

## Región de Arica y Parinacota

## CULTIVO DE PAPA EN SISTEMA DE AEROPONÍA



► **Marjorie Allende Castro**  
Ingeniero Agrónomo  
Lic. en Agronomía  
Investigadora INIA Ururi



► **William Potter Pintanel**  
Ingeniero Agrónomo  
Lic. en Agronomía  
Investigador INIA Ururi

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el extremo norte de Chile, específicamente en la Región de Arica y Parinacota, se desarrolla en el territorio de la precordillera andina, por sus características de suelo y clima (temperaturas, humedad, radiación solar, entre otras variables). Ambos agentes, sumados al factor genético de la semilla, determinan el rendimiento y calidad de la producción local. Este último componente, en particular en la zona de precordillera andina, conforma un patrimonio agrícola de alto valor, dado por sus ecotipos de papas ancestrales que han perdurado de generación en generación, siendo la base de la alimentación de la cultura aymara, junto con el maíz.

Según el último estudio de ecotipos de la zona, denominado “Maíces y papas de la precordillera de la región de Arica y Parinacota”, realizado en 2014 por INIA Ururi, se mantenía gran diversidad de ecotipos de papas en el cordón precordillerano, los que han ido desapareciendo y, con ello, la riqueza genética (Figura 1). Entre estos destacaban: Lengua de buey o vaca, Yari, Oca, Chaucha, Ancanca, Llojche, Luque, Yema de Huevo, Manzana, Belina y Chiquiza Negra, siendo los ecotipos Pitohuallaca y Chiquiza los que aún se cultivan comúnmente.

Cabe destacar que el cultivo de papa en el cordón precordillerano se realiza en pequeñas superficies o terrazas y el rendimiento fluctúa entre 1.000 a 1.500 kg, en una superficie de 1.000 m<sup>2</sup>, lo que es considerado un rendimiento medio al compararlo con variedades comerciales utilizadas en otras regiones del país. Esta producción está directamente influenciada por la disponibilidad del recurso hídrico, proveniente de precipitaciones estivales. Es así como en años con precipitaciones normales (por sobre los 200 mm, según DGA), los rendimientos son superiores a los obtenidos en años donde el cultivo depende solo de los turnos de riego (alícuotas). Un segundo factor que limita considerablemente la producción de papas en la zona es el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp.), más conocido en la precordillera de la comuna

de Putre como “Arrocillo”, considerado la plaga de mayor importancia por las grandes pérdidas que ocasiona y que pueden superar el 50 % de tubérculos infestados al momento de la cosecha, reduciendo a su vez, la disponibilidad de material para semilla de la siguiente temporada. Esto por el daño que provoca la larva del gorgojo, principalmente, la que luego de su eclosión baja al suelo y penetra los tubérculos, generando galerías y permaneciendo en su interior hasta completar su ciclo larval. Luego, abandona el tubérculo, realizando característicos agujeros circulares de tres a cuatro mm de diámetro (el número de galerías por tubérculo está en directa relación con el nivel de infestación en el campo). Posteriormente, prepara bajo tierra una celda para pupar, pasando por las fases de pre pupa, pupa y adulto invernante. Cuando los agricultores riegan el suelo para la siembra, los gorgojos invernantes se activan y emergen desde este.

Sobre esta base se presentan dos problemáticas para la producción de papas en la precordillera andina de la Región de Arica



Figura 1. Ecotipos de papa precordillerana

y Parinacota: la disponibilidad del recurso hídrico y la presencia del gorgojo andino en los suelos. Con el fin de evitar la pérdida de este recurso genético, se debe conjugar la conservación de saberes ancestrales, con tecnologías que permitan superar problemáticas, en caso que se requiera mejorar la calidad y rendimiento de estos ecotipos ancestrales. Al respecto, tecnologías de cultivo como la aeroponía se vislumbran como una alternativa para el uso más eficiente del recurso hídrico sin uso de suelo.

### SISTEMA DE CULTIVO AEROPÓNICO

La aeroponía como sistema de cultivo sin suelo, al igual que los sistemas de cultivos hidropónicos (Nutrient Film Technique (NFT), Raíz Flotante y New Growing System (NGS)), se desarrollan sin ningún anclaje sólido para el sistema radicular, a diferencia de cultivos en sustratos (orgánicos e inertes) y/o tradicionales. Todos estos sistemas de cultivos sin suelo son desarrollados a través de una disolución nutritiva que recircula, permitiendo un ahorro del recurso hídrico y aislando el sistema radicular de patógenos del suelo.

El sistema de cultivo en aeroponía proviene de los términos griegos *aero* y *ponos*, que significan aire y trabajo, respectivamente. En este sentido, el principio básico es el desarrollo de un cultivo, cuyo sistema radicular crece en una atmósfera cerrada y saturada de humedad, pulverizando las raíces colgantes, mediante el fertirriego de una disolución rica en nutrientes (en forma de pequeñas gotas), permitiendo el desarrollo del cultivo en condiciones aisladas y de inocuidad. Como resultado, el volumen radicular es mucho mayor en comparación con un sistema de cultivo tradicional, ya que las raíces pueden explorar, sin dificultad, en un sistema oscuro y sin barreras físicas, solo suspendido en el aire y permanentemente expuestas a la solución nutritiva, sin limitación de nutrientes (Figura 2). Debido a la condición de tener raíces expuestas, el procedimiento obliga a mantener el funcionamiento permanente, sin interrupciones del fertirriego para evitar deshidratación, por lo que es necesario un sistema de energía eléctrica continua, ya sea a la red eléctrica y/o un sistema de respaldo, en caso de corte eléctrico.

Bajo el marco del programa INIA – CONADI, denominado “Promoción integral de riego y desarrollo integral para personas indígenas y/o parte de comunidades indígenas de la Región de Arica y Parinacota”, se estableció un módulo de validación para la producción de semillas de papa en la localidad de Chapiquiña, en la comuna de Putre, a



Figura 2. Raíces en aeroponía (módulo INIA)

3.000 m.s.n.m (Figura 3), como una alternativa de cultivo para obtener semilla limpia y libre de plagas, como el gorgojo de los Andes o arrocillo (*Premnotrypes latithorax*). Este módulo se desarrolló bajo un sistema de invernadero mixto (malla antiáfidos y polietileno), el que permitió la exclusión del sistema en términos de plagas, además de mejorar las condiciones climáticas para el control de temperatura y humedad ambiental; parámetros fundamentales para el éxito del cultivo.

Cabe señalar que el sistema aeropónico debe mantener un riego sobre la base de pulsos de pocos minutos y en alta frecuencia, para evitar que las raíces se deshidraten. De esta forma se mantiene una humedad ambiental saturada por sobre el 95 % y una temperatura media cercana a los 18 °C al interior del “cajón de cultivo”, lo que se logra mediante emisores de alto caudal (60 L/h) del tipo microjet y a una presión cercana a los 20 m.c.a. Con esto se obtiene un tamaño de gota menor o



Figura 3. Módulo INIA de papa en aeroponía, en localidad de Chapiquiña

igual a 0,05 milímetros, permitiendo generar una nebulización al interior del sistema, lo que contribuye a una adecuada oxigenación y absorción de nutrientes (Figura 4).

En términos de superficie física, la aeroponía se desarrolla en contenedores que son estructuras tipo cajones rectangulares, diseñados para establecer el cultivo con raíces suspendidas en su interior, lo que se logra mediante orificios ubicados en la parte superior y sobre los cuales se realiza el trasplante de las plántulas previamente germinadas (Figura 5). La estructura de cajón puede ser de madera o metal, y su marco debe ser forrado con láminas aislantes (aislapol) de 4 o 5 cm de espesor, a modo de paredes selladas, con el propósito de aislar las raíces de las condiciones ambientales externas al sistema de producción y mantenerlas en oscuridad (Figura 6). En nuestra experiencia, la estructura consideró una leve pendiente de aproximadamente 2 %, para asegurar el drenaje de la solución nutritiva, la que es recolectada al final de la línea de riego y almacenada en un estanque para su recirculación (Figura 7).


Cabe destacar que este tipo de cultivo requiere de un ambiente de máxima sanidad, por tal razón, no se recomienda implementarlo al aire libre, sino más bien, en un ambiente controlado, ya sea invernadero u otro. Además, el desarrollo y funcionamiento del sistema, requiere de un monitoreo continuo de parámetros visuales del cultivo, acompañado del análisis de parámetros de CE y pH de la solución nutritiva, lo que permite realizar correcciones de las dosis de fertilizantes, a través de equilibrios iónicos, entregando cantidades equilibradas acorde a la demanda y en el momento oportuno. 



Figura 4. Aspensor interior cajón (módulo INIA)



Figura 5. Esponja sujeción tallo (módulo INIA)



Figura 6. Cajón de aeroponía (módulo INIA)



Fig 7. Esquema simplificado papa aeroponía. Fuente. Centro Internacional de la Papa (CIP), 2015