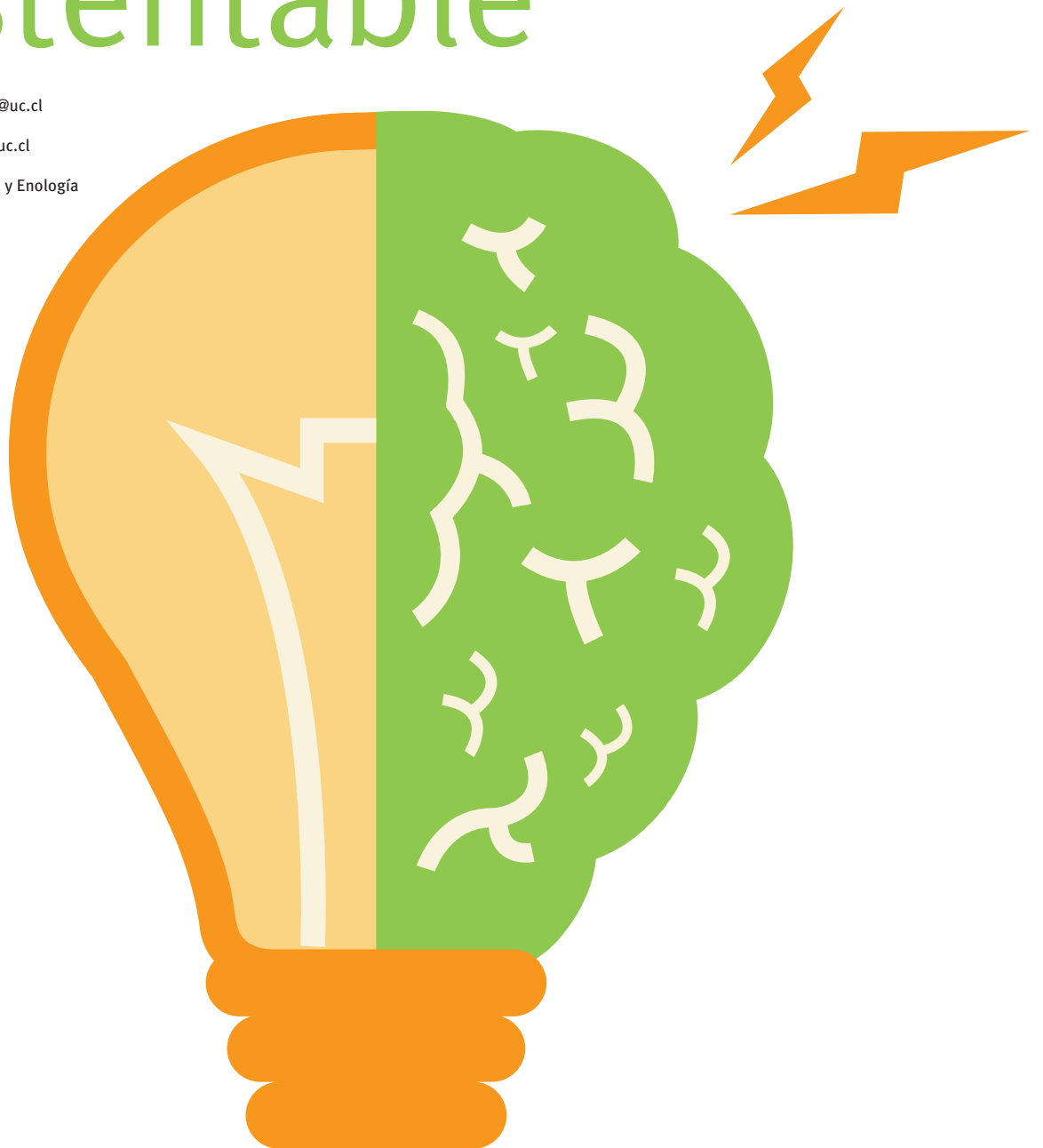


Comunidades indígenas del Norte Grande

Propuestas para una agricultura sustentable

Claudia **Bonomelli** cbonomel@uc.cl
Pilar **Gil** pmgil@uc.cl
Bernardita **Sallato** bsallato@uc.cl
Tania **Zaviezo** tzaviezo@uc.cl
Departamento de Fruticultura y Enología



Un grupo de académicas de la Facultad se encuentra trabajando en proyectos en la I Región de Tarapacá con el objetivo de diagnosticar los factores que afectan el potencial productivo de la agricultura desarrollada en la zona y proponer medidas de manejo que permitan superar las limitantes más importantes.

Desde el año 2013, las profesoras de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la UC, Claudia Bonomelli, Pilar Gil, Bernardita Sallato y Tania Zaviezo, se encuentran trabajando en proyectos en la I Región de Tarapacá, situada en el extremo norte de Chile.

La economía de esta zona del país históricamente ha estado marcada por la actividad minera, la cual después del comercio es el sector económico más importante de la I Región, constituyendo su principal fuente de exportaciones. La actividad minera regional es principalmente cuprífera, como los yacimientos de Cerro Colorado, Doña Inés de Collahuasi y Quebrada Blanca.

En muchos casos, la minería convive estrechamente con las comunidades indígenas de la zona, principalmente las quechuas y aymaras situadas en los valles estrechos del norte de Chile, quienes se dedican mayoritariamente a la crianza de animales y a la producción agrícola para consumo local. Esta última se desarrolla en condiciones edafoclimáticas extremas con una gran limitante asociada a la calidad y cantidad de agua disponible, lo que ha afectado el potencial productivo de las especies que allí se producen.

Compañía Minera Cerro Colorado, por lo tanto, ha destinado recursos para investigar

y desarrollar actividades que apoyen una agrícola sustentable en las comunidades con las cuales convive, para lo cual han recurrido a la experiencia de las profesoras de la Facultad.

Los proyectos que se han llevado a cabo tienen como objetivo diagnosticar los factores que afectan el potencial productivo de la agricultura desarrollada en la zona y proponer medidas de manejo que permitan superar las limitantes más importantes.

Las localidades estudiadas se han ubicado en las comunidades al interior de Iquique, aproximadamente a 125 kilómetros al Este, y a una altura de dos mil 700 metros sobre el nivel del mar (figura 1), en los oasis y valles estrechos de la región, cercanos a la minería (foto 1). Con este propósito se realizaron inicialmente investigaciones para conocer los recursos con que cuentan y los factores de producción, en las condiciones propias de esta zona (foto 2).

Estudios de los factores de producción en la zona

Suelo

Un factor de producción clave son los suelos, los que en general son de escaso desarrollo. Con el fin de diagnosticar sus limitaciones para los cultivos se realizaron estudios de los distintos perfiles, a través de calicatas y análisis químicos en gran parte de las comunidades. En ellas se determinaron tanto las características físicas como químicas, para identificar las principales limitantes tanto en sectores ya sea manejados como en el suelo original (foto 3).

Luego, mediante sistema SIG se han podido mapear las diferentes unidades de suelos y diagnosticar las limitantes edáficas. Como ejemplo, se muestra en la figura 2, en la comunidad de Mamiña, las texturas predominantes de los suelos, siendo en general gruesas, determinando una baja retención o acumulación de agua. Esto, a su vez, indica la necesidad del manejo del riego a sistemas más frecuentes.

Adicionalmente, estos suelos se caracterizan por la acumulación de sales en el perfil (figura 2). El tipo de sales, su distri-



Figura 1: Ubicación de la zona donde se realizan los estudios.



Foto 1: La agricultura se realiza en estrechos valles del desierto.

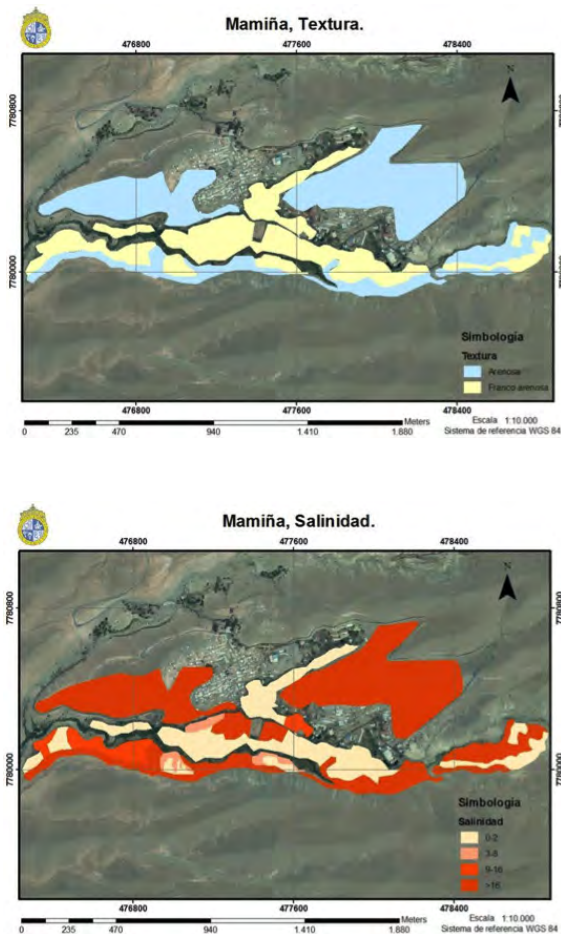


Foto 2: Estudio de diagnóstico en comunidades agrícolas del desierto, con el fin de manejar los factores que afectan su agricultura.



Foto 3: Estudio de calicatas y muestreo de suelo.

Figura 2: Mapas con las características de los suelos de Mamiña: textura, salinidad y sodio intercambiable.



bución, cantidad y profundidad están en parte condicionadas por la composición del agua que alcanza el perfil de suelo y los flujos que se producen dentro del mismo. La evaporación del agua deja en el suelo sales y, dado que la zona se caracteriza por tener escasa lluvia, se ocasionan problemas de salinización. También en algunos de estos suelos se encuentran acumulaciones de carbonato, presencia de sodio u otras sales (figura 2), lo que dificulta la infiltración del agua y su disponibilidad para el cultivo.

Una característica relevante, que se debe tener en cuenta para el manejo de estos suelos, es su bajo contenido de materia orgánica, lo que influye negativamente en la estabilidad de los agregados. Como consecuencia, las tasas de infiltración son bajas, aumentando la fracción de escorrentía superficial, situación a tener en cuenta para el manejo del agua y del suelo.

Agua

Las características de clima desértico implican muy pocas fuentes de agua disponible, sumado a que en la zona existe una elevada demanda evaporativa atmosférica, debido a la alta radiación solar, el déficit de vapor del aire y la velocidad del viento. En cuanto al recurso hídrico, la escasez de agua y en muchos casos su pobre calidad química para riego, los suelos con baja capacidad de retención, poca materia orgánica y con niveles altos de sales, implican características necesarias de considerar para la decisión de sistemas de riego y de su operación. Por lo anterior, se realizó un estudio de la real disponibilidad y calidad de agua, junto a la capacidad de retención del suelo, para con ello hacer propuestas para las localidades de Mamiña y Quispica.

Las evaluaciones más detalladas de los recursos hídricos hasta la fecha se han llevado a cabo en los valles de Mamiña (foto 4) y Quispica (foto 5).

Para caracterizar las necesidades de riego de los valles, en la primera etapa se realizó un estudio en base a observación y encuestas, realizado con la colaboración de Pablo Lobos (exalumno de la carrera), con el fin de determinar la naturaleza de la producción agrícola en estas localidades, particularmente especies cultivadas y superficies. También se identificaron las fuentes de agua, formas de acumulación, conducción y distribución de las aguas de riego, junto con identificar los sistemas, criterios de riego y estado de los equipos utilizados por las comunidades. Además se muestrearon unidades productivas durante el recorrido en transecto por cada uno de los valles.

Como resultado se determinó que la producción vegetal se constituía principalmente de forrajeras, hortalizas y frutales. Todos estos cultivos se regaban fundamentalmente por riego superficial, el cual consistía en la inundación de pequeñas unidades limitadas por bordes llamadas “heras”, que corresponden a la unidad agrícola tradicional de estos valles desde la época precolombina.

Dentro de los problemas observados en los sistemas y manejo de riego, está la falta de criterios para la decisión de tiempos y frecuencias. A esto se suma la ausencia de mantenimiento de los sistemas de riego localizado. Por otra parte, los riegos se dan generalmente por turnos, lo cual limita el manejo a los momentos en los cuales exis-

te disponibilidad de agua; esto impide la programación, sobre todo considerando un manejo de riego localizado. No existe un criterio de decisión en cuanto a la lámina a reponer y, finalmente, los agricultores riegan según tradición, llenando la heras hasta cierta altura del borde.

Cabe señalar que el agua en ambas zonas es escasa y la mayor parte es consumida en riego de los cultivos existentes, aunque en la localidad de Mamiña existe un aumento del uso doméstico.

La calidad del agua de riego es tan importante como el manejo adecuado de ésta, por lo que se tomaron muestras de fuentes de agua con la finalidad de determinar sus características químicas en Quipisca y Mamiña. Los análisis arrojaron que el pH del agua de ambas zonas, está en un rango desde ligeramente alcalino a alcalino. La salinidad del agua es alta, mayor a 1,2 dS/m en Quipisca, presentando una mayor cantidad de sales disueltas, respecto del agua de la zona de Mamiña. El contenido de bicarbonato en las aguas también fue mayor en Quipisca, lo cual puede afectar los equipos de riego y además aporta a la alcalinidad del agua. Por otra parte, respecto de microelementos, en todos los sectores se observaron valores adecuados, a excepción del caso del Boro, que presentó valores superiores al rango óptimo, en ambas zonas, lo cual es propio de las aguas de riego de la zona norte de Chile.

También, se realizó un estudio para cuantificar la evapotranspiración (ET₀) de la zona y la disponibilidad de agua, con lo cual es posible estimar la superficie máxima de riego para las comunidades, comparando esta situación con la realidad actual. Para lo anterior, se efectuó una revisión de antecedentes climáticos y un trabajo en terreno en el mes de menor disponibilidad de agua (diciembre) para aforar distintas fuentes de agua de Mamiña y Quipisca (foto 6).

Considerando la disponibilidad de agua y la evapotranspiración de la zona, es posible concluir que en Mamiña se podrían regar al menos 12,5 hectáreas potenciales. Sin embargo, si se considera la eficiencia de riego de las heras (50%) esta superficie baja a 6,25 hectáreas, mientras que con riego por

Dentro de los problemas observados en los sistemas y manejo de riego está la falta de criterios para la decisión de tiempos y frecuencias. A esto se suma la ausencia de mantenimiento de los sistemas de riego localizado.

goteo (eficiencia de 90%) o microaspersión (85%) aumenta a 11,25 y 10,6 hectáreas, respectivamente. En Quipisca, la situación indica que la superficie máxima de riego es de 7,55 hectáreas, pero considerando la eficiencia de riego, baja a 3,8 hectáreas a regar por inundación, versus 6,8 y 6,5 si la superficie se regara con goteo o microaspersión, respectivamente. Lo anterior, significa que con la disponibilidad de agua del valle, sería posible regar prácticamente toda el área cultivable.

Dada la gran diferencia de superficie a cultivar, comparando sistemas de riego superficial con localizado, es importante validar el uso de estas tecnologías bajo las condiciones de Mamiña y Quipisca. Es por esto que, dentro de las actividades de diagnóstico, se implementaron unidades demostrativas que consistían en riego por cinta, riego por microaspersión y por inundación a modo de testigo. En los tres módulos se instalaron caudalímetros para medir el agua total aplicada al final de la temporada. Además, se instalaron válvulas reguladoras de presión y válvulas de apertura y cierre de cada sector (foto 7). En esta actividad participaron los Ingenieros Agrónomos Cristián Barrera y Valentina Celis, el alumno Diego Rodríguez y la ayuda de algunos agricultores de la zona.

En otro módulo demostrativo de Mamiña, el objetivo fue comparar el manejo y producción, y volumen de agua utilizado en un sistema de cultivo anual. El agricultor estableció un cereal, el cual está siendo re-



Foto 4: Valle de Mamiña y las zonas identificadas para los estudios hídricos y edafológicos.



Foto 5: Valle de Quipisca y sus subsectores agrícolas.



Foto 6: Aforo de caudales en acumulador de Mamiña.



gado por aspersión en un sector, para ser comparado con otro manejado en forma tradicional. Este módulo, al igual que el anterior, cuenta con sistema de acumulación, bombeo, válvulas y caudalímetro y debe ser evaluado durante la próxima temporada (foto 8).

Plagas

Respecto del objetivo de determinar la presencia de plagas que pueda afectar la productividad de los cultivos y enemigos naturales asociados, se han realizado monitoreos en los principales cultivos de la zona. Para ello se han hecho visitas al lugar en distintas épocas (verano y otoño) y se ha llevado a cabo observación visual de daño y captura de los insectos presentes en Mamiña y Quipisca, participando en estas actividades la alumna Danae de La Torre. Paralelamente, se instalaron distintos tipos de trampas para insectos, incluyendo trampas pegajosas, corrugadas y de feromonas, las que fueron colocadas en distintos sitios y asociadas a distintos cultivos. (foto 9).

En la visita realizada en verano se encontraron unos pocos individuos de pulgones

en algunas plantas aisladas en membrilleros y alfalfa. Cabe mencionar que se detectaron enemigos naturales de estos pulgones, depredadores de la familia Coccinellidae (“chinitas”), por lo que existiría un nivel de control biológico natural. Otra plaga encontrada en alfalfa correspondió a ácaros del género *Tetranychus*, que se caracteriza por producir abundante tela (foto 10).

En Quipisca durante el otoño se pesquisarón pocas plagas, detectándose larvas de gusano del maíz (*Helicoverpa zea*). En alfalfa no aparecieron plagas, pero sí una gran cantidad de depredadores, en especial las chinitas de las especies *Hippodamia variegata* y *Eriopis chilensis*.

Las trampas de feromonas de polilla de la manzana (*Cydia pomonella*), que fueron colocadas durante el verano en membrilleros y perales, no arrojaron capturas, lo que permitiría descartar la presencia de esta plaga en la zona. Si bien era esperable, se decidió realizar el diagnóstico ya que esta plaga es clave para estos cultivos, en otras regiones de Chile y en muchas zonas del mundo. La ausencia de esta plaga, permite proponer estrategias de manejo con bajos residuos u orgánica en la zona.

Material particulado

Entre las características ambientales de esta zona, se cuentan los altos niveles de radiación solar incidente, variaciones amplias de temperatura durante el día y la noche y fuertes vientos. Esta última característica, en conjunto con la cercanía de la industria minera, genera altas tasas de arrastre de sedimentos, lo que diferencia a esta zona productiva de otras en Chile. Por este motivo, se planteó el objetivo de monitorear el material particulado sedimentable (MPS), considerando la dirección de los vientos. Lo anterior tuvo como fin estudiar el origen y composición del MPS que llega a las comunidades, el cual se deposita en los distintos cultivos, particularmente en frutales como los membrillos.

Para cumplir con este objetivo se diseñaron y confeccionaron monitores de MPS, los que se dispusieron en transectos desde cerca de la industria minera hasta las comunidades donde se realizaba agricultura (foto 11). El MPS recolectado en distintas épocas del año se evaluó en el Laboratorio de Servicio, Agroanálisis UC, con el fin de determinar su composición química. Paralelamente, se han realizado muestreos



Foto 7: Sistema de riego por cinta instalado en las comunidades agrícolas.



Foto 8: Sistema de riego por aspersión, instalado en sector de Ocoica, Mamiña.



Foto 9: Observación y postura de trampas para insectos, en especies cultivadas en las comunidades agrícolas.




Foto 10: Ácaros del género Tetranychus alimentándose de alfalfa.



Foto 11: Instalación y seguimiento de los monitores de partículas.

de suelo superficial y en profundidad al lado de cada monitor, de manera de correlacionar su composición y de esta forma estimar su origen.

Conclusión

Hasta este momento se ha finalizado la etapa de diagnóstico de los factores productivos de los valles del desierto de la I Región, constatando que los suelos tienen limitaciones tanto físicas como químicas, al igual que el agua en términos de cantidad y calidad, dada sus características naturales proveniente de la Cordillera de los Andes. Esto destaca la importancia de manejar adecuadamente los suelos y hacer un uso eficiente del agua, por lo que se continuarán evaluando los módulos demostrativos de los sistemas de riego. Desde el punto de vista del manejo fitosanitario, no se observan problemas importantes de plagas, y existe la posibilidad de desarrollar manejos biológicos en la zona. 

Respecto del objetivo de determinar la presencia de plagas que pueda afectar la productividad de los cultivos y enemigos naturales asociados, se han realizado monitoreos en los principales cultivos de la zona.

