

# DESAFÍOS DEL CULTIVO DE PAPA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

*María Teresa Pino  
Sergio González*

La papa cultivada (*Solanum tuberosum* L.) es el cuarto cultivo más importante a nivel mundial, luego del maíz, el arroz y el trigo. La producción mundial de papa supera los 350 millones de toneladas en una superficie de 19 millones de hectáreas (<http://www.potatopro.com/world/potato-statistics>). La papa es cultivada en 149 países, siendo China, India y Rusia los mayores productores a nivel mundial; en Latinoamérica, Perú es el principal productor, con 4.473.503 Ton (FAOSTAT, 2014). En Chile, la superficie cultivada con papa durante la temporada 2014/2015, alcanzó las 50.526 ha, mostrando una variación positiva de 3,2% respecto a la temporada anterior (ODEPA, 2015). Algunos datos estadísticos se presentan en la **Tabla 1.1**.

**Tabla 1.1.** Principales países productores de papas durante el año 2012 (FAOSTAT, 2014).

Ranking	País	Producción (t)
1	China	85.860.000
2	India	45.000.000
3	Federación Rusa	29.532.530
4	Ucrania	23.250.200
5	Estados Unidos de América	19.165.865
6	Alemania	10.665.600
7	Polonia	9.091.900
8	Bangladesh	8.205.470
9	Países Bajos	6.765.618
10	Francia	6.340.807

A pesar de su distribución en muy diferentes condiciones climáticas, extendiéndose desde los 65° Latitud Norte a los 54° Latitud Sur, la mayoría de los cultivares comerciales de papa de alto rendimiento requieren de climas más bien moderados y alta disponibilidad de agua (Hijmans, 2003). La papa cultivada requiere una temperatura de 20°C para crecer vegetativamente, mientras que la temperatura óptima para la tuberización está entre los 14 y 22°C. Temperaturas superiores pueden afectar el crecimiento y la calidad de los tubérculos, y se ha observado que temperaturas sobre los 30°C inhiben completamente la tuberización. Particularmente, las temperaturas nocturnas tienen una influencia crítica en la diferenciación de tubérculos y formación de almidón. Se ha observado que temperaturas nocturnas sobre los 22°C inhiben la tuberización (Hijmans, 2003; Kleinkopf *et al.*, 2003; Schafleitner *et al.*, 2007; Hancock *et al.*, 2014). El cultivo de papa es sensible al déficit hídrico, se desarrolla en óptimas condiciones con humedades entre 60 y 80% de capacidad de campo. La demanda hídrica está entre los 350 y 650 mm durante su pleno periodo de crecimiento vegetativo, dependiendo de la tasa de evapotranspiración y del cultivar utilizado (Sood y Singh, 2003).

## EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU EFECTO EN LA DISTRIBUCIÓN DEL CULTIVO DE PAPA

Estudios del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático IPCC (por su sigla en inglés, Intergovernmental Panel on Climate Change), muestran que, en conjunto con el alza en las temperaturas medias, también se proyectan cambios en las precipitaciones y en la frecuencia de ocurrencia de eventos climáticos extremos. De acuerdo a las proyecciones de las emisiones de gases de efecto invernadero, se proyecta que la temperatura media subiría entre 2°C y 4°C al final del presente siglo, mientras que el nivel del mar subiría entre 29 y 82 centímetros, producto del derretimiento de los hielos polares y de los glaciares, lo cual generaría graves consecuencias en la actividad agrícola y en la población. También, para latitudes medias y altas, se espera un incremento en las precipitaciones. Sin embargo, su distribución puede ser un problema porque tenderían a concentrarse en períodos más cortos y serían de mayor intensi-

dad. Mientras en zonas mediterráneas y tropicales se proyecta una disminución en las precipitaciones, en zonas áridas los periodos de sequía serían más frecuentes e intensos (IPCC, 2007; IPCC, 2013). En áreas impactadas por el fenómeno de “El Niño”, se ha notado que las fases de sequía están siendo más severas y las precipitaciones se concentran en cortos períodos, causando inundaciones y otros problemas. En Chile, el escenario climático al 2040, proyecta la intensificación de la aridez, avance del desierto hacia el sur, reducción de las precipitaciones en la zona central, aumento de precipitaciones en las zonas australes del país y mayor ocurrencia de eventos climáticos extremos, como heladas o inundaciones. Las proyecciones indican que se produciría un aumento de temperatura de hasta 4°C, mientras que las precipitaciones disminuirían en alrededor del 30% en la zona central (AGRIMED, 2008; MMA, 2014).

En Uruguay, se proyecta que los ciclos de sequías e inundaciones se acentúen, en conjunto con un aumento general de la temperatura. En el escenario futuro más pesimista, los científicos prevén una elevación de temperaturas de 1,5°C para 2050, sobre todo en el norte de este país. En Perú, por su parte, sobre el 70% de la población vive en zonas vulnerables al cambio climático y gran parte de ella se dedica a la agricultura; tanto la agricultura como la biodiversidad se verían seriamente afectados por eventos climáticos extremos. Un alza de temperatura de una tasa de 0,1°C al año, causaría el derretimiento del 40% de los glaciares en el Perú en los próximos 10 años. Según el Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAM), en 25 años el área de los glaciares andinos se redujo de 2.042 a 1.596 kilómetros cuadrados (Geng, 2007).

Los escenarios climáticos reportados por el IPCC indican que las concentraciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera, aumentarían de las 385 partes por millón [ppm] a niveles que fluctuarían entre las 540 y 970 ppm para el año 2100 (IPCC, 2015). Algunos estudios sugieren que a mayores concentraciones de CO<sub>2</sub> se incrementaría la fotosíntesis en plantas C3, como las papas. La tasa de fotosíntesis neta aumentaría entre 10% y 40% a elevada concentración de CO<sub>2</sub> (720 ppm), consecuentemente aumentarían el número de tubérculos por planta y el tamaño de los tubérculos,

sugiriendo un aumento en los rendimientos en 10% por cada 100 ppm de aumento de CO<sub>2</sub> (Katny *et al.*, 2005; Högy y Fangmeier, 2009). Sin embargo, esta mayor capacidad de asimilación de CO<sub>2</sub> que presentarían las plantas C3 estaría limitada por la disponibilidad de agua, porque las plantas cuando experimentan déficit hídrico, rápidamente cierran sus estomas limitando el intercambio gaseoso y la fotosíntesis. Asimismo, la mayor incidencia de plagas y enfermedades, detonada por el incremento térmico, podría neutralizar largamente este efecto en la productividad.

El cambio climático podría ser muy desfavorable para la agricultura, particularmente en áreas donde los cultivos crecen bajo condiciones límites de temperatura y/o de disponibilidad hídrica. La mayoría de los cultivos agrícolas dependen del agua y cualquier cambio en el régimen de precipitaciones y particularmente la ocurrencia de periodos de sequía afectaría a gran parte de los cultivos, siendo los sistemas productivos de secano los más vulnerables. Recientes estudios en papa cultivada indican que, mientras el calentamiento global en latitudes altas favorecería el cultivo, en regiones tropicales y subtropicales tendría un efecto negativo (Hijmans, 2003).

El calentamiento en latitudes medias y altas, permitiría extender la estación de crecimiento del cultivo de la papa, favoreciendo así su cultivo en países como Canadá y Rusia porque se podría adelantar la época de plantación y aumentar el número de ciclos en una temporada. Contrariamente, los países más cercanos a zonas tropicales serían más vulnerables para el cultivo de la papa, ya que los rendimientos se podrían reducir hasta en un 50%. De hecho, en estas últimas temporadas, la sequía y altas temperaturas han afectado a 130.000 hectáreas en Colombia, causando pérdidas del 50%. En Europa, se proyecta que los rendimientos aumentarían hacia el norte, se mantendrían estables hacia el oeste, disminuirían hacia el este y prácticamente el cultivo desaparecería hacia el sur, específicamente en zonas de Italia y Grecia. Particularmente, al norte de Europa, se espera un aumento en el tamaño del tubérculo y mayor porcentaje de materia seca, pero también se proyecta un periodo de post-cosecha más corto y mayor concentración de azúcares (Hijmans, 2003; FAO, 2015).

Por su parte, el Centro Internacional de la Papa (CIP) ha sugerido que el aumento sostenido de la temperatura está ejerciendo una alta presión de selección sobre las papas silvestres; cerca del 20% de ellas corre el riesgo de extinguirse para el año 2055. Asimismo, estudios del CIP en los últimos 10 años, basados en encuestas a productores de papas y en imágenes satelitales, revelan que, durante los últimos 30 años, los agricultores peruanos de las zonas andinas han tenido que trasladar sus cultivos hacia áreas de mayor altitud. Esto, con el objetivo de escapar del aumento de enfermedades y plagas, debido al alza térmica. Sin embargo, si el cambio climático sigue este ritmo, los productores de papas no tendrán tierras a mayor altitud donde cultivar (CIP, 2012). Así, en conjunto con cambios en las temperaturas, también se proyectan cambios en los ciclos de plagas y enfermedades. En papas, la incidencia del tizón tardío, vectores de virus y nemátodos se acentuaría. Por ejemplo, en Europa, se proyecta un ataque más temprano del tizón tardío, un aumento en el número de ciclos por temporadas para algunos nemátodos y mayor incidencia de áfidos. En Chile, también se observa este tipo de respuesta en el cultivo de papa.

El escenario del cambio climático a los próximos 50 años, sólo basado en los cambios de temperatura, proyectan que el cultivo de papa experimentaría una disminución de sus rendimientos, entre 18 y 33% si no se toman las medidas de adaptación necesarias frente al nuevo escenario. Sin embargo, estas pérdidas podrían ser significativamente menores - hasta en un 9% - si se implementan medidas de adaptación (Hijmans, 2003; Schafleitner *et al.*, 2011). La **Tabla 1.2** entrega información sobre el impacto que tendría el cambio climático con y sin medidas de adaptación.

La complejidad tanto de la respuesta fisiológica como molecular de las plantas y su capacidad de adaptación, podrían hacer pensar que las plantas tendrían la suficiente capacidad para adaptarse por sí mismas al cambio climático. Sin embargo, esto es poco probable porque su velocidad de adaptación se verá sobrepasada por la mayor velocidad a la que están ocurriendo los cambios climáticos. Asimismo, la capacidad de adaptación de las variedades comerciales altamente productivas, estaría limitada por su estrecha

**Tabla 1.2.** Variaciones proyectadas en el rendimiento potencial (%) de papas debido al cambio climático para el período 2040–2059 (Hijmans, 2003).

País	Sin adaptación	Con adaptación
China	-22,2	-2,5
India	-23,1	-22,1
Rusia	-24,0	-8,8
Perú	-5,7	+5,8
Nepal	-18,3	-13,8
EEUU	-32,8	-5,9

base genética. La mayoría de estas han sido mejoradas para lograr su máximo potencial de rendimiento en condiciones óptimas de suelo y temperatura. Por lo tanto, uno de los nuevos desafíos que enfrenta la investigación agrícola es crear variedades que logren altos rendimientos bajo circunstancias adversas de temperatura y baja disponibilidad de agua.

Esto no es una tarea fácil, debido a que la tolerancia a condiciones de estrés abiótico -como temperaturas extremas y sequías- está asociada a baja productividad (Hijmans, 2003). Entre algunas medidas de adaptación, se sugiere adelantar la época de plantación para escapar de las temperaturas altas y sequía estival, implementar técnicas de riego altamente eficiente como riego por goteo y por pulsos, y ajustar los tiempos de riego. Sin embargo, en algunas zonas estas medidas no serían tan fácil de implementar porque la época de plantación dependería de los cultivos precedentes, de la disponibilidad de agua, de la capacidad de inversión, de la incidencia de plagas y enfermedades y también del mercado. Entre otras medidas sugeridas, destaca el usar variedades más tempranas para escapar a la sequía. Una medida de adaptación más drástica sería el traslado del cultivo de papas hacia otras zonas más favorables, hacia aéreas de mayor latitud y altitud (Schafleitner *et al.*, 2011).

En todo caso, es evidente que los agricultores, por si solos, no tienen la capacidad de generar las circunstancias que permitan tener éxito en la adaptación del cultivo de la papa a las nuevas condiciones climáticas. Si se quiere tener éxito en adaptar un cultivo a las nuevas condiciones climáticas (significando la preservación de genotipos locales, generación de cultivares más tolerantes al estrés climático y nuevas estrategias de gestión en campo), se hace necesario contar con un proceso de adaptación planificada, esto es adaptación desde el Estado, con inversión de recursos públicos.

## LITERATURA CONSULTADA

**AGRIMED (2008).** Impactos productivos en el sector silvoagropecuario de Chile frente a escenarios de cambio climático. Análisis de vulnerabilidad del sector silvoagropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile frente a escenarios de cambio climático, Santiago, Chile.

**CIP (2012).** Climate Change is adversely impacting potato farming in Peru's Andes, according to recent findings at the International Potato Center (CIP). <http://cipotato.org/press-room/press-releases/climate-change-takes-a-toll-on-andean-potato-farming/> (Último acceso Abril 2012).

**FAO (2015).** Crop Water Information: Potato, In [http://www.fao.org/nr/water/cropinfo\\_potato.html](http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_potato.html) (Último acceso Marzo 2015).

**FAOSTAT (2014).** FAOSTAT online database, <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (Último acceso Marzo 2014).

**Geng Torres, L. (2007).** El Futuro de Perú ante el cambio Climático CONAM, 18p. [http://www.comunidadandina.org/development/cl\\_LuisGeng.pdf](http://www.comunidadandina.org/development/cl_LuisGeng.pdf).

- Hancock, R. D., Morris, W. L., Ducreux, L. J., Morris, J. A., Usman, M., Verrall, S. R., Fuller, J., Simpson, C.G., Zhang Hedley, P.E., and Taylor, M. A. (2014).** Physiological, biochemical and molecular responses of the potato (*Solanum tuberosum* L.) plant to moderately elevated temperature. *Plant, Cell and Environment*, 37(2), 439-450. doi: 10.1111/pce.12168. Epub 2013 Aug 27.
- Hijmans, R. J. (2003).** The effect of climate change on global potato production. *American Journal of Potato Research*, 80(4), 271-279.
- Högy, P., and Fangmeier, A. (2009).** Atmospheric CO<sub>2</sub> enrichment affects potatoes: 1. aboveground biomass production and tuber yield. *European Journal of Agronomy*, 30(2), 78-84.
- IPCC (2007).** Climate Change: the AR4 Synthesis Report Edited by Rajendra K. Pachauri IPCC, Geneva, Switzerland. [https://www.ipcc.ch/pdf/...report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/...report/ar4/syr/ar4_syr.pdf) (Último acceso diciembre 2014).
- IPCC (2013).** Fifth Assessment Report, WG1 AR5. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/> (Último acceso junio 1015).
- IPCC (2015).** Carbon Dioxide: Projected emissions and concentrations. [http://www.ipcc-data.org/observ/ddc\\_co2.html](http://www.ipcc-data.org/observ/ddc_co2.html), (Último acceso noviembre 1015).
- Katny, M. A. C., Hoffmann-Thoma, G., Schrier, A. A., Fangmeier, A., Jäger, H. J., and van Bel, A. J. (2005).** Increase of photosynthesis and starch in potato under elevated CO<sub>2</sub> is dependent on leaf age. *Journal of Plant Physiology*, 162(4), 429-438.
- Kleinkopf, G.E., Brandt, T.L., and Olsen, N. (2003).** Physiology of tuber bulking, en Idaho Potato Conference on January 23 (2003). [http://www.cals.uidaho.edu/potatoes/Research andExtensionTopic/GrowthandPhysiology/ PhysiologyOfTuberBulking-03.pdf](http://www.cals.uidaho.edu/potatoes/Research%20and%20ExtensionTopic/GrowthandPhysiology/PhysiologyOfTuberBulking-03.pdf) (Último acceso enero 2015).



**MMA (2014).** Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Oficina de Cambio Climático Ministerio del Medio Ambiente Santiago, Chile. <http://portal.mma.gob.cl/cambio-climatico/> (Último acceso marzo 2015).

**ODEPA (2015).** Cultivos anuales: Estimación de superficie sembrada a nivel nacional años agrícolas 2013/14 y 2014/15. <http://www.odepa.cl/cultivos-anuales-estimacion-de-superficie-sembrada-a-nivel-nacional-anos-agricolas-201112-y-201213-2> (Último acceso septiembre 2015).

**Schafleitner, R., Gutierrez, R., Espino, R., Gaudin, A., Pérez, J., Martínez, M., Domínguez, A., Tincopa, L., Alvarado, C., Numberto, G., and Bonierbale, M. (2007).** Field screening for variation of drought tolerance in *Solanum tuberosum* L. by agronomical, physiological and genetic analysis. *Potato Research*, 50(1), 71-85. doi: 10.1007/s11540-007-9030-9.

**Schafleitner, R., Ramirez, J., Jarvis, A., Evers, D., Gutierrez, R., and Scurrah, M. (2011).** Adaptation of the potato crop to changing climates. *Crop Adaptation to Climate Change*. [Yadav, S., Redden, B. Hattfield, JL, and Lotze-Campen, H.(ed.)]. Wiley-Blackwell, Oxford, UK, 287-297.

**Sood, M. C., and Singh, N. (2003).** Water management. Khurana, SMP, Minhas; JS, Pandey, SK (Eds.). *The Potato: Production and utilization in sub-tropics*. Mehta Publishers. New Delhi, India, 111-120.