



Instituto de
Investigaciones
Agropecuarias

Investigación y Desarrollo en **Vides**

Editor: Miguel García R.

INIA La Platina, Santiago, Chile





Investigación y Desarrollo en Vides

Editor:

Miguel García R.,

Ingeniero en Biotecnología, M.Sc.

INIA La Platina

Santiago, Chile, 2020

Contenidos

| | |
|---|----|
| Bienvenida | 3 |
| Historia | 5 |
| Mejoramiento, genética y biotecnología | 8 |
| Protección vegetal | 22 |
| Fisiología y manejo de viñedos | 36 |
| Calidad de fruta y tecnologías de postcosecha | 46 |
| Enología y vitivinicultura | 50 |

Editor:

Miguel García R.
Ingeniero en Biotecnología, M.Sc. INIA La Platina

Comite editorial:

Paola Barba B.
Ingeniera Civil en Biotecnología, Ph.D. INIA La Platina
Gabriel Sellés V.
Ingeniero Agrónomo, Dr. INIA La Platina

Revisora de textos:

María Espinoza G.
Encargada de Comunicaciones INIA La Platina

Director responsable:

Emilio Ruz Jerez. Director Regional INIA La Platina

Cita bibliográfica correcta:

García R. Miguel, Barba B. Paola y Sellés V. Gabriel. 2020.
Investigación y desarrollo en vides. Santiago, Chile. Instituto
de Investigaciones Agropecuarias, INIA. 56p.

© Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, 2020.
Ministerio de Agricultura. Centro Regional de Investigación
INIA La Platina. Avda. Santa Rosa 11610. Teléfono: (56-2)
25779102. La Pintana, Región Metropolitana, Chile.

Permitida la reproducción parcial o total de esta obra sólo con
permiso previo y por escrito del Instituto de Investigaciones
Agropecuarias, INIA.

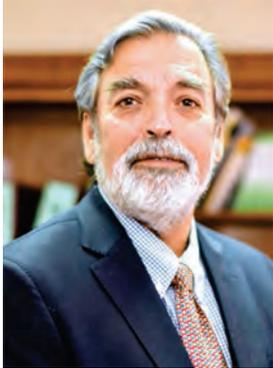
Diseño y Diagramación: Jorge Berríos V. Diseñador Gráfico.

Impresión: Salesianos Impresores S.A.

Cantidad de ejemplares: 400

Santiago, Chile, 2020

Bienvenida



Pedro Bustos Valdivia
Director Nacional
del Instituto de
Investigaciones
Agropecuarias,
INIA

*Uno de los principales rubros de importancia agrícola a nivel nacional corresponde a la viticultura. La superficie nacional dedicada al cultivo de la vid (*Vitis vinifera*) en Chile es de 203.957 hectáreas, de las cuales 141.918 ha corresponden a vides para la producción de vino, 53.523 ha a uva de mesa y 8.516 ha a uva para la producción de pisco, aprovechando la gran diversidad de climas que tiene nuestro país.*

Desde su fundación en 1964, nuestra institución no ha estado ajena al desarrollo de la viticultura nacional. Ya en el año 1967 INIA venía desarrollando investigación en frutales y vides, que ayudaron a asentar las bases de esta importante actividad del sector agrícola.

La investigación en INIA abarca diversos ámbitos que incluyen investigación básica y aplicada en las áreas de protección vegetal, genética, biotecnología, fisiología, desarrollo de herramientas productivas, manejo de viñedos, suelo, nutrición, riego, vitivinicultura y rescate patrimonial.

Por ejemplo, tras años de trabajo en viticultura y gracias a la mirada visionaria del Dr. Jorge Valenzuela Barnech (QEPD), en el año 1987 INIA creó su primer programa de mejoramiento genético de uva de mesa, con el objetivo de disminuir la dependencia de Chile de variedades extranjeras y de disponer de material propio adaptado a las diferentes condiciones agroecológicas del país. Es así como en el año 2005 se obtienen las dos primeras variedades de uva de mesa chilenas, denominadas Ilusión-INIA e Isela-INIA.



Jorge Valenzuela B.
Ingeniero Agrónomo, Dr.
Fundador del
Programa Mejoramiento
Genético de Vides
de INIA.

Actualmente, el Instituto avanza a paso firme en la generación de nuevas variedades de uva de mesa, junto al Consorcio Biofrutales, y con el cofinanciamiento de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), obteniéndose a la fecha tres nuevas variedades, destinadas al mercado de exportación: Inigrape-one, INIA-G2 e INIA-G3, estas dos últimas en proceso de registro y reciente liberación.

De igual modo, la sustentabilidad de esta industria a mediano y largo plazo es otro punto importante que marca nuestro trabajo institucional. Si bien tenemos grandes desarrollos, también hay una serie de desafíos que debemos resolver, como por ejemplo la generación de portainjertos tolerantes a condiciones de estrés ambiental, o cómo llegar con fruta de calidad y condición que permitan soportar un viaje de casi dos meses en cámaras de frío a los nuevos y lejanos mercados a los que hoy podemos acceder gracias a la apertura comercial impulsada por nuestras autoridades.

Pero sin duda, el mayor desafío que nos mueve como organismo científico creado para el desarrollo agrícola de Chile es el cambio climático. Sabemos que se elevaron las temperaturas y disminuyeron las precipitaciones, afectando de manera directa la productividad y competitividad del rubro. Por ello, nuestros esfuerzos, además del mejoramiento genético, han estado enfocados en desarrollar estrategias agronómicas adaptativas a un fenómeno que llegó para quedarse.

Puedo decir con orgullo que después de dos décadas de trabajo, INIA ha logrado contribuir al fortalecimiento del sector agroalimentario de nuestro país, ofreciendo múltiples tecnologías e innovaciones claves a la hora de aumentar productividad y competitividad. Asimismo, hemos generado frutales más resistentes, de alto rendimiento, adaptables a diferentes tipos de estrés y con mayor calidad nutricional.

En este sentido, seguiremos cumpliendo un rol fundamental en el rubro de la viticultura nacional, especialmente en la uva de mesa, porque no sólo desarrollamos tecnología, sino que también la ponemos a disposición de la agricultura del país.

Historia

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) es una corporación de derecho privado, sin fines de lucro, vinculada al Ministerio de Agricultura de Chile. Se financia principalmente por medio de fondos públicos, a través de un convenio de desempeño con la Subsecretaría de Agricultura, además de proyectos concursables de investigación, transferencia tecnológica y extensión, tanto públicos como privados, así como de convenios y venta de productos tecnológicos.

El Instituto fue fundado en 1964 y actualmente cuenta con alrededor de 1.000 trabajadores especializados, para el desarrollo de la investigación, transferencia de tecnologías y extensión al servicio del sector agroalimentario de Chile.

Visión

- Ser una institución líder en la generación y transferencia de conocimientos y tecnologías sustentables para la innovación del sector agroalimentario.



Misión

- Generar y transferir conocimientos y tecnologías estratégicas a escala global, para producir innovación y mejorar la competitividad del sector agroalimentario.

Cronología

1964 a 1973.

La conformación del INIA y los primeros resultados relevantes de su quehacer

Uno de sus propósitos fue coordinar la investigación agrícola del país, para aprovechar al máximo los recursos económicos y humanos disponibles. INIA comenzó trabajos en mejoramiento genético (cereales y papas), control agronómico, control de plagas y fertilidad de suelos.

1974 a 1983.

La exitosa introducción de la Transferencia Tecnológica en Chile

La labor del Instituto se focalizó en acrecentar la competitividad de la agricultura. Para ampliar su alcance territorial, se sumaron nuevas dependencias a las existentes. Se creó el Programa GTT, destinado a incorporar tecnologías al sector agrícola nacional, especialmente en productores de tamaño mediano a pequeño, para satisfacer las necesidades de consumo interno.



1984 a 1993.

Las fuerzas transformadoras del INIA

El Instituto contribuyó significativamente al desarrollo agrícola de Chile, a través de la generación de nuevas variedades vegetales con mejores rendimientos para el agricultor y mayor calidad para la agroindustria, con la diversificación de la fruticultura con miras claras hacia la exportación, trabajando intensamente en plagas y enfermedades de impacto económico nacional, demostrando evidentes mejoramientos en la producción ganadera, generando paquetes tecnológicos de acuerdo a las necesidades de la época, adoptando y transfiriendo fuertemente las tecnologías agrícolas y pecuarias a lo largo de Chile, y ampliando su presencia en regiones.

1994 a 2003.

La apertura económica de Chile y la contribución del INIA en el desarrollo exportador

INIA asumió el desafío de presentar alternativas para cimentar una agricultura competitiva y diversificada, sobre la base de la calidad; con tecnologías capaces de dar cuenta de la estrechez en la rentabilidad de casi todos los rubros productivos nacionales.

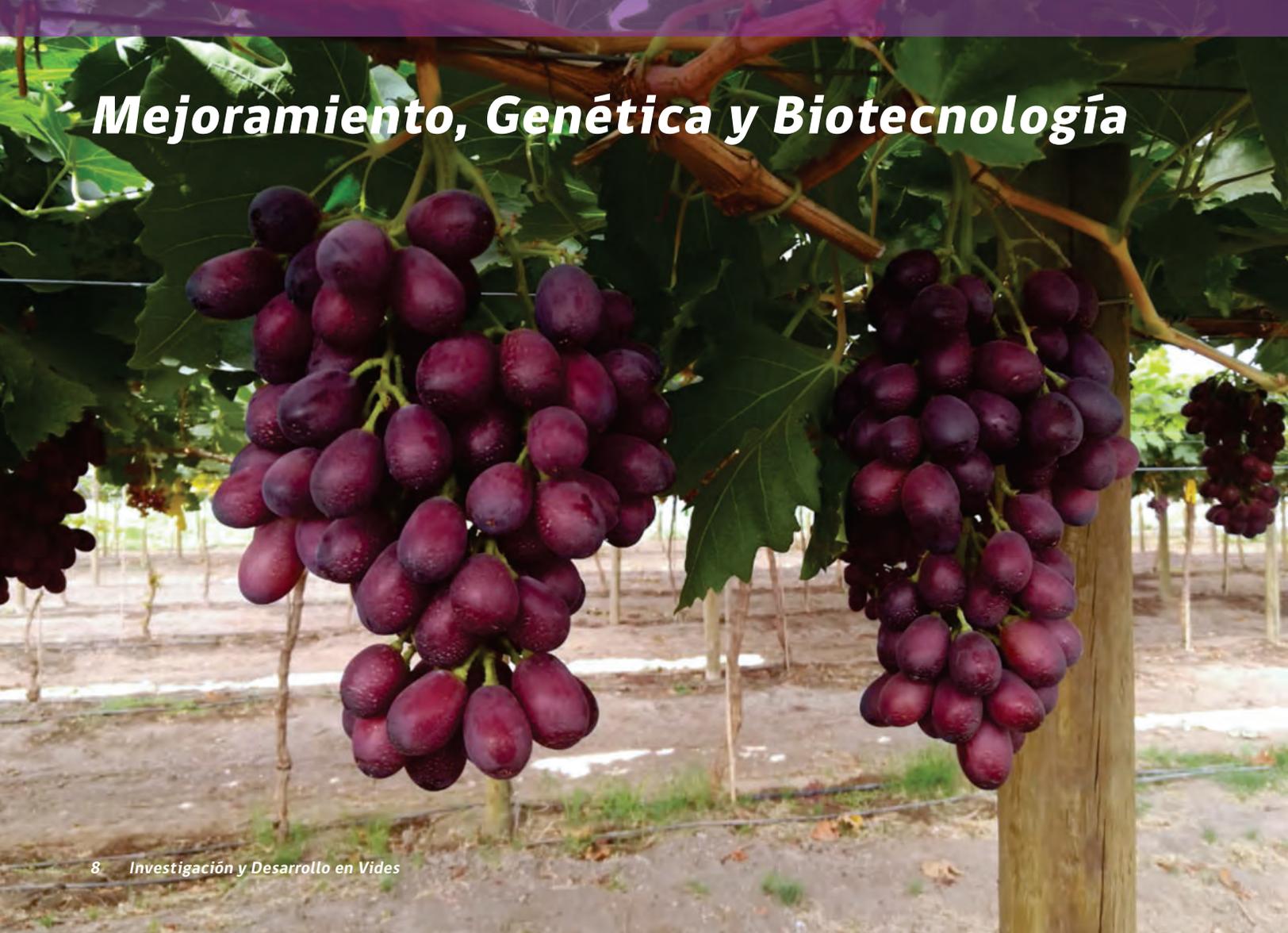
2004 a 2019.

Ciencia y modernización al servicio de una agricultura más sostenible y competitiva

INIA, además de ser la institución de investigación más importante del Ministerio de Agricultura, fortaleció aún más su vínculo con el sector privado e instituciones aliadas a nivel nacional e internacional, lo que queda de manifiesto en la conformación de diversos centros tecnológicos, consorcios, redes y alianzas estratégicas, que amplían la participación de INIA en la búsqueda de soluciones para los distintos rubros productivos, tanto agrícolas como pecuarios, acuícolas y alimentarios.

Con una institución ágil, orientada fuertemente hacia los clientes; con un equipo integrado por personas que saben hacer bien las cosas; con alta capacidad técnica y con experiencia en el desarrollo y operación de proyectos de investigación y transferencia; con un liderazgo que transmite confianza al sector productivo y agroexportador nacional y a la comunidad. Esos son los nuevos tiempos que estamos viviendo.

Mejoramiento, Genética y Biotecnología





Paola Barba
paola.barba@inia.cl
Ingeniera Civil en Biotecnología, Ph.D.



Humberto Prieto
hprieto@inia.cl
Bioquímico, Dr.



Patricio Hinrichsen
phinrichsen@inia.cl
Bioquímico, Dr.



Andrés Zurita
andres.zurita@inia.cl
Ingeniero Agrónomo, Dr.



Nilo Mejías
nmejia@inia.cl
Ingeniero en Biotecnología, Dr.

Fingerprinting de cultivares: un servicio para toda la cadena productiva

Patricio Hinrichsen

La identificación correcta de cada planta es un requisito para cualquier actividad de investigación y/o proceso productivo. Nuestro equipo formó parte del Consorcio para el desarrollo de marcadores de microsátélites (VMC), hace dos décadas, tuvimos la oportunidad de implementar esta tecnología de marcadores para diferentes propósitos, incluyendo mapeo, estudios de flujo génico, control de eficiencia de cruzamientos, pruebas de paternidad, etc.

Una de las aplicaciones más interesantes, sin embargo, ha sido la implementación de un servicio de fingerprinting varietal utilizado entre otros por fitomejoradores, viveros, productores, agencias reguladoras (Servicio Agrícola Ganadero (SAG) en Chile), así como para casos judiciales (defensa de obtentores o licenciarios).

Esta plataforma se ha utilizado como modelo y se aplica también a muchos cultivos horto-frutícolas diferentes. Los análisis se basan en combinar el menor número de marcadores con la mayor capacidad discriminante posible; por ejemplo, en vides usamos los seis SSR propuestos originalmente por el Consorcio Internacional IGGP, aunque ahora nos estamos moviendo al conjunto de nueve SSR propuestos por otros grupos de investigadores ●



Programa de mejoramiento de uva de mesa

Paola Barba

Las uvas de mesa son un componente relevante de la economía chilena. En Chile, la producción de uva de mesa está determinada por las preferencias del consumidor, las demandas agrícolas y nuestra propia realidad geográfica. Dado que los principales mercados se encuentran en el extranjero, la uva de mesa chilenas debe estar en perfectas condiciones hasta 60 días después de la cosecha, lo cual no es un requisito en otras regiones productoras tales como California, Italia o España. Como resultado muchas variedades de uva de mesa no son adecuadas para los productores chilenos. Esto proporciona una motivación para la obtención de nuevas variedades adaptadas a nuestro entorno, a la demanda de los productores nacionales y a las preferencias de los consumidores internacionales.

El fitomejoramiento es un juego de números. Las posibilidades de encontrar una progenie que combine lo mejor de ambos padres son bajas, especialmente en el mejoramiento de fruta, donde la calidad en la cosecha y las condiciones después del almacenamiento en frío aumentan la lista



de requisitos. Entre las preferencias de calidad, ausencia de semillas, forma alargada, diámetro ecuatorial sobre 18 mm, firmeza, crocancia y una apariencia saludable son las más comunes, siendo el color verde del raquis un buen indicador de una percepción saludable. Aunque estas características pueden mejorar con prácticas agronómicas, existe un alto componente genético dentro de estos rasgos. Como ejemplo, "Red Globe" y "Thompson Seedless" difieren en el tamaño de sus semillas y bayas, rasgos que

pueden transmitir a sus progenies. Estas diferencias se han explotado en los programas de mejoramiento de la vid en todo el mundo.

INIA inicia su programa de mejoramiento genético de uva de mesa a principios de los años 90. Posteriormente, en 2012, el programa de mejoramiento genético (PMG) pasa a ser parte del consorcio tecnológico INIA - Biofrutales y amplía el desarrollo de diversidad genética mediante métodos tradicionales, realizando cruzamientos dirigidos entre parentales con diversas características de interés. Para ello, se emasculan alrededor de 500 racimos cada año. Dependiendo de si el parental femenino es semillado o apireno se obtienen plántulas mediante germinación directa o rescate de embriones *in vitro*, las que son pre-seleccionadas en invernadero utilizando el marcador molecular p3_VvAGL11, que predice la aparición de semillas en la fruta con una eficiencia de más del 80% en el fondo genético utilizado por el programa.

Cada año, el PMG lleva a campo un número variable de 4.000 a 6.000 nuevos genotipos de vid, los que son cultivados, evaluados, seleccionados y propagados en un ciclo de tres etapas. En este proceso las evaluaciones van aumentando en complejidad, para caracterizar su respuesta a manejos

agronómicos en distintas localidades de Chile, así como su comportamiento en postcosecha. Al cabo de 10 a 15 años desde el cruzamiento, las selecciones de uva de mesa pueden ser registradas como variedad y transferidas a los socios del programa. A la fecha, el PMG INIA - Biofrutales ha registrado tres variedades: En 2012 Maylen® (Iniagrape-one cv.) una uva negra, elegante, de media estación, que destaca por su sabor y postcosecha de más de 60 días, de gran aceptación en mercados lejanos como Corea, China y Japón. Recientemente (2019) dos nuevas variedades se suman a los resultados del programa: INIA-G2 cv. (selección 68.158) de color rojo atractivo y cosecha en época de Thompson Seedless, e INIA-G3 cv. (Selección 2047) de color rosado, racimos sueltos, altamente productiva, y que destaca por su sabor moscatel que perdura en postcosecha.

El desarrollo de nuevas variedades de uva de mesa en Chile, adaptadas a nuestras necesidades agrícolas, es fundamental. Dados los múltiples años de pruebas en viñedos chilenos las variedades INIA-biofrutales poseen una probada adaptación a nuestras condiciones de cultivo. Esto sumado al desarrollo de prácticas culturales, sugieren que podrían ser una inversión más confiable en comparación con los cultivares introducidos y con poca experiencia de cultivo en Chile ●

Desarrollo de portainjertos para tolerancia al estrés abiótico

Andrés Zurita

El objetivo de esta línea de investigación es: (1) desarrollar portainjertos a partir de genotipos de *Vitis* autóctonas y naturalizadas, y (2) detectar y comprender los mecanismos putativos para la tolerancia al estrés abiótico, en particular los aumentados por las condiciones del cambio climático en el norte de Chile.

Para mejorar el rendimiento y la tolerancia de los cultivos de vid al estrés abiótico, se evalúan las interacciones entre ellos y los portainjertos en experimentos de maceta a campo. Bajo restricciones abióticas como el déficit hídrico, la salinidad y el boro, típicamente de regiones hiperáridas, los cultivares de *Vitis* injertados en los portainjertos se están analizando en proxy multi-escala (de los tejidos al campo) considerando los efectos impulsados por los portainjertos en los rasgos funcionales en fenología, morfología, fisiología y nivel molecular.

Con este enfoque, hemos aislado portainjertos candidatos naturalizados, que influyen positivamente en las respues-

tas de crecimiento del vástago, la expresión del potencial / atributos de productividad de cada cultivar para diversos fines productivos como el vino, el pisco o las uvas de mesa, permitiendo el uso de portainjertos como estrategia para hacer frente al aumento de los desafíos medioambientales debido al cambio climático ●



Nuevas tecnologías de mejoramiento genético en especies frutales: Desarrollo de nuevos cultivares de vides y frutales carozos tolerantes a hongos y virus

Humberto Prieto

Durante la última década han surgido nuevas tecnologías de apoyo al mejoramiento genético de especies vegetales que se han denominado New Breeding Technologies (NBTs), y que consisten en tecnologías que involucran componentes moleculares y genéticos, con el fin de contribuir al mejoramiento genético. Las aproximaciones de las NBTs en vides, requieren de desarrollos previos y en su mayoría, estos son de alta complejidad técnica. Por ejemplo, nuevas tendencias en cisgenia, metilación RNA dependiente y edición por nucleasas, requieren como base la existencia de sistemas eficientes de regeneración celular. Utilizando como piso tecnológico a la embriogénesis somática de vides, en este proyecto hemos implementado diversas tecnologías vinculadas a las NBTs incluyendo

RNAi, cisgenia/intragenia, y edición CRISPR-Cas. A través de ellas, hemos desarrollado nuestros primeros individuos prototipo enfocados en el desarrollo de resistencia a enfermedades fúngicas y virales. Adicionalmente, hemos generado nuevos vectores para la transferencia génica utilizando "plant-derived transfer DNAs", lo que ha permitido generar una nueva herramienta de ingeniería genética de vides, utilizando sólo elementos del genoma de la vid ●



Nuevos prototipos de vid resistentes a enfermedades fungosas desarrollados por edición génica

Humberto Prieto

A través del proyecto de habilitación de NBTs, hemos demostrado la factibilidad de usar replicones de DNA virales para la expresión de los elementos de edición génica CRISPR/Cas9 en vides. Esta tecnología presenta la ventaja de permitir la edición de genes sin, necesariamente, generar individuos transgénicos. Los individuos generados por estos trabajos permitieron la formación de plantas potencialmente editadas, en genes de susceptibilidad a enfermedades fúngicas. Estas plantas han resultado tanto transgénicas como también no transgénicas. La condición final de los individuos que comprenden ambas poblaciones obtenidas, en la que se espera la interrupción de genes de susceptibilidad a enfermedades, debe ser caracterizada tanto a nivel molecular como a nivel de fenotipo. Así, este proyecto seleccionará los mejores prototipos editados evaluará su comportamiento frente a hongos ●

Rescate, caracterización y valorización de variedades menores en viñedos antiguos de Chile

Patricio Hinrichsen

La industria vitivinícola chilena se basó desde el principio en cultivares supuestamente traídos de la Península Ibérica por conquistadores españoles; luego, desde mediados del siglo XIX, una nueva ola de “cepajes finos”, en su mayoría franceses, se utilizaron para establecer nuevos viñedos, acompañados de la europeización de la viticultura, principalmente en los valles centrales cerca de Santiago. Esta fue la base para el desarrollo de una industria del vino con reputación internacional.

La producción de vino fue un proceso bastante rústico durante la época colonial, pero se convirtió en una actividad altamente profesionalizada en los últimos años. Los primeros viñedos se plantaron casi por completo con “Listan Prieto”, una variedad española ampliamente difundida a lo largo de la joven América, con decenas de sinonimias (“País” en Chile). Más tarde, durante el siglo

XVIII, llegó “Moscatel de Alejandría”; El cruce de estos llamados “genotipos fundadores americanos”, generó una gran cantidad de variedades “criollas”, algunas de las cuales se utilizan hoy en día para producir mostos de uso local. Mientras que otras esperan ser “descubiertas”, en función de sus méritos individuales.

En ese sentido, hemos estado trabajando en los últimos años en la búsqueda de estas cepas criollas, principalmente en los valles del sur de Maule y Biobío, en efecto desde Arica a Magallanes, usando un conjunto estándar de marcadores de microsátélites, se ha encontrado un buen número de genotipos no descritos previamente. Esto último ha sido posible gracias a la disponibilidad del Catálogo Europeo VIVC (www.vivc.de) y otras bases de datos de germoplasma. A la fecha hemos encontrado decenas de genotipos “nuevos”, lo que significa que no se habían descrito antes (principalmente las criollas) o que corresponden a variedades europeas antiguas que estaban distribuidas en pequeños viñedos viejos.

La comprensión de la historia de cada una de estas variedades y cómo llegaron a estas latitudes está pendiente, así como su caracterización productiva y enológica, en busca de mostos diferentes y atractivos ●

Búsqueda de genes y marcadores asociados a rasgos de calidad en uva de mesa: desde la evaluación de la diversidad genética hasta la validación de polimorfismos

Patricio Hinrichsen

En los últimos 10-15 años, se han ejecutado una serie de proyectos financiados por fondos de I&D nacionales en relación con este tema. En términos generales, su atención se ha centrado en la búsqueda de QTL y marcadores asociados a los rasgos de calidad de uva de mesa más relevantes, como el contenido y tamaño de semillas, el tamaño de la baya, la arquitectura del raquis, el desgrane de postcosecha, el metabolismo/contenido de ácidos y azúcares, etc.

Hemos desarrollado mapas de ligamientos basados en SSR primero y luego en una plataforma SNPlex. Para ello, utilizamos dos fuentes principales de muestras biológicas: cruces controlados de uva de mesa proporcionados por nuestro propio programa de mejoramiento y una colección

de genotipos de *Vitis vinifera* L., que incluye no solo uvas de mesa sino también cepas de vino y algunos híbridos de portainjertos.

El primer proyecto se ocupó de la búsqueda de determinantes genéticos de ausencia de semillas y después de 2-3 períodos (proyectos), nuestro equipo logró encontrar un marcador (P3) estrechamente asociado a este rasgo. El marcador es una secuencia repetitiva del tipo SSR ubicada en la región promotora del gen VvAGL-11, previamente asociada a la determinación de la flor/óvulo. Este es, a nivel mundial, uno de los pocos marcadores exitosos actualmente en uso para MAS por varios programas de mejoramiento de uva de mesa.

Otros rasgos abordados han sido confirmados como poligénicos, cuantitativos. En estos casos, hemos descrito una serie de QTL y listas de los genes candidatos relacionados con el fenotipo bajo escrutinio. Además, realizamos análisis transcriptómicos y proteómicos masivos, el primero basado en RNAseq de individuos contrastantes muestreados en momentos fenológicos críticos y utilizando tejidos específicos, como bayas y pedicelos. Los resultados más avanzados corresponden al tamaño de la baya; en este caso, identificamos 38 SNPs e InDels estrechamente asociados a este carácter complejo.

Actualmente, estamos en una etapa avanzada de conversión de esos marcadores en SSR, diseñados en la periferia (1 Mb) de los SNP/Indels. Esperamos haber validado estos marcadores en un amplio fondo genético en el más breve plazo ●



Desarrollo de herramientas basadas en genómica para apoyar el mejoramiento de uva de mesa

Nilo Mejía

Los atributos básicos de calidad en uva de mesa son comunes a la mayoría de los programas de mejoramiento, entre ellos la ausencia de semillas, el tamaño de la baya, la firmeza, el color y la resistencia a las enfermedades.

La ausencia de semillas es uno de los atributos favoritos para el mejoramiento debido a su importancia a nivel del consumidor y su facilidad para introgresar debido a su efecto dominante. Al respecto, desarrollamos uno de los marcadores más útiles para la selección asistida de la ausencia de semillas o apirenia estenospermocárpica, un microsatélite llamado p3_VvAGL11 que se aplica de manera rutinaria en varios programas de mejoramiento, ayudando a reducir los costos o mejorar la eficiencia hasta en un 50% cuando se aplica en las primeras etapas de mejoramiento.

En la continua búsqueda de mejorar la eficiencia en la selección asistida por marcadores para apirenia desarrolla-

mos recientemente nuevos marcadores complementarios basados en SNPs que pueden ser genotipados mediante TETRA-ARMS PCR en pequeños programas de mejoramiento o por qPCR-HRM que permite la aplicación de selección asistida con un mayor rendimiento y sencillez en la etapa post PCR y costos más reducidos.

Por otro lado, durante mucho tiempo las bases genéticas de rasgos complejos como el tamaño o la firmeza de las bayas se mantuvieron esquivas debido a su naturaleza altamente poligénica e interacciones con el medio ambiente. Para superar estas limitaciones desarrollamos una gran población biparental ($n > 500$) cruzando Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, la que se caracterizó fenotípicamente durante cuatro y cinco temporadas consecutivas para el tamaño y la textura de las bayas, respectivamente.

La arquitectura genética describe una naturaleza muy compleja, hasta 14 y 32 QTLs (loci de atributos cuantitativos) significativos, únicos y estables para el tamaño de la baya y los parámetros de textura, respectivamente. Estos QTLs explican una porción significativa de la variación fenotípica y actualmente estamos validando las asociaciones descubiertas en diferentes fondos genéticos para desarrollar marcadores para la selección asistida de estos atributos complejos ●

De QTLs a QTNs: identificación de los alelos más favorables para la selección asistida de atributos de calidad complejos en uva de mesa

Nilo Mejía

La arquitectura genética del tamaño de las bayas y las propiedades texturales revelaron la existencia de múltiples QTL de efecto pequeño, sin embargo, significativos y reproducibles. Mientras validamos las asociaciones genotipo-fenotipo más importantes en poblaciones de diferentes fondos genéticos y material de mejoramiento, esta investigación se centra en identificación de genes responsables de los QTLs subyacentes.

La validación señalará los alelos más favorables para fines de mejoramiento, mientras que la identificación de genes candidatos y su caracterización a nivel de sus nucleótidos tiene el potencial de revelar la base molecular del fenotipo, lo que permitiría el desarrollo de la selección asistida por genes.

Se están identificando SNPs intragénicos y SSRs estrechamente cercanos a los genes candidatos para el desarrollo de marcadores para la selección asistida para el tamaño y la textura de las bayas. La identificación de genes y las variaciones que son responsables de la variación fenotípica tiene el potencial de aumentar la precisión en el desarrollo de un modelo predictivo y permitirá desarrollar marcadores de selección asistida para estos rasgos complejos, así como establecer hipótesis de trabajo para metodologías de mejora genética molecular basadas en la edición de genes ●



Mejoramiento asistido por genómica: Genotipificación de alta densidad aplicado en el mejoramiento genético de rasgos de calidad en uva de mesa

Paola Barba

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar conocimiento y herramientas para el mejoramiento genético de uva de mesa, entendiendo la relación entre genotipo y los rasgos agronómicos relacionados con la baya y la calidad del racimo sobre el material que tiene el programa de mejoramiento de INIA: i) familias PMGV y ii) el repositorio de germoplasma de uva de INIA. Alcanzar este objetivo ayudará a la implementación de herramientas de mejoramiento, como la determinación de la heredabilidad de los rasgos, selección de padres adecuados e identificación de marcadores moleculares asociados a rasgos agronómicos y fisiológicos relevantes, para la selección asistida por marcadores en el PMGV de INIA-Biofrutales.



Para lograr este objetivo, se desarrolló una herramienta para fenotipado de alto rendimiento de rasgos de calidad en uva de mesa usando visión artificial. Esta investigación se traduce en un simple software llamado Berry Analyzer, que está disponible gratuitamente en https://github.com/PhenotypeLab/Berry_Analyzer. Usando esta herramienta, pudimos caracterizar alrededor de 600 genotipos de vides en tres temporadas consecutivas. Por otro lado, realizamos la caracterización del genotipo a través de genotipado por secuenciación (GBS), produciendo un conjunto de 49.311 SNPs (Polimorfismo de nucleótido único). Estos datos se utilizaron para caracterizar la estructura de la población entre las familias PMG y la colección de germoplasma. También permitió determinar el porcentaje de polen contaminado y la autopolinización entre familias.

Se realizó un estudio de asociación del genoma completo (GWAS) para identificar regiones del genoma (loci) de la vid asociado a características fenotípicas relevantes. Fuimos capaces de identificar loci de rasgos cuantitativos (QTL) para la ausencia de semillas, tamaño y forma de las bayas, número de semillas y peso de racimo. Nuestra estrategia nos permitió inspeccionar una amplia gama de genotipos

parentales del programa, haciéndolos más adecuados para las estrategias de mejoramiento. Esta investigación es uno de los pocos ejemplos de GWAS en vides, por lo que es interesante desde un punto de vista tecnológico y científico. En un contexto agrícola, el objetivo principal del mapeo QTL es la identificación de marcadores moleculares vinculados al fenotipo deseado para la selección asistida por marcadores (MAS), apilamiento/piramidización de genes, o selección de parentales. MAS permite la identificación de la progenie deseada a través de su ADN, antes de que la planta alcance la madurez para expresar el fenotipo. Si se aplica antes de la plantación del viñedo, el MAS podría reducir el tamaño de la población, reduciendo los requisitos de mano de obra, o ayudar a centrar los esfuerzos en el mejoramiento en otros rasgos de interés para el programa ●

Protección Vegetal





Daina Grinbergs
dgrinbergs@inia.cl
Ingeniera Agrónomo, Dra.



Silvana Soto
sylvana.soto@inia.cl
Ingeniera Agrónomo, Dra.



Mónica Madariaga
mmadariaga@inia.cl
Profesora de Biología y Química, Dra.



Eduardo Tapia
etapia@inia.cl
Ingeniero en Biotecnología, Dr.



Pablo Meza
pablo.meza@inia.cl
Ingeniero Forestal, Dr.



Nancy Vitta
nvitta@inia.cl
Ingeniera Agrónomo, M.Sc.



Claudio Salas
claudio.salas@inia.cl
Ingeniero Agrónomo, Dr.

Establecimiento e implementación de una plataforma de alerta para *Lobesia botrana* en las regiones de O'Higgins y del Maule

Nancy Vitta

El objetivo de este proyecto fue implementar y transferir el sistema de alerta temprana, basados en la interacción de grados días, humedad y distribución geográfica, para el control oficial de *Lobesia botrana* en Chile para uva de mesa.

L. botrana es la plaga cuarentenaria presente de mayor importancia a nivel nacional y ha sido priorizada por el Ministerio de Agricultura. La alta incidencia de plagas se ha traducido en impactos económicos directos por mermas efectivas sobre la producción e impactos indirectos por restricciones comerciales generadas por las fuertes exigencias fitosanitarias para la exportación de produc-



tos a diferentes mercados destino. Dichas restricciones comerciales, que aumentan día a día con la liberación del comercio, se han traducido para el mercado nacional en altos volúmenes de productos hortofrutícolas que son rechazados durante los procesos de inspección y muestreo para la certificación fitosanitaria en origen, realizada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) durante las temporadas de exportación, lo cual impacta directamente sobre la competitividad que ha generado el sector en los últimos años.

El presente estudio se realizó en las regiones de O'Higgins y de Maule, con productores organizados y que tuvieron un alto nivel de infestación en uva, de acuerdo a la información que entregara el Programa Nacional de *Lobesia botrana* del SAG (PNLB).

Se monitorearon plantas periódicamente en las estaciones de monitoreo. Se trabajó en base a dos modelos: el modelo de desarrollo obtenido en el laboratorio por INIA La Platina, donde se determinó que la temperatura umbral mínima de desarrollo de la plaga es de 9°C y umbral máximo de

27,4°C y el que utiliza el RPF (Red de Pronóstico Fitosanitario) del SAG que trabaja con el modelo de Touzeau, que considera una temperatura umbral de 10°C y 30°C. Se utilizó como inicio de acumulación de grado día (BIOFIX) el 1 de julio.

Según los datos obtenidos, se puede concluir que, las diferencias de acumulación de grados días (GD) que se presentan entre las estaciones de monitoreo, en algunos casos fue poco considerable (Colina, Buin) y en otros casos fue representativo (Pirque, Olivar); estas diferencias pueden deberse a factores tales como, diferencias de variedades, plantas presentan distinto vigor, forma de canopia, manejos de desbrote (entradas de luz al fruto), etc. Así como también la diferencia de GD que se observó en el análisis de los resultados entre la estación de monitoreo y la estación meteorológica (Agromet). Otro factor que puede afectar las diferencias de GD es que Chile presenta relieve en los suelos, tales como cerros, planicies, etc., afectando las mediciones de las estaciones, o bien presentar microclimas en algunas localidades ●

Generación de sistemas de alertas de establecimiento, desarrollo y control de oportunidades de *Lobesia botrana* en la región de Atacama, Chile

Claudio Salas

Durante 2008, el escenario fitosanitario del sector vitivinícola chileno se vio fuertemente afectado por la entrada de *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae). Los efectos que *L. botrana* tiene en la producción de vides son efectos productivos directos debido a la destrucción de la fruta por las larvas, que además generan pudrición. Por otro lado, también se han establecido medidas de cuarentena en los mercados de destino de la uva de mesa que están libres de esta plaga, lo que afecta los costos de producción, tanto en el campo como en la cosecha.

Desde el comienzo del establecimiento del Programa de Control Oficial (PNLB) en Chile, las capturas de *L. botrana* en la región de Atacama se han reducido en comparación

con las registradas en la zona central. Por ejemplo, de 2008 a 2016 en la Región de Atacama, se capturaron 90 machos, mientras que en la región del Maule solo durante la temporada 2015/2016, se capturaron 462,658 individuos, aunque el área cultivada con vides difiere mucho entre las dos regiones. Es un factor importante a tener en cuenta. Esto implica que las características climáticas y agroecológicas de la región de Atacama impiden el establecimiento y el desarrollo normal de la plaga, y es probable que los individuos capturados en la red de monitoreo proporcionada por el SAG provengan de frutas frescas importadas de las regiones centrales del sur.

Debido a la relevancia económica de la producción de vino para la Región de Atacama como el área principal de producción temprana, es necesario desarrollar modelos de alerta adaptados a las condiciones climáticas y ecológicas de la zona, con el objetivo de determinar las condiciones óptimas para el establecimiento, desarrollo y control de *L. botrana*. Por medio del proyecto, se ha generado SEPEP, correspondiente a un software que permite evaluar la probabilidad de establecimiento y desarrollo de *L. botrana* en la región de Atacama, en base a datos biológicos, meteorológicos y topográficos. SEPEP hace

un conjunto de pre-procesos en estos datos generando un mapa de probabilidad comparativo de supervivencia de plagas para finalmente, haciendo una regresión con el mapa de captura, crea un mapa de probabilidad de éxito para establecerse como una plaga presente en la región de Atacama.

SEPEP es un programa ejecutable para PC con Windows. Puede funcionar en cualquier versión de Windows desde XP hasta la versión 10. Puede operar en PC con 32 bits o 64 bits y no requiere un instalador o software de terceros. Los resultados obtenidos indican que en la región de Atacama hay una baja probabilidad de establecimiento de *L. botrana*, siendo las áreas urbanas las que tienen el mayor riesgo de establecer la plaga, debido a la presencia de huéspedes primarios sin manejo. Sin embargo, la probabilidad de capturas en estos sitios es inferior a 1 individuo por año.

La información generada es de gran importancia para la región, ya que podría ser utilizada por la autoridad fitosanitaria nacional para establecer áreas de baja prevalencia y posteriormente huertos libres de *L. botrana*, lo anterior con los beneficios económicos para el sector exportador ●



Investigación en virus de uva de mesa

Mónica Madariaga

El cultivo de la vid es afectado por más de 44 especies de virus de las cuales aproximadamente el 64% causa importantes pérdidas económicas. En Chile se han determinado las principales enfermedades de origen viral en viñas y parronales con el correspondiente impacto en la producción de fruta. Este proyecto está enfocado en el desarrollo de una plataforma de saneamiento de variedades y portainjertos de vid que se encuentran infectados con virus.

Esta iniciativa ha demostrado que los virus más frecuentemente encontrados al examinar muestras mediante la técnica PCR (Polimerase Chain Reaction) han sido *Grapevine virus A* (GVA), *Grapevine leaf roll virus associated virus-1* (GLRaV-1), *Grapevine leaf roll virus associated virus-2* (GLRaV-2), *Grapevine leaf roll virus associated virus-3* (GLRaV-3) y *Grapevine fan leaf virus* (GFLV) con una prevalencia entre el 21% al 26%, mientras que *Grapevine rupestris stem pitting associated virus* fue el virus mayormente detectado con una prevalencia de un 74%. Nunca se determinó la presencia de *Grapevine virus B* (GVB).

La plataforma de saneamiento fue establecida en base a termoterapia *in vitro* y cultivo de meristemas con resultados exitosos pues el 100% de los clones que ingresaron a la plataforma fueron saneados. La eficiencia del proceso de saneamiento demostró ser variable dependiendo del genotipo del material vegetal y el tipo de virus. Dependiendo de estos factores la tasa de regeneración se movió entre un 46% y un 73%. Los virus del enrrollamiento de la hoja (GLRaVs) fueron los más sencillos de erradicar con una eficiencia de un 90% y los virus GVA y GRSPaV fueron los más recalcitrantes con eficiencias cercanas al 40% ●



Control biológico de *Lobesia botrana* con plaguicidas microbianos

Eduardo Tapia

Desde el año 2016 hemos desarrollado estrategias amigables con el medio ambiente para el control de la polilla de la vid *Lobesia botrana*, que afecta principalmente a vides, arándanos y ciruelos entre otros hospederos. Además, es catalogada como plaga bajo control obligatorio desde el abril/2018 por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) por ser una plaga cuarentenaria (Resolución N° 2.109 Exenta).

Para el caso de *L. botrana* en vides, dentro de su ciclo de vida encontramos una diapausa invernal de aproximadamente de 5 meses en donde no hay manejo químico ni biológico para control de ésta y otras plagas de la vid. De igual modo, los principales focos de reinfestación de esta plaga se encuentran en sectores urbanos cercanos de los predios de pequeños, medianos y grandes productores de uva, alcanzando una superficie de aproximadamente de 155.000 ha. Por lo tanto, el Laboratorio de Entomología/Biotecnología del Instituto de Investigaciones Agrope-

cuarias (INIA) La Platina en conjunto con el Programa Nacional de *Lobesia botrana* (PNLB) del SAG decidieron realizar pruebas de laboratorio y campo para explorar la posibilidad de utilizar el hongo entomopatógeno (HEP) *Beauveria pseudobassiana* RGM 1747 para el control de las pupas de *L. botrana* en diapausa invernal.

Una vez aprobadas las evaluaciones *in vitro* y semi-campo en invierno, se desarrolló una prueba de concepto en campo, también en etapa invernal con infestación natural de la plaga en donde se alcanzó con una formulación básica un 51% de eficacia en sector urbano de la región Metropolitana. Con los resultados obtenidos de este estudio, se postuló a un fondo concursable de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), y, una vez adjudicado el proyecto de duración de 36 meses, a partir de mayo del 2017 hasta marzo del 2020 (PYT-2017-0182) se realizaron los estudios para mejorar la producción, formulación y evaluación en campo.

En una primera etapa se identificaron molecularmente 10 HEP de los géneros *Beauveria* y *Metarhizium*, se evaluó su patogenicidad sobre pupas de *L. botrana* y se escalaron a 5 L según su capacidad de crecer en medios líquidos alcanzando concentraciones de 200 g/L de biomasa húmeda,

tanto para *Beauveria* como *Metarhizium*, ser formulados como emulsiones inversas y/o polvos mojables manteniendo su patogenicidad sobre las pupas. La inclusión de las herramientas de biotecnología permitió disminuir los tiempos de producción de 4 meses en estado sólido a un mes en líquido (considerando su formulación). En una segunda etapa, se han realizado dos temporadas de evaluación invernal en el campo experimental de vides de INIA La Platina, ubicado en la comuna de La Pintana, región Metropolitana, y dos en el sector de Placilla, región de O'Higgins. Complementariamente, se está desarrollando un ensayo en el sector urbano de Olmué, región de Valparaíso cuyos resultados se esperan para febrero de 2020, fecha en que terminan los trabajos experimentales del proyecto.

En los casos de La Pintana y Placilla se han complementado la evaluación de los bioplaguicidas con capturas de machos de *L. botrana* una vez terminada la temporada invernal con trampas con feromona. Las eficacias en La Pintana alcanzaron 77,5% de eficacia con *Beauveria* con una disminución en las capturas de un 53% y 75% de eficacia con *Metarhizium* con una disminución en las

capturas de un 90%. Mientras que en Placilla se alcanzó un 67% de eficacia con *Beauveria* con una disminución en las capturas de un 58% y 58% de eficacia con *Metarhizium* con una disminución en las capturas de un 54%. Los resultados del proyecto FIA han derivado en una solicitud de patente nacional (INAPI 201802396) en donde se protege la formulación de los HEP seleccionados y sus aplicaciones sobre pupas de *L. botrana* en vides ●



Generación de estrategias para el control de ácaros eriófidos (Acariformes: Eriophyoidea) en la producción de uva de mesa del Valle del Elqui, Chile

Claudio Salas

En las últimas temporadas, el sector vitivinícola nacional ha registrado un aumento en los daños causados por los ácaros de la familia Eryophidae, destacando los registrados en la región de Coquimbo. Para Chile se citan dos especies de eriófidos asociadas con la vid, *Calepitrimerus vitis* (Pagenstecher) y *Colomerus vitis* (Narepa).

Las pérdidas generadas por estas especies en los huertos dependen del tipo de daño causado por cada una de estas especies y/o razas que infestan y se alimentan de inflorescencias primordiales y meristemas apicales, generando pérdidas económicas significativas. La falta de conocimiento en la identificación de estos ácaros eriófidos y en la preparación de programas fitosanitarios eficientes por parte de agricultores y profesionales agrícolas, ha fomen-

tado a nivel local aumentos en el número de aplicaciones con el consiguiente impacto económico y ambiental.

El objetivo de la presente investigación es determinar, a través de la identificación taxonómica por especialistas del grupo, las especies y razas que afectan la producción vitícola regional. También busca determinar la eficacia de diferentes moléculas acaricidas y programas fitosanitarios. Todo lo anterior con el fin de proporcionar a la viticultura regional programas de gestión eficientes para los eriófidos que se adapten a las condiciones locales ●



Respuesta hospedera de portainjertos de vid a nemátodos fitoparásitos en condiciones de replante

Pablo Meza

Los nemátodos son animales microscópicos que pueden ocasionar importantes daños en el cultivo de la vid, reduciendo la producción y sanidad radicular. El uso de genotipos resistentes a nemátodos fitoparásitos es uno de los métodos más económicos y amigables con el medio ambiente para el manejo de estos fitoparásitos.

El objetivo principal de este proyecto fue evaluar la respuesta hospedera de los portainjertos Paulsen, Harmony y Ramsey a nemátodos fitoparásitos, en una condición de replante. Esta investigación se desarrolló en el Centro Regional de Investigación INIA-La Platina, entre los años 2015 y 2019.

La población de nemátodos estuvo compuesta por los géneros, *Pratylenchus* spp., *Xiphinema americanum* s. l., *Mesocriconema xenoplax*, *Trichodorus*, *Hemicycliophora*

sp., *Helicotylenchus* y otros. Durante cada temporada de evaluación las muestras de suelo fueron tomadas a inicios de primavera, verano y postcosecha. Para el análisis de los datos se utilizó un modelo lineal generalizado (GLiM) con una distribución de Poisson y una función de enlace log. Luego de tres temporadas de evaluación, se observó que los portainjertos Harmony y Paulsen pueden reducir la población de nemátodos, pero sólo Ramsey mostró diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$), con las variedades no injertadas, limitando considerablemente la población de nemátodos. Los resultados obtenidos en esta investigación pueden contribuir a desarrollar una estrategia de manejo integrado de nemátodos fitoparásitos en el proceso de producción de la vid ●



Prospección de enfermedades de la madera en vides

Daina Grinbergs

El objetivo de esta área es determinar los principales patógenos de madera que afectan a vides viníferas y uva de mesa, con énfasis en cepas minoritarias y estudiando su epidemiología para establecer planes de manejo y estrategias preventivas.

Se realizaron prospecciones de enfermedades de madera en los valles de Itata y Cauquenes, principalmente desde cepas patrimoniales, en 2018 y 2019. Se aislaron patógenos fungosos en medios de cultivo desde cepas como País, Torontel, Moscatel, Carignan y Ovoide, y se registraron los síntomas asociados, como necrosis esponjosas amarillentas con márgenes café, punteaduras negruzcas y lesiones duras en forma de V de color café oscuro.

A la fecha, el laboratorio cuenta con 205 aislamientos de hongos de madera de vid, tanto de los grupos Ascomycota como Basidiomycota. Destacan por su frecuencia hongos de la familia Botryosphaeriaceae, con *Diplodia seriata*, *D. mutila*, *Neofusicoccum* spp. y *Botryosphaeria* sp., como

los más frecuentemente aislados. El segundo grupo en importancia correspondió a Basidiomycetes, con *Inocutis* sp. como el más aislado, y un tercero agrupando patógenos como *Seimatosporium* spp. y *Phaeoacremonium* spp. Las prospecciones continúan, así como también pruebas de patogenicidad y evaluaciones de virulencia de los hongos aislados ●



Evaluación susceptibilidad *in vitro* a distintos fungicidas de aislados de *Botrytis cinerea* Pers. provenientes de vid de la Zona Central de Chile

Sylvana Soto y Patricia Rebufel

La Pudrición gris causado por el hongo fitopatógeno *Botrytis cinerea* Pers., infecta a la vid durante la floración, permaneciendo latente hasta la cosecha o postcosecha donde comienza a mostrar sus síntomas.

En condiciones de alta humedad y temperatura este hongo afecta también, órganos herbáceos e inflorescencias, como atizonamientos de los tejidos. Para su control se debe aplicar botriticidas principalmente en floración, pinta y precosecha. Se deben ir alternando ingredientes activos (i.a.) para evitar la generación de resistencias.

Con el objetivo de evaluar su susceptibilidad frente a distintos fungicidas, se seleccionaron 12 aislados de *B.*

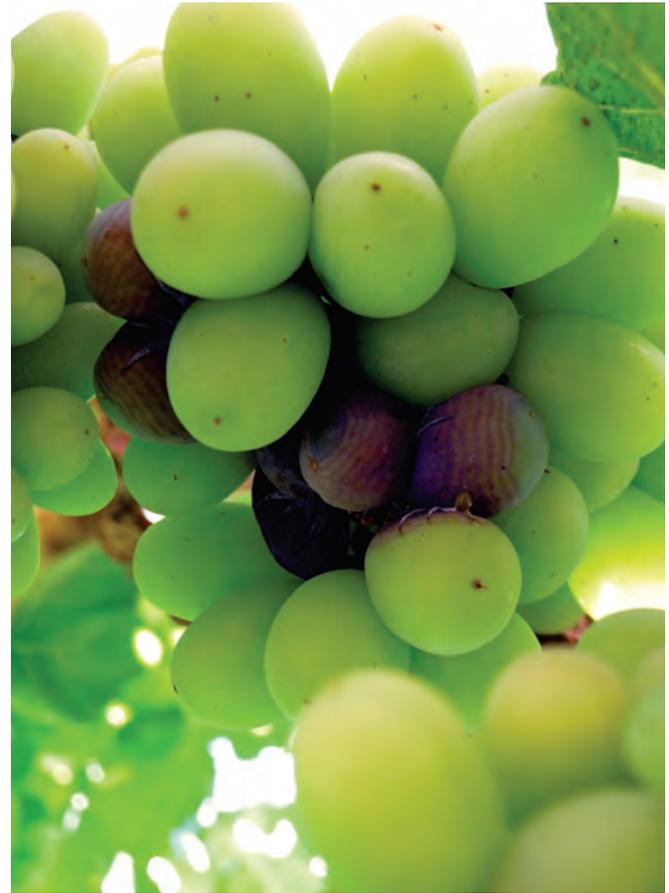
cinerea obtenidos de uva de mesa proveniente de la zona central de Chile, los cuales se caracterizaron morfológicamente por su crecimiento y desarrollo a distintas temperaturas. Se determinó el EC50 de 16 i.a. para *B. cinerea*, se consideró como aislados Sensibles aquellos con un EC50 0 - 1 ppm, Resistente con 1 a 5 ppm y Altamente Resistente con EC50 mayor a 5 ppm. A continuación, se muestra sólo los resultados de tres i.a. con resultados más importantes. Para clorotalonil existe un bajo nivel de control de *B. cinerea*, ya que no se logró una inhibición superior al 80% en ningún aislados. A medida que se disminuyó la concentración del i.a. fue posible observar que la inhibición de *B. cinerea* fue nula. En base a los EC50 (rango de valores entre 1,8 ppm - >100 ppm) se determinó que *B. cinerea* presentó un alto grado de resistencia a clorotalonil, ya que todas las cepas evaluadas presentaron un nivel de Resistente a Altamente Resistente. Debido a esto se debe tener precaución al aplicar este producto y utilizar una rotación de ingredientes activos o mezcla adecuada para evitar problemas de control.

En base a los resultados obtenidos para fluazinam se observó una elevada inhibición de *B. cinerea*, con un nivel superior al 93% en la concentración máxima utilizada (7 ppm) y superiores al 90% en concentraciones de 5 y 0,5

ppm en la mayoría de los aislamientos. Los EC50 obtenidos (rango de valores entre $<0,001\text{ppm}$ - $0,002\text{ ppm}$) demostraron que este i.a. podría resultar una alternativa para el control para *B. cinerea*, ya que todos los aislamientos estudiados presentaron sensibilidad a la molécula.

Los resultados para fludioxonil indican que existe un buen control de *B. cinerea*, ya que en muchos aislamientos se logró una inhibición del 100% en las dosis más altas (7 y 5 ppm), con una muy baja dispersión de los datos en estas concentraciones. Los EC50 (rango de valores entre $<0,001\text{ppm}$ - $1,28\text{ ppm}$) demostraron que fludioxonil fue una buena alternativa para el control de *B. cinerea*, debido a que aún no es capaz de generar mecanismos de resistencia en los aislamientos estudiados.

Es importante realizar constante mente este tipo de estudio, abarcando un mayor número de aislados y fungicidas. De manera de poder estar alerta a mecanismos de resistencias, además de poder recomendar rotaciones o mezclas de productos adecuadas, controlen la enfermedad efectivamente ●



Fisiología y Manejo de Viñedos





Claudio Balbontín
claudio.balbontin@inia.cl
Ingeniero Agrónomo, Dr.



Gabriel Sellés
gselles@inia.cl
Ingeniero Agrónomo, Dr.



Stanley Best
sbest@inia.cl
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.



Nicolás Verdugo
nicolas.verdugo@inia.cl
Ingeniero Agrónomo, Dr.



María Cecilia Peppi
cecilia.peppi@inia.cl
Ingeniera Agrónomo, Ph.D.



Carlos Zúñiga
czuniga@inia.cl
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.



Carolina Salazar
carolina.salazar@inia.cl
Bióloga Ambiental, Dra.

Escalamiento tecnificado para el desarrollo de nuevas variedades de uva de mesa en Chile

María Cecilia Peppi

El proyecto busca impulsar la adopción de variedades de uva de mesa del Programa de Mejoramiento Genético de Vides (PMGV) INIA-Biofrutales, mediante la incorporación de tecnologías agronómicas que optimicen el rendimiento y calidad de la fruta. Las observaciones y ensayos se realizan en cuatro regiones (regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins), las que representan parte importante de la producción nacional de uva de mesa. Existen unidades donde se muestran las selecciones avanzadas del PMGV y se establecen ensayos bajo diversas condiciones, incluyendo el uso de coberturas (plásticos y/o mallas) y sistema de conducción alternativo al parrón español (Gable).

En los viñedos demostrativos se evalúan manejos agronómicos, tales como tipo de poda, carga, arreglo de racimo, uso de reguladores de crecimiento, etc. que optimicen la productividad y calidad de la fruta a cosecha y postcosecha. Paralelamente a los ensayos se realizan actividades

de difusión como días de campo y talleres, incorporando a productores, exportadores y/o asesores, a fin de determinar posibles mercados de destino y/o ventanas comerciales apropiadas para cada selección avanzada.

Al fin de este proyecto se espera contar con paquetes tecnológicos para cada selección, que permitan cultivar nuevas variedades de uva de mesa con altos estándares de producción, calidad y vida en postcosecha. Además, se espera que los planes de manejo bajo cobertura y/o en un sistema de conducción alternativo al parrón español, acorten la brecha de adopción de variedades y tecnologías, permitiendo al productor flexibilizar ventanas comerciales, reducir costos y hacer frente a fenómenos climáticos ●



Uso de cubiertas en uva de mesa

Carolina Salazar y Gabriel Sellés

Desde el año 2015 se desarrolla esta línea de investigación para evaluar el uso de cubiertas en uva de mesa, en conjunto con la empresa privada y con el apoyo de CORFO. El uso de cubiertas plásticas en la industria de la uva de mesa en Chile tiene como objetivos principales: (i) protección frente a fenómenos climáticos extremos (heladas, granizo, lluvias en periodos de cosecha, entre otros) y (ii) modificar la fenología logrando adelantar o retrasar los estados fenológicos y por consiguiente la maduración de la fruta.

El proyecto se desarrolló con el objetivo de evaluar la fisiología, calidad de la fruta, uso eficiente del riego y la postcosecha de dos variedades (blanca y roja) de uva de mesa en la región de O'Higgins. Los resultados obtenidos han evidenciado un cambio en el microclima de cultivo bajo la cubierta produciendo un incremento en los días grado que produce un acortamiento fenológico, produciendo una maduración adelantada (6–8 días). Asimismo, la modificación microclimática produce que bajo la cubierta se disminuya más de un 20% la evapotranspiración de referencia (ET_o) respecto a la situación al aire libre.

En conjunto con este proyecto se evaluó el potencial del uso de cubiertas plásticas de polietileno en zonas no tradicionales del cultivo de uva de mesa, para expandir las fronteras de cultivo hacia zona con mayor disponibilidad de recursos hídricos, como una forma de adaptación frente a los futuros efectos del cambio climático. Considerando las ventajas y desventajas de esta tecnología; y asegurando la sustentabilidad del cultivo como consecuencia el reciclaje del plástico y su menor impacto sobre el ambiente.

En paralelo, se han realizado estudios breves en el uso de cubiertas tipo malla. En estos estudios se ha realizado un seguimiento de la cobertura foliar en plantas jóvenes, recientemente establecidas en un parrón comercial de la región de Valparaíso. Esta metodología también ha sido observada en un proyecto en conjunto con INIFAP México, evidenciando sus cualidades en la producción de uva de mesa en climas extremos como el de la región de Sonora, México ●



Sistema de estimación a cosecha en viñedos a través de visión artificial

Stanley Best

Esta investigación busca generar un sistema de estimación del rendimiento en viñedos basado en la visión artificial, lo que reducirá significativamente los costos de la determinación *in situ* de los componentes del rendimiento, gracias al aumento en la precisión espacial y la posibilidad de monitorear el cultivo en ciertos momentos críticos.

Un sistema de estas características formaría la base de análisis para una predicción temprana de rendimiento final cuando se consideran otras variables asociadas con el cultivo, como el suelo y la expresión vegetativa. El objetivo general es desarrollar un sistema (Hardware y software) para estimar el rendimiento espacial de los cultivos, evaluados en viñas, basados en un sistema óptico para la captura dinámica en campo.

A la fecha, los avances realizados son: segmentación de imágenes en el periodo cercano a cosecha, modelo determinista de calibración entre los valores digitales segmentados en la imagen y el rendimiento obtenido en el campo y un software de segmentación ●



Sistema de monitoreo basado en espectrometría (OST-Smart) para el control, la gestión de la producción y la calidad en uvas de vino

Stanley Best

La tecnología que se desarrollara con este proyecto buscará proporcionar a los viticultores un sistema de optimización a cosecha que excede en gran medida la planificación actual, además de mejorar o asegurar la calidad de la uva o racimo en la producción de vino o sub-productos.

Todos esto conlleva mejoras en la rentabilidad y sustentabilidad de los productos, debido a la mejora en la calidad, oportunidad y madurez de los frutos para los procesos agroindustriales.

Desarrollar y adaptar un sensor VIS/NIR para evaluar la calidad sería un gran avance para la agricultura chilena, ya que el objetivo es monitorear en tiempo real las variables de calidad de la fruta determinando la calidad de los vinos. El objetivo general consiste en generar un sistema de

monitoreo OST-SMART para monitorear la calidad y el desarrollo de la producción de uva de vino aumentando el rendimiento del campo y su comercialización ●



Nuevas tecnologías para el riego de precisión en vides

Claudio Balbontín

Dentro del marco del uso eficiente de los recursos hídricos en la agricultura y la implementación de nuevas tecnologías para enfrentar las limitantes hídricas presentes en las zonas áridas, se ha implementado la Plataforma Agrícola Satelital PLAS en la zona norte del país. A través de esta plataforma de consulta y la disponibilidad de imágenes satelitales (índices de vegetación), es posible supervisar y consultar el estado de desarrollo de las vides.

A partir del seguimiento del desarrollo del cultivo y junto con información de la demanda ambiental de los sitios, es posible realizar una estimación precisa del consumo hídrico de la vid y por tanto definir las necesidades de riego.

La alta resolución temporal y espacial de las imágenes permite caracterizar de manera precisa el desarrollo sitio-específico del cultivo, recogiendo variables asociadas a la capacidad de transpiración de las plantas. Adicionalmente, la información satelital permite caracterizar la variabilidad espacial y temporal de los cultivos, lo

cual facilita la implementación de manejos agronómicos diferenciados en sectores del predio.

La Plataforma Agrícola Satelital PLAS puede ser consultada en internet en la página web <http://maps.spiderwebgis.org/login/?custom=plas>, permitiendo la descarga de información del desarrollo de cualquiera parcela ubicada entre las regiones de Coquimbo hasta el Biobío. Las principales líneas están orientadas a: i) Análisis de las series temporales del índice de vegetación satelital NDVI, seguimiento del desarrollo del cultivo y definición de las necesidades de riego netas en vides, II) Validación de la estimación de las necesidades de riego de los cultivos a partir de registros del estado hídrico interno de las plantas, III) Construcción de patrones de referencia de principales cultivos y IV) Balances hídricos regionales ●



Fenología de la vid y cambio climático

Nicolás Verdugo

La fenología de la vid se refiere al estudio de las etapas de crecimiento y desarrollo de la vid que ocurren durante la temporada de crecimiento, relacionados principalmente a variables climáticas (temperatura). Ejemplos de estados fenológicos son la brotación, floración, envero y la fecha de cosecha.

Esta línea de investigación considera la calibración y validación de modelos predictivos de estados fenológicos claves en la producción de la vid (brotación, floración, envero y cosecha), usando información climática, con el objetivo de generar herramientas de gestión a diferentes niveles: (i) nivel productivo, para planificación de labores agrícolas en los viñedos, (ii) nivel regional, para la selección de variedades de vides mejor adaptadas a cada región (zona agroclimática) y (iii) simular el comportamiento de la fenología de la vid bajo condiciones climáticas futuras (cambio climático).

Por otro lado, esta línea de investigación considera estudiar cómo los estados fenológicos se ven afectados por algunos manejos productivos, tales como el uso de portainjertos, estructuras protectoras (mallas, plásticos), sistema de conducción, poda, entre otros. Esta información permitirá adaptar los manejos vitícolas a los futuros escenarios de cambio climático ●



Portainjertos de uva de mesa: experiencia en el valle de Aconcagua

Gabriel Sellés y Carlos Zúñiga

En Chile, hay poca información sobre la respuesta de los portainjertos en las uvas de mesa bajo condiciones físicas y químicas limitantes del suelo, así como sus efectos sobre la calidad y la productividad de las plantas.

Durante 5 temporadas (2007-2012), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), realizó una investigación en el Valle del Aconcagua para responder a estas preguntas. Se realizaron dos experimentos, por un lado, para medir la respuesta de las plantas injertadas a las bajas condiciones de aire se realizó una prueba de macetas donde se probaron las plantas injertadas y no injertadas en diferentes texturas del suelo (marga limosa, arenosa, marga arenosa, marga arcillosa) con diferente macroporosidad (9,5-22%).

Se usaron diferentes portainjertos (Freedom, Harmony, Richter 110, Salt Creek, 1616) en plantas injertadas. Por otro lado, en condiciones de campo, las plantas sin injertar e injertadas se probaron en condiciones de baja aireación del suelo causadas por riego frecuente. Las conclusiones indican que al disminuir el contenido de aire del suelo por debajo del 16% de

conductancia estomática, el contenido de clorofila, el índice de área foliar y el desarrollo del dosel también se reducen, y esta disminución afecta más a las plantas no injertadas que a las injertadas. Los portainjertos Richter 110, Freedom, Harmony y SaltCreek se desempeñaron mejor en condiciones de baja aireación del suelo y condiciones controladas.

El rendimiento fue similar con mayores valores de macroporosidad detectados en plantas injertadas y no injertadas. Las plantas injertadas mostraron un brote posterior que las plantas no injertadas, sin embargo, el vigor de la planta de las plantas injertadas fue mayor. También se detectó un período más corto entre la brotación y la cosecha en plantas injertadas asociadas con una acumulación de azúcar más rápida en la fruta. Las plantas injertadas tuvieron una mayor incidencia de desórdenes fisiológicos probablemente asociados a desequilibrios hormonales causados por su mayor vigor.

El uso de portainjertos causó una mayor absorción de potasio en las plantas y una mayor acumulación de nitrógeno. Del mismo modo, se observó una disminución de la absorción de magnesio. Las plantas injertadas mostraron menos absorción de microelementos, especialmente cuando se usa portainjertos Harmony. Bajo un alto contenido de calcio en el suelo, las plantas injertadas mostraron diferentes comportamientos dependiendo del portainjerto, sin embargo, Salt Creek y Freedom mostraron un mejor rendimiento ●

Requerimiento de riego en uva de mesa: experiencia en el valle de Aconcagua

Carlos Zúñiga y Gabriel Sellés

El Instituto de Investigación agropecuarias (INIA) realizó un estudio exhaustivo de los requerimientos de agua de uva de mesa entre 2007 y 2012 en el Valle del Aconcagua. En este estudio, a través de diferentes metodologías, se determinaron los coeficientes de cultivo, los umbrales de riego, la respuesta del cultivo a diferentes volúmenes de riego y las funciones de producción. A través de lisímetros y estaciones meteorológicas Eddy Covariance, se



obtuvieron los requisitos de agua para las uvas de mesa que crecen bajo el sistema de overhead trellis.

Los resultados obtenidos indicaron que, bajo las condiciones del Valle del Aconcagua, los requerimientos de agua del cultivo excedieron los de la evapotranspiración potencial entre floración y envero. Además, la cantidad de agua necesaria para el cultivo de uvas de mesa obtenidas usando lisímetros y covarianza Eddy fue similar y alcanzó valores cercanos a 8.000 m³ / ha en la temporada.

A partir de las cantidades de agua necesarias para la uva de mesa, se obtuvieron sus coeficientes de cultivo (Kc), que alcanzaron valores máximos de 1,2 durante envero. Paralelamente, se obtuvo una correlación entre los coeficientes de cultivo y el porcentaje de sombra bajo el sistema trellis, encontrando una correlación positiva y significativa entre los dos parámetros ($Kc = 0,012 \times S\% + 0,072$, $R^2 = 0,75$, $p < 0,01$). Además, dado el gran desarrollo de las raíces de uva de mesa, se estimó el umbral de riego que no deprime la producción y la calidad de la fruta. Este valor se obtuvo mediante el monitoreo continuo del contenido de agua del suelo con sondas de capacitancia colocadas en la fila y entre filas, además del monitoreo periódico del potencial de agua del tallo. Los resultados obtenidos indican que el umbral de riego en las hileras de cultivos fue del 30% del agua disponible ●

Calidad de fruta y tecnologías de postcosecha





Bruno Defilippi
bdefilip@inia.cl
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

Postcosecha

Bruno Defilippi

La Unidad de Postcosecha de INIA, se enfoca en estudiar las causas que afectan los atributos de calidad durante el almacenaje para destinos lejanos de Uva de Mesa, entregando las bases para el desarrollo de tecnologías aplicadas en las diferentes etapas productivas, integrando manejos y tecnologías tanto pre cosecha como post cosecha, para asegurar una visión integral para mejorar calidad.

La investigación realizada en este laboratorio tiene por objetivo responder tanto a situaciones comerciales con el uso de tecnologías aplicadas a la industria de exportación, como a desarrollos científicos de ciencia básica para aproximaciones más académicas.



Las principales áreas de investigación incluyen:

- Cambios texturales (firmeza) durante almacenaje.
- Desarrollo de estrategias para aumentar tamaño de bayas y reducir desgrane.
- Desarrollo de Atmósfera Controlada y Atmósfera Modificada para controlar *Botrytis* y Deshidratación de pedicelo.
- Evaluación y manejo de nuevo genotipos de uva de mesa.
- Evaluación de compuestos GRAS para controlar pudrición.
- Metabolismo de sabor en desarrollo y vida de post-cosecha.

Entre los proyectos de investigación en uva de mesa desarrollados por la Unidad de Postcosecha de INIA, en colaboración con otros centros de investigación, se encuentran:

1. Entendiendo los cambios en el metabolismo del sabor y mecanismos de regulación durante el desarrollo de fruta y vida de postcosecha de uva de mesa.
2. Estudio de los cambios en la fisiología del raquis de uva de mesa con diferentes modificaciones de tratamientos de postcosecha.
3. Efecto de la luminosidad en el metabolismo de pigmentos relacionados en el desarrollo de color en uva de mesa.
4. Uso de Atmósfera Controlada con alto nivel de CO₂ para reducir incidencia de pudrición en uva de mesa var. Thompson Seedless y Red Globe.
5. Estudio molecular y fisiológico del pardeamiento de raquis durante postcosecha de uva de mesa var. Red Globe.
6. Caracterización de azúcares y ácidos orgánicos en variedades comerciales de uva de mesa ●

Enología y Vitivinicultura





Diego Arribillaga
darribil@inia.cl
Ingeniero Agrónomo



Carlos Ruiz
cruiz@inia.cl
Ingeniero Agrónomo, Dr.



Irina Díaz
idiaz@inia.cl
Ingeniera Agrónomo, M.Sc.



Carolina Salazar
carolina.salazar@inia.cl
Bióloga Ambiental, Dra.



Marisol Reyes
mreyes@inia.cl
Ingeniera Agrónomo, Dra.

Apoyo a la pequeña vitivinicultura del secano

Marisol Reyes

Este proyecto busca establecer servicios de apoyo analítico mediante el establecimiento de un Laboratorio de Enología que apoye el proceso de producción y guarda de vinos de pequeños y medianos vitivinicultores.

Se dispone además de servicio de bodega que permite filtrar, mezclar y embotellar vinos, contando en todo el proceso productivo con asistencia especializada.

Paralelamente se han fortalecido los procesos de manejos del viñedo y se ha realizado asistencia permanente en la elaboración y crianza de vinos, lo que ha permitido mejorar y mantener la calidad de vinos desde producción hasta el proceso de venta ●

Determinación del efecto del estrés térmico en vides

Marisol Reyes

El objetivo general de este proyecto es cuantificar el efecto del estrés térmico sobre la fisiología, desarrollo y calidad de vides y vinos, bajo las condiciones del secano interior.

Se validó una metodología pasiva para incrementar la temperatura ambiente en el viñedo, cuyo incremento se registra junto a la humedad ambiente y de suelo. Se está cuantificando los efectos del estrés térmico sobre las variedades Cabernet sauvignon, Syrah, Carmenere y País, en los valles del Tutuven y Maule.

Las observaciones indican que hay un efecto detrimental del incremento promedio de 2°C, sobre el crecimiento de brotes y el rendimiento, incremento en el nivel de azúcar y alcohol y disminución de la acidez, además de efectos diversos sobre variables fisiológicas ●

Revalorización del patrimonio vitivinícola a través de la innovación científica y tecnológica

Irina Díaz

Desarrollamos trabajos en vitivinicultura del seco para valorar las vides cultivadas por pequeños y medianos agricultores. Así es como hemos estudiado variedades denominadas en Chile como patrimoniales (minoritarias), como País, Moscatel de Alejandría, Cariñena, Cinsault, blanca ovoide entre otras, para elaborar con ellas diferentes tipos de vinos, aquellos cuya forma de elaboración se basa sobre técnicas ancestrales o utilizando técnicas modernas de fabricación que incorporan tecnología y control en la producción y calidad.

La producción de vinos ancestrales tales como vinos asoleados (uvas deshidratadas al sol), mistelas (vino dulce con alcohol etílico) son alternativas para el desarrollo del mercado local y nacional del vino. En el campo de la innovación, estas uvas se han utilizado para hacer vino deshidratado, vinos dulces, chichas (d.o. chilena), vinos espumosos y vinos analcohólicos.

El propósito es generar vinos con valor agregado que son demandados por mercados específicos que valoran el patrimonio del vino y que demandan variedades poco vendidas en el mercado global. Hemos investigado variedades ancestrales para la elaboración de Pisco y su comportamiento en escenarios de estrés abiótico.

Todo el trabajo incluye estudios entre las regiones de Atacama y Biobío, que abarcan diversas disciplinas como la ecofisiología, la viticultura, la enología y la genética. Paralelamente, se desarrollaron diferentes estrategias de monitoreo para la detección temprana de problemas en la fermentación alcohólica con el fin de tener una herramienta para la toma de decisiones ●



Viticultura y cambio climático: efectos del incremento de temperatura

Carolina Salazar

Hace cinco años un grupo de trabajo multidisciplinario del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), distribuido a lo largo de todo Chile, comenzó a buscar respuestas a las principales interrogantes climáticas que se estaban planteando a nivel de campo en la industria del vino. Para evidenciar los efectos del cambio climático se evaluaron datos climáticos históricos de los valles y sub-valles vitivinícolas en Chile, observando que la temperatura es uno de los factores determinantes para la producción de uva en Chile.

Desde 2015 el grupo de Viticultura y Cambio climático de INIA ha desarrollado ensayos en condiciones comerciales, logrando identificar que el aumento sostenido de temperatura está elevando los niveles de azúcares y disminuyendo el de antocianinas, generando uvas de menor calidad y rendimiento y, por lo tanto, un vino de inferior calidad.

Estos ensayos, midieron el incremento de la temperatura en el campo, manteniendo la variabilidad natural, mediante un sistema de paneles de policarbonato en forma de embudo invertido, llamadas cámaras de techo abierto u OTC, por sus siglas en inglés. Este sistema, se replicó desde estudios de investigadores australianos y ha sido modificado para adaptarse a las condiciones de cultivo comercial en nuestro país. Con las OTC se incrementó la temperatura al nivel de los racimos en aproximadamente 1°C durante la temporada de crecimiento, evidenciando un desacople entre grados alcohólicos y color del vino, en dos variedades tintas de importancia en Chile: Cabernet Sauvignon y Syrah.

Considerando lo anterior, el siguiente paso en esta línea de investigación se enmarca en la búsqueda de estrategias de adaptación basadas en manejos agronómicos observados en experiencias nacionales e internacionales –aplicables en Chile– que permitan, a corto plazo y bajo costo, mitigar los efectos del aumento de la temperatura en viñedos comerciales. De este modo, se comenzarán a evaluar alternativas para asegurar la sustentabilidad del cultivo. Entre estos nuevos manejos agronómicos para adaptar la madurez del fruto a las nuevas condiciones climáticas, como nuevas técnicas de poda, desojos o ajustes hídricos ●

Mejoramiento productivo de vinos y vides tradicionales del Valle del Biobío utilizando metodología de Grupos de Transferencia Tecnológica (GTT)

Carlos Ruiz

El objetivo del proyecto es capacitar vitivinicultores para mejorar la producción y calidad de uva y vinos de vides tradicionales del Valle del Biobío, utilizando la metodología de los Grupos de Transferencia Tecnológica (GTT). Un diagnóstico inicial permitió determinar un manejo deficiente del viñedo, con sistema de conducción en cabeza o gobelet muy cercanos al suelo, alta incidencia de enfermedades fungosas, particularmente oídio y antracnosis, sumado a un deficiente manejo del suelo y control de malezas.

Los viñedos también son afectados con cierta frecuencia por bajas temperaturas al inicio de la brotación con distinta intensidad dependiendo de la temporada. Los vinos, mayoritariamente de la cepa País, luego de 4 a 5 meses de guarda presentan generalmente problemas de acidez volátil.

En el Valle del Biobío hay dos grupos de agricultores, el GTT-Vides de Yumbel agrupa 12 productores, 10 hombres y 2 mujeres que en total poseen 24 ha de vides y el GTT-Vides de Nacimiento agrupa 15 agricultores, todos hombres con 29 ha de vides. Se elaboró un programa de manejo agronómico que incluyó recomendaciones de poda, fertilización, control de enfermedades, control de malezas y época oportuna de cosecha en función de la madurez de la uva.

Las tecnologías recomendadas han sido adoptadas por el 50 % de los vitivinicultores del GTT-Vides Nacimiento y por el 55% del GTT-Vides Yumbel, generado un impacto positivo en los rendimientos y calidad de la uva. En cuanto a la calidad del vino, una evaluación sensorial basada en una escala cualitativa de 1 a 10, determinó que los vinos del GTT-Nacimiento, provenientes de uva País, alcanzaron 8,3 puntos en limpidez, 6,4 en primera nariz, 7,0 en segunda nariz y 7,0 en boca. Asimismo, en el GTT-Vides de Yumbel, también con vinos de uva País alcanzaron 6,6 puntos en limpidez, 5,0 en primera nariz, 5,6 en segunda nariz y 6,8 en boca, después del primer año de trabajo. También en el GTT de Yumbel se elaboraron vinos con mezcla de cepas, con 75% de País y 25% de Malbec o Cabernet, que alcanzaron puntajes un 15% superior a los elaborados solo con uva País ●

Vitivinicultura en la zona más austral del mundo

Diego Arribillaga

Chile Chico es una localidad de Chile ubicada en los márgenes del Lago General Carrera, en la Región de Aysén (46° 32' Lat Sur; 71° 43' Long O). Las líneas de investigación del programa vides para esta zona, están orientados a la introducción de variedades y portainjertos que se adapten a las condiciones climáticas del sector, entre las que se encuentran Pinot Noir, Sauvignon Blanc, Chardonnay, entre otras. De esta forma se quiere ampliar la frontera de la vitivinicultura nacional, hacia zonas más australes producto del cambio climático, puede convertirse en una oportunidad de diferenciación y diversificación de la producción vitivinícola, por lo que es necesario adecuar técnicas de manejo y desarrollar paquetes tecnológicos de producción, que permitan llegar a elaborar vinos y otros productos enológicos de calidad y que expresen su origen en la provincia del General Carrera. Existen ya resultados promisorios que han dado origen al primer vino más austral del mundo, desarrollado por INIA: Keóken (Amanecer en lengua Tehuelche) ●

