



Artículo científico

DOI:10.5281/zenodo.10668534

## 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

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

Guardado-Castaneda, M.C.<sup>1</sup>, Pérez-Ascencio, M.A.<sup>2</sup>, Lara-Ascencio, F.<sup>3</sup>

Correspondencia:  
gc08038@ues.edu.sv  
mario.perez@ues.edu.sv  
francisco.lara@ues.edu.sv

Presentado:  
11 de febrero de 2021  
Aceptado:  
25 de marzo de 2021

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

### RESUMEN

La investigación se realizó de septiembre 2019 a febrero de 2020, en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. 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, a través de 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. 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 m<sup>2</sup> y rendimiento kg/m<sup>2</sup>. Los minitubérculos se clasificaron de acuerdo al peso en las siguientes categorías: primera, segunda, tercera y cuarta. Los resultados 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:** minitubérculos, hidroponía, semilla básica.

### ABSTRACT

The research was conducted from September 2019 to February 2020, in the greenhouse of the School of Agronomic Sciences of the University of El Salvador. The study consisted of evaluating the effect of the number of stems (two, three and four stems) and a control in three varieties of potato (*Solanum tuberosum* L.) "Atlanta", "Granola" and "Soloma", on the yield of minitubers of generation 2, using hydroponics techniques, with the purpose of producing basic seed. The research used a randomized complete block design with a bifactorial arrangement, with 12 treatments distributed in four randomized replicates. The Tukey

test for comparison of means was applied and the statistical software InfoStat was used for the analysis of the results. In the reproductive phase, minituber production per variety, number of minitubers per stem, average weight of minitubers, number of minitubers per m<sup>2</sup> and yield kg/m<sup>2</sup> were evaluated. The minitubers were classified according to weight into the following categories: first, second, third and fourth. The results showed that the potato variety "Atlanta" had the best yield with an average minituber weight of 317.81 g. The highest number of minitubers was obtained with the variety "Soloma", which had an average of 36.38 minitubers per plant.

**Key words:** minitubers, hydroponics, basic seed.

## INTRODUCCIÓN

La cantidad de tallos producidos por tubérculo es variable y 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 la que evaluó el efecto del número de tallos en el crecimiento y rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivar "Royal", los resultados mostraron que según 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; ocupan los tubérculos destinados al consumo, por tanto, 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, lo que se traduce en aumento de los costos de producción y reducción de las ganancias. 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 USD \$ 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.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del lugar de estudio

La investigación se realizó 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).

### Metodología de campo

La investigación se realizó bajo condiciones protegidas en un invernadero de forma semi-circular de 5 metros de ancho por 10 metros de largo, con un área total de 50 m<sup>2</sup>. 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.

### Siembra

Antes de realizar la siembra, las semillas de papa (tubérculos) se sumergieron durante 30 minutos en una solución que contenía la hormona ácido giberélico en dosis de 100 mg/L. Previo a la siembra de la semilla, el invernadero se limpió, reparó y desinfectó. La mezcla del sustrato de escoria volcánica (60%) con fibra de coco (40%), se desinfectó con hipoclorito de sodio al 1%. Cada jaba se llenó con 20 libras de sustrato (su capacidad máxima), aplicándole 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.

### 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).

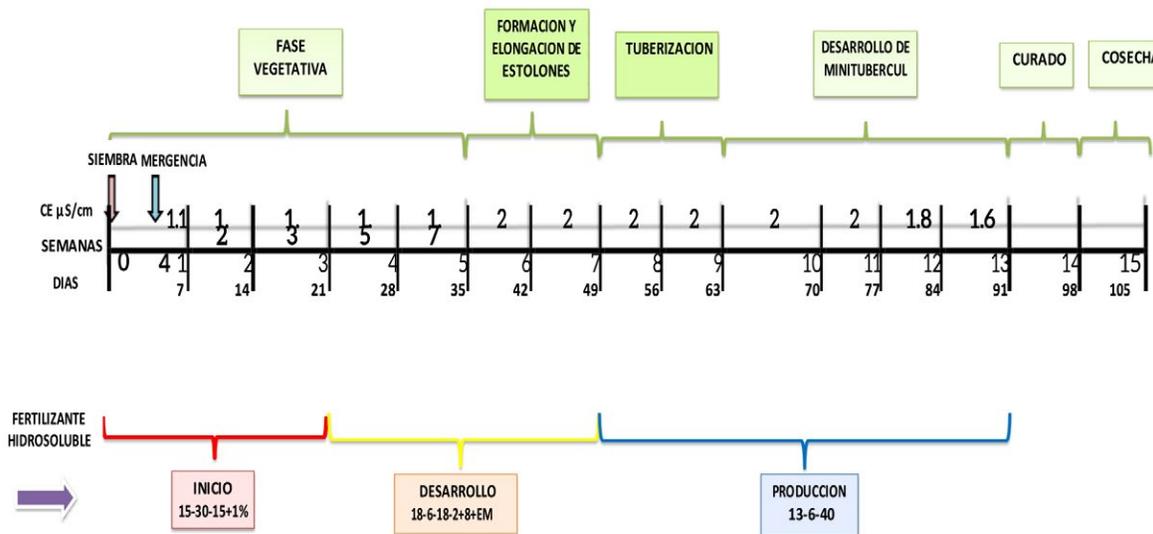


Figura 1. Programa de fertilización con base a la fenología del cultivo de la papa.

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, y solamente se dejaban 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 y 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.

- El proceso de curado previo a la cosecha consistió en podar la planta a una altura de 20 cm, con la finalidad de promover la suberización de la epidermis, y hacerla más resistente e impermeable.
- En la cosecha y clasificación de los mini tubérculos, se removió el sustrato y se recolectaron 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).

## Metodología estadística

### 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), es decir, 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 m<sup>2</sup>, 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 m<sup>2</sup>.

### 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.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Número de minitubérculos por variedad

En la Figura 2 se muestran que 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" y dos tallos con 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 ( $p < 0.05$ ).

La variable número de 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), menciona que 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.

### Número de minitubérculos por tallo

Los resultados muestran que el mayor número de minitubérculos por tallo se obtuvo en la interacción de la variedad "Granola" con dos tallos; el Testigo y la variedad "Soloma" con dos tallos, es decir, 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 ( $p < 0.05$ ). 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),

determinaron que el promedio de minitubérculos por tallo es de 2 a 3; comprobándose dichos datos en la presente investigación.

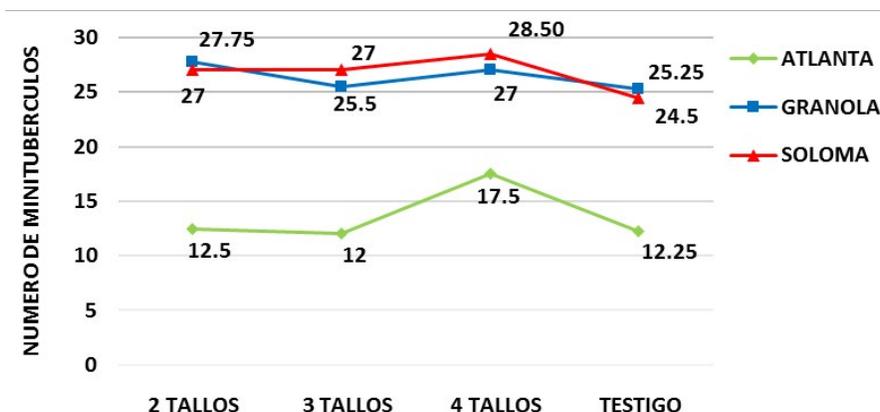


Figura 2. Número de minitubérculos en la interacción variedad con número de tallos.

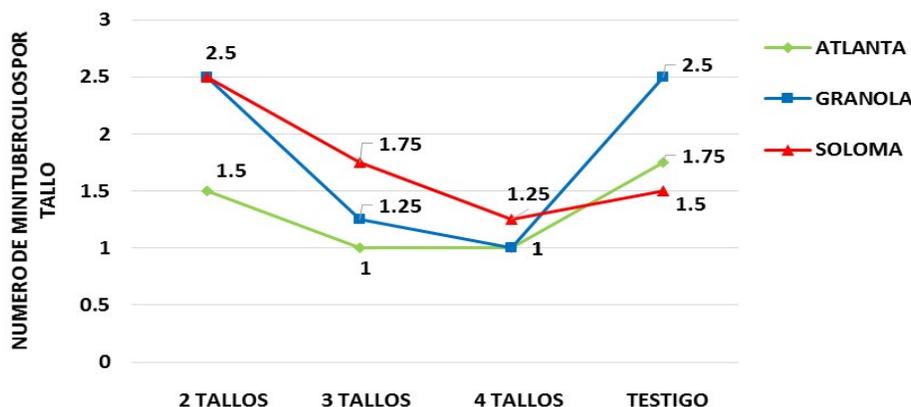


Figura 3. Número de minitubérculos por tallo en la interacción variedad y números de tallos.

### Peso de los minitubérculos

Según los resultados obtenidos, los mejores pesos de los minitubérculos se obtuvieron en la interacción de la variedad “Atlanta” y el Testigo con un promedio de 339 g; seguido por la variedad “Soloma” con tres tallos con 241.55 g, y por último la variedad “Granola” con 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 ( $p < 0.05$ ).

Vásquez (2017), afirma 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” presenta

rendimiento alto, ya que tiene mayor resistencia a la defoliación tardía y otras enfermedades que afectan al cultivar.

### Número de minitubérculos de papa en un área de un metro cuadrado (1 m<sup>2</sup>)

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).

El rendimiento se entiende como un proceso fisiológico complejo determinado por el genotipo, el ambiente y la interacción de estos, registrando en el

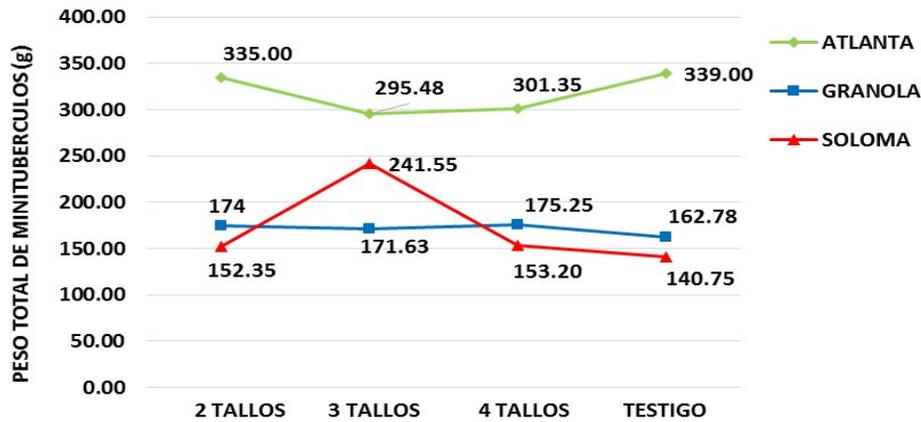


Figura 4. Peso de los minitubérculos en la interacción variedad y número de tallos.

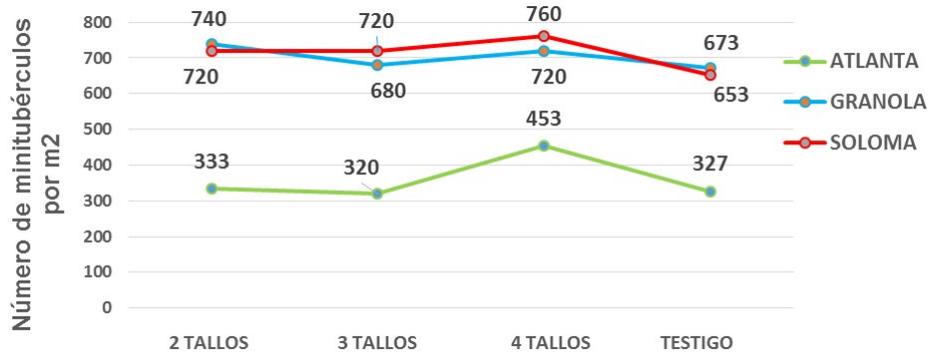


Figura 5. Número de minitubérculos de papa en un área de un m<sup>2</sup>.

estudio mayor producción de minitubérculos en la variedad “Soloma”, porque 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<sup>2</sup> en la variedad “Fripapa” fue de 997 minitubérculos y variedad “Puca Shungo” con 940 mini tubérculos.

### Rendimiento de minitubérculos de papa en kg/m<sup>2</sup>

Los resultados obtenidos muestran que el mayor rendimiento se obtuvo en la variedad “Atlanta” con tres tallos en 3.87 kg/m<sup>2</sup>, dos tallos en 3.77 kg/m<sup>2</sup>

y el Testigo en 3.45 kg/m<sup>2</sup>; seguido por la variedad “Soloma” con tres tallos en 3.21 kg/m<sup>2</sup> y por último la variedad “Granola” con tres tallos en 3.04 kg/m<sup>2</sup> (Figura 6).

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

### Clasificación de los minitubérculos en categorías

#### Número de minitubérculos de cada categoría

Según los resultados, el mayor número de

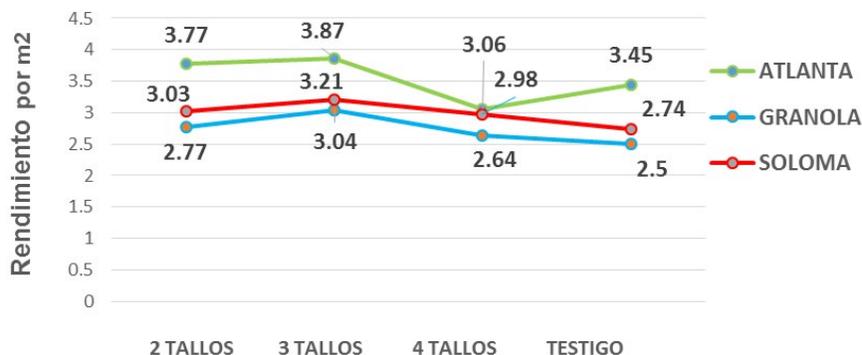


Figura 6. Rendimiento de minitubérculos de papa en kg/m<sup>2</sup>.

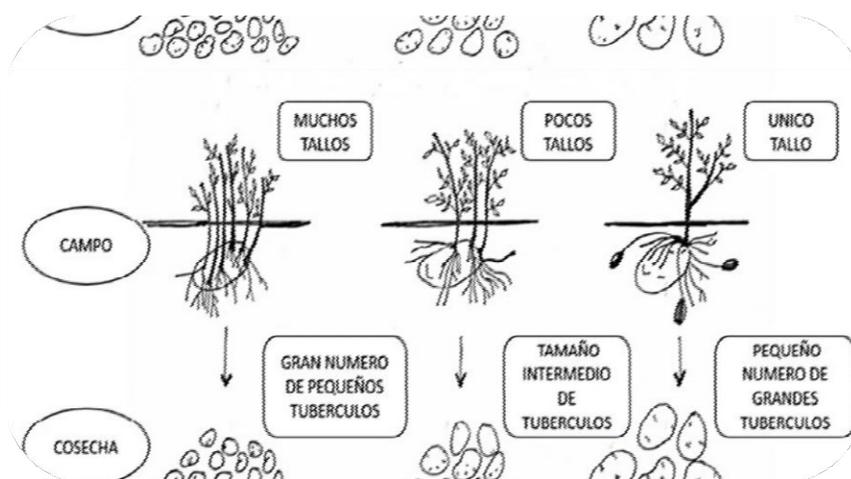


Figura 7. Efecto del número de tallos en el cultivo de papa. Fuente: Struik y Wiersema 1999.

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). Pérez

(2018), obtuvo en la variedad “Soloma” un total de 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.

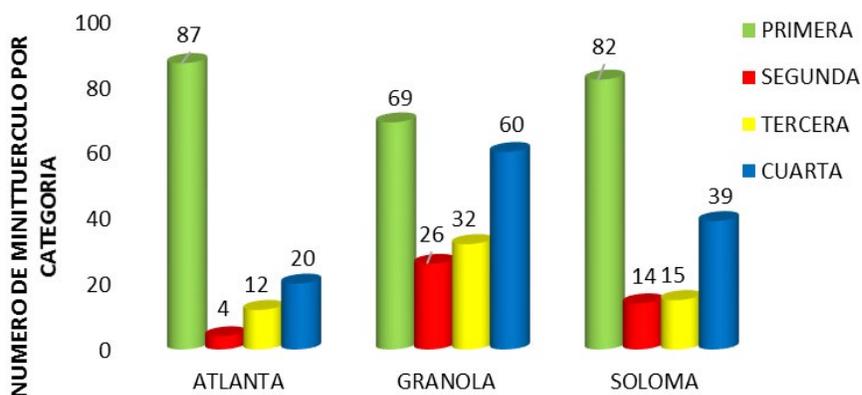


Figura 8. Número de minitubérculos por categoría.

## Peso de los minitubérculos de papa por categoría

Los análisis muestran que el mayor peso de los minitubérculos para las tres variedades de papa se obtuvo con la primera categoría; 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). 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.

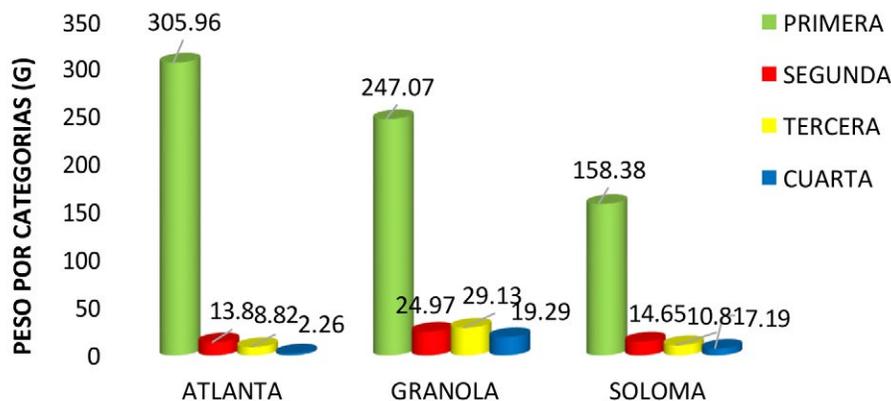


Figura 9. Peso de los minitubérculos de papa por categorías.

## CONCLUSIONES

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

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” y el Testigo con un promedio de 339 g.

La producción por  $m^2$  de la variedad “Soloma” (generación tres) fue de 760 minitubérculos, seguido por la variedad “Granola” con 740 minitubérculos.

El rendimiento por  $m^2$  de la variedad Atlanta (Generación tres) fue de  $3.87 \text{ kg}/m^2$ .

La primera categoría con la variedad “Atlanta”,

desarrollo 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.

## BIBLIOGRAFÍA

- 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 <https://www.mag.gob.sv/direccion-general-de-economia-agropecuaria/estadisticas-agropecuarias/anuarios-de-estadisticas-agropecuarias/>
- 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>
- 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>
- 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>