

PRODUCCIÓN DE SEMILLA PREBÁSICA DE PAPA EN EL SISTEMA AEROPÓNICO EN ECUADOR: EVALUACIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS

Cayambe, J.¹, Montesdeoca, F.², Andrade-Piedra, J.L.³

¹ Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador; ² Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP), apartado 17 01 340, Quito, Ecuador; ³ Centro Internacional de la Papa (CIP), apartado 17 19 129, Quito, Ecuador.

E-mail: jhenny_vanessa87@yahoo.es

Palabras clave: mini tubérculo, tubérculo-semilla

INTRODUCCION

Para garantizar producción, productividad, pureza varietal y sanidad del cultivo de papa se requiere semilla de óptima calidad. Frente a los bajos rendimientos de producción de semilla obtenidos en el sistema semi-hidropónico, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Centro Internacional de la Papa (CIP), han emprendido investigaciones para mejorar la productividad y abaratar los costos de producción de tubérculos-semilla categoría pre-básica utilizando la técnica de aeroponía. En base a la recomendación de una primera investigación realizada en Ecuador por Arias (2011), se desarrolló la presente investigación con la finalidad de determinar la solución nutritiva óptima para obtener tubérculos-semilla categoría pre-básica en dos variedades de papa, bajo el sistema aeropónico.

MATERIALES Y METODOS

La investigación fue realizada en el CIP, en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP en Quito. La infraestructura se construyó de acuerdo a especificaciones de Otazú (2009). Los factores en estudio fueron variedades de papa (v1 = INIAP-Fripapa y v2 = Superchola) y soluciones nutritivas: S1 (solución recomendada por la Universidad Nacional Agraria La Molina, de aquí en adelante referida como “Solución Molina”); S2 (solución recomendada por Horna. 2004) para aplicarse en el sistema semi-hidropónico, “Solución Horna”); y S3 (elaborada en base a requerimientos nutricionales del cultivo, “Solución de Requerimientos”). Las soluciones nutritivas fueron aplicadas en dos etapas fisiológicas: etapa inicial (desde trasplante hasta inicio de floración) y etapa final (desde floración hasta tuberización). Se implementó un diseño completamente al azar con tres observaciones. Las principales variables evaluadas fueron rendimiento por planta (g planta^{-1} y tubérculos planta^{-1}) y rendimiento por área (tubérculos m^{-2}) en las siguientes categorías: 1^{ra}: >60 g; 2^{da}: 60 a 40 g; 3^{ra}: 40 a 20 g; 4^{ta}: 20 a 10 g; 5^{ta}: 10 a 5 g; 6^{ta}: 5 a 2 g; y 7^{ma}: <2 g. Se realizó análisis de variancia, análisis de efectos simples, pruebas de Tukey y análisis financiero a través de la metodología del análisis de presupuesto parcial (CIMMYT, 1988). Luego de las cosechas los tubérculos fueron almacenados a 4°C.

RESULTADOS Y DISCUSION

A los 90 días después de trasplante se detectaron síntomas de toxicidad (debido a micronutrientes) para las soluciones S2 y S3 en las dos variedades, pero fue más severo en INIAP-Fripapa. A los 120 días se produjeron ataques de *Verticillum* sp. y de *Symmetrischema*

tangolias. En las dos variedades se efectuaron tres cosechas, con un intervalo de 20 días entre cosechas. No se obtuvieron tubérculos de primera ni de segunda categoría que sean representativos para realizar los análisis.

El análisis de variancia mostró que la interacción variedad por soluciones nutritivas no fue significativa en ninguna de las variables, salvo en tubérculos de 6^{ta}. categoría (Tabla 1). El análisis de efectos simples de soluciones en cada variedad detectó alta significación estadística únicamente para Superchola. En esta variedad se encontró que la mejor solución fue S3 (Requerimientos).

Tabla 1. Cuadrados medios de rendimiento total y por categorías de tubérculos pre-básicos producidos en aeroponía de 2 variedades de papa y 3 soluciones nutritivas en Ecuador.

F de V	GL	Rendimiento		Rendimiento por categorías (tubérculos m ⁻²)					Total
		g planta ⁻¹	Tub. planta ⁻¹	3 ^{ra} .	4 ^{ta} .	5 ^{ta} .	6 ^{ta} .	7 ^{ma} .	
Total	17								
Tratamientos	5	18118	507*	207	3739	18767	217347**	92564	492514
Var. (V)	1	48011	1184**	31	3244	7228	582942**	290854*	1181648**
Sol. Nut. (S)	2	338	170	501*	5171	2417	160601**	80388	581969
V x S	2	20953	505	2	2555	40888	91295*	5594	58493
Error	12	37353	122	84	3547	12820	20219	31527	213063

*: Significativo ($P < 0.05$); **: altamente significativo ($P < 0.01$). Todos los otros valores son no significativos ($P > 0.05$).

Tabla 2. Rendimiento total y por categorías de tubérculos pre-básicos producidos en aeroponía de 2 variedades de papa y 3 soluciones nutritivas en Ecuador.

Factores y niveles	Rendimiento		Rendimiento por categorías (tubérculos m ⁻²)					Total
	g planta ⁻¹	Tub. planta ⁻¹	3 ^{ra} .	4 ^{ta} .	5 ^{ta} .	6 ^{ta} .	7 ^{ma} .	
Var. (V)								
V1 I-Fripapa	481	90 b [¶]	22	155	456	583	747 b	1744 b
V2 Superch.	377	105 a	19	128	416	943	1001 a	2257 a
Sol. Nut. (S)								
S1 Molina	423	92	29 a	132	446	739	950	2163
S2 Horna	426	97	11 b	118	412	613	741	1641
S3 Requerim.	437	102	23 ab	175	448	937	932	2197
V x S								
V1S1	458	81	29	161	468	566	858	2017
V1S2	543	100	13	141	514	553	596	1307
V1S3	440	88	24	165	385	631	788	1908
V2S1	389	105	28	104	425	913 b	1042	2308
V2S2	309	93	9	96	311	673 b	886	1976
V2S3	434	116	22	185	511	1244 a	1076	2486

[¶]: valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

En relación a variedades, se encontraron diferencias significativas en número de tubérculos planta⁻¹ y número de tubérculos m⁻² de 6^{ta}, 7^{ma} y total (Tabla 1). En todas estas variables Superchola fue superior a I Fripapa (Tabla 2). En relación a soluciones nutritivas, no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables, salvo para número de tubérculos de 3^{ra} y 6^{ta} categoría (para 6^{ta}, ver análisis de efectos simples arriba) (Tabla 1). Las soluciones S1 (Molina) y S3 (Requerimientos) generaron mayor número de tubérculos de 3^{ra} categoría, en comparación a los obtenidos con S2 (Horna) (Tabla 2). El análisis financiero para la variedad I-Fripapa, determinó como única alternativa económica a S1 (Solución Molina), cuyo beneficio neto fue de 537 USD m⁻². Para el caso de Superchola, S3 (Solución de Requerimientos) presentó el mayor beneficio neto, equivalente a 458 USD m⁻².

A pesar de haberse presentado problemas con el tutoreo de las plantas, problemas fitosanitarios (*Verticillium* sp. y *S. tangolias*) y toxicidad por micronutrientes en las plantas que recibían las soluciones Horna (S2) y Requerimientos (S3), los resultados obtenidos superaron los promedios reportados por Arias (2011). Sin embargo, la mayor cantidad de tubérculos fue de la categoría 5^{ta} en adelante. Esto posiblemente se debió al intervalo de cosecha que se alargó demasiado con la intención de que los tubérculos engrosaran para que alcancen las primeras categorías (Farrán y Mingo-Castel, 2006). Los resultados de este estudio superan también aquellos alcanzados con el sistema semi-hidropónico con sustrato usado por INIAP, en el que se encuentran rendimientos de 15 tubérculos planta⁻¹ y 260 tubérculos m⁻² (Benítez et. al. 2005).

CONCLUSIONES

Se determinaron las soluciones nutritivas óptimas para I-Fripapa (Solución Molina) y Superchola (Solución Requerimientos), aunque los problemas presentados en este estudio (tutoreo deficiente, ataque de plagas y enfermedades, toxicidad y excesiva producción de tubérculos menores a 10 g) limitan el alcance de las recomendaciones. Estos problemas indican que la aeroponía es una técnica que requiere de un periodo de validación prolongado y condiciones de manejo rigurosas.

Se sugiere que futuros estudios se centren en los siguientes temas: mejorar el sistema de tutoreo; mejorar el manejo del invernadero (para evitar el ingreso de insectos como *S. tangolias*); probar fungicidas para control de *Verticillium* sp.; ajustar las soluciones nutritivas, en especial en el manejo de micro-nutrientes; definir la frecuencia de cosechas óptima (para evitar un número excesivo de mini tubérculos menores a 10 g); y verificar el desempeño de los mini tubérculos en campo.

BIBLIOGRAFIA

- Arias, D., Benítez, J., Montesdeoca, F., y Andrade-Piedra, J.L. 2011. Producción de Semilla Prebásica en el Sistema Aeropónico en Ecuador. IV Congreso de la Papa. Guaranda, Ecuador.
- Benítez J., Paredes M., Horna D., Gavilanes I. 2005. Producción de semilla pre-básica de papa, en sustrato con fertirrigación. Estacion Exp. Sta Catalina - INIAP. Quito, Ecuador. 7 p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Mx). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México. 79 p.
- Farran, I.; Mingo-Castel, A. 2006. Potato Minituber Production Using Aeroponics: Effect of Plant Density and Harvesting Intervals. Navarra, ES. Department of Plant Production, Institute of Agrobiotechnology. 7 p.

- Horna, D.; Orquera, A. 2004. Evaluación de cuatro soluciones nutritivas para la producción de tubérculo-semilla categoría prebásica con dos cultivares de papa bajo el sistema de manejo semi hidropónico. Rumipamba. 18(1):147-148
- Otazu V. 2009. Manual de producción de semilla de papa de calidad, usando aeroponía (en línea). Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. Consultado 23 abr. 2010.