



Mejorar la gestión de una conocida viña chilena y diseñar un kit de bio-identificación de contaminantes del vino son los dos proyectos del Centro de Modelamiento Matemático (CMM) de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, que beneficiarán a un sector productivo hasta ahora inexplorado por sus investigadores.

Los algoritmos detrás de una copa de VINO

La experiencia adquirida en distintos proyectos aplicados, como los relacionados a la minería, le han permitido a los miembros del Centro de Modelamiento Matemático (CMM) traspasar este conocimiento a otras áreas del sector productivo nacional. Esta vez, las matemáticas irán en ayuda del rubro vinícola.

Durante la década de los noventa, la producción de vinos en Chile tuvo un importante crecimiento y lo ubicó en el quinto lugar dentro de los países con mayores ventas a nivel mundial. Pero un aumento en los costos de producción y un mercado cada vez más competitivo podrían hacer peligrar los buenos resultados que esta industria tuvo en el pasado. Este nuevo escenario ha hecho que tanto científicos como empresarios

busquen nuevas vías para optimizar la elaboración y la calidad de los vinos chilenos.

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

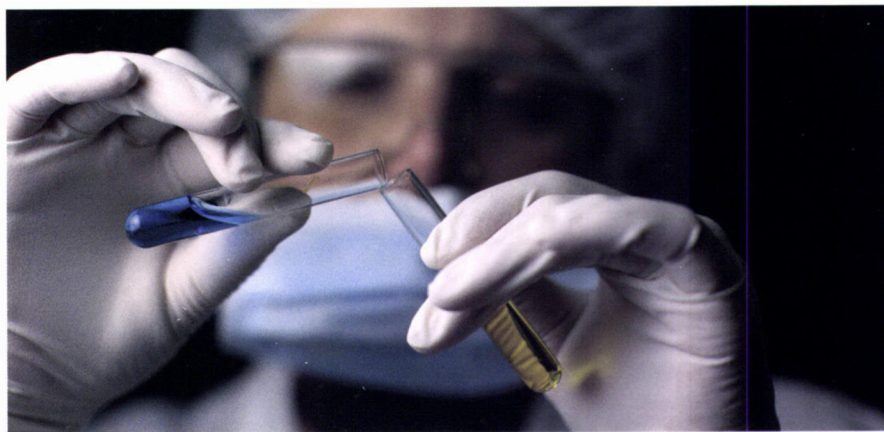
Desarrollar herramientas matemáticas para simular y analizar redes biológicas de gran tamaño presentes en los procesos productivos ha sido, desde su creación, una de las tareas del Laboratorio de Bioinformática y Matemática del Genoma del CMM.

Junto con BioSigma SA, un consorcio formado entre Codelco y Nippon Mining & Metals Co, este laboratorio ha destinado gran parte de su tiempo a desarrollar la "System Biology" de una comunidad de bacterias, acercando la información genómica al proceso minero.

La investigación ha permitido avanzar en todas las etapas de la era genómica y utilizar técnicas avanzadas del modelamiento matemático, la estadística y la construcción de algoritmos.

A partir de esta exitosa experiencia, los investigadores del laboratorio se preguntaron qué otras áreas de la economía podrían beneficiarse con los sistemas de bio-monitoreo.

Motivados por la visita de un experto del área vitivinícola quien les contó sobre los problemas de contaminación que afectaban al negocio, los investigadores del CMM llegaron a la idea de traspasar este conocimiento a la detección de contaminantes que están presentes en la producción de los vinos.



El objetivo del proyecto con Viña San Pedro es desarrollar algoritmos para la programación óptima de los procesos de envasado/etiquetado, con el fin de alcanzar un buen desempeño en el servicio de entrega a los mercados.

A través del proyecto "Sistemas de bio-identificación de comunidades de microorganismos relevantes para un sistema productivo: aplicación al sector avícola y vinícola" financiado por la Fundación Copec-UC en 2007, este laboratorio ha logrado generar material genómico de las levaduras del vino, y a principios del próximo año tendrán listo un kit de monitoreo biológico que permitirá detectar en forma rápida y con mayor sensibilidad la presencia de estos microorganismos.

Según explica el ingeniero Andrés Aravena, investigador del laboratorio, en la actualidad las viñas logran identificar la existencia de estas levaduras a través de un análisis de cultivo, pero los resultados demoran entre 72-96 horas, demasiado tiempo si se consideran los plazos de entrega y los costos involucrados en el almacenamiento.

"Nuestra labor como matemáticos estuvo orientada a determinar una 'huella digital genómica' de las levaduras involucradas. Los algoritmos que definimos nos ayudaron a buscar las regiones óp-

timas de sus genes para utilizarlas como herramienta de identificación", agrega el ingeniero matemático.

En tanto, el trabajo de los biólogos del INTA que participan en el proyecto fue diseñar el proceso específico de extracción del DNA de

estas levaduras, además de realizar todos los experimentos necesarios para validar el trabajo realizado por los matemáticos del laboratorio.

"Si bien hay muchos tipos de levaduras que pueden estar presentes en los vinos, las más relevantes son las del género *Brettanomyces* y las *Zygosaccaromyces*. Las primeras degradan su calidad, mientras las otras lo fermentan tardíamente provocando que los envases de exportación se hinchen o se destruyan antes de llegar a destino", explica Aravena.

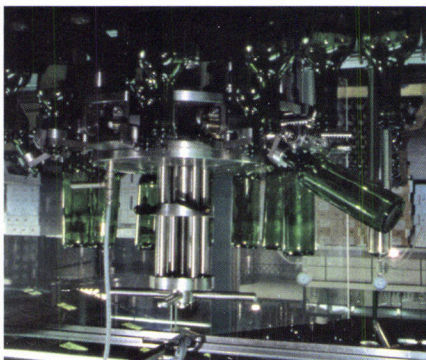
Considerando que más del 60% de la producción chilena de vinos va a los mercados internacionales, la presencia de estos patógenos no sólo afecta en forma negativa a la viña exportadora, sino también a la imagen del vino chileno que la industria quiere mantener y mejorar en el exterior. De ahí que el desarrollo de una herramienta capaz de detectar la existencia de estos microorganismos en menor tiempo resulte imprescindible.



Investigadores Andrés Aravena, Alejandro Maass y Marko Budinich.

UN KIT MADE IN CHILE

La incursión en el rubro vinícola, le ha permitido a los investigadores del Laboratorio de Bioinformática y Matemática del Genoma (LBMG) traspasar todo el conocimiento que habían adquirido con la biominería, pero también enfrentar nuevos desafíos. "Con el proyecto de la Fundación Copec-UC hemos tenido que asumir la experimentación biológica, tarea que en el caso biominero es responsabilidad de BioSigma", aclara Alejandro Maass, Director del laboratorio.



Otro de los retos que representa esta iniciativa es lograr el desarrollo de un producto que le permita a las viñas saber a tiempo si su producción está contaminada. Hasta ahora, los miembros del LBMG lo han denominado "kit de bio-identificación".

Este kit, similar al que utilizan los laboratorios para la detección de infecciones, tendrá que someterse a testeos y a un exhaustivo estudio de mercado. "No tiene ninguna gracia tener un kit muy eficiente en la biología, pero que nadie lo pueda usar por su complejidad", agrega Maass.

El Director del laboratorio comenta que antes del verano comenzarán a testearlo de manera piloto en algunas viñas. Paralelamente verán cómo realizar la transferencia tecnológica. "¿Será un kit que se va

LA INDUSTRIA VINÍCOLA DEPOSITA SU CONFIANZA EN EL CMM

La actual sobreproducción mundial de vino genera una creciente competencia que presiona precios y márgenes, un escenario donde la calidad del servicio resulta una ventaja competitiva clave, la que depende, principalmente, de la entrega de los pedidos en los tiempos comprometidos.

En nuestro país, Viña San Pedro es el segundo exportador de vinos chilenos con ventas por 4 millones de cajas al año. El tiempo que demora en entregar los pedidos supone un gran desafío para la planificación de su producción en el futuro. "El orden y el tiempo en que producen es muy relevante para ellos. Hay procesos que demoran más que otros, por ejemplo se puede mantener el tipo de vino, pero etiquetarlo para un destino diferente, lo que es fácil y tarda poco; pero si lo que se quiere es cambiar la calidad del vino es preciso limpiar toda una línea de embotellado, en tiempo para ellos es enorme", señala Martín Matamala, uno de los investigadores del CMM que participa en el proyecto para Viña San Pedro.

La idea de esta iniciativa, dirigida por el investigador Roberto Cominetti, es desarrollar algoritmos para la programación óptima de los procesos de envasado/etiquetado, con el fin de alcanzar un buen desempeño en el servicio de entrega a los mercados. Lo que se busca es determinar el orden de la ejecución de esta tarea, desarrollando un "cerebro" programador de la producción, que lleve a esta viña a niveles de cumplimiento sostenido del 95% en los despachos a los clientes, au-




mentando la eficiencia en la utilización de las líneas de envasado y minimizando costos del proceso.

"A través de este proyecto, lo que buscamos es optimizar la planificación de tareas", explica Martín Matamala. Para ello, han pensado en el desarrollo de dos modelos autónomos, uno para la gestión óptima de las cubas donde se almacena el vino en la etapa de producción y otro para la programación de las tareas de envasado, con el fin que ambos modelos se integren a la forma en que opera actualmente la viña.

De acuerdo a ello, la tarea del CMM consiste en construir uno o más modelos matemáticos junto con la aplicación de métodos de optimización para resolverlos de forma exacta o aproximada. Los modelos serán del tipo programación lineal entera-mixta, y serán abordados en una primera etapa utilizando software de carácter comercial como AMPL y CPLEX sobre el clúster de 32 procesadores del Centro.

La formulación de los modelos es la parte central del proyecto y la selección de los más adecuados se realizará en función del grado de realismo con el cual representen las operaciones de la viña.

a distribuir bajo licencia y la gente lo va a usar solo?, ¿va a ser un kit que nosotros vamos a vender a las empresas *ad-hoc*? Esas son preguntas de la última etapa del proyecto y que la Unidad de Negocios del CMM está tratando de contestar con un

pre-estudio de mercado, para analizar con la Fundación Copec-UC cuál será la mejor estrategia comercial", concluye indicando Alejandro Maass. 

Área de Comunicaciones CMM
Paola Venegas M., Carola Gutiérrez R.