

AEROPONÍA Y PAPAS

M.A. Nichols
Institute of Natural Resources
Massey University
Nueva Zelanda

INTRODUCCIÓN

Las papas son propagadas en dos formas, de semilla (usualmente llamada semilla verdadera) y de tubérculos (llamada semilla tubérculo). La semilla verdadera ha sido usada por siglos en los Andes, pero se encontró que la semilla verdadera fue difícil de manejar y raramente produjo igual cantidad y calidad de cultivos que aquellos producidos por semilla tubérculo.

Como las papas son normalmente propagadas vegetativamente pueden acumular y transferir patógenos sistemáticos de una generación del cultivo a otra y cuando esto ocurre se deteriora el potencial de rendimiento de las plantas.

El alto rendimiento de papas empieza con la producción de semillas de papa de alta calidad y claramente una clave de esto es reducir el número de generaciones de campo que se necesitan para multiplicar semillas pre-básicas o élite a semilla comercial. El método usual de producción de papa confía en el uso de semillas de papa vegetativas (75-100 g de peso) para mantener las características varietales. Desafortunadamente, la tasa de multiplicación por métodos normales no es muy rápida. Por ejemplo, para obtener suficiente tubérculos para hacer una plantación comercial de un nuevo cultivar es necesario que se obtengan de 5 a 7 generaciones en el campo.

A pesar del aislamiento y cuidado del cultivo el rendimiento potencial de semillas de papa frecuentemente se deteriora cada año en el campo debido a la acumulación sistemática de patógenos. Aún así cuando se empieza con material vegetal de alta sanidad puede haber una mayor declinación en el rendimiento potencial antes que sea producido un cultivo comercial.

Rápida Producción de Semilla de Papa usando Aeroponía

Desde comienzos de los años 80 los métodos de cultivo de tejidos han facilitado grandemente el proceso de producción de semilla de papa libre de patógenos. La producción de semilla de papa de alta calidad empieza con la producción de material vegetal producida en tejido de cultivo usando la atenuación térmica para producir material vegetal libre de patógenos conocidos. Mientras que los métodos de cultivo de tejidos han mejorado la disponibilidad de plantas libres de patógenos, los métodos de producción corriente son capaces de suministrar un número limitado de mini tubérculos por planta obtenida de cultivo de tejido basada en una labor intensiva, método de baja productividad por unidad cuando este material cultivado in vitro es sometido en un ambiente húmedo y cultivado en un medio sin suelo en un cobertor protegido de insectos para producir la primera generación de tubérculos.

Las estrategias que involucran la producción masiva de material vegetal de alta sanidad propagado mediante tejido de cultivo, y la transferencia de las plántulas endurecidas a campo para una generación de producción de semilla tubérculo tiende a la falta de la robustez para hacerlos exitosos. Esto es debido a las dificultades logísticas de producir un considerable número de plantas requeridas y, también a la susceptibilidad de los transplantes durante el establecimiento del campo. A pesar de los considerables esfuerzos para el desarrollo de un sistema de producción económica para producir semillas tubérculos en cultivo de tejido esto tiende a ser prohibitivamente caro, y no ha eliminado el número de generaciones de producción necesarios para multiplicar los stocks de semilla para uso comercial, aunque en Australia "Technico" ha establecido un sistema de producción de micro tubérculos, pero no está claro como opera y, una compañía de Moscú también está produciendo pequeños tubérculos a gran escala para suministrar a compañías internacionales como Fritolay y Pepsi Cola.

La Solución Nutritiva

La multiplicación del sistema aeropónico tiene el potencial para eliminar toda la generación de multiplicación de semilla de papa en el campo así como bajar los costos y elevar la calidad y sanidad de la planta de la primera generación de la producción en campo.

En nuestro trabajo en la Universidad de Massey hemos usado material vegetal de cultivo de tejido de alta sanidad suministrado por la colección nacional de germoplasma y material similar que acaba de ser liberado de cuarentena. En este sistema fueron producidos en tejido de cultivo esquejes foliares y, cuando tenían 2 cm fueron transferidos a un ambiente de invernadero húmedo usando una unidad de propagación MIST estándar intermitente con una cama calentada. En este ambiente cálido los esquejes desarrollaron raíces en un medio sin suelo bien drenado como la vermiculita, y cerca del 100% de enraizamiento fue obtenido.

Cuando los esquejes desarrollaron raíces y produjeron nuevo crecimiento, fueron colocados en macetas con muchas plantas en un espacio muy estrecho. Se obtuvo mayor propagación removiendo nuevos esquejes juveniles desde estas plantas cuando tuvieron 3-5 cm de largo. En un contraste marcado los esquejes de papas más viejas, siempre que estos esquejes fueron juveniles y tuvieron tallos sólidos, producían raíces fácilmente, justo como el material vegetal cultivado de tejido.

La propagación de nuevos esquejes podría continuar mientras el stock del material vegetal permanece juvenil, permitiendo que cientos de plantas saludables y productivas sean cultivadas de la planta original. En algunas partes del mundo los esquejes son producidos de yemas de tubérculos y plantados directamente en el campo, pero cuando esto se hace, las plantas jóvenes no son muy robustas y no tienen mucha reserva para competir con la adversidad en el campo.

Investigación en la Universidad de Massey

En la Universidad de Massey hemos comparado el sistema tradicional de producción de semilla de papa de alta sanidad con un número de diferentes sistemas hidropónicos. En dos estudios distintos ((Nichols y Christie, 2001), se comparó la productividad de un número de cultivares de papa en cuatro sistemas: 1) tratamiento control en medio de corteza, 2) sistema hidropónico de Flujo profundo, 3) Sistema NFT y, 4) sistema aeropónico.

En todos los casos, el sistema aeropónico produjo mayor número de tubérculos, aunque en uno de los experimentos el rendimiento (peso) de tubérculos fue mayor en el tratamiento control (Cuadro 1 y 2). En el segundo estudio el sistema aeropónico dio similar rendimiento que el sistema convencional en corteza, pero resultó en un incremento marcado en el número de tubérculos. Como el objetivo de este ejercicio es incrementar el número de plantas claramente se logró este objetivo. Además, usando el sistema aeropónico, es posible alcanzar la iniciación sincronizada de la tuberización, por lo que el volumen de los tubérculos son todos del mismo tamaño. Esto es difícil (si no es imposible) de alcanzar en un medio basado en corteza.

Cuadro 1. Efecto de diferentes sistemas de producción sobre las características de rendimiento de papa (Estudio 1)

Sistema	No tubérculos/planta	Peso de tubérculo (g)	Rendimiento por planta (g)
corteza	15.40	12.15	190.1
Flujo profundo	29.60	2.07	57.9
NFT	15.31	3.66	57.0
Aeropónico	37.34	2.45	82.6

Cuadro 2. Efecto del sistema de producción sobre el número de tubérculos y rendimiento de papa (Estudio 2)

Sistema	No tubérculos/planta	Peso de tubérculo (g)	Rendimiento por planta (g)
corteza	5.34	35.8	191.1
Flujo profundo	7.97	9.3	73.9
NFT	6.37	10.0	63.4
Aeropónico	19.34	10.8	208.2

No entendemos por qué, pero hemos encontrado que estresando a la planta por corto tiempo es adecuado para causar la iniciación de la tuberización, y esto tiene un mérito considerable porque nos habilita a obtener una cercana iniciación sincronizada de la tuberización, y esto asegura que (al menos en teoría) todos los tubérculos pueden ser cosechados al mismo tiempo.

Hemos estresados plantas exponiendo las raíces a un pH bajo por 24-48 horas, pero igualmente alguna otra forma de estrés (por ejemplo estrés por humedad) podría ser justo efectivo. Intencionalmente hemos evitado usar cualquier regulador de crecimiento para evitar la incorporación de químicos bioquímicamente activos en el material vegetal.

Obteniendo la sincronización de la iniciación de la tuberización se puede llevar a cabo la cosecha de mini tubérculos sobre un período de tiempo. No hemos encontrado mayores diferencias en el comportamiento de los diferentes cultivares, aunque algunos produjeron un número mayor considerable de mini tubérculos por planta. Hubo una clara diferencia entre cultivares, sin embargo, estuvo en relación al reposo.

Los mini tubérculos obtenidos de este sistema no pueden ser plantados inmediatamente en el campo, necesitan un proceso de maduración para superar cualquier reposo. Hemos demostrado que es posible reducir el reposo usando ácido giberélico, aunque existen diferencias entre cultivares, pero en el análisis final parece que el almacenamiento refrigerado probablemente sea la técnica más segura y, al menos, ambientalmente sensitiva para superar el reposo.

Aeroponía y Papas Gourmet “Precoz”

Existe un nicho de mercado para papas “precoces” gourmet, no solamente por hoteles de primera clase a nivel mundial sino también por supermercados en países desarrollados. Las papas gourmet son normalmente producidas en el campo. Los costos de cosecha y clasificación son caros, y los rendimientos del grado Premium son bajos. Hay variedades normalmente específicas cosechadas sobre un período de tiempo muy limitado. Las papas cultivadas en un sistema aeropónico ofrecen el potencial de producción de nuevas papas gourmet alrededor de un año.

El mercado que es dirigido es el área de restaurantes/líneas aéreas, y el objetivo es producir papas que tengan el mismo tamaño y que sean nuevas, con todas las cualidades de sabor y textural de una nueva papa. La aeroponía ofrece el potencial para cosechar tubérculos una vez que han alcanzado el tamaño deseado por varios meses de la misma planta. Nuestro trabajo en la Universidad de Massey sugiere que algunas variedades serán más convenientes que otras. Otra ventaja puede ser el potencial para modificar el sabor modificando el contenido de la solución nutritiva. Se ha sugerido que usando tecnología moderna de invernadero los rendimientos pueden ser superiores a 20 kg m⁻² por año.

Aeroponía y Nutrición del Cultivo

Hasta la fecha los programas de fertilización se han basado casi de la fertilización combinada con el riego aplicado en intervalos. El riego por goteo ofrece a los productores la oportunidad de proveer al cultivo el riego y la fertilización diariamente. En el futuro debido a las fuentes de agua limitadas, las papas serán cultivadas con riego por goteo combinado con fertilizantes líquidos (fertigación).

Un estudio fue realizado en la Universidad de Massey (Johnstone et al., 2001) usado para procesar tomates (no papas) con aeroponía para determinar los requerimientos de fertilizantes. En realidad las papas y los tomates son de la misma familia, y las semejanzas van mas allá que la parte económica de la planta, es un vertedero muy fuerte, el cual tan pronto es establecido reduce grandemente el crecimiento vegetativo futuro. Es muy importante establecer un buen índice de área foliar antes que ocurra el desarrollo del fruto (tubérculo). Se sugiere que determinar los requerimientos nutricionales de un cultivo en aeroponía (buena aireación, agua y nutrientes) es similar al riego por goteo en campo. Usando el procesamiento del cultivo de tomate es claro que la asimilación de nutrientes imita la acumulación de materia seca, así, cuando la planta es pequeña la demanda de nutrientes es baja.

Es posible reducir el uso de fertilizantes cuando las plantas son pequeñas, y aumentarla cuando las plantas son más grandes. Así, la lixiviación potencial de nutrientes a través del perfil del suelo se reduce grandemente. Todavía puede ser necesario determinar si el cultivo responderá (económicamente) a altas tasas de fertilizante cuando las plantas están pequeñas.

Literatura Citada

Johnstone, P.R., Nichols, M.A., Fisher, K.J. y Reid, J. 2001. Nutritional studies with processing tomatoes using aeroponics. *Acta Hort* 542, 143-150.

Nichols, M.A. y Christie, C.B. 2001. The benefits of high health aeroponic seed potatoes. *Growing Edge*, 13 (4): 20-25.

Nichols, M.A. 2005. Aeroponics and potatoes. *Acta Hort.* 670: 201-206.



Papa gourmet obtenido con aeroponía



Semilla de papa de alta sanidad