

MINISTERIO DE ECONOMÍA
Programa de Prospectiva Tecnológica

**“LA INDUSTRIA DE LA
BIOTECNOLOGÍA
APLICADA A LOS SECTORES
HORTOFRUTÍCOLA Y FORESTAL”**

**Jorge Martínez
Ariel Orellana
Consultores**

INTRODUCCIÓN

La producción hortofrutícola y forestal representa una poderosa fuente de divisas del país y una importante herramienta de empleo y desarrollo en todas las regiones del territorio nacional. Durante la última década las exportaciones silvoagropecuarias aumentaron de 2 a casi 5 mil millones de dólares con un incremento en la participación en el total de exportaciones del 24 al 27 por ciento. Mientras el crecimiento promedio anual de las exportaciones chilenas en el período fue del 8 por ciento, el sector lo hizo en un 10 por ciento.

En la estructura sectorial de las exportaciones destaca la importancia del sector agrícola (53 por ciento), seguida por el forestal (43 por ciento). El sector pecuario, pese a que participa menos en términos relativos (4 por ciento), ha mostrado un sostenido crecimiento. Durante el año 2000 los productos forestales y las frutas frescas dieron cuenta del 70 por ciento del valor de las exportaciones silvoagropecuarias chilenas.

Datos recientes muestran que entre Septiembre de 2002 a Enero del 2003 se exportaron más de 70 millones de cajas de productos hortofrutícolas, la mayor parte de los cuales (más del 60 por ciento) tuvo como puerto de destino EE UU. Los principales productos exportados fueron: uva de mesa, duraznos y nectarines, paltas y manzanas rojas. La uva de mesa es el principal producto hortofrutícola de exportación nacional y da cuenta de cerca de la mitad de las exportaciones de fruta fresca.

En comparación con los países competidores, Nueva Zelanda, Sudáfrica y Australia, Chile es el país cuya superficie frutícola ha crecido más en relación con el total de su superficie cultivada (27 por ciento de incremento en la década), siendo ésta una de las razones del incremento de la presencia de la fruta chilena en el mercado internacional. El hecho que este aumento no está asociado a una mejor productividad lo muestra el ejemplo de la uva: la superficie plantada de vides en nuestro país es el doble que la de Sudáfrica, país que obtiene mejores rentabilidades por su producto en Europa, fenómeno que sólo parcialmente puede ser explicado por el alto costo de transporte que debe pagar Chile.

De un modo similar a como ocurre en el campo frutícola, la superficie forestal también se ha incrementado significativamente alcanzando un porcentaje del 47 por ciento en la década. Estas cifras dan cuenta del gran potencial de expansión del negocio forestal si consideramos que el 45% del territorio chileno corresponde a suelos de aptitud preferentemente forestal que, en gran parte, se encuentran cubiertos por bosques y vegetación nativos, ya sea de producción o de protección, en una superficie de 13,5 millones de hectáreas. Las plantaciones con fines productivos cubren 2.118.836 de

hectáreas. El *Pino radiata* (o insigne) constituye nuestra principal especie forestal cubriendo el 83% de la superficie plantada y sustentando gran parte de la industria forestal chilena y de las exportaciones del sector. Anualmente, la industria nacional produce 50 millones de plantas de *Pino radiata*.

La composición de las exportaciones forestales indica que el 52 por ciento está constituida por pastas y pulpas de madera, el 22 por ciento por maderas aserradas y el 19 por ciento por maderas elaboradas. Los principales destinos de las exportaciones forestales son los países asiáticos, la Unión Europea y EE UU, en ese orden.

Las empresas hortofrutícola (EHF) y forestal (EF) presentan sistemas de propiedad con niveles importantes de concentración que han evolucionado de modos diferentes. Durante la última década han surgido en el mundo de las EHF una serie de empresas medianas y pequeñas que han atenuado el nivel de concentración que se observaba a principios de los 90. Del conjunto del volumen exportado por empresas asociadas a ASOEX, que corresponde al 85 por ciento del total, un 40 por ciento corresponde a empresas con capitales extranjeros. La EF muestra un cuadro diferente. Cerca del 80 por ciento de la producción forestal chilena está en manos de dos empresas: Arauco y Mininco. Juntas serían una de las cuatro empresas forestales más grandes del mundo. En su expansión, ambas han ampliado sus negocios al extranjero y en la actualidad poseen bosques en el sur de Brasil, en Argentina y en Uruguay. Estas empresas también son dueñas de las plantas de celulosa, por lo que son además responsables de la generación del recurso elaborado.

En ambos sectores, el desarrollo de la Biotecnología (BT) y su incorporación al proceso productivo ha sido muy modesto lo que contrasta con el entorno internacional donde la tendencia mundial es definitivamente hacia la expansión de la industria en BT. En EE UU, la primera potencia mundial en desarrollo biotecnológico, las empresas biotecnológicas crecieron en la última década a tasas promedio entre 15 y 20 por ciento. Del total de inversiones en BT en ese país, la industria farmacéutica o con aplicación médica aporta el 80 por ciento; el sector agrícola, un 15 por ciento, y el industrial, un 5 por ciento.

En el ámbito agrícola, el principal aporte de la BT ha ocurrido en cultivos anuales que han sido mejorados genéticamente. Es interesante observar que algunos países en desarrollo han utilizado estos productos de forma significativa. Es el caso de Argentina, que en los últimos 4 años duplicó la superficie plantada de soya transgénica. En el ámbito forestal, el desarrollo biotecnológico ha sido más moderado, siendo una de las razones el tiempo que toma obtener un espécimen en su forma adulta. Obviamente, esto influye en el desarrollo de BT en el área forestal.

De un modo más o menos genérico, la Biotecnología (BT) se define como el uso de organismos vivos para producir bienes, productos, insumos y servicios. De este modo, la producción de queso, vino o cerveza en sus formas más autóctonas constituyen prácticas biotecnológicas. No obstante, para los efectos de este informe, centraremos nuestra discusión sólo en la BT moderna que utiliza preferentemente herramientas derivadas de la Biología y Genética Moleculares.

Las características propias del desarrollo de las empresas nacionales hortofrutícolas y forestales hacen necesario proponer un análisis separado de ambos sectores para la discusión del tema biotecnológico.

I. La Biotecnología en el Sector Hortofrutícola

Definida en los términos en que lo hemos hecho, lo primero es reconocer que en Chile no existe una industria biotecnológica en el área hortofrutícola como tal. No obstante, en algunas Universidades y Centros de Investigación se desarrollan en la actualidad algunos proyectos de investigación que deberían generar productos que podrían ser la base del desarrollo de una industria biotecnológica en el área hortofrutícola. Entre estas investigaciones, llevadas a cabo por un grupo reducido de investigadores, se pueden destacar los intentos de obtener vides que expresen genes que le otorguen resistencia al ataque de patógenos y la generación de una plataforma de transformación génica de carozos. También es destacable el desarrollo reciente de tres proyectos de genómica. Estos proyectos están orientados a problemas de patogenicidad en vides y postcosecha en duraznos y nectarinos. Estos antecedentes muestran que el desarrollo biotecnológico en el sector hortofrutícola es pobre, situación que genera una variada gama de riesgos:

- El principal riesgo es marginarse del circuito de países que agregan valor a sus productos naturales de exportación con las consecuencias obvias de dependencia tecnológica. En la actualidad, el 74 por ciento de las patentes sobre cultivos alimenticios está en manos de 6 empresas a nivel mundial. Incorporar los procesos de la BT a la producción hortofrutícola nacional seguramente no va a producir una inmediata revolución en la calidad y cantidad de productos en el mercado pero, sin duda, incorporará en los productores una cultura de innovación que predispondrá a la industria a enfrentar con mejores posibilidades un futuro de gran competencia internacional.

- La EHF chilena depende casi en un cien por ciento de variedades externas a las que ha tenido un acceso más o menos libre, dada la ausencia de una política de protección a la propiedad industrial y al hecho que los obtentores de estas especies no han reclamado sus derechos. Existe la convicción de que esta situación cambiará radicalmente en un futuro cercano y los productores deberán pagar regalías por la tecnología que se utilizó para la producción de estas variedades.
- La gran competencia por los mercados internacionales ha generado la necesidad de mejorar la calidad de los productos exportados, sofisticando significativamente el proceso productivo, elevando los costos de producción. Como resultado de ello, los márgenes de comercialización han disminuido ostensiblemente situación que, obviamente, se agrava si la tecnología hay que adquirirla en el exterior.
- No disponer de las herramientas de la BT dificulta la posibilidad de desarrollar variedades propias, lo que constituye una de las limitaciones del sector productor. En la actualidad, los países que generan nuevas variedades hacen uso de la posibilidad de no comercializarlas por el plazo que les permita mantenerlas en el mercado con precio Premium. Por ejemplo, Nueva Zelanda posee los derechos exclusivos de la variedad de manzana Jazz y es su propósito mantenerla en superficies plantadas limitadas y bajo estricto control. Nueva Zelanda es el principal competidor de Chile en la producción de manzanas en el hemisferio sur. Más recientemente, Brasil ha producido su primera variedad de manzana.

El escaso nivel de desarrollo de la BT aplicada al sector hortofrutícola es un fenómeno cuyas causas pueden encontrarse en muchos ámbitos:

a) El mundo académico como generador del recurso humano

- Los profesionales que mayoritariamente se ven comprometidos con la BT en el mundo hortofrutícola provienen de Facultades de Agronomía que no siempre ofrecen una formación actualizada en temas moleculares. En la actualidad, son pocas las universidades que incorporan en sus planes de estudios aspectos de la Biología Molecular aplicada a problemas agroindustriales, por tanto, pocos los profesionales que estén aportando ese conocimiento en el nivel productivo.

- Existe una muy exigua masa crítica de investigadores con formación de post-gradado en BT en general y menor aún con formación en BT aplicada al sector agrícola. En INIA, institución clave en el desarrollo biotecnológico vinculado al sector agrícola, el área BT es marginal respecto del total. Sólo 16 profesionales de un total de 250 califican como biotecnólogos con un manejo avanzado de técnicas moleculares.
- La formación de biotecnólogos ha comenzado en las universidades tradicionales sólo recientemente. Ninguno de estos esfuerzos se ha realizado tomando como base facultades o instituciones asociadas al agro. Durante los últimos años, se han instalado tres programas de Doctorado en Biotecnología. Uno, fruto de la asociación entre las Universidades Católica de Valparaíso y Técnica Federico Santa María, otro dependiente de la Universidad de Talca, y el más reciente en la Universidad Nacional Andrés Bello. Ninguno de estos programas ha sido acreditado por la Comisión Nacional de Acreditación del Post-gradado (CONAP).

b) El mundo empresarial

- En nuestro país el diálogo entre el sector empresarial y el de los investigadores es reducido. En el mundo de los investigadores existe incluso la percepción de que la falta de información respecto de las potencialidades de los laboratorios nacionales hace que, en oportunidades, la empresa contrate asesorías en el extranjero por servicios que están disponibles en el país.
- También la estructura de la propiedad de las empresas del sector no favorece un acercamiento con el mundo de la tecnología. Al revés de lo que ocurre en países competidores como Nueva Zelanda, donde con frecuencia el mismo grupo que es propietario de la empresa productora lo es también del frigorífico y la exportadora, en nuestro país tradicionalmente cada empresa ha tenido una propiedad diferente. Sin embargo, en la actualidad, la dinámica de las empresas ha ido cambiando dependiendo de las necesidades del sector. Esta situación lleva a pensar que si se toman las medidas correctas, en el futuro la industria hortofrutícola podría estar mejor posicionada para enfrentar el desafío de la incorporación de biotecnología a sus productos.
- Algunos empresarios han comenzado recientemente a desarrollar y financiar programas de mejoramiento genético en conjunto con investigadores de Universidades y Centros de Investigación nacionales e internacionales. Sin embargo, el nivel de desarrollo de nuestro país en este ámbito, es mínimo

comparado con el de países competidores, en los que existen programas de mejoramiento genético de largo aliento que son financiados de manera importante por los productores.

- Algunas empresas hortofrutícolas poseen laboratorios en los cuales se realiza principalmente control de calidad. Unas pocas han intentado realizar investigación y desarrollo incursionando en el ámbito de los marcadores moleculares. Las que se han atrevido a dar este paso –como por ejemplo Hortifrut- han mejorado su posición en el mercado nacional e internacional. Otras empresas interesadas en marcadores moleculares con el fin de utilizarlos, por ejemplo, en la determinación de genuidad vegetal, han buscado asesoría en centros de investigación como INIA, universidades, o centros de investigación en el extranjero.
- Es interesante observar en el último tiempo, que empresas o instituciones que agrupan a empresarios (ASOEX, FDF, BiosChile, Fundación Chile) han decidido apoyar iniciativas en el ámbito de la genómica. Esto muestra que en la empresa existe interés por las perspectivas que ofrece la Biotecnología. Sin embargo, a juicio de algunos expertos, el éxito de estas iniciativas será incierto si en el país no se desarrollan y potencian programas de mejoramiento genético que puedan utilizar la información generada en estos proyectos. En caso contrario, esta loable iniciativa no tendrá el impacto que se espera de ella.

c) **El aparato estatal.** Las dificultades que tienen su origen en el aparato estatal son de diverso origen:

- Falta de un marco regulatorio que establezca reglas de juego claras y que estimulen al sector empresarial a participar en una empresa de riesgo. En este rubro, al parecer los sistemas de exenciones tributarias para el fomento de la investigación en la forma que se han implementado, no han generado los productos deseados.
- Falta de una institucionalidad estatal transversal que aúne los esfuerzos dispersos y permita la formulación de políticas consensuadas que estimulen la investigación y las prioridades de inversión en BT, en asociación con el sector privado. Esto puede incluso significar la definición de planes de fomento que estimulen la producción de algunas especies en las que el país tenga ventajas comparativas. Existe, asimismo, un deficiente sistema de otorgamiento de fondos de investigación estructurados en plazos máximos de 4 años, lo que

para el sector es insuficiente. Esta falencia se manifiesta, entre otros aspectos, en la escasa transferencia tecnológica efectiva resultado de estas investigaciones. Parte de esta debilidad tiene su origen en la ausencia de herramientas de control del real impacto productivo que generan los proyectos que se financian.

- Algunos de estos fondos marginan a las universidades, sitios donde labora un porcentaje importante de ejecutores potenciales de estos proyectos. Así se produce la paradoja de que quienes sí pueden postular terminan encargando la investigación a los mismos científicos universitarios que no pudieron hacerlo por las bases del concurso. Ello genera el encarecimiento de la investigación y el establecimiento de una suerte de “brokers” que gestionan proyectos sin tener la responsabilidad de realizarlos.

El escenario descrito anteriormente sugiere un entorno en el que no se dan las condiciones para el desarrollo de la BT en el sector hortofrutícola, a pesar de la gran necesidad de incorporar ese conocimiento a los procesos productivos. Por otro lado, las pocas iniciativas biotecnológicas que existen actualmente surgen como respuesta a problemas coyunturales del sector hortofrutícola, sin que sean necesariamente diseñadas pensando en realizar negocios en BT. Como país, nos enfrentamos a transformaciones importantes en nuestras relaciones comerciales derivadas fundamentalmente de los tratados de libre comercio, que han cambiado radicalmente las dimensiones de los mercados y abierto oportunidades que también competen a la BT. Frente a esta realidad, urge acordar medidas que permitan impulsar el desarrollo de la BT en el país so pena de definir, por defecto, una situación de dependencia tecnológica. Conjuntamente, se hace necesario también decidir en qué ámbito específico de la BT debiéramos centrar nuestros esfuerzos. Un ejemplo de ello lo constituye la decisión de invertir en transgenia como una apuesta a futuro. Es importante mencionar que en el desarrollo de transgenia no sólo debemos pensar en alimentos para el consumo humano sino considerar que las plantas también pueden ser utilizadas para la expresión de elementos farmacéuticos y vacunas, lo que significa diversificar las opciones del uso de plantas transgénicas.

II. La Biotecnología en el Sector Forestal

Del mismo modo como ocurre en el sector hortofrutícola, el desarrollo de la BT en el sector forestal chileno es modesto comparado con los países competidores como Estados Unidos, Canadá y Nueva Zelanda. Muchas de las falencias expuestas en la sección anterior que tienen que ver con el escaso recurso humano, la formación

desactualizada de los profesionales y los problemas con los recursos para investigación, son también válidos para el sector forestal.

No obstante, este presenta características particulares que lo distinguen claramente del mundo hortofrutícola. Analizaremos algunas de ellas:

- 1. La gran concentración de la propiedad de las empresas del sector.** El hecho que un porcentaje tan elevado de la producción forestal esté en manos de dos empresas permite que la comunicación del Estado y los generadores de tecnología con el sector pueda ser muy fluida y eficiente. Además, las grandes empresas ejercen una gran influencia sobre las pequeñas lo que hace que el conjunto sea muy cohesionado. Este escenario contrasta definitivamente con el hortofrutícola en el que el número de actores dificulta muchas veces elaborar estrategias de desarrollo consensuadas.
- 2. El reducido número de especies objeto de explotación.** Al revés de lo que ocurre en el mundo hortofrutícola en el que el recambio varietal es muy rápido, el negocio forestal gira en torno a dos especies: *Pinus radiata* y *Eucaliptus lobulus*, lo que permite focalizar el esfuerzo innovador de manera eficiente. Un ejemplo de esto se refleja en el esfuerzo por mejoramiento genético que desarrollan las empresas y que se manifiesta en la mantención de un banco clonal, en el que se depositan los mejores progenitores con el objeto de obtener semillas mejoradas, las que han producido una ganancia genética entre un 10 y un 30 por ciento. Este hecho, en el caso del Pino radiata (la especie predominante), puede tener un gran impacto económico si consideramos que es la tercera especie de más rápido crecimiento a nivel mundial y que en Chile crece al doble de velocidad que en Estados Unidos, su país de origen.
- 3. Interés de las empresas por el quehacer de investigación y transferencia tecnológica.** Las dos principales empresas forestales mantienen laboratorios de investigación, el más antiguo de los cuales, Bioforest (dependiente de Arauco), ha desarrollado interesantes investigaciones tanto en el terreno fitosanitario como genético como parte de un programa de largo plazo que ya ha generado una importante mejora en el rendimiento de los volúmenes de madera extraída. En empresas y laboratorios universitarios se desarrollan en la actualidad procesos de organogénesis y embriogénesis somática que, asociada a un proceso de criopreservación, han permitido seleccionar individuos de gran calidad productiva. En la actualidad, en una etapa aún incipiente y en colaboración con laboratorios neozelandeses, se han iniciado investigaciones tendientes a la obtención de un pino transgénico resistente al ataque de lepidópteros como la Polilla del Brote.

III. Desafíos y Tareas Pendientes

El pequeño tamaño del mercado nacional y las ventajas de la apertura internacional han hecho que una parte importante de la producción hortofrutícola y forestal se destine al mercado externo. Desde esa perspectiva, los desafíos que el sector enfrenta se analizan prioritariamente tomando en cuenta el alto nivel de competencia del negocio en el mercado internacional. El desarrollo de la BT debiera permitir, entonces, no sólo establecer las bases para el establecimiento de una industria biotecnológica nacional sino también elevar significativamente la competitividad internacional de nuestros productos. Estos objetivos se cumplirán en la medida que desarrollemos políticas de país que en el mediano plazo nos permitan:

- Producir variedades hortofrutícolas y forestales con ventajas de crecimiento y resistencia a plagas. En ese sentido resulta valioso analizar el caso de Brasil, país que sufre pérdidas estimadas en US\$100 millones a causa de la bacteria *Xillela fastidiosa* que ataca la producción de cítricos. Recursos provistos por el estado de Sao Paulo por US\$15 millones permitieron secuenciar el genoma completo del microorganismo y poder enfrentar el combate a la peste con una formidable herramienta en la mano. En nuestro país, *Rhyacionia buoliana* (Polilla del Brote) produce daños en la industria de pino radiata que se traducen en grandes pérdidas productivas entre la VII y X regiones. El manejo de la plaga se enfrenta en la actualidad con una serie de tácticas combinadas, estructuradas no en un plan común de país, sino más bien en diversas estrategias definidas por las propias empresas forestales. Sin ninguna duda, un programa de investigación destinado a resolver este problema tendría un gran impacto económico.
- Mejorar los criterios de selección genética con el apoyo de técnicas moleculares de secuenciamiento del ADN en especies de interés. Esto permitiría mejorar significativamente la caracterización de especies con potencial productivo y ayudar en el desarrollo de variedades propias.
- Establecer procedimientos de genuidad vegetal y certificación de variedades de los productos con tecnologías cuya idoneidad y sensibilidad sea aceptada en los mercados internacionales.

Para obtener estos logros sobre las especies producidas debiéramos generar condiciones para el desarrollo de la BT a nivel nacional que incluyan:

- Apoyar la formación de biotecnólogos con interés en temas agrícolas. Para ello, se podría estimular a profesionales con sólida formación biológica a adquirir experiencia en temas agrícola-forestales, completando su formación de post-grado en este campo. Fomentar decididamente la estadía de investigadores en países con los que compartimos este nicho exportador, pero que han alcanzado un nivel de desarrollo biotecnológico superior. Es posible que en un primer momento este esfuerzo se refleje fundamentalmente en un reforzamiento de los equipos de investigación ligados al mundo académico. No obstante, el desarrollo futuro de la Industria Biotecnológica y la presión innovadora que estos profesionales ejerzan en el ambiente ligado a las EHF, debieran permitir en un plazo prudente su incorporación al mundo productivo.
- Establecer alianzas público-privadas de carácter permanente que brinden un marco institucional al esfuerzo nacional en BT. Este procedimiento deberá estimular la participación del sector empresarial en el proceso modernizador del sector y su incorporación a un proceso, cuyo objetivo final sea financiar proyectos innovadores en BT. En forma paralela, del mismo modo como lo han hecho países como Francia y Canadá, se debiera avanzar en el establecimiento de políticas de estímulo a la inversión en I+D en las empresas mediante importantes exenciones tributarias.
- Dar un impulso a la creación de fondos para proyectos concursables que estimulen la aplicación de la BT en la producción de especies hortofrutícolas y forestales en las que el país tenga ventajas. Estos proyectos deberían disponer de un nivel de financiamiento y plazos suficientes para desarrollar planes de negocio asociados a la investigación, incentivando además la cooperación con centros extranjeros. El financiamiento de estos proyectos debiera ser compartido con las empresas privadas, las cuales participarían no sólo como contraparte económica sino en la elaboración de la políticas, como postulantes a proyectos, referees, etc. Para este tipo de iniciativas, el Estado debiera proponer una nueva institucionalidad que aúne los esfuerzos dispersos y que recoja el aporte de los privados.
- Estimular, mediante subsidios, una cultura de patentamiento por parte de los científicos, tecnólogos y empresarios involucrados en el sector, poniendo de relieve las ventajas de estimular la defensa de la propiedad intelectual. El valor agregado que se busca es apropiable y define un usufructo sobre las ganancias potenciales. El Estado debe afinar su participación en estos procedimientos, proveyendo el soporte técnico y legal para convertir el trámite de patentamiento en un proceso razonable. Haciendo uso de la legislación

nacional e internacional vigente, la protección a los derechos de propiedad intelectual podría estimular el desarrollo no sólo de nuevos procedimientos tecnológicos sino también –mediante el Derecho del Obtentor de nuevas Variedades- el de nuevas variedades vegetales. En la actualidad, menos del 10 por ciento de las solicitudes de patentes presentadas corresponden a inventores nacionales.

- Generar una activa campaña educativa dirigida al público general, destacando las ventajas de la BT aplicada a los productos naturales. Dado que algunas de estas prácticas incluyen la manipulación de productos alimenticios es indispensable iniciar un esfuerzo por combatir los problemas de imagen que estos productos tienen en los medios y la opinión pública. En los países desarrollados, la misma opinión pública que respalda entusiastamente el uso de la BT aplicada a la salud humana rechaza su aplicación en productos alimenticios. El debate público sobre estos temas es peligrosamente poco ilustrado siendo frecuente que tanto el público como comunicadores de diversa índole utilicen términos como BT y transgenia como sinónimos. Un estudio reciente realizado en la ciudad de Santiago, en el que se encuestó a 300 dueñas de casa de cuatro estratos socio-económicos, mostró que el 60 por ciento cree que consumir alimentos transgénicos produce cáncer. Al correlacionar esa respuesta con el nivel educacional de ambos cónyuges, el porcentaje se elevaba al 74 por ciento en los que tenían educación básica y se mantenía en un 52 por ciento en los que habían accedido a la educación superior. Mas allá de lo que estas cifras puedan significar respecto del nivel de conocimiento de la población sobre estos temas, es claro que el desarrollo de la BT agrícola dependerá en forma fundamental del nivel de aceptación del público y ello, en la actualidad, es una tarea pendiente.