

LA PRODUCCIÓN HORTOFRUTÍCOLA INTENSIVA: DESAFÍOS CIENTÍFICOS, INSTITUCIONALES Y AMBIENTALES

Una visión desde el Valle Central de Chile



DOCUMENTO DE POSICIÓN DE LA ACADEMIA CHILENA
DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

LA PRODUCCIÓN HORTOFRUTÍCOLA INTENSIVA: DESAFÍOS CIENTÍFICOS, INSTITUCIONALES Y AMBIENTALES

Una visión desde el Valle Central de Chile



DOCUMENTO DE POSICIÓN DE LA ACADEMIA CHILENA DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

Documento elaborado y coordinado por Juan Izquierdo con las contribuciones de: Alberto Cubillos, Alejandro Violic, Felipe de Solminihać, Francisco Brzovic, Nicolo Gligo, Orlando Morales, José Antonio Yuri y Edmundo Acevedo, Académicos de Número de la Academia Chilena de Ciencias Agronómicas y miembros de la Comisión redactora del Documento de Posición.

Se agradece la colaboración de los expositores Hermine Vogel, José Antonio Yuri, Yerko Moreno y Hemán Paillán de la Universidad de Talca; Óscar Carrasco de la Universidad de Chile; Marina Gambardella de la Universidad Católica de Chile y Académica de Número; Fernando Vio del INTA/U. de Chile; y Sara Granados de la FAO/RLC. Se reconoce el apoyo del Ing. Agr. Miguel Palma de la Universidad de Talca.

Abril, 2019

ÍNDICE

PRÓLOGO	7
I. CONTEXTO	9
II. TEMÁTICAS RELEVANTES PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE Y SALUDABLE DE ALIMENTOS HORTOFRUTÍCOLAS	15
1. Mejoramiento genético de especies hortofrutícolas	15
2. Domesticación de especies para la producción de alimentos saludables	20
✎ Murtilla	21
✎ Maqui	23
✎ Calafate	24
3. Situación de la producción hortofrutícola	25
4. ¿Producción hortofrutivinícola sostenible?	28
✎ El caso del manzano	29
✎ El caso del cerezo	31
✎ El caso de la uva para vino	33
✎ El caso de la producción hortícola orgánica	36
III. NUEVAS TEMÁTICAS PRIORITARIAS EN LA EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN HORTOFRUTÍCOLA	39
1. Alimentación saludable	40
2. Pérdida de alimentos	41
IV. DESAFÍOS CIENTÍFICOS, INSTITUCIONALES y AMBIENTALES	47
1.- Sostenibilidad de los sistemas alimentarios hortofrutícolas	47
2.- Líneas de acción para una agenda interinstitucional	50
SEMINARIOS ORGANIZADOS POR LA ACADEMIA CHILENA DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	55
DOCUMENTOS DE POSICIÓN PREPARADOS POR LA ACADEMIA	55



DOCUMENTO DE POSICIÓN

LA PRODUCCIÓN HORTOFRUTÍCOLA INTENSIVA:
DESAFÍOS CIENTÍFICOS, INSTITUCIONALES Y AMBIENTALES
Una visión desde el Valle Central de Chile

PRÓLOGO

La Academia Chilena de Ciencias Agronómicas (ACHCA) promueve el progreso de las Ciencias Agronómicas y de las Tecnologías que se deriven de ellas, como factor fundamental del desarrollo agrícola sostenible de Chile. La realización de seminarios científicos es una de las actividades centrales de la ACHCA, cada uno de los cuales da lugar a documentos de posición que no constituyen un informe de los temas tratados ni representan conclusiones de los participantes sino que, formalizan la perspectiva de la Academia en torno a las temáticas abordadas y a los territorios relevantes, especialmente cuando los seminarios tienen un carácter regional o nacional.

El IX Seminario Científico –“*Intensificación sostenible de la producción frutícola, vinícola y hortícola para una alimentación saludable*”– se realizó en Talca el 5 de diciembre de 2018, en la sede de la Universidad de Talca y fue organizado por Académicos de la ACHCA y de esa casa de estudios. Contó con el patrocinio de la Oficina Estudios y Política Agraria del Ministerio de Agricultura de Chile (ODEPA) y de la Universidad de Talca, la que aportó parte de financiamiento y destinó su Espacio Bicentenario para el desarrollo del evento. La totalidad de las presentaciones están en el sitio web de la ACHCA (www.academiaagronomica.cl).

Es reconocido que el crecimiento de la población mundial tiene una tendencia

exponencial en el tiempo, la que requiere una mayor disponibilidad de alimentos para satisfacer la demanda que ello implica. Esta mayor disponibilidad de alimentos requiere, a su vez, de una intensificación en su producción primaria. Esta mayor producción debe satisfacer criterios, como es su sostenibilidad y una calidad más sana y nutritiva. Estas visiones suelen entrar en conflictos de intereses, los cuales, hasta ahora, no han encontrado una solución de compromiso. El objetivo del seminario fue explorar algunas de las opciones que las Ciencias Agronómicas pueden ofrecer a la luz de los conocimientos científicos y tecnológicos actuales, los que pudiesen sentar las bases para comenzar a resolver algunos de estos problemas.

El Documento de Posición, en especial en su sección IV, en la que la Academia propone desafíos científicos e institucionales, surge de dichas presentaciones y debates, de información bibliográfica relevante y de los aportes de la Comisión Redactora del documento designada por la ACHCA. La Academia espera, de este modo, contribuir a la planificación de políticas de I+D aplicables al desarrollo sostenible de la producción frutícola, vinícola y hortícola enfocando elementos para lograr una producción sostenible de alimentos saludables desde la perspectiva de las ciencias agronómicas.

l.- CONTEXTO



Cosecha semiautomatizada de manzanas en el Valle Central de Chile, J. A. Yuri, U. Talca.

La agricultura puede ser vista como el “conjunto de técnicas y conocimientos relativos al cultivo de la tierra”¹ la que actualmente, debido al crecimiento poblacional, cambios en la estructura de la sociedad, urbanización, diversificación y nuevas exigencias de los mercados, se ha transformado en agricultura intensiva.

El sector hortofrutivinícola chileno, en cuanto a sus características y capaci-

dad productiva representa una agricultura intensiva basada en el cultivo de frutales, hortalizas y vides, altamente demandante de recursos naturales, tierra, agua suministrada por riego, por la cual compite con las necesidades de la población, la industria y los servicios y el clima, tanto por sus exigencias de productividad como de calidad. A su vez demanda mano de obra que compite con otras actividades productivas siendo su mercado orientado principalmente a la exportación, ya que el nacional es

¹ Real Academia Española (RAE) <http://dle.rae.es/?id=19x-QLH>

de reducida capacidad de consumo, por lo que la hortofruticultura chilena se presenta como una potencia para satisfacer mercados específicos de calidad y de contra-estación.

El Valle Central de Chile, de 400 km de longitud abarca tres regiones: la de Valparaíso, la del Libertador Bernardo O'Higgins, y la del Maule en donde están situados importantes enclaves primoexportadores o *regiones-commodities*² que descansan en una especialización profunda en la producción hortofrutícola reflejada en una importante participación en el PIB nacional. Las exportaciones frutícolas chilenas tienen acceso preferencial al 86,3 % del PIB global y al 64,1 % de los consumidores en el mundo, constituyéndose en el primer país exportador del Hemisferio Sur³.

El gran desafío para estas regiones altamente especializadas es seguir desarrollándose a través de producir mayor valor agregado a sus productos, incorporar mayor volumen de producción, abrir nuevos nichos de mercado, tanto internos como externos, e incorporar nuevos frentes productivos. Para ello se necesita incrementar la innovación, la infraestructura física y social y la atracción de capital, entre otros factores.

La producción hortofrutícola del Valle Central de Chile, está entre las localiza-

ciones climáticas privilegiadas, junto a California y Baja California de EE.UU., sur de Europa y suroeste y sur de Australia. Este tipo de producción intensiva requiere de gran cantidad de insumos para generar altos rendimientos por unidad de superficie. No obstante, la fruta chilena destinada a los mercados externos cumple con los requisitos de inocuidad establecidos por el CODEX Alimentarius. Para asegurar el cumplimiento de las normas de inocuidad en las exportaciones de fruta, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) ha establecido recientes directrices de acuerdo al país de destino⁴ mientras que el Ministerio de Salud (MINSAL) ha realizado en 2018 una propuesta de actualización de los límites de residuos de plaguicidas⁵ que estaría modificando las tolerancias máximas de residuos de la resolución exenta N° 33 de 2010 de MINSAL.

La intensificación también puede estar asociada a la modificación de los métodos de cultivo buscando aumentar la productividad. Algunos ejemplos en Chile son las plantaciones en alta densidad, el uso de ambientes modificados (invernaderos, cubiertas protectoras, coberturas de suelo plásticas reflectoras, etc.), portainjertos enanizantes, sistemas de conducción y poda con mayor

² Daher, A. (2003). Regiones-commodities: Crisis y contagio en Chile. EURE, 29 (86), 89-108.

³ ODEPA. Ministerio de Agricultura. 2017. Teodoro Rivas. Productividad, Exportaciones y Agricultura Familiar Campesina. www.cnr.gob.cl/Presentaciones%20Encuentro%20ChileRiega%202017/Productividad,%20exportación%20y%20AFC-%20Odepa.pdf

⁴ SAG 2018 Directrices en materia de inocuidad alimentaria para exportar fruta fresca chilena con destino a indonesia http://www.sag.gob.cl/sites/default/files/directrices_exportaciones_fruta_fresca_a_indonesia2018-2019-v1.2.pdf

⁵ Ministerio de Salud. 2018. Propuesta de actualización de límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos <https://www.minsal.cl/portal/url/item/7c5ddf2ac5f26941e04001011f015e6f.pdf>

aprovechamiento de la luz, entre otros. Lograr que dicha intensificación sea sostenible requiere de disponer de variedades adaptadas y de alto rendimiento, con calidades nutricionales mejoradas y tolerantes al estrés biótico y abiótico, así como aplicar el manejo integrado de plagas, realizar la fertilización basada en la conservación de suelos sanos con cultivos de cobertura y el uso racional de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. El manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas, conservación de la biodiversidad y el uso de plaguicidas selectivos y de bajo riesgo deben integrarse con la gestión eficiente del recurso hídrico para la obtención de una mayor producción con menos agua, a vez que reducir al mínimo las repercusiones fuera de la explotación⁶, son relevantes dentro de dicho concepto.

A pesar de que la agricultura ya utiliza casi la mitad de las tierras cultivables del mundo, cientos de millones de personas siguen sufriendo de hambre. Por otra parte, el sector genera una cuarta parte de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero (GEI) mayoritariamente desde las explotaciones ganaderas. Claramente, el aumento de la eficiencia en el uso sostenible de los recursos naturales es el paso más importante para alcanzar tanto la producción de alimentos como los objetivos de sostenibilidad. Esto significa aumentar los rendimientos de los cultivos hortofrutícolas a tasas más

altas que las históricas (lineales) reduciendo los impactos ambientales que ello conlleva y aumentando la eficiencia por unidad de superficie o de insumos utilizados⁷.

En 2010, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estimó que la agricultura deberá producir un 71% adicional de alimentos en 2050 para atender la mayor demanda y que el 90% de dicho aumento deberá provenir del mayor rendimiento de los cultivos así como de una mayor intensidad de la producción.

La producción intensiva de monocultivos ha creado ambientes exuberantes altamente favorables para las plagas. Esto ha llevado a la necesidad de un mayor uso de pesticidas y como consecuencia en muchos casos, las poblaciones de insectos, malezas y microorganismos patógenos han desarrollado resistencia. Hoy en día se estima que la agricultura utiliza alrededor de 2,5 millones de toneladas de plaguicidas al año⁸ y 220 especies de malezas han desarrollado resistencia a herbicidas utilizados en la producción de granos⁹.

Si bien Chile presenta una situación muy favorable en términos de seguridad

⁶ FAO 2011. Ahorrar para crecer. www.fao.org/docrep/014/i2215s/i2215s.pdf

⁷ WRI 2018. *Creating a Sustainable Food Future: A Menu of Solutions to Feed Nearly 10 Billion People by 2050*. 92 p., ISBN 978-1-56973-953-6 <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

⁸ Pretty, J.N. & Bharucha, Z.P. 2014. Sustainable intensification in agricultural systems. Invited Review. *Annals of Botany*, 114 (8): 1571-1596.

⁹ Heap, I. 2014. Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Management Science*. Special issue: Global herbicide resistance challenge. Vol. 70, Issue 9, pp.1306-1315. September 2014.

alimentaria, hoy enfrenta una alarmante crisis de malnutrición que hace cada vez más necesario una reflexión sobre la calidad de nuestra alimentación y de los hábitos alimentarios de la población. Según cifras de la Encuesta Nacional de Salud hecha por el Ministerio de Salud (MINSAL) en 2013, un 65% de la población adulta tiene sobrepeso u obesidad y un 95% debería introducir cambios en su alimentación¹⁰. Entre los niños la situación de malnutrición también es preocupante: más del 30% de los niños menores de 6 años sufren malnutrición por exceso. Datos recientes revelan que solo el 15% de la población consume cinco porciones de frutas y hortalizas al día, según lo recomendado en el *Codex Alimentarius* (CODEX) de la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2006¹¹, mientras que en el país se consumen bebidas azucaradas, sal y pan en forma indiscriminada¹².

Al complejo escenario de malnutrición se suma el hecho de que no se consideran las necesidades especiales en alimentación que abre un importante nicho a la innovación dado que celíacos, diabéticos, hipertensos, intolerantes a la lactosa, veganos o quienes padecen

sobrepeso o alergias alimentarias sufren cotidianamente la dificultad de encontrar productos adecuados para sus necesidades. Esto representa una oportunidad de nichos productivos para agregar valor al sector hortofrícola nacional considerando su diversidad productiva y su potencial calidad a través de la producción en fresco o agroindustrial de alimentos saludables con ingredientes funcionales y/o aditivos naturales y en lo posible con un periodo de conservación pos cosecha más extenso. Ello implica abordar diversos desafíos, los cuales requieren mayormente de desarrollo tecnológico e innovación, los que serán tratados en este nuevo Documento de Posición de la Academia.

Los alimentos saludables tienen un mínimo nivel de procesamiento y son: inocuos; funcionales; bajos en nutrientes críticos (sodio, grasas *trans* de producción industrial, carbohidratos y azúcares refinados); y bajos en sustancias no saludables. En general proporcionan beneficios adicionales a su valor nutritivo y son destinados a grupos con necesidades especiales (intolerancias, alergias, adultos mayores, entre otros)¹³.

El consumo variado de alimentos saludables asegura la incorporación y aprovechamiento de todos los nutrientes que necesitamos para crecer y vivir saludablemente y ha demostrado prevenir el desarrollo de enfermedades como: obesidad, diabetes, enfermedades cardio y cerebrovasculares, hipertensión arterial,

¹⁰ <https://www.minsal.cl/estudios-y-encuestas-de-salud/>

¹¹ FAO/OMS. 2006. PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS - COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS 29ª período de sesiones Ginebra (Suiza), 3-7 de julio de 2006 INFORME DEL 58º PERÍODO DE SESIONES DEL COMITÉ EJECUTIVO DEL CODEX ALIMENTARIUS Sede de la OMS, Ginebra (Suiza), 28 de junio - 1º de julio de 2006.

¹² Vio, F., 2018. *Alimentación saludable y pérdida de alimentos*. Presentación en IX Seminario de la Academia Chilena de Ciencias Agronómicas, Talca, www.academiaagronomica.cl

¹³ Ibid. 12.

dislipemia, osteoporosis, algunos tipos de cáncer, y anemia e infecciones¹⁴.

La inseguridad alimentaria, superada en Chile, es un problema de salud importante a nivel global. Los diferenciales existentes en la disponibilidad, accesibilidad y asequibilidad de alimentos nutritivos entre y dentro de los países, se están intensificando por el cambio ambiental^{15 16}. El cambio climático amenaza la seguridad alimentaria mundial, la erradicación de la pobreza y el logro el desarrollo sostenible¹⁷ por lo que, cerrar o mitigar estas brechas requiere innovaciones, existiendo un amplio potencial demostrado por los investigadores nacionales para los rubros frutícola, vitivinícola y hortícola.

La relación entre el cambio ambiental, los sistemas alimentarios y la seguridad alimentaria es dinámica y bidireccional dado que el funcionamiento del sistema alimentario, en términos de rendimiento de los alimentos, seguridad y calidad nutricional, puede verse muy afectado por aquel¹⁸. Al mismo tiempo, uno de los principales factores que contribuyen al cambio ambiental son los procesos y

productos del sistema alimentario¹⁹. Así, un sistema alimentario sostenible se define como aquel que garantiza la nutrición de toda la población, de tal manera que no se vean comprometidas las bases económicas, sociales y ambientales para las generaciones futuras²⁰.

Una nueva revolución en la biología molecular aplicada al mejoramiento genético abre oportunidades para alcanzar una producción sostenible y más saludable. Dadas las limitaciones ambientales y socioeconómicas en todas las regiones del mundo y en particular para Chile, se necesitan estrategias de suministro y consumo de alimentos saludables que garanticen la seguridad alimentaria y contrarresten la malnutrición sin poner en peligro el ambiente.

¹⁴ Organización Mundial de la Salud (OMS) 2007 Manual "Las cinco claves para la inocuidad de los alimentos". 32 p. ISBN 978 92 4 359463 7.

¹⁵ Friel S, Marmot M, McMichael A et al. (2008). Global health equity and climate stabilisation need for a common agenda. *Lancet* 372, 1677-1683.

¹⁶ Friel S., (2010). Climate change, food insecurity and chronic diseases: sustainable and healthy policy opportunities for Australia. *NSW Public Health Bull* 21, 129-133.

¹⁷ FAO 2018. Cambio climático. <http://www.fao.org/climate-change/es/>

¹⁸ Tapsell L., Probst Y., Lawrence M. et al. (2011). Food and nutrition security in the Australia-New Zealand region: impact of climate change. *World Rev Nutr Diet* 102, 192-200.

¹⁹ McMichael A, Powles J, Butler C et al. (2007). Food, livestock production, energy, climate change and health. *Lancet* 370, 55-65.

²⁰ HLPE/FAO, 2014. Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles. Un informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. Roma, 2014. <http://www.fao.org/3/a-i3901s.pdf>





TEMÁTICAS RELEVANTES PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE Y SALUDABLE DE ALIMENTOS HORTOFRUTÍCOLAS

Los factores de producción y económicos del sector hortofrutícola del Valle Central deben verse también dentro del contexto de factores globales tales como el calentamiento y cambio ambiental, la escasez de agua dulce, la desertificación de suelos, la pérdida de biodiversidad y el aumento de la contaminación en los distintos espacios del planeta. Todas estas manifestaciones hacen necesario reconocer que la capacidad regenerativa de la Tierra ya no puede mantenerse al ritmo de la demanda y que “las personas están convirtiendo los recursos en desechos más rápido de lo que la naturaleza puede convertir los desechos en recursos”^{21 22}

Los temas mencionados en el capítulo anterior revelan los distintos desafíos científicos, institucionales y ambientales que enfrenta el sector hortofrutícola exportador chileno, el cual ya no depende sólo de indicadores económicos, ganancias y márgenes, sino que además incluyen al presente, mayores distancias a los mercados de exportación, residuos de pesticidas e inocuidad alimentaria de los países de destino, así como temas sociales y otros ambientales.

En Chile, el sector alimentario es sumamente relevante. En términos económicos, contribuyó de forma importante al PIB nacional, con aproximadamente 8% en 2014 (Banco Central de Chile, 2015) siendo el sector en segunda posición en importancia en las exportaciones después de las de cobre²³. Mantener esta relevancia requiere de un enfoque integral en donde el mejoramiento genético de frutales, la domesticación de especies subutilizadas tales como los berries²⁴ y el manejo agronómico son factores y procesos directamente relacionados a la producción sostenible de alimentos saludables y a la reducción de pérdidas de alimentos.

1.- MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ESPECIES HORTOFRUTÍCOLAS

El mejoramiento genético, definido como la aceleración del proceso evolutivo natural de las especies, permite obtener

²¹ WWF. 2006. Informe Planeta Vivo. World Wildlife Fund for Nature.

²² WWF (2012) Living Planet Report 2012: biodiversity, biocapacity and better choices. World Wildlife Fund for Nature.

²³ Ministerio de Agricultura Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 2015. Desarrollo de un Estudio para un Protocolo de Agricultura Sustentable

²⁴ Si bien la palabra “berrie” no existe en el Diccionario RAE, dado su amplio uso en términos productivos y comerciales, en este documento se la usará como sinónimo de frutos del bosque o frutos rojos silvestres o “frutal menor” o “bayas”.



Fenotipificación masiva para el mejoramiento genético hortícola, C. Muñoz, U. de CH.

variedades con ventajas para su cultivo o para el uso y consumo (saludables y placenteras) del hombre y de los animales, mediante la aplicación de las leyes de la genética, de la evolución y de la probabilística²⁵. Considerando que una buena alimentación es clave para una mejor salud de la población y base de una estrategia rentable frente a la medicina tradicional, es importante incrementar la mejora genética de especies hortofrutícolas (tradicionales o subutilizadas) que contribuyen a mejorar la salud a través de una mejor alimentación y nutrición. Ello permitiría enfocar integralmente la lucha contra la pobreza, la desnutrición infantil y más recientemente, la obesidad y sus consecuencias.

La agrobiodiversidad constituye la base del mejoramiento genético y es

esencial para la agricultura sostenible. Se estima que existen entre 300.000 y 500.000 especies categorizadas de plantas, de las cuales 30.000 están identificadas como especies de plantas comestibles. De estas, más de 7.000 especies han sido cultivadas y domesticadas como alimento, o recolectadas extractivamente de la naturaleza a lo largo de la historia de la humanidad²⁶ pero preocupante es el hecho de que no más de 150 especies se cultiven comercialmente y, de éstas, sólo 103 proporcionen el 90 por ciento de las calorías en la dieta humana. Sólo tres cultivos, arroz, maíz y trigo, proporcionan el 60% de la ingesta de energía alimentaria del mundo²⁷.

Miles de especies de plantas comestibles en el mundo permanecen relativa-

²⁵ Muñoz, C., 2018. *El mejoramiento genético intensivo y sostenible y la producción de alimentos inocuos*. Presentación en IX Seminario de la Academia Chilena de Ciencias Agronómicas, Talca, www.academiaagronomica.cl

²⁶ Garn S.M. & Leonard W.R. 1989. What did our ancestors eat? *Nutrition Review* 47: pp. 337-345.

²⁷ FAO. 1995. *Dimensions of need: An atlas of food and agriculture*. (also available at [www.fao.org/docrep/u8480e/u8480e00.htm#Dimensions of need](http://www.fao.org/docrep/u8480e/u8480e00.htm#Dimensions%20of%20need)).

mente “subutilizadas” con respecto a su capacidad para contribuir a las crecientes necesidades de alimentos saludables del mundo^{28 29}. La gran mayoría de estas especies se encuentran aún en estado silvestre o de semi - domesticación, por lo cual su incorporación a la agricultura requiere de un proceso de domesticación consistente en una selección para eliminar caracteres que no permiten su adaptación a los requisitos de un cultivo³⁰.

El territorio nacional es “zona de importancia ecológica mundial” y centro de origen de la papa cultivada (*Solanum tuberosum*), frutilla (*Fragaria x ananassa*), alstroemeria (*Alstroemeria spp.*), leucocoryne (*Leucocoryne spp.*) y el cereal mango (*Bromus mangu*), entre otras. Asimismo se encuentra en Chile germoplasma de interés de cultivos de importancia mundial como maíz, poroto, lenteja, tomate y frijol, siendo el 85% de la flora vascular nativa (50% endémica y 13,5% con uso actual o potencial)³¹.

Entre los efectos positivos del mejoramiento genético se encuentran el aumento del rendimiento, la resistencia a plagas y enfermedades, el aumento del tamaño de los frutos y la uniformidad en el producto cosechado. Sin embargo, muchas veces existen aspectos negativos que deben ser balanceados, entre ellos la pérdida de características organolépticas, nutricionales, de variabilidad genética y biodiversidad, aumento en el uso de insumos y de los costos de producción, y mayor tendencia al monocultivo.

El mejoramiento genético es clave para incrementar el valor nutritivo de los alimentos expresado en forma de vitaminas, minerales, antioxidantes, fibra y aceites saludables, así como para eliminar o reducir elementos indeseados, como toxinas y compuestos anti-nutricionales y alérgenos. Considerando los desafíos del aumento de la demanda de alimentos en las próximas décadas, la disminución de suelo agrícola, la menor disponibilidad futura de agua para el riego, los impactos del cambio ambiental y los nuevos retos del mercado, para enfrentar los nuevos desafíos se requiere de un salto tecnológico de manera de hacer del mejoramiento genético una herramienta más eficiente y rápida para el desarrollo de nuevas variedades de frutas y hortalizas.

El rápido progreso de la biotecnología y la mayor asequibilidad a nuevas herramientas y métodos más rápidos, eficientes y de menor costo facilitan estudiar la genética de las plantas. Entre ellos, el genotipado y el fenotipado permiten la selección de individuos superiores en forma

²⁸ Chivenge, P., Mabhaudhi T., Modi A.T. & Mafongoya P. 2015. The Potential Role of Neglected and Underutilised Crop Species as Future Crops under Water Scarce Conditions in Sub-Saharan Africa. International Journal of Environmental Research and Public Health, 12, 5685-5711; doi:10.3390/ijerph120605685, https://pdfs.semanticscholar.org/8e40/7bd96dcc2ef88eb0b46fa8b8737074785887.pdf?_ga=2.55922155.1964963565.1507962476-907447402.1507962476

²⁹ Izquierdo, J. and W. Roca. 1998. Under-utilized Andean food crops: status and prospects of plant biotechnology for the conservation and sustainable agricultural use of genetic resources. Acta Horticulturae 457: 157-172

³⁰ Global Partnership Initiative for Plant Breeding Capacity Building (GIPB). 2014. Pre-breeding for Effective Use of Plant Genetic Resources: E-learning course. www.fao.org/fileadmin/.../PB-elearningcourse_GIPB_en.pdf

³¹ Ibid 25.

más precisa, masiva y eficiente. Estas tecnologías, previamente inaccesibles para el mejoramiento genético de especies hortofrutícolas, posibilitan la identificación de genes responsables de las características de interés. Ello, en acople con las nuevas técnicas de edición génica, permiten el logro de resultados en áreas donde el mejoramiento genético convencional no ha podido alcanzar los éxitos esperados (eficiencia fotosintética, uso del agua y nutrientes, entre otros), así como de nuevas estrategias para expandir la base genética de los cultivos tradicionales de frutas y hortalizas, considerando incluso aspectos nutricionales.

Recientemente el sistema no transgénico de edición genómica, denominado CRISPR-Cas9, se ha revelado como una herramienta altamente eficiente y ampliamente utilizada para la ingeniería del genoma. El sistema está basado en la capacidad de inmunidad adaptativa y de reparación de los microorganismos para defenderse del ataque de virus. El descubrimiento en 1987 de secuencias de ADN repetidas en bacterias³² y arqueas³³ abrió en 2012 la puerta a esta tecnología que permite editar el genoma³⁴. Aunque el sistema CRISPR-Cas y sus aplicaciones

son de muy reciente desarrollo, ya están disponibles en distintas instituciones académicas y de investigación nacional. Esto permitiría aplicarlo al mejoramiento genético de especies hortofrutícolas enfocando también aspectos nutricionales.

A pesar de los múltiples y exitosos programas de mejoramiento genético que existen a nivel mundial que han logrado desarrollar excelentes cultivos frutales, incluyendo berries, aún no se ha desarrollado la *variedad perfecta*. Esto, debido a la rápida obsolescencia de los cultivos ante los gustos cambiantes de los consumidores a nivel mundial, lo que hace necesario mantener programas de mejoramiento con horizontes de largo plazo. Dada la mayor comprensión de los sistemas agrícolas y la interacción con el ambiente, el mejoramiento genético del futuro debe no solo enfocarse en las especies de interés sino también en las de su entorno asociado, ya que esta mejora permitirá realizar acciones, que favorezcan tanto a los controladores biológicos como a las micorrizas, entre otros microorganismos del suelo³⁵.

Chile tiene condiciones edafoclimáticas apropiadas para la producción de frutales y berries, sin embargo debido a limitaciones de financiamiento y muchas veces por una visión cortoplacista, no ha habido el desarrollo de programas de mejoramiento genético de larga data enfocados a la obtención y lanzamiento de variedades propias en fruticultura.

³² Ishino, Y., et al. (1987). Nucleotide sequence of the *iap* gene, responsible for alkaline phosphatase isozyme conversion in *Escherichia coli*, and identification of the gene product. *Journal of Bacteriology*, 169 (12) 5429-33.

³³ Mojica, F. J., Juez, G., Rodríguez-Valera, F. (1993). Transcription at different salinities of *Haloferax mediterranei* sequences adjacent to partially modified PstI sites. *Molecular Microbiology*, 9 (3) 613-21.

³⁴ Jinek, M., et al. (2012). A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science*, 337 (6096) 816- 21.

³⁵ Ibid 25.

La condición de apertura al mercado global y el fácil acceso a variedades extranjeras, se unen a que la investigación nacional está organizada en programas de corto plazo sin que exista una tradición marcada en la enseñanza más extensa y profunda de la genética. Lo anterior representa una amenaza para la industria dado el ingente pago de royalties bajo el sistema de clubes, lo que hace que las variedades extranjeras tengan un acceso cada vez más restringido³⁶.

La evolución del mercado, las alzas en los costos, las nuevas estrategias de manejo y las variaciones en las condiciones edafoclimáticas, entre otras, generan que el comportamiento de algunas variedades ya no satisfaga los requerimientos esperados y se opte por la renovación. Este escenario enfrentó el cultivar de frutilla Camarosa, el cual llegó a ser la única plantada en Chile y España por muchos años. No obstante, luego de la llegada de variedades de día neutro para fructificación, su importancia se fue desvaneciendo ante los mejores resultados obtenidos por estas nuevas alternativas.

Los mejores resultados en mejoramiento genético se logran cuando el profesional conoce con profundidad la fisiología y necesidades agronómicas de la especie. Esto incluye hábitos de crecimiento, edad a la fructificación, requerimientos hídricos y nutricionales, sistemas de conducción, adaptación climática, entre otros, que

permiten seleccionar a los mejores representantes para cada realidad productiva.

En el caso del mejoramiento genético del frambueso, el establecimiento de un programa de largo plazo por métodos tradicionales (cruzamientos y selección) ha permitido obtener nuevos genotipos sobresalientes, adaptados a las condiciones agroecológicas locales y a las nuevas exigencias de los mercados nacional e internacional (consumo fresco y agroindustrial). A pesar de las limitaciones de recursos, después de 7 años de intenso trabajo, el programa de mejoramiento genético de la Pontificia Universidad Católica (PUC) logró producir las nuevas variedades *Santa Catalina*, *Santa Clara* y *Santa Teresa*. Estos nuevos cultivares tienen la ventaja de superar en rendimiento y precocidad a la variedad tradicional *Heritage*³⁷. Entre sus principales características mejoradas se destacan su carácter remontante, hábito erecto, con gran cantidad de laterales, tanto superiores como en la base del retoño, caña y retoño con espinas de densidad media, fruto alargado, trapezoidal y peso promedio de 4,23 g/fruto, de gran facilidad de desprendimiento y firmeza media.

La búsqueda de nuevas variedades de berries, entre ellos el frambueso, tolerantes a las principales plagas y enfermedades y mejor adaptadas a las condiciones de estrés hídrico, requiere de un proceso de selección continua por adaptación a condiciones de estrés biótico y abiótico. Esto posibilita ampliar su zona de cultivo en Chile y en otros países e implica

³⁶ Gambardella, M. 2018. *El caso del mejoramiento genético del frambueso*. Presentación en IX Seminario de la Academia Chilena de Ciencias Agronómicas, Talca, www.academiaagronomica.cl

³⁷ Ibid 36.

también atender las preferencias del consumidor (fruta roja, brillante, de buen sabor y aroma, sin semillas, con alto contenido de antioxidante y sin residuos de pesticidas), los requisitos de los agricultores (alto rendimiento, fruto de gran tamaño y fácil desprendimiento del receptáculo) y las exigencias de la agroindustria (bajo desgrane, alto contenido de anti oxidantes y cero residuos de plaguicidas).

Por otra parte, la demanda del mercado nacional para nuevos cultivares es limitado, lo que implica que el mejoramiento deba ampliarse a zonas productivas en otros países con el fin de llegar a alcanzar una sustentabilidad económica. Esto involucra incorporar caracteres que satisfagan no solo los requisitos nacionales, sino también los necesarios para su adaptación a ambientes no existentes en el país. Chile se transformaría así de un exportador de productos agrícolas a uno de tecnología. Tal es el caso de las variedades de frambueso desarrolladas en Chile que han tenido una muy buena aceptación para su cultivo en España³⁸. Algo similar ha ocurrido con la nueva variedad de uva de mesa *Maylen* (ex *INAGrape-One*) que se está cultivando exitosamente en Australia, Egipto y Namibia³⁹. Si bien los programas de mejoramiento públicos han cumplido un rol importante, existe cierto riesgo eventual de que esta actividad se concentre en programas privados no teniendo en consideración el necesario acompañamiento académico a esta compleja labor.

Otro aspecto a considerar es probar la adaptación de cultivares de cerezos y guindos en Aysén y Magallanes, afín de “alargar” la temporada de producción y optar a precios más altos. Finalmente, no hay que olvidar que los programas de mejoramiento no terminan su trabajo con la protección de los cultivares que generan, sino que también deben involucrarse en la promoción de sus productos en los mercados para los cuales se destinan. Se estima que cuando se llega a la protección del cultivar, se ha alcanzado solamente la mitad de plan del negocio⁴⁰.

2.- DOMESTICACIÓN DE ESPECIES PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS SALUDABLES

Debido a su adaptabilidad y cualidades nutricionales, muchas especies subutilizadas podrían hacer una contribución importante al aumento de la disponibilidad de alimentos, la accesibilidad y la seguridad nutricional. Dichas especies presentan atributos como valor nutritivo, resistencia o resiliencia al clima, viabilidad económica y adaptación a las condiciones socioeconómicas locales, especialmente en áreas marginales.

La domesticación de una especie subutilizada, implica coleccionar material de propagación de las poblaciones silvestres para mejorarlas genéticamente. Para ello, se debe encontrar la mejor forma de propagación, las condiciones óptimas de cultivo en cuanto a suelo, clima, manejo, densidad,

³⁸ Ibid 36.

³⁹ <http://elagro.radioagricultura.cl/2018/11/05/maylen-uva-mercados/>

⁴⁰ Ibid 36.

conducción, sombra y régimen de riego. También deben considerarse la protección contra plagas y enfermedades, determinar la época de recolección más apropiada, examinar las posibilidades de mecanización y establecer el mejor sistema de almacenaje en pos cosecha⁴¹. Muchas veces las especies subutilizadas han sido postergadas por la investigación, no incluidas en los planes de estudio de extensión agrícola, y no cuentan con apoyo de las cadenas agro-comerciales de valor.

A nivel nacional existen esfuerzos en la domesticación de *Alstroemeria* spp. (Azucena peruana); *Leucocoryne* spp.; *Gunnera tinctoria* (nalca); *Puya chilensis* (chagual); *Eulychnia acida* (copao); *Solanum muricatum* (pepino dulce); *Araucaria araucana* (piñón); *Gevuina avellana* (avellana chilena); *Ugni molinae* (murtilla) y *Aristotelia chilensis* (maqui). En adición, entre las especies de berries presentes en Chile con potencial para la domesticación se encuentran: *Berberis microphylla* G. Forst. (calafate); *Empetrum rubrum* Vahl Ex Willd. (murtilla de Magallanes); *Gaultheria phillyreifolia* (Pers.) Sleumer (chaura); *Pernettya mucronata* (L. f.) Gaud. Ex Spreng. (chaurán); *Pernettya pumila* (L.f.) Hooker (Chaura); *Myrteola bameoudii* Berg (daudapo); *Myrteola nummularia* Berg (Daudapo); *Rubus geoides* J. SM. Ex Hook. (frutilla de Magallanes) y *Rubus radicans* Cav. (miñe-miñe)⁴², muchas de

ellas con elevados contenidos de antioxidantes y polifenoles (Tabla 1).

La evidencia científica acumulada durante las últimas dos décadas indica que los antioxidantes, al ser consumidos bajo la forma de alimentos, tienen un importante potencial para reducir el impacto de enfermedades crónicas que actualmente más afectan a la población mundial (enfermedades cardiovasculares, tumorales y neuro-degenerativas) y que el consumo regular de berries reduciría el riesgo de desarrollo y progresión de éstas⁴³.

✦ Murtilla

La murtilla (*Ugni molinae* Turcz) es una especie endémica de Chile, arbustiva, que crece en forma silvestre en la zona sur de Chile, especialmente en la Cordillera de la Costa y parte de la Pre Cordillera Andina y es una de las frutas silvestres más populares de Chile e investigada para la domesticación⁴⁴.



Fructificación de la murtilla, Fundación Chile.

⁴¹ Vogel, H. 2018. *El caso de la domesticación del maqui*. Presentación en IX Seminario de la Academia Chilena de Ciencias Agronómicas, Talca, www.academiaagronomica.cl

⁴² Ibid 25.

⁴³ Basu A, Rhone M, Lyons TJ. 2010. Berries: emerging impact on cardiovascular health. *A Nutr Rev*. 68(3):168-177.

⁴⁴ Seguel, I. et al. 2000. Instituto de investigaciones agropecuarias INIA Carillanca. Temuco. Chile. *Revista Agro sur* 28 (2) 32-41 pp.

Tabla 1.- Actividad Antioxidante (ORAC, $\mu\text{mol ET}/100 \text{ g pf}$) y Contenido de Polifenoles Totales (PFT, $\text{mg EAG}/100 \text{ g}$) en berries. Extractado de la Base de Datos del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA, Chile), 2013. <http://www.portalantioxidantes.com/>.

		Promedio	min.	max.
Arándano	ORAC	5481	3710	7617
	PFT	1008	512	1662
Calafate	ORAC	25662	18685	37340
	PFT	3390	2484	4408
Frambuesa	ORAC	6903	3500	12486
	PFT	822	441	1198
Frutilla	ORAC	3775	2594	5433
	PFT	1991	1276	2957
Maqui	ORAC	19850	13910	25236
	PFT	3116	2494	4352
Mora	ORAC	9043	6013	11075
	PFT	1637	1510	1754
Murtilla	ORAC	10770	9698	12456
	PFT	3492	3200	4127
Zarzaparrilla	ORAC	6579	5616	7721
	PFT	2373	2056	2609

A partir del 2002, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA)⁴⁵ se ha abocado a diversificar la oferta frutícola de la Zona Sur y desarrollar nuevas alternativas agrícola para suelos marginales mediante la domesticación de la murtilla. El programa ha permitido mantener la colección de germoplasma y desarrollar el cultivo de 120 ha, estudiar el potencial del mercado, la rentabilidad del cultivo, el potencial agroindustrial y el desarrollo de productos. Para la extensión de esta ese

cultivo, el INIA ha desarrollado *paquetes tecnológicos* que incluyen la metodología de propagación vegetativa en viveros simples⁴⁶. Una evaluación económica demostró que la alternativa del cultivo comercial de la murtilla presenta indicadores económicos superiores a los calculados para la producción ovina proyectada para la zona de Valdivia⁴⁷.

⁴⁶ www.murtillachile.cl

⁴⁷ Aguila, C.A. 2008. Evaluación económica comparativa del cultivo comercial de murtilla (*Ugni molinae* Turcz.), respecto del rubro central de la Agricultura Familiar Campesina (AFC) de la costa norte de Valdivia. Estudio de caso. Tesis de Licenciado en Agronomía. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, FACULTAD DE CIENCIAS AGRA-

⁴⁵ FIA/ Observatorio para la innovación agraria. <https://www.opia.cl/601/w3-article-5505.html>

Maqui

En 1844, en su “Atlas de la Historia Física y Política de Chile”, el naturalista Claudio Gay documentó la existencia del maqui (*Aristotelia chilensis*), señalando que los nativos lo utilizaban para preparar chicha y que sus propiedades medicinales eran ya ampliamente conocidas en el sur de Chile por pueblos como el mapuche⁴⁸. El consumo de maqui en fresco es actualmente muy limitado dado su rápida descomposición en pos cosecha. Sin embargo, se han elaborado múltiples alimentos elaborados a base de esta especie como jugos, bebidas gaseosas, liofilizados, cervezas, fármacos, etc., pero con muy bajo contenido de los componentes relevantes del maqui.



Fructificación de maqui, H. Vogel, U. Talca.

El redescubrimiento de las propiedades antioxidantes del maqui ha provocado un enorme interés en la industria con

una demanda extractiva que ha llegado a poner en riesgo la supervivencia de la especie. Considerando lo anterior y para producir materia prima agroindustrial apropiada, la Universidad de Talca, con el apoyo del Consejo Nacional de Investigación, Ciencia y Tecnología (CONICYT), ha venido desarrollando desde 2007 una forma de explotación sustentable del cultivo mediante la domesticación (selección de material genético, desarrollo de la tecnología de propagación convencional y micropropagación (clonal) y manejo del cultivo), tratando de mejorar la oferta de materia prima exportable y agroindustrial⁴⁹. Actualmente, se han seleccionado clones de maqui con características productivas e industriales superiores. El método de obtención involucró un muestreo de frutos de poblaciones naturales de maqui, entre las Regiones VI y X, donde se identificaron plantas de cada población con mayores contenidos de antocianinas y polifenoles en los frutos.

La Universidad de Talca, a través del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) publicó en el Diario Oficial las solicitudes de registro de tres variedades de maqui, *Luna Nueva*, *Morena* y *Perla Negra* resultantes del proceso de investigación y desarrollo generado por el equipo multidisciplinario de la Facultad de Ciencias Agrarias. Estas tres nuevas variedades significarán un importante beneficio para la comunidad, ya que se ha trabajado en la domesticación de una planta silvestre,

RIAS. 136p. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/faa283e/doc/faa283e.pdf>

⁴⁸ Memoria Chilena, Biblioteca Nacional de Chile (DIBAM) <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-571.html>

⁴⁹ Ibid 41.

generando clones aptos para el cultivo sustentable. Esto disminuirá la depredación silvestre de estos frutos terminando con la sobreexplotación actual que daña la planta y que a largo plazo podría causar erosión genética. Esta situación significaría no contar con materia prima para abastecer la producción agroindustrial⁵⁰. El programa de maqui ha conducido investigaciones sobre caracterización fenológica para diseñar tecnologías de manejo⁵¹, producción sostenible e injertación⁵², poda⁵³, análisis de la variabilidad genética⁵⁴ y caracterización de antocianinas en diferentes estados de madurez y entre clones^{55 56}.

Adicionalmente, y como parte de varios proyectos financiados por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del Ministerio de Agricultura, se han venido probando distintos sistemas de conducción del cultivo para determinar las maneras más eficientes, sostenibles y económicas para la cosecha de maqui domesticado⁵⁷. Las pruebas son llevadas a cabo por empresas en la Región del Maule donde, al igual que en el sur del país, el maqui crece como un fruto silvestre.

La demanda de maqui ha aumentado en la última década dados sus grandes beneficios nutricionales y nutraceuticos. Según un estudio apoyado FIA, durante los últimos tres años la exportación de congelados y procesados de maqui ha crecido desde los US\$ 1,18 millones en 2014 a los US\$ 9,9 millones en 2016.

✦ Calafate

Otra especie de domesticación más reciente es el calafate (*Berberis mycrophila* G. Forstes), arbusto perenne, silvestre, con frutos de color negro azulado, que crece desde la Región del Maule hacia el sur de Chile, principalmente en la Patagonia chilena y argentina. El calafate es conocido por su muy alto contenido antioxidante, incluso mayor que el maqui o el arándano (Tabla 1) siendo sus frutos solamente cosechados de forma extractiva y masiva.

⁵⁰ Ibid 41

⁵¹ H. Vogel, P. Peñailillo, U. Doll, G. Contreras, G. Catenacci, B. González (2014) Maqui (*Aristotelia chilensis*): Morpho-phenological characterization to design high-yielding cultivation techniques. *Jamap* 1(4): 123-133

⁵² H. Vogel, B. González, G. Catenacci, U. Doll (2016) Domestication and sustainable production of wild crafted plants with special reference to the Chilean Maqui Berry (*Aristotelia chilensis*). *Julius-Kühn-Archiv* 453, 50-52.

⁵³ U. Doll, D. Mosqueira, J. Mosqueira, B. González, H. Vogel (2017) Pruning maqui (*Aristotelia chilensis*) to optimize fruit production. *JARMAP* 6: 10-14. DOI 10.1016/j.jar-map.2016.12.001

⁵⁴ P. Salgado, K. Prinz, R. Finkeldey, C. Ramírez, H. VOGEL (2017) Genetic variability of *Aristotelia chilensis* ("maqui") based on AFLP and chloroplast microsatellite markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 64: 2083-2091. DOI 10.1007/s10722-017-0498-0

⁵⁵ González, H. Vogel, I. Razmilic, E. Wolfram (2015) Polyphenol, anthocyanin content and antioxidant capacity in different parts of maqui fruits (*Aristotelia chilensis*) during ripening and conservation treatments after harvest. *Industrial Crops and Products* 76 (2015) 158-165

⁵⁶ J. E. Brauch, L. Reuter, J. Conrad, H. Vogel, R. M. Schweiggert, R. Carle (2017) Characterization of diglycosylated anthocyanins in two Chilean maqui berry clones by HPLC-DAD-ESI/MSn and 2D-NMR-spectroscopy. *Journal of Food Composition and Analysis* 58:16-22. DOI 10.1016/j.jfca.2017.01.003

⁵⁷ Fundación para la Innovación Agraria (FIA) <http://www.fia.cl/tag/maqui/>



Arbusto de calafate con frutos secándose en la planta, J. Izquierdo, www.sedra.biz

Frente a la no existencia de proyectos de investigación y domesticación de esta especie, incluyendo determinar su manejo agronómico, el FIA financió un proyecto para obtener calafate liofilizado y jugos naturales de dicha fruta. Comparativamente, se confirmó que el contenido de antioxidantes del calafate (25.000 unidades, ORAC) supera al del maqui (19.000 unidades ORAC), convirtiéndolo en un alimento altamente saludable que empieza a ser conocido hoy en día en Estados Unidos.

El calafate representa una opción de una especie a domesticar con relevancia mundial como fuente de antioxidantes⁵⁸, siendo probable que la mayor concentración de estos sea en buena parte consecuencia del ambiente más extremo (frío, seco y ventoso) de la Patagonia, más que de una característica genética de la especie, ya que estos compuestos están

asociados a mecanismos de defensa de las plantas⁵⁹.

3.- SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN FRUTÍCOLA

El *boom* de la fruticultura chilena, iniciada en la década de los 80 con la producción de uva de mesa para exportación, ha continuado con la expansión sucesiva de distintos cultivos: kiwi, palto, olivo, arándano, cerezo, destinados principalmente al mercado estadounidense y europeo y últimamente al chino.

En los últimos 17 años, la superficie nacional frutícola se ha incrementado en 51% alcanzando a las 315.735 ha⁶⁰ y representa el 0,52% de la superficie total mundial dedicada a la producción de frutas⁶¹. En este contexto, la posición chilena por especie, ocupa los lugares que se indican en el comercio internacional: uva de mesa (1°); arándanos 1°; cerezas (2°); paltas (3°); y vinos (3°).

Económicamente, la industria frutícola representa un 38,7% del PIB silvoagropecuario y el 1,3% del PIB nacional (2015). Sin embargo, su contribución a las exportaciones nacionales totales es mucho mayor, representando en el año 2017 el 7,02% del valor de éstas. El monto de las exportaciones de fruta creció un 369%, pasando de US\$1.300 M en 2001 a alcanzar en el año 2017 un

⁵⁸ <http://www.llaitun.cl/calafate-domesticando-una-bomba-de-antioxidantes/>.

⁵⁹ Cubillos, A. 2019. Com. Personal. Academia Chilena de Ciencias Agronómicas, Talca, www.academiaagronomica.cl

⁶⁰ Catastros Frutícolas (ODEPA-CIREN, 2015-2017)

⁶¹ Estadísticas de Producción (FAOSTAT, 2016)

monto de US\$4.801 M, destacándose la cifra record de US\$5.200 M del año 2016⁶². Alcanzar el nivel tecnológico y almacenaje de alto nivel necesario ha sido gracias al esfuerzo de los fruticultores y empresarios que importan toda clase de equipamientos para facilitar sus labores y aumentar sus ingresos. Este crecimiento económico del sector y la suscripción de acuerdos con nuevos mercados ha permitido que Chile pueda comercializar su fruta en los cinco continentes⁶³.

Según los últimos Catastros Frutícolas elaborados por ODEPA entre los años 2015 -2017⁶⁴, la principal especie plantada es la uva de mesa, con cerca de 48.000 ha, con tendencia a la baja estando en segundo lugar el manzano con una superficie estable cercana las 36.000 ha. Posteriormente, siguen los nogales con 35.000 ha, paltos con 30.000 ha y cerezos con 25.000 ha, aunque cifras más recientes sitúan a esta especie en más de 35.000 ha⁶⁵.

Actualmente, ciertos segmentos de consumidores en el mundo están dispuestos a pagar altos precios por pocos gramos de frutas de determinadas especies/variedades con características

especiales (*specialty products*). Esta particular demanda ha motivado que los agricultores deban elevar la calidad de la fruta producida y realicen enormes esfuerzos para llegar a estos mercados satisfactoria y rápidamente. Ejemplos de estos esfuerzos son las cosechas con gran demanda de mano de obra, transportes refrigerados, envíos aéreos exprés, entre otros. Todas estas actividades favorecen que los agricultores aumenten sus ingresos y los consumidores perciban una oferta con las características deseadas. Sin embargo, muchas de estas labores generan consecuencias ambientales y sociales cuestionables.

El sector frutícola nacional comprende a 28.000 productores mayoritariamente localizados en el Valle Central, 19.000 con menos de 5 ha orientados a la producción para consumo interno y 9.000 con superficie promedio superior a las 20 ha dedicados a la producción para exportación, la que alcanzó en 2017 un volumen de 2.837 mil ton con un valor FOB de US\$5.500 M y generando 450.000 puestos de trabajo⁶⁶. Asimismo, están surgiendo nuevas áreas de producción con especies en franca expansión (olivo, nueces, cereza), nuevas localizaciones (Sur) aunque con mayor riesgo climático y tecnologías modernas de mecanización de poda, cosecha, clasificación y empaque.

Todos los países exportadores de frutas tienen un patrimonio fitosanitario

⁶² Asociación de Exportadores de Frutas de Chile A.G. (ASOEX). 2018. Propuestas para avanzar en una Fruticultura de Exportación Sustentable. Acciones de Colaboración Público-Privadas. <https://www.asoex.cl/publicaciones/expediente-exportador/finish/9-expediente-exportador/921-expediente-exportador-n-14-19-03-2018.html>

⁶³ Yuri, J. A., 2018. *El manejo agronómico intensivo y sostenible en la producción de alimentos inocuos*. Presentación en IX Seminario de la Academia Chilena de Ciencias Agronómicas, Talca, www.academiaagronomica.cl

⁶⁴ <https://www.ciren.cl/catastro-fruticola-por-ano/>

⁶⁵ Ibid 63.

⁶⁶ FEDEFRUTA-Banco de Chile. 2017. L. Schmidts. El potencial de la fruticultura chilena. www.fedefruta.cl

en situación de riesgo creciente. Para el caso de Chile, el ingreso de plagas como la polilla del racimo de la vid (*Lobesia botrana*), la bacteriosis del kiwi (*Pseudomonas syringae* pv. *Actinidiae*) y otras de reciente detección en el país, como la drosófila de alas manchadas (*Drosophila suzukii*) y el chincheapestoso (*Halymorpha halys*), implican mayores riesgos.

Los efectos generados por el ingreso de plagas y enfermedades pueden ser devastadores para la industria, causando el cierre de los mercados o costosas exigencias, como ocurre en el caso de arándanos y uva de mesa, debiendo ser tratados con bromuro de metilo para ingresar a EE.UU., lo que conlleva una fuerte reducción de la calidad y de su vida de pos cosecha. Esto tiene incidencia en la sostenibilidad económica del sector para lo cual se necesita de un enfoque integrado público-privado de largo plazo, como el desarrollado recientemente por la Asociación de Exportadores de Frutas de Chile A.G. (ASOEX)⁶⁷.

Un ejemplo digno de destacar e imitar es el acuerdo de cooperación que el Servicio Agrícola Ganadero (SAG) suscribió en agosto de 2018 con la Asociación Nacional de Productores de Semillas (ANPROS)⁶⁸ con el objeto de realizar

una vigilancia fitosanitaria de algunas plagas cuarentenarias ausentes del país. Es un plan piloto que se extenderá durante la temporada 2018/2019.

Chile ha sido capaz de mantener un excelente nivel de resguardo fitosanitario, reconocido internacionalmente, que ha permitido comercializar más de 65 productos hortofrutícolas frescos en todos los continentes. Generalmente, la principal causa de los casos de rechazo en los mercados de destino se deben a la presencia de plagas cuarentenarias⁶⁹. La demanda de los mercados hacia productos más inocuos, obliga al sector exportador a cambiar los procesos productivos hacia el uso de tecnologías más amigables con el ambiente para el control de plagas y enfermedades, tendientes a la reducción gradual en el uso de plaguicidas, así como el uso de moléculas más inocuas.

Aunque muy limitados en número, han existido también rechazos de productos hortofrutícolas por presencia de residuos de insecticidas, como el metomilo en uva de mesa y carbaryl en vino tinto en 2007, superando largamente los límites máximos aceptados. En este sentido, el sector hortofrutícola tiene el desafío de hacer extensivo el Manejo Integrado de Plagas (MIP), incluyendo el uso masivo de controladores biológicos, sistemas de monitoreo, manejo químico apropiado de pre y pos cosecha,

⁶⁷ Asociación de Exportadores de Frutas de Chile A.G. (ASOEX). 2018. Propuestas para avanzar en una Fruticultura de Exportación Sustentable. Acciones de Colaboración Público-Privadas. <https://www.asoex.cl/publicaciones/expediente-exportador/finish/9-expediente-exportador/921-expediente-exportador-n-14-19-03-2018.html>

⁶⁸ <http://www.sag.cl/noticias/sag-y-anpros-firman-acuerdo-de-cooperacion-para-vigilancia-fitosanitaria-en-la-industria-semillera>. 23/8/2018.

⁶⁹ SAG 2011. Impacto de los rechazos en cerezas de exportación, causados por plagas cuarentenarias en la región del Maule. C. Moore. Protección Agrícola y Forestal Región de O'Higgins http://www.fdf.cl/biblioteca/presentaciones/2011/02_sem_nac_pdtcerezas/descargas/CLAUDIO%20MOORE.pdf

feromonas para confusión sexual y modelos predictivos de plagas, entre otras estrategias de control integrado que permitan mantener la buena apreciación de Chile en el concierto internacional⁷⁰.

Asimismo, están surgiendo nuevas áreas de producción con especies en franca expansión (olivo, nueces, cereza), nuevas localizaciones (Sur) aunque con mayor riesgo climático y tecnologías modernas de mecanización de poda, cosecha, clasificación y empaque. Considerando que las rutas marítimas de exportación a los puertos de destino abarcan entre 10.000 a 18.000 km con una duración de 3 a 6 semanas, es imperioso conservar la frescura de los productos como mayor valor agregado⁷¹.

4.- ¿PRODUCCIÓN HORTOFRUTIVINÍCOLA SOSTENIBLE?

Desarrollar una agricultura sostenible⁷² se entiende como “la necesidad de reconciliar en el sector las demandas ambientales, sociales y económicas de las generaciones presente y futuras (FAO, 2013)”⁷³. La sostenibilidad no se limita a mitigar los impactos del cambio climático, sino que incluye diversos

impactos ambientales como las huellas hídrica, de carbono, ecológica, degradación de tierras, desertificación y deterioro de la capa de ozono, entre otros; y temas sociales relacionados a la relación con las comunidades, proveedores, salud de los consumidores y calidad de vida de los/las trabajadores, etc.

La intensificación sostenible de la agricultura ha sido definida como el incremento de la producción sin aumento de la superficie cultivada al tiempo que se reducen los efectos negativos al ambiente y se aumenta la eficiencia en el uso de los recursos e insumos (agua, fertilizantes, agroquímicos) y la contribución al capital natural y el flujo de servicios ambientales⁷⁴. Esta estrategia podría impulsar un manejo agrícola que conserve los servicios eco sistémicos mediante el empleo de buenas prácticas agrícolas, tales como mínima labranza para la conservación de suelos, diversificación y rotación de cultivos, uso de cultivos de cobertura, manejo microclimático del huerto, biocontrol de las plagas, entre otras prácticas, aplicadas a producciones hortofrutícolas intensivas y sostenibles^{75 76}.

La acelerada expansión de los cultivos frutícolas (paltos, uva de mesa, kiwis, manzana y recientemente cerezas) en el Valle Central, debiera considerar también los servicios eco sistémicos por los

⁷⁰ González, Roberto (QEPD). Miembro de Número de la Academia Chilena de Ciencias Agronómicas. Revista del Campo 2011.

⁷¹ Ibid 63.

⁷² Según el Informe Brundtland de 1987, la sostenibilidad consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades.

⁷³ FAO. (2013). Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems. SAFA Guidelines. Versión 3.0. Roma.

⁷⁴ Godfray, C. et al. 2010. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327: 812- 818.

⁷⁵ Badgley, C. et al. 2007. Organic agriculture and the global food supply. *Renew. Agric. Food Syst.*, 22: 86-108.

⁷⁶ Power, A.G. 2010. Ecosystem services and agriculture: Tradeoffs and synergies. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 365(1554): 2959- 2971.

cuales estos producen elementos esenciales para la vida (alimentos, fibras, agua, combustibles, recursos genéticos); de regulación (clima, enfermedades, agua); y culturales (recreación, educativas, espirituales, estéticos)⁷⁷.

Para el caso de Chile, ODEPA ha desarrollado un protocolo de agricultura sostenible de carácter holístico para que, en forma gradual y a partir de diez principios de gestión, manejo y buenas prácticas, los agricultores mejoren su desempeño en sostenibilidad⁷⁸. Los principios abarcan: el monitoreo y uso del agua, el manejo de residuos, el manejo de agroquímicos, la gestión de inocuidad, la gestión de la biodiversidad, la gestión energética, el manejo del suelo y la relación con las comunidades y el respeto de los derechos humanos.

La Academia considera que valorar este conjunto de acciones necesarias (buenas prácticas agrícolas)⁷⁹ en base a indicadores técnicos, socioeconómicos y ambientales en la gestión de la producción sostenible hortofrutícola, debe ser un objetivo concreto de los futuros programas de innovación a ser impulsados

por las políticas de desarrollo para el sector.

✦ El caso del manzano

El manzano es un cultivo de zonas climáticas templadas-frías y se concentra principalmente entre los 34,5° y 38,4° Latitud Sur, constituyendo la Región del Maule el epicentro actual de su cultivo⁸⁰. Chile es el décimo país productor de manzanas, el 5° país exportador con 746.813 ton y el 4° país en valor exportable en el 2016⁸¹.



Producción de manzano con alta densidad en el Valle Central de Chile. J. A. Yuri, U. TALCA.

El consumo nacional de manzanas frescas se estima entre los 7-9 kg/ per *cápita*/año, cifra muy inferior a lo que se consume en Europa, con alrededor de 20 kg/per *cápita*/año⁸². Una de las características de las manzanas influenciadas

⁷⁷ Celis, L.C.2016.Nuevo paradigma para una producción agrícola sustentable. Presentación en VII Seminario de la Academia Chilena de Ciencias Agronómicas, Talca, www.academiaagronomica.cl

⁷⁸ Ministerio de Agricultura Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 2015. Protocolo de Agricultura Sustentable. Centro de Producción y Consumo Sustentable FUNDACIÓN CHILE. www.odepa.gob.cl

⁷⁹ FAO.2005. Manual Buenas prácticas agrícolas para la agricultura familiar. Ed. Izquierdo, J., M. Rodríguez y M. Durán. ISBN 978-92-5-305693-4, 54p. <http://www.fao.org/3/a-as171s.pdf>

⁸⁰ Gil G. 2000. Fruticultura. El Potencial Productivo. 3ª Edición. Ediciones Universidad Católica de Chile. p. 342

⁸¹ Ibid 67.

⁸² Palomo, I. G., et al. 2010. El consumo de manzanas contribuye a prevenir el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y cáncer: antecedentes epidemiológicos y mecanismos de acción. Rev. chil. nutr. v.37 n.3 Santiago

por el cultivar, el tipo de tejido (cáscara o pulpa), la nutrición mineral y la zona climática entre otras, es su actividad antioxidante, que se debe fundamentalmente a sus compuestos de fenol y contenido de flavonoides presentes, especialmente en la piel⁸³.



Producción de manzano con mulcheo del suelo con plásticos reflectantes para mejorar el color de la fruta en el Valle Central de Chile, J. A. Yuri, U. TALCA.

En el caso del manzano, el manejo agronómico intensivo debe plantearse sobre una realidad cambiante y en expansión en términos de tecnologías, variedades, porta injertos, densidad de plantación, poda y conducción que permitan obtener un rendimiento de al menos 10 kg fruta/m³ de copa, con un índice de cosecha del 70%. Actualmente, se propone que al quinto año una hectárea de manzanos con alta tecnología deba alcanzar las 150 t de fruta acumuladas, a fin de pagar la inversión realizada. Esta productividad puede conseguirse con una densidad de plantación entre

las 1.500 y 2.000 plantas/ha, mientras que con densidades más altas no se observarían mejores resultados. Así, el aumento excesivo de la densidad de plantación observado en numerosos huertos modernos, no conlleva a una mayor precocidad ni rentabilidad. La experiencia del Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca concluye que la distancia estándar de plantación para un huerto de manzanos modernos debería ser 3,8 x 1,4 m, equivalente a una densidad de 1.880 plantas/ha. Esto garantizaría pagar la inversión a la quinta hoja, lograr un potencial productivo de 80-90 t/ha y alcanzar la sostenibilidad económica⁸⁴.

Los huertos chilenos modernos de manzanos y cerezos chilenos son el resultado de un alto grado de intervención y modificación del ambiente a través de tecnologías como el uso de reflectores, mallas sombreadoras y cubiertas plásticas y embolsado de fruta, sin olvidar la aplicación de grandes volúmenes de fertilizantes y plaguicidas, para favorecer ciertos atributos estéticos de la fruta exigidos por los mercados de destino. El uso de sistemas de protección como mallas sombreadoras reduce el estrés ambiental alrededor de las plantas y disminuye los descartes de fruta. Sin embargo, la eliminación de ellas al finalizar su vida útil genera consecuencias ambientales negativas⁸⁵.

⁸³ Yuri, J. A. 2014. Chemical and antioxidant characterization of different apple cultivars in Chile. *Journal of Food Agriculture and Environment* 12 (2): 150-154

⁸⁴ Ibid 63.

⁸⁵ Carrasco, O., 2018. *La experiencia productiva en manzano y cerezo*. Presentación en IX Seminario de la Academia

Una alternativa para reducir parcialmente la dependencia de estos insumos es la mejora genética, a través de la selección de variedades de fácil coloración y más resistentes a las adversidades del clima. El uso de estos clones mejorados reduce la necesidad de usar altos volúmenes de insumos y aumenta la sostenibilidad de los huertos.

Si bien los anteriores parámetros técnicos de eficiencia, revisados y ajustados por el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca, en términos generales se cuestiona la rentabilidad económica para el caso de la manzana. Con un retorno FOB de US\$ 0,87/kg y costos elevados a US\$ 0,9/kg (incluyendo costos de producción y de FOB y CIF), el escaso margen (y sin considerar los costos ambientales asociados a la intensificación del cultivo), está afectando la sostenibilidad del rubro.

El alto costo de producción asociado a un mayor nivel tecnológico y consideraciones ambientales (plástico, mallas, reflectantes), debe ser compensado con una mayor productividad de los huertos, manteniendo la calidad para no afectar la imagen-país y darle mejores alternativas para la para fruta de desecho disminuyendo las pérdidas.

El uso de estos insumos que modifican el ambiente de los huertos tiene, sin duda, las ventajas que se han expuesto, pero también significan la creación de ambientes artificiales que favorecen la prevalencia

de enfermedades, lo que implica un mayor uso de plaguicidas. También podrían tener un efecto en la huella de carbono y, sin duda, sobre la huella energética del cultivo, ambos indicadores de sostenibilidad acerca de los cuales no se han realizado suficientes estimaciones en el país⁸⁶.

Considerando que la polinización por abejas es un indispensable servicio ecosistémico⁸⁷, datos de estudio en EEUU reveló que de los 100 cultivos que proveen el 90% de los alimentos, 71% son polinizados por abejas. Este tipo de información, a ser validada para el caso de Chile, debería ayudar a orientar los esfuerzos de conservación centrados en mantener, dentro de los cultivos hortofrutícolas, la abundancia y diversidad de abejas nativas y por lo tanto sus esenciales servicios que brindan.

✦ El caso del cerezo

En el caso del cerezo, se observa un fuerte crecimiento, casi lineal, de la superficie plantada desde 2005 al presente (Fig.1)⁸⁸ alcanzando el 4to. lugar mundial en producción (123.224 ton) en 2016. Chile ocupa el primer lugar mundial como exportador, con un retorno FOB de 6,78 US\$/kg, lo que ha incentivado significativamente el aumento de la superficie plantada en los últimos diez

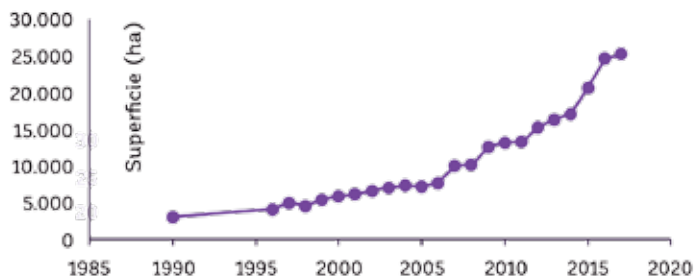
Chilena de Ciencias Agronómicas, Talca, www.academiaagronomica.cl

⁸⁶ Ibid 63.

⁸⁷ Bartomeus et al. 2013. Historical changes in north-eastern US bee pollinators related to shared ecological traits. PNAS March 19, 10 (12) 4656-4660; <https://doi.org/10.1073/pnas.1218503110>

⁸⁸ FAO STAT 2016.

Fig. 1. Chile: Superficie plantada con cerezas,
FAO STAT 2016.



años. Este proceso debería ser analizado desde el punto de vista de su sostenibilidad económica, social y ambiental.



Producción intensiva de cerezo con mallas protectoras de granizo y de la radiación excesiva, Valle Central de Chile, J. A. Yuri, UTAICA.

Una evaluación de la sostenibilidad de la producción intensiva de cerezas de zonas productoras y exportadoras de la Patagonia Sur de Argentina permitió identificar, en forma participativa con los productores, los aspectos más críticos demostrando que la mayoría de los sistemas de producción de cerezos de la región parecen no ser sostenibles⁸⁹. El estudio consideró cinco

atributos (indicadores) básicos (productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia y adaptabilidad) y demostró que sistemas intensivos modernos de conducción con alta densidad de plantación, sistemas de riego por goteo, y riego por aspersión para control de heladas, orientados a la exportación e involucrando una gran inversión inicial pueden verse afectados por bajos rendimientos, insuficiente calidad de fruta, inadecuada organización de los productores, falta de diferenciación del producto y de integración vertical, erosión eólica, muy fuerte estacionalidad de la demanda de mano de obra y, falta de perspectivas de continuidad generacional. Sin existir mayoritariamente datos publicados en Chile sobre indicadores de sostenibilidad, esta metodología integral puede ser aplicable a la realidad del valle central de Chile y permitir evitar o anticipar incidencias futuras en las zonas productoras chilenas ya que el mercado local podría saturarse en el

⁸⁹ Cittadini E. D. et al. 2010. Análisis de la sustentabilidad de los sistemas de producción de cerezas en Patagonia Sur. 1er Congreso Latinoamericano y Europeo en Co-Innovación

de Sistemas Sostenibles de Sustento Rural. Minas, Uruguay. 28-30 de abril de 2010. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cittadini_et_al-analisis_sustentabilidad_cerezas.pdf

corto o mediano plazo (debido al crecimiento del volumen producido) frente a drásticas oscilaciones en los precios internacionales.

La Academia considera que la general disminución de las poblaciones de las abejas melíferas y silvestres que se presenta en el Valle Central esta impactando significativamente la sostenibilidad ambiental y productiva de cultivos frutícolas como el cerezo y el palto. Relaciones lineales entre visitas de abejas silvestres provenientes de hábitats cercanos a los huertos y mantenidos sin intervención y cuajado de frutos y rendimiento han sido reportadas para cultivos de cerezo⁹⁰ en Alemania y palto⁹¹ en Chile.

✂ El caso de la uva para vino

De acuerdo al Catastro del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2015), la superficie nacional plantada con vides alcanzó en el 2015 a 199.026 ha (8.515 para Pisco; 48.593 para mesa; 141.918 para vinificación) con una producción total de vinos de 1.287 M l. De esta cifra, 1.081 M l corresponden a vinos con denominación de origen (84,0% del total declarado). El informe estadístico del 2018 de la Organización Internacional del Vino revela que las exportaciones de vinos alcanzaron los 9,8 M hectólitros,



Nuevos diseños de los sistemas de producción de uva para vino, Valle Central de Chile, Y. Moreno, U. TALCA .

con un valor de 1.700 M Euros, posicionando a Chile como el 4º país exportador después de Francia, Italia y España.

Frente a la pregunta de si Chile puede ser un país vitivinícola sostenible, el sector entre los años 1996 y 2015, ha experimentado una importante renovación tanto en expansión como tecnológica. En este período se produjeron grandes cambios y mejoras masivas de las tecnologías de las bodegas, plantación de nuevos viñedos y zonas vitivinícolas (Casablanca) y multiplicación de productos, marcas y mercados. Además, se inició una industria de servicios asociadas a la producción de vinos, ya sea tanto de abastecimiento de insumos, como el uso de cubas de fermentación de acero inoxidable e incorporación de barricas de roble americano⁹².

Desde mediados de la década del 90 las exportaciones de vino se han diversificado a múltiples mercados alrededor del mundo, siendo la proyección para el

⁹⁰ Holzschuh et al. (2012) Landscapes with wild bee habitats enhance pollination, fruit set and yield of sweet cherry. *Biological Conservation* 153: 101–107.

⁹¹ Celis, L. C. 2016. *Nuevo paradigma para una producción agrícola sustentable*. Presentación en VII Seminario de la Academia Chilena de Ciencias Agronómicas, Talca, www.academiaagronomica.cl

⁹² Moreno, Y., 2018. *La experiencia productiva en Vitivinicultura*. Presentación en IX Seminario de la Academia Chilena de Ciencias Agronómicas, Talca, www.academiaagronomica.cl

año 2020 superar los US\$2.000 M en ventas, cifra ya alcanzada el año 2017 cuando los envíos alcanzaron los 941 M de litros (70% embotellado y 30% a granel).

Entre los desafíos actuales de la producción vitivinícola, el cambio climático está causando el síntoma conocido como *daño por sol* en los racimos de uva para vinificación, no reportado sino hasta la última década, observándose incluso en variedades tintas. Esto ha significado modificar las labores de manejo, como la eliminación de los desojos de verano, el uso de mallas sombreadoras sobre los racimos, y también el establecimiento de los nuevos viñedos cambiando la orientación de las hileras e incorporando nuevos sistemas de conducción que protejan la fruta.

La cada vez más recurrente y reducida disponibilidad de agua de riego en algunas zonas está provocando alto estrés en las plantas y afectando su rendimiento lo que requeriría el recambio las variedades y porta injertos para adaptarse a la menor disponibilidad hídrica y mayor salinidad de los suelos. Asimismo los efectos del cambio climático también han tenido consecuencias en el perfil aromático de los vinos elaborados.

Otra propuesta para mantener la competitividad de la industria del vino ha sido expandir las fronteras de su cultivo, buscando climas más benignos como en la pre cordillera, cercanías al mar, zonas más australes, etc. Ya se han desarrollado proyectos en Ranco, Chiloé

y Chile Chico, con buen potencial para la producción de espumantes. Esta diversificación de los sitios de producción probablemente aumentará la diversidad de los vinos producidos⁹³.

La Academia considera que el rubro vitivinícola del país enfrenta un escenario de desarrollo en el que se hace imprescindible conocer y compartir las actuales capacidades productivas de las diversas regiones productivas. Ello permitirá definir estrategias y acciones público privadas orientadas a mejorar la calidad del producto, controlar los volúmenes producidos cada año y mantener un adecuado control fitosanitario sobre el patrimonio vinícola. En tal sentido es relevante el proyecto del FIA ejecutado por la Universidad de Talca para generar un Sistema Integrado de Control y Gestión para el sector vinícola de la Región del Maule. El sistema incluye una plataforma gráfica y digital de información sobre cuarteles vitivinícolas y utiliza métodos informáticos de Sistemas de Información Geográfica y *Webmapping*. Una cubierta fotográfica para la Región del Maule, a partir de imágenes satelitales de alta resolución espacial e información de unidades productivas (cuarteles) con atributos técnicos, productivos y sociales puede permitir una mejor gestión y control facilitando el manejo de la información productiva y territorial. Engloba a los actores participantes como los servicios del ministerio de agricultura (SAG, ODEPA e INDAP), las

⁹³ Ibid 92.

organizaciones vitivinícolas (ej. CCV) y a los productores asociados a la mesa del vino y campesina. Los productores beneficiarios participantes serán patrocinados por las políticas y medidas que se desarrollen una vez que se analice y focalice el uso de la información resultante. Indicadores de sostenibilidad incorporados a dicha plataforma podrían ser el próximo paso a un enfoque integral de la producción vitivinícola.

La producción sostenible vitivinícola debe ser económicamente viable, amigable con el medio ambiente y socialmente equitativa⁹⁴. De no cumplirse estos tres objetivos, no se logrará una producción sostenible. El futuro viñedo, de acuerdo a estos conceptos, debería ser un “viñedo sustentable” cuyos objetivos comprendan: i) maximizar la producción de frutas/vinos de alta calidad a un costo razonablemente bajo para mantener rentabilidad económica; ii) aumentar la eficiencia del sistema usando menor cantidad de insumos (agua, pesticidas, fertilizantes, energía); iii) cuidar al ambiente y a los trabajadores y iv) relacionarse activamente con los vecinos y para generar bienestar a la comunidad.

Para lograr los objetivos anteriores, el viñedo debe ser considerado como un ecosistema, siendo el suelo la base de éste ecosistema mientras que la biodiversidad debe ser un valor a promover para disminuir el impacto en la naturaleza. Ejemplos válidos en este sentido

son los corredores biológicos y los *bosques-isla* con especies autóctonas que permiten mantener *habitats* mínimos y el libre desplazamiento de las especies silvestres⁹⁵.

Estos criterios están siendo impulsados por el Centro Tecnológico de la Vid y el Vino (CTVV) de la Universidad de Talca que ha desarrollado un “Código Nacional de Sustentabilidad” para estimular y guiar a la industria hacia una producción sustentable, respaldado con una certificación⁹⁶. El Código considera las *buenas prácticas* de manejo vitícola (establecimiento, poda, manejo de follaje, manejo de riego/nutrición/suelos, manejo de plagas y enfermedades); la bodega (la composición del vino, eficiencia energética, uso del agua, manejo de residuos sólidos y líquidos); y la responsabilidad social (relación con otras compañías, capacitación de los recursos humanos, relación con vecinos y comunidad). El código de sustentabilidad de vinos es un factor positivo para las exportaciones a mercados estratégicos como Reino Unido, Canadá, EE.UU. y Asia⁹⁷.

⁹⁵ Ibid 91.

⁹⁶ Código de Sustentabilidad de la vid para vino: de carácter voluntario, orientado a incorporar prácticas sustentables en las empresas vitivinícolas chilenas y buscar que productores de uva y elaboradores de vino, mejoren su gestión a través del cumplimiento de los requisitos estipulados en el estándar. www.sustentavid.org

⁹⁷ Ibid 96.

⁹⁴ Código de Sustentabilidad de la vid para vino. 2017. <https://www.sustentavid.org>

El caso de la producción hortícola orgánica

La agricultura orgánica, ecológica o biológica, es un sistema integral de producción silvoagropecuaria basado en prácticas de manejo ecológicas, cuyo objetivo principal es alcanzar una productividad sostenida sobre la base de la conservación y/o recuperación de los recursos naturales. Esta definición se encuentra en la Norma Técnica Chilena de Producción Orgánica de la Ley 20.089 que crea el Sistema Nacional de Agricultura Orgánica, siendo ODEPA la Secretaría Técnica de la Comisión Nacional de Agricultura Orgánica⁹⁸.



Melón cv. "Charentais" en producción orgánica, Valle Central de Chile, H. Paillán, U. TALCA.

La producción orgánica busca cuidar el ambiente y la salud de los consumidores a partir de la certificación y de un sistema de trazabilidad⁹⁹ basado en el manejo de recursos renovables integrados en sistemas agrícolas locales. Además, promueve

minimizar el uso de recursos no renovables, logrando reciclar los residuos y los subproductos de origen vegetal y animal con el objeto de reponer los nutrientes en la tierra. Los elementos esenciales del sistema de manejo de la producción vegetal orgánica son el manejo de la fertilidad del suelo, la elección de especies y variedades, la rotación plurianual de cultivos, el manejo de la biodiversidad de especies, el reciclaje de la materia orgánica, el manejo de las poblaciones de plagas, de adversidades y enfermedades y técnicas adecuadas de cultivo¹⁰⁰.

La producción orgánica de hortalizas en Chile ronda las 20.000 ha incluyendo frutales y hortalizas y considera el fomento de la conservación del suelo y resguardo de la biodiversidad de microorganismos existentes. El manejo de la fertilidad del suelo incluye el uso de abonos verdes, compost, humus de lombriz y abonos complementarios como biopreparados, extractos de plantas y algas, etc. Para el manejo orgánico de cultivos hortícolas en invernadero y al aire libre, la fertilidad del suelo tiene un papel central en la sostenibilidad productiva¹⁰¹. La combinación de abonos verdes, aportes de compost y humus de lombriz contribuyen a la nutrición de los cultivos y a fortalecer la biodiversidad en el sistema de producción orgánico. Asimismo, el uso complementario de

⁹⁸ <https://www.odepa.gob.cl/rubros/agricultura-organica>

⁹⁹ <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Organicos/>

¹⁰⁰ <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Organicos/documentos/Res%20SENASA%20374.pdf>

¹⁰¹ Paillán, H., 2018. *El manejo orgánico de la producción de hortalizas en invernadero y/o aire libre*. Presentación en IX Seminario de la Academia Chilena de Ciencias Agronómicas, Talca, www.academiaagronomica.cl

organismos promotores del crecimiento vegetal son un aporte al sistema de producción y se sugiere realizar la infestación en la etapa de almácigo, desta-

cándose en estos momentos el cultivo de melón tipo *Charentais* en invernadero que se presenta como una buena alternativa de producción fuera de temporada.



NUEVAS TEMÁTICAS PRIORITARIAS EN LA EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN HORTOFRUTÍCOLA



Qué hay en frutas y verduras?, F. Vio, INTA.

Mientras que Chile produce alimentos altamente saludables como frutas, hortalizas y pescado de exportación, se da la paradoja de que la población chilena es la principal consumidora del mundo de bebidas gaseosas azucaradas; la segunda en consumo de pan blanco (con un alto índice glicémico proveniente de harina refinada); el consume el doble de sal recomendado; y un consumo muy reducido de pescado (7 kg/per cápita/año)¹⁰².

Solo el 15% de la población chilena consume las cinco porciones de frutas y verduras recomendadas por la OMS y

equivalentes a 400 g/día mientras que las legumbres prácticamente han desaparecido de la dieta del chileno (3 kg/per cápita/año). El consumo nacional de frutas y verduras es de solo 178 g/persona/día, concentrado principalmente en el almuerzo, a través de ensaladas o postres, y en muy pocas ocasiones en otros momentos¹⁰³. El bajo consumo de frutas y verduras en Chile no está asociado al precio de los alimentos, sino más bien a aspectos de educación a temprana edad, culturales y disponibilidad.

¹⁰² Ibid 12.

¹⁰³ Encuesta Nacional de Salud, Ministerio de Salud, 2016-2017.

1.- ALIMENTACIÓN SALUDABLE

Una alimentación saludable se define como aquella que proporciona toda la energía y los nutrientes que cada persona necesita para crecer, desarrollarse y mantenerse sano¹⁰⁴. En los últimos años ha mejorado el bienestar de la población mundial, han disminuido las enfermedades contagiosas, mortalidad infantil, analfabetismo y pobreza, entre otros, pero ha aumentado significativamente la malnutrición. Actualmente, el 30% de las personas en el mundo están afectadas por malnutrición y en el año 2035 ésta afectará al 50% de las personas¹⁰⁵.

La malnutrición es un desafío mundial con enormes costos sociales y económicos, siendo el mayor factor de riesgo para la carga mundial de enfermedades. Una de cada tres personas se ven afectadas y prácticamente todos los países se enfrentan a un grave problema de salud pública debido a la mala alimentación.

Los sistemas alimentarios tienen el desafío de alcanzar dietas saludables pero la globalización de las cadenas de distribución y la exclusión de pequeños productores, así como de consumidores, producen *desiertos alimentarios* con limitado acceso a alimentos frescos¹⁰⁶.

Esta cultura alimenticia ha generado consecuencias como el aumento de la obesidad en la población y obesidad infantil, a lo que se agregan también problemas de salud como diabetes, hipertensión, patologías respiratorias, enfermedades de salud mental, entre otras.

En la última década, la población chilena se ha mantenido estable respecto a la proporción de personas con sobrepeso, cercana al 40%. Sin embargo, el porcentaje de obesidad y obesidad mórbida aumentó de 21,9 y 1,3% en 2003, a 31,2 y 3,2% en 2016, respectivamente. Esto representa que el sobrepeso y la obesidad mórbida han aumentado conjuntamente de un 61% (6.800.000 personas) en 2003, a 74% (10.000.000 personas) en 2016.

La expansión de la obesidad en la población trae como consecuencia la proliferación de múltiples enfermedades asociadas, tales como diabetes, hipertensión arterial, problemas respiratorios y osteoarticulares, etc., junto con el *bullying* y consecuentes trastornos mentales.

Según la Encuesta Nacional de Salud, entre 2003 a 2016, la diabetes mellitus tipo 2 pasó de 6,3% a 12,3% respectivamente, duplicándose en solo 13 años. En general, las personas afectadas por diabetes muchas veces desconocen que la padecen o luego de que han recibido el diagnóstico no se tratan hasta que surgen complicaciones, tales como problemas renales, ceguera, amputación de piernas, neuropatías, etc.

¹⁰⁴ <https://inta.cl/uFAQs/que-significa-tener-una-alimentacion-saludable/>

¹⁰⁵ Granados, S., 2018. *Agricultura sostenible sensible a la nutrición*. Presentación en IX Seminario de la Academia Chilena de Ciencias Agronómicas, Talca, www.academiaagronomica.cl

¹⁰⁶ Ibid 105.

Por otra parte, el cáncer es la causa del 25% de las muertes en Chile, casi igualando a las originadas por enfermedades cardiovasculares. Los principales tipos de cáncer en Chile están asociados a la alimentación, especialmente los de vesícula, estómago y colon. Algunos casos, como el cáncer de vesícula tienen importancia sólo en Chile. Los cánceres de hígado y colon han aumentado considerablemente en el último tiempo encontrándose una fuerte relación entre el consumo de nitritos a través de la cecinas o carne asada con el desarrollo de estos. Según la OMS, las personas que consumen 50 g o más/día de cecinas o carnes asadas en exceso, tienen un altísimo riesgo de sufrir cáncer de colon¹⁰⁷.

2.- PÉRDIDA DE ALIMENTOS

En el último tiempo ha habido un reconocimiento progresivo sobre la existencia y cuantificación de la pérdida de alimentos (PDA), siendo un problema económico, ambiental y también ético.

La FAO ha estimado que en el mundo se pierde cerca del 45% de los alimentos a nivel de producción y el 30% de los comprados¹⁰⁸, lo que disminuye significativamente la cantidad disponible para el consumo humano. Los principales motivos de las pérdidas de alimentos son por apariencia (forma y tamaño) pero también se genera un gran desper-

dicio por el descarte de partes de frutas y hortalizas que no son valorizadas, tales como tallos, hojas y cáscaras. Estas pérdidas de alimentos pueden tener lugar en la etapa de producción, pos cosecha, transporte, almacenamiento y procesamiento, es decir, antes de llegar al consumidor¹⁰⁹.

En muchos países de ingresos bajos existen considerables Pérdidas de Alimentos (PDA) debido a la falta de capacidad de almacenamiento y a las malas condiciones de éste, así como a la carencia de capacidad para transportar los productos a las instalaciones de elaboración o a los mercados inmediatamente después de la cosecha. La distribución de las PDA a lo largo de la cadena alimentaria varía considerablemente en función de la región y del producto. En los países de ingresos medios y altos la mayor parte de las PDA tienen lugar en la distribución y el consumo, mientras que en los países de ingresos bajos éstas se concentran en la producción y en la fase pos cosecha¹¹⁰.

Las causas que originan la pérdida y desperdicio de alimentos son variadas, entre las cuales se encuentran diversos problemas, tanto durante la cosecha, recolección, almacenamiento, embalaje, transformación, transporte, consumidor final, o a los mecanismos de comercialización y mercado, oferta y demanda, reglas de etiquetado y caducidad o vencimiento, precios, compras inadecuadas,

¹⁰⁷ Ibid 12.

¹⁰⁸ FAO. (2015). Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en América Latina y el Caribe - Boletín 2. Santiago, Chile.

¹⁰⁹ Ibid 105.

¹¹⁰ Ibid 106.

así como a marcos institucionales y legales existentes o inexistentes.

En el ámbito internacional, los países de la Comunidad de Estados Europeos (CEE) no tienen un marco legal comunitario en lo que respecta a los desperdicios de alimentos. Francia es una excepción como país pionero en la prevención contra la pérdida de los alimentos y dispone de una ley que abarca desde la prevención hasta la producción de metano a partir de residuos domiciliarios, siendo éste tema parte de la enseñanza escolar. En el Reino Unido hay acuerdos de cooperación público privado donde a través de campañas hacia los consumidores, crean consciencia a través de consignas como *ama la comida y odia el desperdicio* (Love Food Hate Waste).

En América latina, estudios de FAO en 2017, hablan de un importante número de proyectos sobre la PDA que se discuten en los diferentes parlamentos incluido el chileno.

No existiendo en Chile datos precisos sobre la pérdida de alimentos, los resultados del estudio Actualización del Catastro de la Agroindustria Hortofrutícola Chilena, del año 2012, indicaron que el 52% de la fruta y hortalizas producidas en nuestro país se destina a procesamiento, existiendo 246 agroindustrias. De una encuesta realizada a 112 agroindustrias (45,5% del total de ellas), se pudo concluir que estas empresas generaban 1,7 millones de toneladas de residuos sólidos al año. Asimismo, la encuesta dio a conocer que la disposición final del volumen total de residuos sólidos consistía en un

75% a compost, producción de energía, incorporación al suelo, y relleno sanitario, mientras que el 25% restante se destina a alimentación animal¹¹¹.

Se están realizando distintos sondeos y programas sobre las pérdidas de alimentos. Entre ellos el estudio *¿Cuánto alimento desperdician los chilenos?* del Centro de Estudios de Opinión Ciudadana (CEOC) de la Universidad de Talca (2011); el Programa *Cero Pérdida de Materia Prima en la Industria Alimentaria* del Programa Estratégico Nacional en Alimentos, CORFO y el Proyecto *Medición y manejo de las pérdidas de frutas y verduras en la etapa de la producción en Chile* de ODEPA, FAO y la Universidad de Santiago (Figura 2).

El sondeo CEOC, realizado en la Región Metropolitana, denotó que el 95% de los entrevistados menciona que “el botar comida acumulada en el refrigerador es una práctica normal” siendo que el desperdicio de verduras ocurre con el 24,4% de los entrevistados que a su vez señalan “haber dejado de comprar frutas y verduras” por dicha razón¹¹².

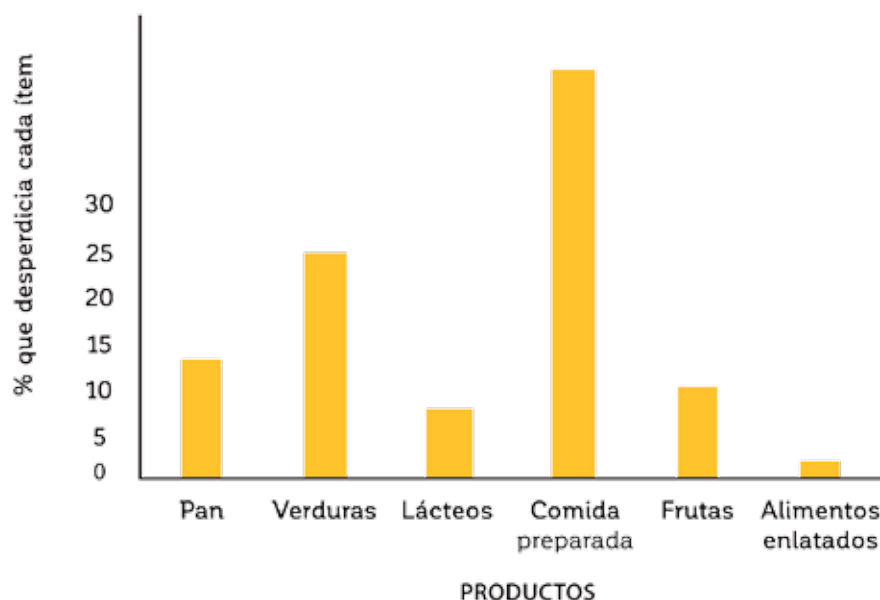
En Chile existen dos propuestas legislativas presentadas al Congreso que tienen como objetivo evitar el desperdicio de alimentos a través de la modificación del Código Sanitario en materia de disposición de alimentos para evitar su desperdicio y la regulación del manejo

¹¹¹ ODEPA 2017. Pérdida y desperdicios de alimentos . Pilar Eguillor, Departamento de Análisis de Mercados y Políticas Sectoriales

¹¹² Centro de Estudios de Opinión Ciudadana (CEOC) de la Universidad de Talca, 2011 <http://www.otalca.cl/link.cgi/CentrosEstudios/>

de los alimentos aptos para el consumo humano que no se comercializan y evitar su desperdicio¹¹³.

Figura 2.- Productos más desperdiciados por los consumidores. Fuente: Gráficos de "Pérdida y Desperdicio de Alimentos en Chile", Cristóbal Ruiz-Tagle C. y Felipe Garay B., basados en datos de la encuesta *Cuánto alimento desperdician los chilenos?*¹¹⁴.



A su vez, INIA ha llevado a cabo el desarrollo o adaptación de tecnologías de manejo pos cosecha con buenos resultados (Tabla 2). Entre las propuestas y acciones para aumentar el consumo de frutas y hortalizas y reducir las pérdidas

están: i) educación alimentaria y promoción, para mejorar conocimientos y habilidades en selección y preparación de estos alimentos; ii) modificaciones en ambientes alimentarios, que permitan aumentar la disponibilidad y oferta de frutas y verduras, entre otros; y iii) rescate de frutas y verduras y prevención de

pérdidas y desperdicios, pueden complementar la ingesta insuficiente (cáscaras, tallos y hojas)¹¹⁵. Existen a nivel nacional ejemplos interinstitucionales auspiciosos en marcha tales como:

- *Comité Nacional para la Prevención y Reducción de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos*, cuyos objetivos son: facilitar y coordinar estrategias con los

¹¹³ Proyectos de Ley 10841-11 (2016). https://www.camara.cl/pley/pley_detalle.aspx?prmID=11284&prmBoletin=10841-11%0D y Proyecto de Ley N° 10198-11 (2015). https://www.camara.cl/pley/pley_detalle.aspx?prmID=10618&prmBoletin=10198-11%0D

¹¹⁴ Ibid 110.

¹¹⁵ Ibid 109.

distintos sectores; trabajar en prevención y reducción de las PDA contribuyendo a la competitividad y sostenibilidad de los sistemas de producción; proporcionar un marco eficaz para la elaboración de leyes, políticas públicas y acciones con el sector privado; y aportar desde la academia, en investigación, docencia y vinculación con el medio para sensibilizar a la población.

- *Disco sopa*, es un movimiento internacional que recupera alimentos que productores, comerciantes y consumidores descartan por su aspecto, pero que aún son comestibles. Se realizan reuniones al aire libre y se distribuyen los alimentos gratuitamente.
- *Movimiento “5 al día”*, es un programa existente en 40 países en los 5 continentes. En Chile está radicado en una

Tabla 2.- Reducción de las pérdidas de frutas y hortalizas frescas y procesadas en la fase de embalaje, almacenaje y transporte, INIA 2017.

Producto	Problemas	Método/Tecnologías estudiados	Beneficios
Arándanos	Pudrición, deshidratación	Índices de cosechas; envases; fungicidas	Reducción, pudrición y deshidratación hasta en un 90%
Cerezas	Pudrición, deshidratación	Envases (Atmósfera modificada)	Reducción, pudrición y deshidratación entre 30-70%
Paltas	Ablandamiento; desórdenes externos e internos	Manejo del frío (Atmósfera controlada)	Extensión de la vida útil hasta en 50 días
Bananas	Maduración acelerada	Manejo del frío (Atmósfera controlada)	Extensión de la vida útil hasta en 40 días
Hortalizas	Senescencia	Manejo del frío Envases	Extensión de la vida útil entre 6-15 días

- *Rescate de alimentos Mercado Lo Valledor*, donde se aprovechan los alimentos que se eliminan por no contar con las características estéticas que el mercado exige, poniéndolos a disposición de las personas más vulnerables.
- *Red de alimentos*, cuya misión es rescatar los alimentos aptos para el consumo humano y distribuirlos entre los más necesitados. Actualmente cuenta con dos centros en Santiago y Concepción.

Corporación creada en 2004 con el apoyo del Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Salud, la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Está constituida por investigadores y académicos representantes de las instituciones universitarias y el sector

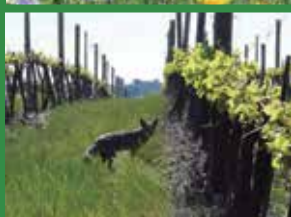
privado, para difundir los beneficios del consumo de frutas y hortalizas.

- *Día nacional de las frutas y verduras* (18 de octubre) desde el año 2017 gestado por la Corporación “5 al Día” para promover el consumo de estos alimentos en la semana de la alimentación instaurada por la FAO. Se realizan actividades de difusión en múltiples lugares con la participación de autoridades públicas, académicos y la ciudadanía en general.
- *Año Internacional de las Frutas y Verduras (2021)*, impulsado por Chile¹¹⁶ con el objetivo de sensibilizar a la opinión pública y a los gobiernos sobre la importancia de generar políticas públicas que fomenten o subsidien sistemas alimentarios sostenibles, apoyados en

dietas saludables que incorporen frutas y verduras y que reduzcan las pérdidas de alimentos .

Así las cosas, bastaría con reducir las enormes pérdidas de alimentos (mejorando las técnicas de conservación y transporte, así como la utilización sus subproductos) y controlar la obesidad de la población (limitando la ingesta de un exceso de calorías), para tener suficiente disponibilidad de víveres para satisfacer su demanda por muchos años, no siendo necesario la incorporación de nuevas tierras a la agricultura, con el consecuente incremento en el uso de agroquímicos. Además, se reducirían las huellas de agua y de carbono.

¹¹⁶ CONSEJO FAO: 160º período de sesiones (3-7 Diciembre 2018): iniciativa del Año internacional de FRUTAS Y VERDURA 2021.



IV.-

DESAFÍOS CIENTÍFICOS, INSTITUCIONALES Y AMBIENTALES

La ¿afirmación? de que la producción para exportación se focaliza en un mercado consumidor internacional de élite, descuidando la producción de alimentos como un bien esencial superior para consumo local¹¹⁷, debe ser cuidadosamente analizada. Mayor diversidad, sostenibilidad y eficiencia, expresadas en un *sello de alimento saludable*, podrían proporcionar al consumidor chileno de mayores opciones para contrarrestar la malnutrición a través del aumento del consumo de productos hortofrutícolas. Tampoco debería dejarse de lado la preservación y el mejoramiento de aquellos cultivos por los cuales los chilenos han desarrollado una preferencia ancestral, como papa, tomates, uvas, ciruelas, paltas, peras y manzana, entre otros, que han sido reemplazados por variedades que satisfacen el gusto de consumidores de otros países o por su capacidad pos cosecha de transporte a larga distancia, pero que difieren la predilección del consumidor chileno.

1.- SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS HORTOFRUTÍCOLAS.



La biodiversidad como un valor a promover en el Valle Central de Chile, Y. Moreno, UTALCA

La Academia Chilena de Ciencias Agronómicas considera que el objetivo de desarrollar sistemas alimentarios sostenibles incluye: i) preservar los ecosistemas; ii) hacer un uso más eficiente y sostenible de la tierra y de los recursos naturales; iii) mejorar la producción, almacenamiento, procesamiento y distribución de los alimentos; iv) reducir las pérdidas y desperdicios para garantizar un acceso equitativo a los alimentos; y v) contar con políticas que promuevan la disponibilidad de alimentos nutritivos, limitando el contenido de sal, grasas y azúcar en los alimentos procesados. Esto implica incorporar sostenibilidad en el sistema alimentario, tanto para exportación como para consumo nacional, poniendo en marcha acciones basadas

¹¹⁷ Ibid 63.

en evidencias científicas y enfocar los desafíos de la investigación y el desarrollo hacia los factores que limitan la producción sostenible.

En este sentido, el análisis de las presentaciones y discusiones realizadas durante y posteriores al Seminario y la información nacional publicada al presente, *no permiten evaluar el grado de sostenibilidad socioeconómica y ambiental de los diferentes casos abordados*. Este juicio se basa en la falta o insuficiencia de indicadores (productivos, tecnológicos, económicos, ambientales, sociales, etc.) de evaluación de si los servicios ecosistémicos de una producción sustentable permiten¹¹⁸ efectivamente:

- soportar la formación del suelo, los ciclos de nutrientes y la producción primaria;
- proveer alimento, agua, combustibles, fibras y conservar a los recursos genéticos;
- regular el clima, las enfermedades y el agua; y
- proveer condiciones culturales de recreación, educación, espirituales, religiosas y estéticas.

Desde un punto de vista ecosistémico existen indicadores cuantitativos de sostenibilidad que permitirían minimizar o alertar sobre los impactos ambientales de la producción intensiva en el Valle Central de Chile. Estas herramientas sería de gran utilidad a los formuladores de

políticas, los agricultores, las empresas y la sociedad civil a comprender mejor las condiciones actuales, identificar tendencias, establecer objetivos, monitorear el progreso y comparar el desempeño entre regiones y entre países. Entre ellos, es destacable lo desarrollado por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) el cuál realizó en 2014, un ejercicio de alcance global que permitió consolidar una lista preliminar de indicadores candidato¹¹⁹. En ella fueron identificados indicadores, índices y conjuntos de datos existentes así como “áreas temáticas críticas” como el agua, el cambio climático, la conversión de la tierra, la salud del suelo y la contaminación por pesticidas. El estudio de naturaleza metodológica, es altamente recomendable e identifica las etapas genéricas de la “cadena causal” de acción que los indicadores pueden representar o tratar de influir. Estas etapas son la política pública, la práctica de los agricultores y el rendimiento biofísico.

Dentro del contexto anterior y para el caso de la vitivinicultura chilena, el *Código Nacional de Sustentabilidad* que está siendo adoptado por un grupo importante de industrias vitivinícolas del país incluye conceptos de “terroir” y servicios eco sistémicos, los que conducen a un diseño predial que, a modo de ejemplo, comprende árboles islas, corredores biológicos, subsistencia de la biota del

¹¹⁸ Ibid 77.

¹¹⁹ Reytar, K. et al. 2014. “Indicators of Sustainable Agriculture: A Scoping Analysis.” Working Paper, Installment 6 of Creating a Sustainable Food Future. Washington, DC: World Resources Institute. Available online at <http://www.worldresourcesreport.org>

suelo, etc. Sin embargo, la aplicación de estos auspiciosos conceptos en los viñedos no ha sido todavía evaluada objetivamente.



Circulación libre de biodiversidad animal en viñedos que poseen o colindan con remanentes de bosque y matorral esclerófilo. J. Celis, PUCV.

Es necesario reconocer que todos los casos presentados, aunque consideraban el uso de las normas de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para agricultura sostenible e incluyen el Manejo Integrado de Plagas (MIP) propuestas por ODEPA y ASOEX, son insuficientes para asegurar que la agricultura hortofrutivinícola, que satisface las necesidades de la generación actual tanto para la exportación como para el consumo nacional, sea capaz de no comprometer la capacidad potencial para satisfacer las necesidades de las futuras generaciones.

Los actuales programas de investigación sobre manejo sostenible, mejoramiento genético y domesticación deberían ser apoyados a largo plazo por fondos públicos y liderados por las Universidades e Institutos de Investigación en coordinación con las asociaciones de

productores y exportadores. Estas instituciones multidisciplinarias, de mayor estabilidad laboral y política, favorecen la ejecución de proyectos a largo plazo. Una vez se hayan consolidado las pautas y emerjan múltiples iniciativas independientes, se debiese delegar este trabajo al sector privado, con objetivo de resguardar la sostenibilidad de esta labor. Fundamental en la formulación de estos programas es la consideración de incluir la protección legal de los nuevos cultivos de frutas, berries y hortalizas, su monitoreo en el mercado nacional y de exportación y una activa promoción de su incorporación en países extranjeros con el fin de no sólo exportar productos, sino también tecnologías.

Promover un enfoque holístico puede proporcionar respuestas para combatir la malnutrición, abordar medidas de mitigación del cambio climático y las amenazas comerciales al sector¹²⁰. Se requieren intervenciones sensibles a la nutrición, climáticamente inteligentes y que pueden aprovechar el potencial local para promover la productividad agrícola cumpliendo con los requisitos nutricionales. Estas intervenciones van más allá de la promoción de los cultivos hortofrutícolas tradicionales debiéndose incluir cultivos muchas veces considerados de importancia secundaria y subutilizados.

El reto de satisfacer de manera sostenible la demanda exportadora y del

¹²⁰ ODEPA 2018. Los desafíos de Chile en inocuidad y calidad agroalimentaria al 2030: Una propuesta institucional de gestión. Michel Leporati, Achipia./www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/01/inocuidad16.pdf

consumo nacional de productos hortofrutícolas saludables es todavía más crítico, debido a los efectos combinados del cambio climático, las limitaciones hídricas, los costos energéticos y la degradación de los recursos. En este contexto, la agricultura climáticamente inteligente¹²¹ constituye una ayuda para adaptar a los sistemas agrícolas frente a un clima cambiante persiguiendo tres objetivos principales: el aumento sostenible de la productividad y los ingresos agrícolas; la adaptación y la creación de resiliencia ante el cambio climático, y la reducción y absorción de gases de efecto invernadero, cuidando las huellas ecológica, de carbono, hídrica y energética.

2.- LÍNEAS DE ACCIÓN PARA UNA AGENDA INTERINSTITUCIONAL

La Academia considera la importancia de contar con un sistema nacional de sostenibilidad integrado para los productos hortofrutícolas, en línea con los más altos estándares internacionales incluyendo un sello oficial de “*alimento saludable a partir de la producción sostenible*” lo que permitiría ofrecer garantías de inocuidad y calidad a los consumidores de los productos tanto de exportación como de consumo interno. Dada la complejidad de los factores y el tiempo necesario para emprender

acciones proactivas, la Academia recomienda considerar las siguientes líneas de acción, integrándolas en una agenda interinstitucional de investigación y desarrollo de la producción sostenible de alimentos hortofrutícolas saludables que contemple:

- i. Consolidar un diagnóstico participativo de los puntos críticos de las cadenas hortofrutícola, incluyendo la construcción de indicadores validados de sostenibilidad tecnológica, ambiental y socioeconómica de las mismas (de acuerdo al punto VI.1.), con la participación de agricultores, investigadores de agencias públicas y privadas, agencias de financiamiento y gobiernos locales. Ello permitiría identificar las necesidades del sector en relación a la producción sostenible de alimentos saludables. La identificación de experiencias, casos y oportunidades permitirá diseñar políticas y programas enfocándolos en los objetivos de sostenibilidad, nutrición e inocuidad e integrando al sector agrícola con el sector salud generando espacios de interacción, innovación y comunicación multidisciplinarios.
- ii. Proyectar escenarios alternativos, en lo posible modelizados y cuantificados, para el desarrollo de sistemas hortofrutícola sostenibles para la producción de alimentos saludables incluyendo nuevas tecnologías validadas y buenas prácticas para

¹²¹ Lipper, L., et al. 2014. Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change* volume 4, pages 1068–1072 (2014) <https://www.nature.com/articles/nclimate2437>

rubros tradicionales y en vías de desarrollo. Ello permitirá priorizar líneas de investigación en función de las necesidades y en conjunto con los actores relevantes, elevar las exigencias de los sistemas alimentarios como vectores para proteger la salud, la productividad y el medio ambiente partiendo de que los alimentos deben ser beneficiosos para la salud.

- iii. Crear y consolidar un banco de datos con información actualizada sobre el conocimiento de los avances científicos y tecnológicos nacionales y mundiales relacionados con la investigación y desarrollo de alimentos sostenibles y saludables actuando como un observatorio de ciencia y tecnologías.
- iv. Contar con un sector hortofrutícola sostenible con altos niveles tecnológicos requiere ajustes y mejoras de los instrumentos públicos de fomento a la I+D+i, apuntando hacia el desarrollo de una estrategia público-privada que apoye iniciativas colaborativas. Esto implica coordinar la acción de las agencias INIA, CORFO, FIA y CONICYT con asociaciones privadas tales como FEDEFruta, ASOEX, SUSTENTAVID y con Universidades. En particular es necesario promover la investigación de excelencia especialmente en las áreas de mejora genética, domesticación y manejo sostenible de especies hortofrutícolas de interés. Los recientes resultados a nivel mundial

de la aplicación de la tecnología de edición génica CRISPR¹²², entre los cuales se destacan variedades no transgénicas de: soja sin grasas *trans*, champiñones sin pardeamiento, café descafeinado, tomates de mejor sabor, cacao con tolerancia a virus, banana con resistencia a hongos, mejora en la calidad del vino al interferir en levaduras que limitan el proceso normal de vinificación, arroz con mayor rendimiento, y maíz con mejor rendimiento y tolerancia a la sequía, hace necesario desarrollar proyectos interinstitucionales de desarrollo de nuevos cultivos nacionales de hortalizas, frutales y berries aptos para producción intensiva sostenible y saludable. La Academia considera que la nueva iniciativa de Plan Nacional de Genómica¹²³ es muy oportuna a la luz de las necesidades de mejora genética de cultivos hortofrutícolas con características de mayor tolerancia a factores ambientales adversos, resistencia a enfermedades y ventajas desde el punto de los alimentos saludables.

- v. Evaluar los posibles efectos negativos en el eco ecosistema de las prácticas agrícolas actuales incluyendo la estimación cuantitativa de indicadores pertinentes y el análisis

¹²² <https://www.nationalgeographic.com/environment/future-of-food/food-technology-gene-editing/2018>

¹²³ Tevy, F. 2019. Com. Personal en ¿Qué especie queremos ser?. Congreso del Futuro 2019. <http://www.congresofuturo.cl/expositores>

de los planes con los interesados en el ámbito local.

- vi. Identificar, en el plano nacional, a través de indicadores de sostenibilidad, los sistemas productivos potencialmente insostenibles y que, por lo tanto, requieren atención prioritaria, así como de los ámbitos de la sostenibilidad eco sistémica (salud del suelo, calidad del agua, conservación de la biodiversidad, etc.) que requieren una intervención prioritaria.
- vii. Conjuntamente con los productores hortofrutícolas, adaptar y validar técnicas y buenas prácticas que aborden las anteriores prioridades de modo integrado y participativo. Ello permitirá elaborar planes de inversión y crear las capacidades institucionales y políticas adecuadas. La ejecución de programas de asistencia técnica tomando como base los enfoques y técnicas descritos en la presente publicación permitirá asegurar la inocuidad de productos vegetales que se adquieren en supermercados y ferias controlando que se apliquen las mismas normas sobre pesticidas y respectivas carencias que se aplican a productos hortofrutícolas de exportación
- viii. Analizar, definir y difundir las normas de inocuidad alimentaria nacionales en contexto con las normas CODEX dado que la cadena “desde el huerto a la mesa” es cada vez más extensa y cada vez menos los consumidores conocen a

los productores de sus alimentos y sus condiciones socioeconómicas y ambientales de producción. Las normas alimentarias son clave para garantizar la inocuidad y la calidad y allanan obstáculos para el comercio y por lo tanto en este sentido, un sello oficial de “*alimento saludable*” resulta relevante acompañado de la difusión de guías, métricas, indicadores y datos alimentarios en calidad global de la dieta.

- ix. Perfeccionar el marco regulatorio nacional para reforzar la protección de la salud de las personas y los derechos de los consumidores incluyendo fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas necesarias para hacer más consistentes y eficientes la evaluación y gestión de los riesgos alimentarios.
- x. Respecto a las pérdidas de alimentos, la Academia endosa las recomendaciones del Grupo en Seguridad Alimentaria y Nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, llevado a cabo en 2014¹²⁴, que enfatizan como vías de acción el mejorar la recopilación de datos y el intercambio de conocimientos sobre las pérdidas de alimentos; elaborar estrategias y tomar medidas eficaces para reducirlas y; mejorar la coordinación de las políticas y estrategias sobre este tema.
- xi. Evaluar y examinar los progresos y realizar ajustes sobre la marcha

¹²⁴ Ibid 20.

cuando sea necesario a los planes de producción hortofrutícola sostenible para alimentación saludable.

- xii. Dar amplia divulgación y participar en el Año Internacional de las Frutas y Verduras (2021) en donde la Academia puede actuar proactivamente como ente catalizador y de reflexión.

El desarrollo del *sistema de alimentos sostenibles y saludables* debe ser convergente desde el sector productivo hortofrutícola y requiere identificar las problemáticas relevantes de nutrición y calidad de la dieta y trabajar “hacia atrás”, modificando o promoviendo aquellas cadenas de producción agro industrial sostenibles que sean aptas para ese propósito y en línea con las exigencias y los hábitos de los consumidores chilenos. Para la

Academia lo anterior constituye un concepto programático básico para afianzar el prestigio internacional de Chile como país productor de alimentos seguros y saludables consolidando al sector alimentario nacional como un pilar fundamental en una estrategia de desarrollo sostenible. La Academia enfatiza la necesidad de valorar el conjunto de acciones necesarias descritas en este documento y en particular, la pronta construcción de indicadores técnicos, socioeconómicos y ambientales que faciliten la toma de decisiones en la gestión de la producción sostenible y saludable hortofrutícola. Tal objetivo, aplicados de inmediato en los próximos programas de investigación e innovación, impulsados por las políticas de desarrollo para el sector, permitirán mantener la relevancia mundial de la hortofruticultura chilena.

SEMINARIOS ORGANIZADOS POR LA ACADEMIA CHILENA DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

Presentaciones disponibles en pdf en www.academiaagronomica.cl (SEMINARIOS)

- * SEMINARIO 2009 “Desafíos Científicos del Desarrollo de la Agricultura en Chile”
- * SEMINARIO 2010 “Vegetales Genéticamente Modificados en el Desarrollo Agrícola de Chile”
- * SEMINARIO 2012 “Cambio Climático y sus Impactos en la Agricultura de Chile”
- * SEMINARIO 2013 “El futuro de la formación del Ingeniero Agrónomo en Chile”
- * SEMINARIO 2014 “Ciencia , agua y ordenación territorial”
- * SEMINARIO 2015 “Innovaciones sustentables para la agricultura de secano Chileno”
- * SEMINARIO 2016 “Desafíos de los sistemas de producción agrícola de la Región de Valparaíso-Chile, frente a la sustentabilidad territorial”
- * SEMINARIO 2017 “ Ecosistemas terrestres que sustentan la ganadería en Magallanes: proyecciones y lineamientos para la investigación científica”
- * SEMINARIO 2018 “ Intensificación sostenible de la producción frutícola, vinícola y hortícola para una alimentación saludable”

DOCUMENTOS DE POSICIÓN PREPARADOS POR LA ACADEMIA

Disponibles en www.academiaagronomica.cl (DOCUMENTOS)

- * POSICIÓN DE LA ACADEMIA CHILENA DE CIENCIAS AGRONÓMICAS FRENTE AL PROYECTO DE LEY SOBRE VEGETALES GENÉTICAMENTE MODIFICADOS
- * SITUACIÓN Y PERSPECTIVAS DEL DESARROLLO AGROPECUARIO Y SILVÍCOLA DEL SECANO DE CHILE CENTRAL: POSICIÓN Y PROPUESTAS DE LA ACADEMIA CHILENA DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
- * POSICIÓN DE LA ACADEMIA CHILENA DE CIENCIAS AGRONÓMICAS: DESAFÍOS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FRUTÍCOLA DE LA REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE, FRENTE A LA SUSTENTABILIDAD TERRITORIAL
- * POSICIÓN DE LA ACADEMIA CHILENA DE CIENCIAS AGRONÓMICAS: DETERIORO DE LAS PRADE-RAS MAGALLÁNICAS Y CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE LA ESTEPA
- * POSICIÓN DE LA ACADEMIA CHILENA DE CIENCIAS AGRONÓMICAS: LA PRODUCCIÓN HORTOFRUTÍCOLA INTENSIVA: DESAFÍOS CIENTÍFICOS, INSTITUCIONALES Y AMBIENTALES. Una visión desde el Valle Central de Chile.

