

UNAP

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
DEL ESTADO DE CHILE

Revista Digital **CANCHONES**

N° 10



Facultad de
RECURSOS NATURALES RENOVABLES
UNIVERSIDAD ARTURO PRAT

La Agricultura y la Ruralidad
de Nuestro Norte



Las opiniones vertidas en la Revista Digital Canchones son de exclusiva responsabilidad de quienes las emiten, quedando la Universidad Arturo Prat liberada de cualquier responsabilidad civil o penal que ello con llevease.

"No vaya a ser que, por buscar salidas, nos quedemos sin entradas"

Mafalda
(y un eterno saludo a Quino)

La frase señalada por la genial Mafalda, refleja, de manera importante, la realidad que vivimos con nuestra agricultura del norte. Es decir, esforzarse por encontrar muchas soluciones, principalmente asociados a contingencias de corto plazo, las cuales no siempre son respuesta a las realidades y problemas de fondo que vivimos.

Solamente unos pocos días previos a la aparición de esta revista, en Chile se realizó un plebiscito el cual, entre otras múltiples consecuencias, definirán una senda de futuro para afrontar, entre muchas otras realidades contingentes, los desafíos de la agricultura nacional y, en particular, de nuestra agricultura del norte.

Reiteramos que objetivo de esta revista siempre ha sido, y será, el contribuir con ideas y propuestas que sirvan para apoyar el desarrollo equitativo de estos territorios que, por décadas, no han tenido la posibilidad de recibir, en condiciones similares, los mismos derechos que el Estado entrega al resto de los ciudadanos de este país.

Como todos los números anteriores de la revista Canchones, en este, se entregan diversas perspectivas, respecto de nuestra nortina agricultura, sus contingencias y visiones de futuro que permitirían una agricultura de futuro, más sustentable, más productiva y respetuosa tanto de los sistemas productivos actuales, como de las diferentes culturas existentes en los territorios. Per

Como siempre, se reitera que esta es una revista absolutamente inclusiva, en donde se respetan todas las ideas que quieran ser expresadas, siendo un espacio para la discusión, análisis y conclusiones que sirvan para mejorar nuestra ruralidad nortina. Como revista universitaria, las únicas restricciones planteadas son el respeto al lector y el apego a la verdad. Lo anterior será de especial relevancia para lo que ocurrirá en Chile y en nuestro norte

Queremos dejarles el correo electrónico de nuestra publicación, revistacanchones@unap.cl, para que sirva como un real medio de interacción para quienes trabajan en y con la agricultura y, en general, para todos a quienes efectivamente les importa la ruralidad de nuestra región y de nuestro norte

Las contingencias y las consecuencias que afrontan nuestra agricultura del norte

Cuando aparezca este número de la revista Canchones, en Chile y nuestro norte, se estarán viviendo una serie de contingencias como son, entre otras, una pandemia producida por el corona virus, las consecuencias de un reciente plebiscito, un ciclo de bajas precipitaciones en la zona centro norte de Chile y uno de altas precipitaciones durante el verano en el norte.

Sin duda que, durante los próximos meses y años, serán múltiples las dinámicas sociales, políticas y económicas que se manifestarán en Chile y que, sin duda, abrirán diversos escenarios posibilitando que estas dinámicas se discutan, conversen y acuerden y, que posibiliten la definición de nuevos escenarios productivos, ojalá mejores que los actuales. Haciendo un resumen de estas dinámicas, podemos enunciar algunas, quizás ya señaladas muchas veces, pero que siempre están vigentes para el sector rural de la Región de Tarapacá.

El agua

Aquí hay 2 elementos para considerar. Uno es lo relativo con el actual Código de Aguas, el cual fue publicado durante el año 1981. Lo anterior, implica que este es un documento que debe ser actualizado y mejorado, adaptándolo a la nueva realidad del uso del agua y que está imperante en la actualidad de Chile. Esta es una temática de trascendencia nacional y, a la cual no podremos estar ajenos. Esto, seguramente implicará la definición, para el futuro cercano, de nuevos procedimientos, para aprovechar y usar, de manera eficiente y sustentable, este recurso vital.

El segundo punto es la urgente necesidad por mejorar las eficiencias de riego aplicadas en nuestra región, en donde más del 80% de la superficie cultivada, es regada por métodos muy poco eficientes, como son los sistemas gravitacionales, algo que, con una visión de futuro, no se entiende, considerando la escasez y creciente demanda por este recurso. No obstante lo anterior, no existe un apoyo significativo para el desarrollo de tecnologías de riego más apropiadas a las realidades de la agricultura de la región de Tarapacá. Este, es un gran punto por analizar.

Jorge Arenas Charlín
Doctor Ingeniero Agrónomo
Universidad Arturo Prat
jarenas@unap.cl



El desarrollo tecnológico

Una característica de los subsidios para desarrollar las tecnologías productivas en la agricultura local, tienen 2 problemas principales. El primer problema, es el alto centralismo en los procesos de elección de las prioridades respecto de lo que hay que investigar y, paralelamente, en la asignación de los subsidios.

El segundo problema es que, por lo general, los subsidios de investigación se entregan para solucionar problemas de corto plazo, quedando postergados, durante décadas, una serie de problemas productivos de fondo y que requieren de períodos de investigación más prolongados para encontrar soluciones productivas efectivas. Hoy en día, la priorización de horizontes de corto plazo (2 a 3 años) para solucionar los problemas productivos, ha acotado enormemente la posibilidad de lograr una mayor diversidad productiva y, el logro de mayores, mejores y más eficientes sistemas agrícolas.

La educación básica

Considerando los datos del último censo nacional (2017), el principal grupo etario que emigró desde el sector rural, fueron los jóvenes menores a los 18 años, ¿por qué ocurriría esto?. Posiblemente, la educación rural impartida, sea la que mejor pueda explicar la alta tasa emigrativas de los jóvenes. Por lo general, la educación rural, que depende de las municipalidades rurales, es una actividad que se desarrolla con una aguda escasez de recursos, y que define grandes inequidades formativas respecto de los jóvenes que estudian en zonas urbanas. Es estratégico que la región defina estrategias para la mejora de la educación rural y, de esta forma, disminuir la emigración de los jóvenes. Si lo anterior no se realiza, posiblemente todas las otras iniciativas que se tomen para mejorar las economías locales, tendrán un impacto escaso, o nulo, respecto de la mejora en la calidad de vida y estabilización de las actuales poblaciones rurales. El sector rural de la Región de Tarapacá merece una educación de calidad y apropiada a sus realidades y necesidades, presentes y futuras.

La organización de los agricultores y los sistemas productivos.

En la región de Tarapacá, predominan las iniciativas productivas individuales antes que las asociativas. ¿Y por qué lo anterior?, cuando, por lo general los emprendimientos asociativos entre varios productores pueden disminuir los costos y, además tener acceso a tecnologías más eficientes, como pueden ser en extracción de agua y empleo de maquinaria agrícola. Un ejemplo de lo anterior es un grupo de agricultores de La Tirana, que construyeron un sondaje y lo administran de manera asociada, extrayendo agua, de mayor calidad y con menores costos unitarios. ¿Cómo que no se puede?

Por otra parte, un grupo de agricultores de Pica se organizó y venden sus cosechas en un espacio asignado para ellos en un gran supermercado de Iquique. Con lo anterior logran mejores precios de venta y posicionarse respecto de otros agricultores de Pica. ¿Se habría logrado esto con iniciativas individuales? Posiblemente no. Sin duda que han logrado posicionar las frutas de Pica y distinguirlas de frutas con otras procedencias. ¿Cómo que no se puede?

¿Qué falta entonces? Buena pregunta, pero las respuestas aún no han llegado ¿Podrán llegar alguna vez?

Quien salga elegido como Gobernador Regional de Tarapacá durante el año 2021, debiera considerar al desarrollo de la provincia del Tamarugal con sus deficiencias y potencialidades como uno de los ejes estratégicos de su gestión. Lo anterior marcaría una gran diferencia, justificándose la creación de este importante Cargo de Administración regional. Si no hay cambios sustantivos en las percepciones oficiales imperantes y, se mantengan las estrategias definidas para lograr un efectivo desarrollo rural, entonces todo habrá sido para nada, tristemente, seguiríamos en lo mismo.

Agricultura de Tarapacá en el día de hoy

En el reporte "El futuro de la alimentación y la agricultura: tendencias y desafíos", publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), estima que en 2050 la agricultura tendrá que producir casi 50 por ciento más de alimentos. En el año 2050 la población mundial será de 9.100 millones de personas, un 34 % superior a la de hoy en día, y prácticamente la totalidad de este incremento de la población tendrá lugar en los países en desarrollo. La urbanización continuará a un ritmo acelerado y aproximadamente el 70 % de la población mundial será urbana (en la actualidad esta cifra es del 49 %). El nivel de ingresos será varias veces superior al actual. Para alimentar a esta población más numerosa, más urbana y rica, la producción de alimentos deberá aumentar. La producción anual de cereales habrá de aumentar desde los 2.100 millones de toneladas actuales hasta los 3.000 millones, mientras que la producción anual de carne deberá aumentar en más de 200 millones de toneladas hasta alcanzar los 470 millones.

La región de Tarapacá no está ajena a esta situación y, es por esto que hoy se está trabajando en este desafío. Nuestra región se está expandiendo para el uso agrícola en nuevas tierras, especialmente en la Pampa del Tamarugal, que son de las más desérticas del planeta, como también buscando nuevas fuentes y optimización del recurso hídrico. Los incrementos de la producción requeridos para satisfacer la creciente demanda de alimentos en nuestra zona tendrán que venir principalmente de progresos en la productividad y de la eficiencia en el uso de los recursos.

El principal reto es producir más con menos, preservando y mejorando al tiempo los medios de subsistencia de los pequeños agricultores familiares

y asegurando el acceso de los más vulnerables a los alimentos.

La región busca cambiar a una producción alimentaria más sostenible que hagan un uso más eficiente de la tierra, el agua y otros insumos y reduzca enormemente el uso de combustibles fósiles, aprovechando la energía renovable disponible. Esto está exigiendo más inversiones en sistemas agrícolas y agroalimentarios, así como un mayor gasto en investigación y desarrollo, para promover la innovación, apoyar el aumento sostenible de la producción y encontrar formas mejores de abordar cuestiones como la escasez de agua y el cambio climático.

La región de Tarapacá depende alimentariamente, aproximadamente en un 55%, de otras regiones del país o de otros países, tarea que nos está obligando a disminuir esta brecha, generando más alimentos en la región como frutas y hortalizas que se pueden producir localmente y ¿por qué no?, distribuir a otras zonas. En esta tarea contra el tiempo, de producir más alimentos para garantizar la seguridad alimentaria, no podemos pasar por encima de la soberanía alimentaria, es decir debemos rescatar, apoyar, proteger los alimentos locales como la quínoa, ajo, orégano, zanahoria, tumbo, huacatay, capulí, entre muchos otros productos que le dan la identidad a la región. Se está potenciando la Pampa del Tamarugal por medio de proyectos y programas de FIA, Indap, Conadi, CNR, para especializarla en la seguridad alimentaria, y las quebradas, altiplano y oasis para incrementar la soberanía alimentaria por medio de Sipan, INIA, Conaf, principalmente, sin ser estas áreas excluyentes en sus funciones.

Al crecer la población demandará más agua, hay que recordar que la primera prioridad que tiene este recuso es para el consumo humano. Esto nos pone en una situación compleja, hay que producir más alimento con menos disponibilidad de agua, sumando las características desérticas regionales. Es por ello que se está utilizando la tecnología disponible, actualmente se ha iniciado la tarea de masificar la utilización de invernaderos hidropónicos, con energía renovable, sistemas que permiten producir más, y en forma más rápida, hortalizas y frutas, con mucho menos agua y en forma inocua. Otro objetivo en esta línea es buscar nuevas fuentes de agua para la agricultura, como atrapanieblas, utilización del agua atmosférica, reutilización del agua, desalinización, recarga de acuíferos, cosecha de agua (piscinas de decantación, guateros, por dar ejemplos que almacenen el agua de las lluvias estivales por mencionar algunas), objetivos de mediano - largo plazo dadas sus características de inversión, pero que se están incorporando como matriz de diversificación hídrica irrenunciable.

Nuestros agricultores, como promedio, superan los 65 años, en diez años más no estarán para cumplir estos objetivos, por lo tanto se está trabajando en forma urgente para crear un cambio generacional, atraer a los hijos y nietos de los actuales agricultores, los cuales tienen una relación estrecha con la nueva tecnología, se han capacitado en distintas tecnologías, son los que trabajarán abriendo y cerrando válvulas de riego desde sus celulares, fertilizarán con drones, utilizarán la agricultura de precisión, utilizarán sus actuales conocimientos en comercialización y valor agregado. Actualmente la juventud se está integrando con gran aceptación en la producción hidropónica, se está trabajando, para que ellos tengan nuevas fuentes de ingresos, con la introducción de nuevas variedades mucho más rentable como el dátil, azafrán, equipamiento de plantas de procesamiento de quínoa, comercialización, con el propósito de que el territorio le de reales y atractivas fuentes de ingreso que permita su permanencia en la actividad agrícola.

Hace poco, se promulgó la Política Nacional de Desarrollo Rural, donde 12 Ministerios Públicos deben reducir la desigualdad entre el mundo rural y urbano, con indicadores concretos que debe hacer seguimiento Odepa, instancias que generarán condiciones de salud, conectividad, educación, etc, que buscan favorecer la incorporación de la juventud al mundo rural.

El cambio climático, otro factor considerado en esta tarea, nos está ocupando en generar mejores defensas fluviales, redes de estaciones meteorológicas más potentes, modificando o incorporando nuevas variedades productivas adaptadas a estas nuevas condiciones climáticas.

Se está trabajando especialmente con el SAG para prevenir amenazas transfronterizas y emergentes para los sistemas



Fernando Chiffelle Ruff

Ingeniero Comercial
Ingeniero Agrónomo (E)
Seremi de Agricultura de
Tarapacá

La Perita de Pascua, un recurso fitogenético adaptado a florecer y dar frutos en el desierto más seco del mundo, el desierto de Atacama

¿Qué es un recurso fitogenético?

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) define los Recursos Fitogenéticos como "la diversidad de semillas y materiales para la siembra, de variedades tradicionales y de cultivares modernos, de variedades silvestres afines a los cultivos y de otras especies de plantas silvestres, que son la base biológica de la seguridad alimentaria". Este concepto ilustra la capacidad que tienen los organismos a adaptarse a cambios ambientales desfavorables y, de esta manera, mantener en márgenes sostenibles la producción de alimentos para la población humana. Lo anterior, insertos dentro de procesos como el cambio climático, que producirían un efecto negativo para la sobrevivencia de muchas especies comestibles.

Con el contexto anterior, la macrozona norte de Chile, es una reserva natural, a cielo abierto, de recursos fitogenéticos especialmente adaptado a condiciones ambientales extremas, tales como:

- Alta salinidad y altas concentraciones de metales en suelos,
- Pobres en disponibilidad de nutrientes,
- Con escasez de agua,
- Con aguas que tengan altas concentraciones de sales solubles y de sales insolubles,
- Con alta radiación solar incidente,
- Con excesiva altitud y,
- Con grandes variaciones entre las temperaturas extremas del día.

Lo anterior, convierte a las plantas que habitan estos ambientes en, verdaderas máquinas de sobrevivencia y fuente activa de estrategias de adaptación a estas condiciones que son desfavorables para un gran número de especies. La mayoría de las adaptaciones de las plantas silvestres y cultivadas en estos

Daniela Urbina Alvear
Ingeniera en Biotecnología
Universidad Arturo Prat
daurbina@unap.cl



ambientes está almacenada en su genoma. La selección natural, definida por Darwin, hace más de un siglo, es el gran fenómeno que nos permite entender el cambio a escala evolutiva de los organismos y que, finalmente, permita generar una especie nueva a partir de un ancestro común. Lo anterior ocurre, como consecuencia de la aparición de mutaciones espontáneas en la información genética, lo cual ha permitido que, innumerables especies, puedan adaptarse, sobrevivir y establecerse, colonizando ecosistemas nuevos, gracias a la presión selectiva que muchos ambientes inhóspitos ejercen sobre ellas.

Para los árboles frutales, existen ejemplos que son dignos de estudiar a nivel genético y genómico, tales como: el mango, la guayaba, limones y naranjas de pica, la perita de pascua, entre otros. Estos frutales no son nativos, pero con cientos de años de cultivo en nuestra región han sido capaces de adaptarse y adquirir características morfológicas, fisiológicas y organolépticas propias, que los hacen únicos e inconfundibles.

Especial curiosidad me genera la "Perita de Pascua" (Figura 1), fruto que se ha usado por siglos en ceremonias religiosas y de los pueblos originarios. Este frutal es un cultivar de la especie *Pyrus communis*, o pera común, nativa de Asia occidental y Europa oriental, la cual hoy en día, es una de las frutas con mayor volumen de consumo a nivel mundial. Una variable muy interesante



de la "Perita de Pascua" es el alto contenido de compuestos antioxidantes, en relación a los contenidos de otras variedades de la misma especie y, que se cultivan masivamente en Chile y, en otras latitudes del mundo (cv Pachkman's triumph, entre otras).

En Chile, la "Perita de Pascua", crece y se cultiva desde la región de Arica y Parinacota hasta la región de Atacama. Es una variedad de pera adaptada tanto, al ambiente extremo del desierto de Atacama, como a los valles de la precordillera de la macrozona norte. Se caracteriza por su tamaño pequeño, de cascara suave y de color verde claro, de pulpa color crema, jugosa en madurez, cuyo sabor y aroma presentan notas dulces. Estas descripciones del fruto son cualitativas y existe poca, casi nula investigación formal y publicada en revistas científicas nacionales e internacionales respecto a sus atributos organolépticos, procesos fisiológicos, desarrollo del fruto, sobrevida post-cosecha, susceptibilidad a patógenos, manejo agronómico, entre otros. Más interesante y aun no explorado, son los cambios a nivel genético, de expresión y abundancia de genes y proteínas que le han permitido a esta especie adaptarse y establecerse en estos ecosistemas. Debido a esto, la "Perita de Pascua", es un recurso vegetal, que se prospecta como una importante fuente de información genética que permita adaptar a nuevos ambientes extremos, a las variedades comerciales de pera y otros frutales que pertenecen a la misma familia, como son, por ejemplo, los manzanos.

En el contexto del cambio climático y el avance de la desertificación en Chile y el mundo, es relevante dirigir los esfuerzos a explorar los recursos biológicos adaptados a estos nuevos escenarios ambientales. Lo anterior, con el fin de generar estrategias sustentables y sostenibles que nos permitan protegerlos y conservarlos y, además, utilizarlos para la generación de variedades comercializables que sean capaces de ser cultivadas en estos ambientes extremos, asegurando su producción y calidad de cosecha. Por lo anterior, pretendo aportar en la caracterización fisiológica y molecular del fruto de la "perita de pascua", con el fin de conocer las estrategias que desarrolla este fruto para hacer frente a su adverso medio ambiente.

Proyecto "Vino del Desierto": Una alternativa productiva, con historia, para la agricultura del Desierto

La región de Tarapacá fue un importante productor de vinos en distintos formatos, tales como vino tipo oporto, generoso, dulce, e incluso de aguardiente o Pisco. Una pregunta importante es desde cuándo, ya que se pierde en el tiempo y hay algunos trabajos que tratan de dilucidarlo. Lo conocido, es que en Pica y Matilla, en especial en la Quebrada de Quisma, además de Puquios fueron importantes productores que generaron una industria que contaba con tradiciones y una cultura asociada a la vitivinicultura. Cerca de La Huayca un par de socios llamados Peter Muffeller y Enrique Fröelich crearon el Vino Canchones en el predio llamado Los Puquios. Estos fueron reconocidos por el Gobierno de Chile mediante la Medalla al Mérito en grado de Caballeros por su contribución a la agricultura del desierto. Distintos factores que afectaron a la región generaron la desaparición de esta producción de vinos, primero el Pica y Matilla (la última vendimia reportada es en 1937) y finalmente en Los Puquios parece que fue en 1949, cuando Froelich es entrevistado por que esta arrancando las vides.

El Sr. Enrique Fröelich es contratado por CORFO al parecer en 1946 para tomar a cargo el desarrollo de la Estación Experimental Canchones, donde realiza experimentación con distintos cultivos, frutales y hortícolas, incorporando tecnologías adelantadas a su época que aun se pueden encontrar en la estación. Por ejemplo, el estanque acumulador que aun se utiliza, conectaba a un sistema similar a un sistema de riego californiano, trasladando el agua por tuberías subterráneas hasta canales, desde los que por medio de sifones de metal eran dispuestos a los cultivos. Entre estos frutales plantó una viña destinada a uva de mesa que aun esta siendo utilizada.

Marcelo Lanino Alar
Magister Ingeniero
Agrónomo
Universidad Arturo Prat
mlanino@unap.cl

La Estación Experimental Canchones ha sido un lugar de constante investigación, docencia y extensión en agricultura del desierto. Durante el año 2003 comienza un trabajo de investigación en búsqueda de las plantas que estaban abandonadas desde el período señalado anteriormente. Este trabajo fue realizado por el Departamento Agricultura del Desierto. Con estas se crea un jardín de variedades en la estación, recuperando estas plantas para su investigación.

Estas plantas de vid son las plantas madres utilizadas para recuperar la producción de vino en la región, principalmente debido a que han demostrado su adaptabilidad a las condiciones de la Pampa del Tamarugal, a sus condiciones edafoclimáticas, al agua utilizada para el riego. Pero, además, para recuperar esa "memoria" de los vinos generados en la región.

Estas actividades involucran no solo a los estudiantes de agronomía, sino a los de biotecnología, Ciencias del Mar, Arquitectura e incluso de otras carreras de la UNAP. La UNAP se regocija con una actividad llamada la Fiesta de la Vendimia. Distintas autoridades académicas e incluso regionales se hacen presentes.



Esto permite presentar distintos proyectos a instancias que permitirían avanzar, pero en Chile no es innovador producir vino. Solo lo reconoce la misma región, por medio de un fondo llamado FIC, Fondo para la Innovación y Competitividad, evaluado por el Gobierno Regional y el Consejo Regional de Tarapacá.

Damos un salto tecnológico importante, desde un vino artesanal, probablemente un vino tipo Oporto a los primeros vinos comerciales. Esos vinos evolucionan hasta lograr la primera medalla de Oro de los últimos 100 años en el Concurso Catad'Or 2018 con un vino blanco de la cepa Tamarugal.

El interés crece, se renueva y comenzamos a recibir

visitas de turistas que les llamó la atención. Esto aumentó hasta permitir ganar el proyecto FIC de Enoturismo del Vino del Desierto.

Pero sigue evolucionando, la mesa de cata de La CAV (Club de Amigos del Vino) evalúa nuestros vinos y nos califican con 89, 90 y 91 puntos, catalogándolos como "Super Premium", entre 1.600 etiquetas.

¿Qué etapas siguen?, algunas que tenemos que experimentar es con la elaboración de vinos espumantes y destilados. Es el gran desafío para obtener nuevos productos. Además, estará disponible la Ruta del Vino del Desierto.

Es decir, aún queda mucho por hacer.



Biofortificación, un nuevo enfoque agrícola

La población mundial crece de forma exponencial, se espera que en un par de décadas el planeta albergue a más de 9 mil millones de personas, lo que implica una enorme presión sobre los agroecosistemas, puesto que la demanda por alimentos será cada vez mayor. Sin embargo, esto no es nuevo, en la década de los 50 experimentamos una situación similar cuando la tasa de crecimiento anual pasó del 0,85% a más del 2,0% en tan sólo veinte años, lo que significó un aumento en más de mil millones de personas, trayendo repercusiones para todos los segmentos socioeconómicos. Para la agricultura representaba un gran desafío, puesto que la productividad de los cultivos debía aumentar conforme aumentaba la demanda por alimentos. Gracias a la Revolución Verde y a los avances tecnológicos desarrollados en la época, la producción de alimentos en el mundo aumentó significativamente y la demanda por alimentos, en función del constante crecimiento de la población, pudo ser acompañada.

En la actualidad nos enfrentamos a un desafío aún mayor, ya que, si bien la producción de alimentos ha acompañado el crecimiento poblacional y a pesar de que el consumo de carbohidratos es adecuado (aproximadamente 2.500 kcal/día), aún existe una gran parte del mundo que consume cantidades deficitarias de nutrientes. Algunos estudios indican que sobre el 60% de la población mundial consume cantidades deficientes de hierro; más de 30% consume poco zinc y yodo; y cerca de un 15% presenta consumo deficitario de selenio, todos elementos esenciales para el normal crecimiento y desarrollo del ser humano. En diferentes regiones del mundo, la desnutrición ha causado efectos catastróficos. Según datos de la Organización Mundial

de la Salud y la UNICEF, en el año 2002 el 54% de las muertes de niños menores de 5 años de países en desarrollo fue ocasionado la incidencia de enfermedades crónicas asociadas al bajo consumo de los nutrientes antes mencionados.

En Chile, existe poca información respecto al estado nutricional de la población, según datos publicados por el Departamento de Nutrición y Alimentos del Ministerio de Salud, en el año 2014 cerca de 140 mil niños menores de 5 años sufrían algún trastorno alimenticio asociado a deficiencias nutricionales, como retraso en el crecimiento, atrofia muscular o sobrepeso.

Un reciente estudio concluyó que la dieta de la población urbana en Chile (entre 15 y 65 años) está lejos de ser óptima, haciendo un llamado al diseño e implementación de políticas de salud pública destinadas a mejorar la calidad de la dieta de los chilenos, principalmente en grupos de alto riesgo de contraer enfermedades crónicas.

Víctor Vergara Carmona
Doctor Ingeniero Agrónomo
Universidad Arturo Prat
vivergara@unap.cl

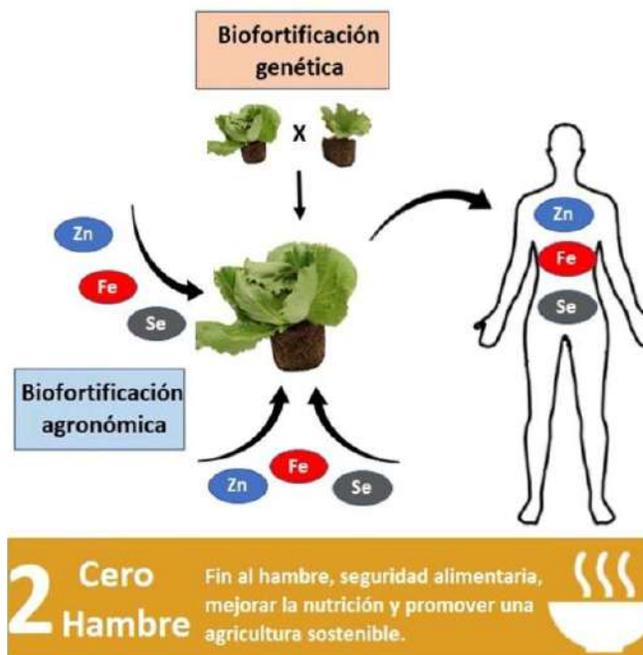


De esta forma, podemos inferir que nos hemos preocupado de incrementar la productividad de nuestros cultivos, mejorar su desempeño en campo, su aspecto visual y de postcosecha, en desmedro de su valor nutricional, lo que nos lleva al escenario actual, donde debemos, además de incrementar los rendimientos de las cosechas, aumentar su valor nutritivo, todo bajo condiciones adversas como el cambio climático, la casi nula posibilidad de expansión de áreas agrícolas, la pérdida de suelo fértil y los cambios demográficos en un mundo globalizado.

En gran parte, la deficiencia de nutrientes en la población se debe a la baja disponibilidad de minerales en los suelos agrícolas, lo que culmina en una producción de alimentos que no satisface las necesidades nutricionales diarias de las personas, que finalmente se manifiestan a través de diferentes trastornos alimenticios. Uno de los casos más emblemáticos, y que dan cuenta de ello, fue lo ocurrido en el noroeste de China, donde la deficiencia endémica de selenio en los suelos agrícolas, por años causó la enfermedad llamada Kashin-Beck, que afectaba a millones de personas y se caracterizaba por deformaciones óseas que muchas veces llevaban a la muerte. Con el tiempo, se descubrió que la incidencia de la enfermedad se debía al bajo consumo de selenio, a consecuencia de su baja disponibilidad en el suelo de la región.

Una forma de combatir la desnutrición ha sido la biofortificación de alimentos. La biofortificación nace en 1993, en Estados Unidos, debido a la necesidad de incrementar la concentración biodisponible de nutrientes en las partes comestibles de los productos provenientes de la agricultura. Los principales nutrientes considerados dentro de ésta estrategia son el hierro, el zinc, el selenio, la vitamina A y el yodo.

Existen dos formas de biofortificación de los alimentos, por un lado existe la biofortificación agronómica, la cual se basa en el ajuste de los manejos agrícolas, como la fertilización, la rotación de cultivos o el riego, para lograr incrementar la concentración de los nutrientes antes mencionados en los productos hortofrutícolas, mientras que por otro lado existe la biofortificación genética, que se basa en el mejoramiento genético de especies, ya sea por medio de procesos de selección y cruzamiento de especies vegetales o a través de técnicas de transferencia de genes, con el objetivo de generar nuevas variedades capaces de extraer y/o distribuir de mejor forma los



nutrientes entre sus tejidos. Así, se han realizado modificaciones en las prácticas agrícolas de diferentes países, entendiéndose que la agricultura de un país y sus avances en investigación son esenciales para enfrentar los nuevos desafíos planteados por las Naciones Unidas en la Agenda 2030 a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Considerando lo expuesto anteriormente junto a la falta de información respecto al estado nutricional de la población tarapaqueña, a lo poco que se sabe respecto del nivel de nutrientes que están presentes en sus dietas y, por sobre todo, considerando las condiciones de suelo de la Región de Tarapacá, donde la presencia de nutrientes esenciales como el hierro y el zinc son muy bajos, es posible inferir que la población regional pueda estar consumiendo cantidades bajas de estos minerales, debido a que su agricultura es realizada en áreas deficitarias, tanto para el crecimiento y desarrollo de los cultivos como para suplementar nutritivamente a las personas. Por lo tanto, se abre una ventana hacia la investigación relacionando las diferentes áreas del conocimiento (nutrición humana y agronomía), una vez que ambas están íntimamente relacionadas, presentándose la biofortificación, agronómica o genética, como una estrategia a ser considerada en programas de seguridad alimentaria regional.

La nanotecnología y su potencial impacto en la agricultura sustentable

La nanotecnología corresponde a la fabricación de materiales extremadamente pequeños llamados comúnmente nanomateriales o nanopartículas, los cuales presentan propiedades muy diferentes a los materiales comunes, debido a que tienen propiedades químicas y físicas diferentes, cambiando su reactividad, color, resistencia, flexibilidad y peso. Los nanomateriales pueden ser tan diminutos que incluso pueden ser 100.000 veces más pequeños que el grosor de un cabello humano y 10.000 veces más diminutos que una célula sanguínea humana. De esta manera, estos materiales pueden alcanzar un tamaño tan pequeño que no pueden ser observados a simple vista y se tienen que emplear instrumentos más avanzados como los microscopios de fuerza atómica y/o electrónicos para poder estudiarlos. La amplia variedad de aplicaciones de la nanotecnología otorga a esta disciplina un potencial enorme de impacto económico, especialmente en el sector industrial y agropecuario, ya que puede modificar los procesos productivos, hacerlos más baratos, eficientes y sustentables. De esta manera, la nanotecnología es considerada como la nueva revolución industrial del siglo XXI.

Históricamente los nanomateriales siempre han estado presentes en la vida del ser humano y en el desarrollo tecnológico de la humanidad. El uso de los nanomateriales por parte del ser humano data por primera vez en Siria en el siglo XII (entre los años 900 hasta 1750), cuando los artesanos de la ciudad de Damasco forjaban las hojas filosas de sus espadas de

combate con un acero (una mezcla de hierro y carbono) muy particular. El resultado de esto eran espadas largas y delgadas, pero que tenían un filo, flexibilidad y resistencia inigualable. A esta aleación se le llamó acero de Damasco y las espadas fabricadas con este material ganaron prestigio durante la época e incluso existen crónicas del mismísimo sultán Saladino alardeando frente al Rey cristiano Ricardo Corazón de León del filo de su espada Damasquina al cortar un trozo de seda con un simple movimiento en el aire. Como era de esperar los Cruzados trataron de replicar esta herramienta de combate en Europa, pero sin éxito, ya que no contaban con la materia prima divina de origen y tampoco con la técnica de forjado. Solo en décadas recientes de nuestra época actual se pudo conocer el motivo de las propiedades milagrosas del acero de Damasco, ya que un análisis bajo microscopio electrónico confirmó la presencia de altos contenidos de nanotubos de carbono en la aleación de una espada de Damasco original. Este tipo de nanomaterial es particularmente resistente, pero a la vez es un material muy flexible y liviano, lo cual lo hace un insumo interesante en la fabricación de herramientas y materiales de construcción.

Érico Carmona Ortiz
 Doctor Biólogo
 Universidad Arturo Prat
ecarmona@unap.cl



Con el avance tecnológico en las metodologías de fabricación, caracterización y observación de los nanomateriales, el conocimiento y desarrollo de la nanotecnología ha ido en aumento en las últimas dos décadas. De esta manera, los científicos a nivel mundial están avanzando rápidamente en la aplicación de estos materiales avanzados en la vida real de las personas para solucionar múltiples problemas relacionados con la salud, la contaminación ambiental, la escasez hídrica y con los procesos productivos a nivel global. Un claro ejemplo, es el uso de nanopartículas metálicas para la lucha contra el cáncer donde ha habido avances prometedores en la formulación de drogas anticancerígenas las cuales aumentan la eficiencia y especificidad, disminuyendo notablemente los efectos colaterales de las quimioterapias para atacar tumores malignos. Por otro lado, los nanomateriales presentan una potencial aplicabilidad en el tratamiento y limpieza del medio ambiente, específicamente en el tratamiento de aguas servidas, ya que existen nanopartículas metálicas que pueden adsorber e inmovilizar metales pesados, eliminar microorganismos y remover del agua antibióticos y pesticidas de forma eficiente, en períodos cortos y a un bajo costo. Lo anterior, significa que la implementación de esta nanotecnología podría ser una herramienta útil para combatir la escasez hídrica que afronta el país y el mundo actualmente, la cual será más crítica en el futuro bajo el escenario del cambio climático.

Algunos avances de la nanotecnología en la agricultura
Entre otras, la agricultura y la producción del alimento son áreas en que la nanotecnología puede transformarse en una herramienta de gran ayuda para mejorar el rendimiento de las cosechas, combatir las plagas, reducir el impacto del uso de pesticidas en la salud y medio ambiente, reciclar el agua, adaptación al estrés e inmunidad de las plantas, entre otras. Actualmente los estudios sobre el uso de nanomateriales han ido en aumento y los resultados beneficiosos prometen solucionar problemáticas críticas en el desarrollo de la agricultura a nivel global. Las nanopartículas y los materiales a nano escala debido a su tamaño muy pequeño pueden atravesar fácilmente las membranas celulares y llegar a diferentes partes de las plantas (proceso conocido como translocación), por lo tanto, partiendo de esta premisa los científicos están ideando "nanofertilizantes" que mejoran el transporte de nutrientes en toda la planta,

para así tener plantas más robustas, grandes y resistentes a condiciones ambientales adversas. Por otro lado, el exceso de fertilizantes sintéticos empleados en la agricultura (fósforo y nitrógeno principalmente) son un grave problema de contaminación ambiental, ya que cuando estos percolan a través del suelo pueden llegar a contaminar las aguas subterráneas que suelen usarse como aguas de consumo. Para esta problemática ha surgido diferentes metodologías que prometen solucionar este problema a través de la aplicación de nanopartículas de origen metálico (por ejemplo, las de hierro), ya que estas muestran una gran capacidad de remover este tipo de fertilizantes en tiempos cortos de tiempo, de forma eficiente (hasta en un 80%) y a un bajo costo en comparación a otros métodos tradicionales.

La capacidad de degradar moléculas orgánicas peligrosas de los nanomateriales debido a su gran reactividad química ha llevado a su aplicación para la liberación controlada y a la eliminación de residuos de pesticidas persistentes y tóxicos empleados en la agroindustria. Por ejemplo, las nanopartículas de titanio y de zinc son una clase de nanomaterial muy interesante, debido a su baja toxicidad y su capacidad de degradar rápida y fácilmente los pesticidas a través del uso de la luz solar (fotocatálisis). De esta manera, existen iniciativas de fabricar agroquímicos basados en nanopartículas para así cuando estos cumplan su función de eliminar plagas sus residuos sean eliminados rápidamente del medio ambiente y de los alimentos cosechados.

A pesar de que la nanotecnología es una tecnología que promete solucionar problemáticas importantes en la agricultura y a su industria asociada, aún existen algunas barreras que deben ser resueltas antes de su aplicación masiva, entre las cuales destaca la producción viable a gran escala de nanomateriales y los efectos a largo plazo de los nanomateriales sobre el medio ambiente y la salud de las personas.
Nanotecnología a nivel nacional

A pesar de que en Chile existen un número importante de investigadores, centros y laboratorios asociados a la investigación y desarrollo de la nanotecnología, estos se concentran en la región Metropolitana y los recursos son escasos para el desarrollo de esta tecnología revolucionaría a nivel

nacional. Es este sentido, es importante mencionar que la inversión pública y privada en el desarrollo de esta tecnología no es sustancial si nos comparamos con otros países de Latinoamérica, de Europa y Norteamérica, no existiendo hasta el momento fondos priorizados para la nanotecnología en Chile. Es importante mencionar que la gran cantidad de recursos naturales renovables y no renovables presentes en nuestro país abre la oportunidad y el desafío de desarrollar la nanotecnología, sobre todo porque Chile presenta un gran potencial para la fabricación y producción de nanomateriales, especialmente de origen metálico (cobre, hierro, plata

y litio) y orgánico (celulosa y biopolímeros), lo cual podría beneficiar al Estado y al sector privado en diversificar su producción en materiales y productos con un mayor valor agregado.

Hasta el momento la mayor parte de la investigación en nanotecnología hecha en Chile se concentra en las áreas de la biomedicina y energía. Sin embargo, la investigación y la aplicación de la nanotecnología en las áreas del medio ambiente y agricultura aún están en etapas iniciales y deberían ser áreas prioritarias de investigación y desarrollo de acuerdo con el contexto de vulnerabilidad climática y ambiental en la que se encuentra Chile y el mundo.



Érico Carmona Ortiz

Doctor Biólogo
Universidad Arturo Prat
ecarmona@unap.cl

Antecedentes climáticos registrados en la Estación Canchones durante el año 2020

La Estación Canchones pertenece a la Universidad Arturo Prat desde el año 1985. Está localizada en la región de Tarapacá, provincia del Tamarugal, comuna de Pozo Almonte, en el kilómetro 30 de la ruta A-665, a 20 kilómetros al sur este de La Tirana

La estación meteorológica ubicada en la Estación Canchones registra datos desde el año 2007. Sus características son las siguientes:

| | | | | | |
|---------|----------|---------|-----------------|----------|------------------|
| Altitud | 990 msnm | Latitud | 20° 26´ 43,8" S | Longitud | 69° 31´ 57,07" O |
|---------|----------|---------|-----------------|----------|------------------|

| Oscilación térmica | Horas frío (HF) | Unidades frío | Días grado (DG) |
|---|--|---|---|
| Diferencia entre la temperatura máxima y mínima de cada día | Indicador térmico que registra las horas con temperaturas menores a 7°C. y que se asocian con el inicio de la brotación. | Al igual que las HF, también es un indicador usado para predecir algunos estados fenológicos del cultivo. | Indicador asociado con la sumatoria de las temperaturas durante un período, y que permite estimar el momento de la cosecha del cultivo. |

| CLIMA CANCHONES - 2020 | | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | |
|--------------------------------|------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| Temperatura | °C | Medio | 21,8 | 22,0 | 21,2 | 18,5 | 15,9 | 14,1 | 12,0 | 14,5 | 16,3 | 18,1 |
| | | Máxima | 37,1 | 35,3 | 34,8 | 34,5 | 34,1 | 33,3 | 33,1 | 33,2 | 38,8 | 36,1 |
| | | Mínima | 8,5 | 7,7 | 6,8 | 1,9 | -0,5 | -1,7 | -4,9 | -3,2 | -1,5 | 1,0 |
| Oscilación térmica | °C | Máxima | 24,0 | 26,3 | 26,7 | 29,7 | 33,3 | 30,3 | 34,6 | 33,4 | 35,2 | 31,9 |
| | | Mínima | 9,6 | 12,3 | 14,4 | 16,2 | 20,1 | 13,8 | 17,4 | 15,8 | 15,9 | 24,3 |
| Radiación solar | w/m ² | Medio | 266,5 | 281,5 | 261,8 | 228,5 | 184,0 | 167,2 | 180,6 | 211,0 | 253,4 | 279,3 |
| | | Máxima | 1.053,0 | 1.031,0 | 967,0 | 846,0 | 761,0 | 664,0 | 745,0 | 821,0 | 931,0 | 1.010,0 |
| Velocidad del viento | m/s | Medio | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,5 |
| | | Máxima absoluta | 12,1 | 8,9 | 9,8 | 7,2 | 6,3 | 7,2 | 5,8 | 7,2 | 11,2 | 8,0 |
| Humedad relativa | % | Medio | 55,4 | 53,6 | 52,5 | 51,3 | 38,9 | 45,9 | 38,8 | 36,1 | 33,5 | 35,6 |
| | | Máxima | 93,0 | 90,0 | 90,0 | 92,0 | 86,0 | 95,0 | 93,0 | 92,0 | 91,0 | 89,0 |
| | | Mínima | 12,0 | 12,0 | 16,0 | 51,3 | 38,9 | 45,9 | 38,8 | 36,1 | 33,5 | 35,6 |
| Precipitaciones | Total mes (mm) | 3,4 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | |
| | Días con (Nº) | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| Heladas | Días con | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 2,0 | 9,0 | 27,0 | 16,0 | 7,0 | 0,0 | |
| | Horas por día | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 2,2 | 4,1 | 2,4 | 1,4 | 0,0 | |
| Horas Frío | Urb. Inf | 7,0 | 0 | 1 | 62,0 | 181,0 | 201,0 | 312,0 | 230,0 | 171,0 | 104,0 | |
| Unidades Frío | Richardson | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 28,5 | 32,0 | 13,0 | 6,0 | 0,0 | |
| Días Grado | Urb. Inf | 10,0 | 318,3 | 299,4 | 300,7 | 230,9 | 200,1 | 166,9 | 156,0 | 187,4 | 201,1 | 228,6 |
| | Urb. Sup | 25,0 | | | | | | | | | | |
| Evapotranspiración referencial | mm/mes | 223,2 | 221,6 | 220,4 | 184,7 | 153,4 | 130,5 | 141,5 | 172,8 | 204,0 | 238,2 | |
| | mm/día | 7,2 | 7,6 | 7,1 | 6,2 | 4,9 | 4,3 | 4,6 | 5,6 | 6,8 | 7,7 | |
| Día más largo del mes | | 13 h 12 m | 12 h 54 m | 12 h 24 m | 11 h 47 m | 11 h 13 m | 10 h 50 m | 11 h 04 m | 11 h 36 m | 12 h 12 m | 12 h 46 m | |
| Día más corto del mes | | 12 h 55 m | 12 h 26 m | 11 h 48 m | 11 h 14 m | 10 h 50 m | 10 h 45 m | 10 h 47 m | 11 h 05 m | 11 h 37 m | 12 h 13 m | |



UNAP

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
DEL ESTADO DE CHILE