo de los resultados.

3. RESULTADOS Y DISCUSION.

3.1. Número de minitubérculos por variedad.

En la figura 2 se muestran los resultados, en donde el mayor número de minitubérculos se obtuvo con la interacción de la variedad Soloma con cuatro tallos con una media de 28.5 minitubérculos, seguido por la interacción de la variedad Granola con dos tallos obteniendo una media de 27.75 minitubérculos.

El análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas, por lo tanto, se realizó la comparación de medias de Tukey y se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

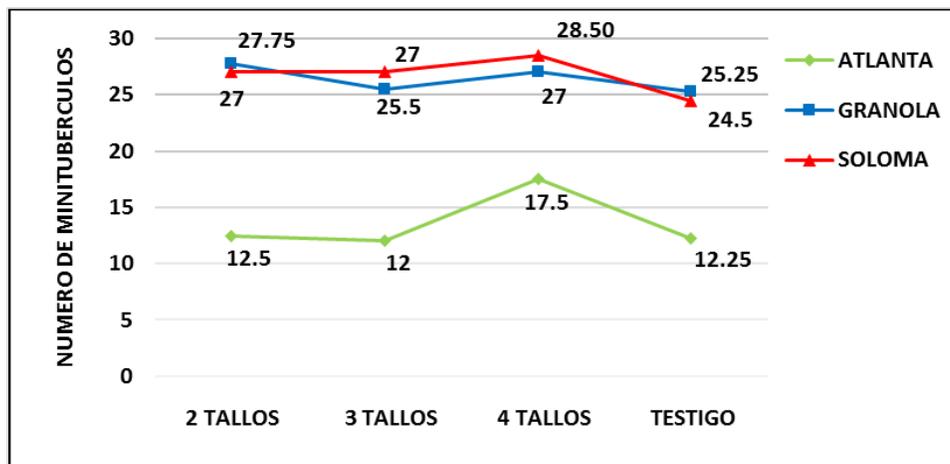


Figura 2. Número de minitubérculos en la interacción variedad con número de tallos.

La variable número tallos se relaciona con el número de minitubérculos, mientras más tallos tenga la planta, aumenta el número de minitubérculos por tallo, pero disminuye generalmente el número de minitubérculos por unidad de área.

Según Allen (1978), el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de papa depende de la interacción del genotipo de la variedad y los factores agroecológicos para producir rendimientos de óptima calidad, ya que las plantas requieren un adecuado suministro de recursos del suelo (agua y nutrientes minerales) y recursos de la atmósfera. Cada variedad de papa expresa su potencial productivo, por ejemplo, en la variedad Atlanta los alcances fueron menores debido a que esta variedad tiene la característica de formar solo dos tallos, como máximo tres tallos, por tubérculo sembrado.

3.2. Número de minitubérculos por tallo.

Los resultados obtenidos muestran que el mayor número de minitubérculos por tallo se obtuvo con las interacciones de la variedad Granola con dos tallos, seguido por la variedad Granola Testigo (al cual no se le realizó ninguna poda de tallos) y la variedad Soloma con dos tallos obteniendo una media de 2.5 minitubérculos por tallo (figura 3).

El análisis de varianza mostró que el factor variedad no presentó diferencias significativas, por lo tanto no se realizó la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

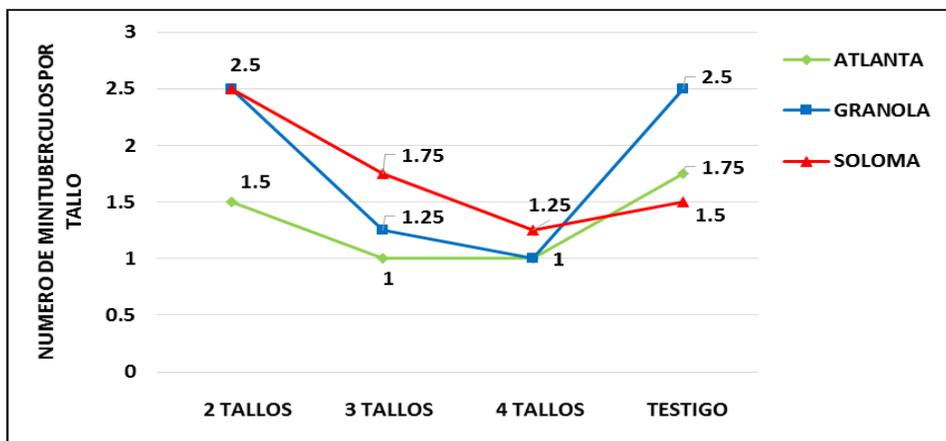


Figura 3. Número de minitubérculos por tallo en la interacción variedad y números de tallos.

Wiersema (1981) afirma que cuando aumenta la densidad de tallos, aumenta el número de minitubérculos por tallo, y que el número de tubérculos producidos depende de la competencia entre los tallos por los factores de crecimiento como nutrientes, agua y luz. El CIP (1988) afirma que el promedio de minitubérculos por tallo es de 2 a 3; y en la investigación se comprobó dicho dato.

3.3. Peso de los minitubérculos.

Según los resultados obtenidos, los mejores pesos de los minitubérculos se obtuvieron en la interacción de la variedad Atlanta Testigo (al cual no se le realizó ninguna poda de tallos), con un promedio de 339 g; seguido por la variedad Soloma y tres tallos con 241.55 g, y por último la variedad Granola y cuatro tallos con 175.25 g (figura 4).

El análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas, por lo que fue necesario realizar la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

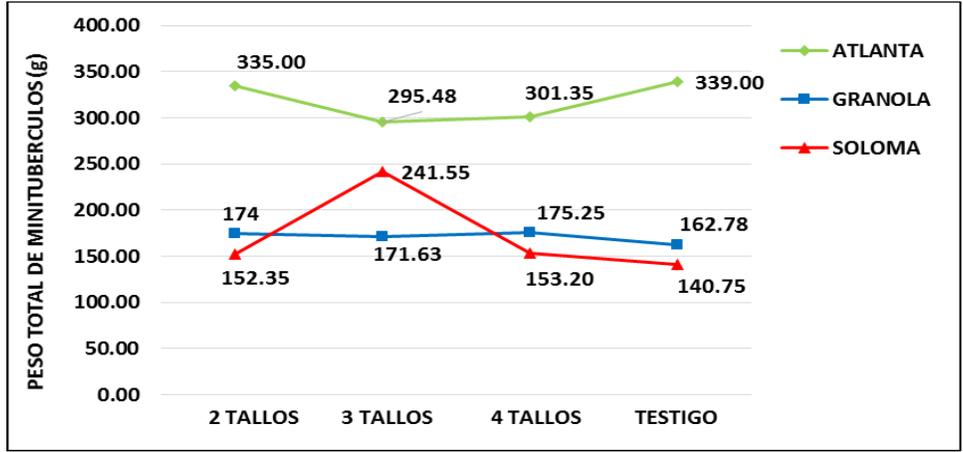


Figura 4. Peso de los minitubérculos en la interacción variedad y número de tallos.

Vásquez (2017) dice que la variedad Soloma alcanzó un rendimiento mayor de 234.65 g con relación a la variedad Granola (144.83 g).

Allen (1978) menciona que la variedad Atlanta el rendimiento es alto, ya que tiene mayor resistencia a la defoliación tardía y otras enfermedades que afectan al cultivar.

3.4. Número de minitubérculos de papa en un área de 1 m²

Los resultados en esta investigación demuestran que la variedad Soloma con cuatro tallos produjo el mayor número de minitubérculos de papa en un metro cuadrado (760), seguido por la variedad Granola con dos tallos (740) y por último la variedad Atlanta con cuatro tallos (320) (figura 5).

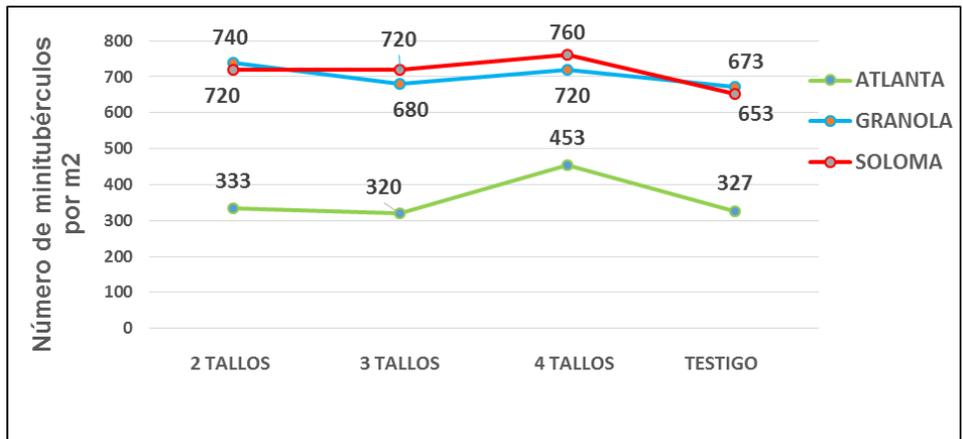


Figura 5. Número de minitubérculos de papa en un área de un m².

El rendimiento se entiende como un proceso fisiológico complejo determinado por el genotipo, el ambiente y la interacción de éstos, en esta investigación la variedad Soloma obtuvo mayor producción de minitubérculos porque esta variedad presenta características altas de producción con respecto a Granola y Soloma.

Struik y Wiersema (1999), determinaron que entre más cantidad de tallos se dejen por minitubérculo, la producción será mayor.

Según Vázquez (2017), la variedad Soloma presenta mejores características de producción que la variedad Granola.

En una investigación realizada por CIP (2015), evaluaron cinco variedades de papa y el promedio obtenido por m^2 fue en la variedad Fripapa 997 minitubérculos, variedad Puca Shungo 940 mini tubérculos,

3.5. Rendimiento de minitubérculos de papa en kg/m^2

Los resultados obtenidos muestran que el mayor rendimiento se obtuvo con la variedad Atlanta con tres tallos en $3.87 kg/m^2$, Atlanta dos tallos en $3.77 kg/m^2$ y Atlanta Testigo (al cual no se le realizó ninguna poda de tallos) en $3.45 kg/m^2$; seguido por la variedad Soloma con tres tallos en $3.21 kg/m^2$ y por último la variedad Granola con tres tallos en $3.04 kg/m^2$ (figura 6).

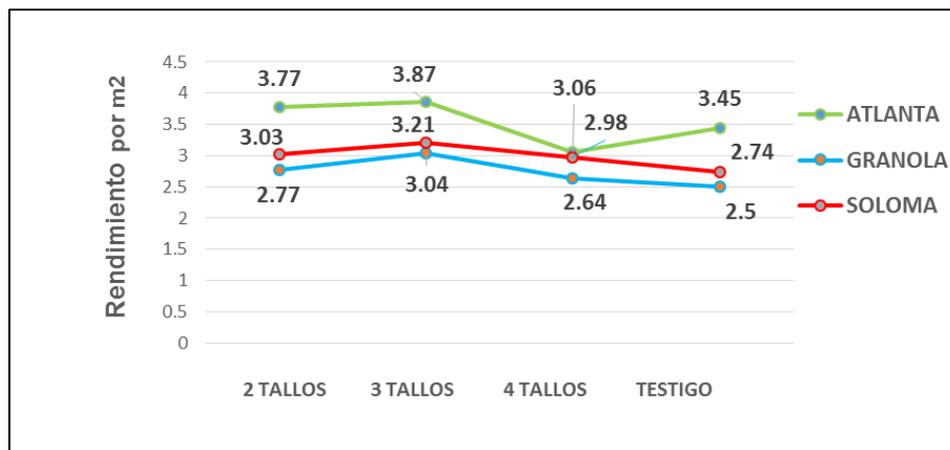


Figura 6. Rendimiento de minitubérculos de papa en kg/m^2 .

Struik y Wiersema (1999), determinaron que entre menos cantidad de tallos se dejen por minitubérculo, el peso de ellos será mayor (figura 7).

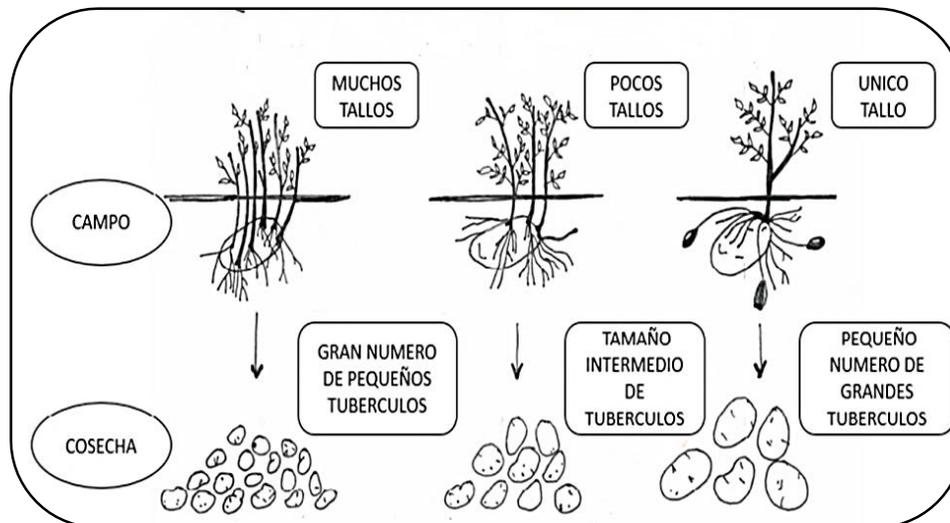


Figura 7. Efecto del número de tallos en el cultivo de papa. Fuente: Struik y Wiersema 1999.

El rendimiento de papa en el trópico se ve favorecido por las condiciones de clima en regiones de mayor altura, donde la temperatura es relativamente fresca de 15° a 20° C para su tuberización y crecimiento; sin embargo, las temperaturas que se presentaron en la investigación fueron mayores de 30° C (CIP 2015).

3.6. Clasificación de los minitubérculos en categorías

3.6.1. Número de minitubérculos de cada categoría

Según los resultados obtenidos, el mayor número de minitubérculos se obtuvo en la primera categoría en las tres variedades de papa (Atlanta 87, Soloma 82 y Granola 69 minitubérculos). La menor cantidad de minitubérculos la obtuvo en la segunda categoría en las tres variedades de papa (Atlanta 4, Soloma 14 y Granola 26 minitubérculos) (figura 8).

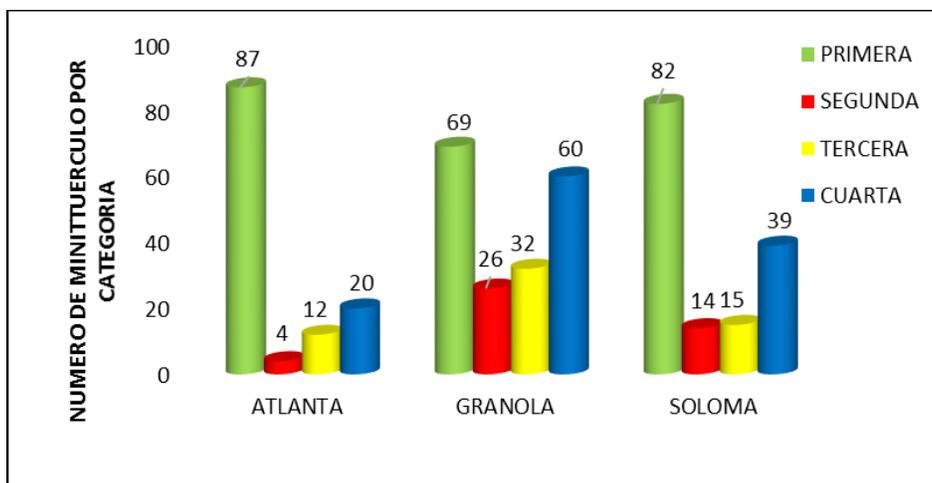


Figura 8. Número de minitubérculos por categoría.

Pérez (2018) obtuvo en la variedad Soloma, 401 minitubérculos en la categoría grande y 857 en la categoría mediana; en la variedad Tollocan obtuvo 60 minitubérculos en la categoría grande y 745 en la categoría mediana.

3.6.2. Peso de los minitubérculos de papa por categoría

Según los datos obtenidos, el mayor peso de los minitubérculos para las tres variedades de papa se obtuvo con la primera categoría, en la variedad Atlanta con un peso de 305.96 g, Granola con 247.07 g y la variedad Soloma con 158.38 g. El menor peso de los minitubérculos se obtuvo en la Cuarta categoría en las tres variedades de papa (Atlanta 2.26 g, Soloma 7.19 g y Granola 19.29 g) (figura 9).

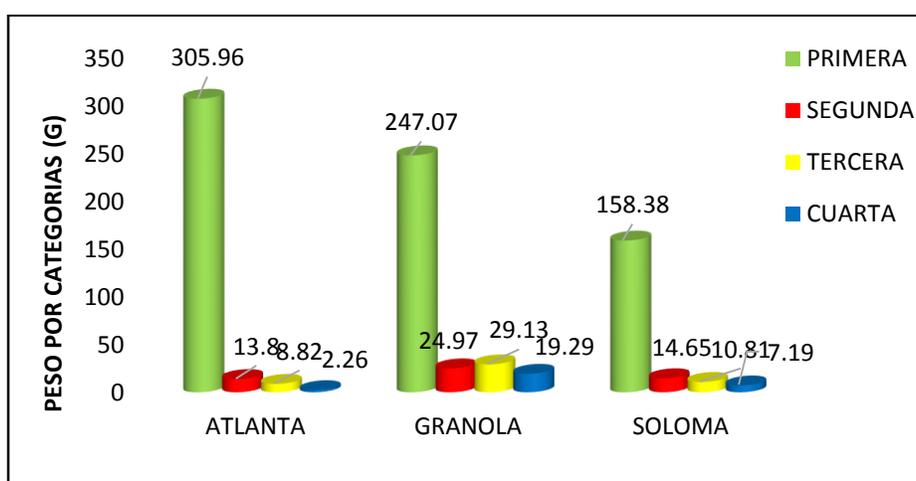


Figura 9. Peso de los minitubérculos de papa por categorías.

Según Vander Zaag (1987), a partir de la semilla básica se requieren cinco años o cinco ciclos agrícolas para producir tubérculo semilla certificada para usarse en la producción comercial de papa.

Gámez (2017) concluyó que en la medida que se incrementa el número de tallos, aumenta la cantidad de minitubérculos por planta, pero disminuye el peso promedio por minitubérculos.

4. CONCLUSIONES.

La interacción de la variedad Soloma con cuatro tallos presentó los mejores resultados de número de minitubérculos con 28.5.

La variedad Granola obtuvo tres minitubérculos en relación a dos y cuatro tallos, seguido por la variedad Soloma con dos minitubérculos con relación a tres tallos.

Los mejores pesos de los minitubérculos se obtuvieron en la interacción de la variedad Atlanta Testigo con un promedio de 339 g.

La producción por m² de la variedad Soloma (Generación tres) fue de 760 minitubérculos, seguido por la variedad Granola con 740 minitubérculos.

El rendimiento por m² de la variedad Atlanta (Generación tres) fue de 3.87 kg/m².

La primera categoría con la variedad Atlanta obtuvo 87 minitubérculos, seguido por la variedad Soloma con 82 minitubérculos.

La primera categoría con la variedad Atlanta obtuvo un peso de 305.96 g, seguido por la variedad Granola con 247.07g,

5. RECOMENDACIONES.

Para obtener mayor número de minitubérculos de papa por unidad de área se debe cultivar la variedad Soloma con cuatro tallos.

Dejar dos o cuatro tallos por cada minitubérculo para obtener mayor producción de minitubérculos.

Utilizar la variedad de papa Atlanta con tres tallos para obtener mayores rendimientos en kg/m².

Para obtener minitubérculos de papa de primera categoría con pesos mayores a 15.10 g se recomienda utilizar la variedad Atlanta.

Realizar investigaciones con otros materiales genéticos de papa y bajo otras condiciones ambientales.

6. BIBLIOGRAFÍAS.

Allen, E. 1978. The potato crop. The scientific basis for improvement. 2ed. Harris and Hall, Londres, Inglaterra. 4 p.

Argüelles, J; Carvajal, G. 2013. Estadística y diseño de experimentos Aplicaciones prácticas para diseño de experimentos en sistemas agropecuarios tropicales. 1 ed. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).Bogotá. Colombia. 81, 83 p.

CIP (Centro Internacional de la Papa, Perú). 1988. Fisiología de la planta de papa bajo condiciones de clima cálido. Lima, Perú. 3-11 p.

CIP (Centro Internacional de la Papa, Ecuador). 2015. Manual para la producción de semilla de papa usando Aeroponía (en línea). Consultado. 31 may. 2019. Disponible en <https://es.scribd.com.pdf>

Gámez, Y. 2017. Efecto del número de tallos en el crecimiento y rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Royal (en línea). Tesis Ing. Agr. Cuba, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Consultado 10 mar. 2019. disponible en <http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7985/yenisey%20g%c3%a1mez%20borr%c3%a1s.pdf>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2018. Anuarios de Estadísticas Agropecuarias 2017-2018. Santa Tecla, El Salvador. Consultado 27 ene. 2021. Disponible en <http://www.mag.gob.sv/direccion-general-de-economia-agropecuaria/estadisticas-agropecuarias/anuarios-de-estadisticas-agropecuarias/.pdf>

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador). 2015. Boletín climatológico, Anual 2015. El Salvador. 16 p.

Pérez, MA. 2018. Principios básicos de olericultura. 1 ed. San Salvador, El Salvador. 33, 98-102 p.

Pumisacho, M. 2002. El cultivo de papa en el Ecuador. INIAP. p. 36, 76 – 80

Struik, C; Wiersema, G. 1999. Sedd Potato Technology. Ed. Wageningen Pers, Wageningen. México. 45 p.

Vásquez, W. 2017. Evaluación de tres variedades de papa (*solanum tuberosum* L.), tres densidades de siembra y dos sustratos para producción de semilla prebásica (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 23 mar. 2020. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/11870/1/13101667..pdf>

Wiersema, G. 1981. Efecto de la densidad del tallo en producción de papa boletín de información técnico 1, Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. Consultado 26 mar. 2019. Disponible en <https://cipotato.org/es/.pdf>

Vander Zaag, DE. 1987. La papa de siembra: fuente de suministro y forma de utilizarla (en línea). Consultado 1 de abr. 2019. Disponible en <https://books.google.com.sv/books/.pdf>