

## Capítulo 2

### Revisión de literatura

**Doi:**

10.25100/peu.684.cap2

**Autores:**

Diego Fernando Vargas Calderón  
Universidad Santiago de Cali

 0000-0002-1004-9268

José Manuel Rosero Giraldo  
Profesional de Investigación

 0000-0003-1901-9302

Lina Marcela Vargas  
Universidad Santiago de Cali

 0000-0002-2367-9832

El segundo capítulo del plan estratégico pretende referenciar algunos casos exitosos que se han dado en la agricultura teniendo como principal enfoque, la inclusión de conocimientos y desarrollos tecnológicos en sus procesos productivos. La idea es poder identificar las estrategias y alternativas que utilizaron estos países para que hoy en día estén catalogados como casos exitosos del sector frutícola. Por lo general, dicha distinción se les hace a los países que logran incorporar conocimientos, en forma de innovaciones a la cadena productiva, alcanzando un nuevo estadio de desarrollo tecnológico e institucional que les permite incrementar la producción frutícola significativamente en periodos de tiempo prolongados.

Uno de los casos exitosos más documentados en la región es el chileno, quienes desde el año 2005 tomaron la decisión de apostarle al sector frutícola como política nacional productiva, invirtiendo una gran cantidad de recursos en centros de investigación y desarrollo tecnológico que les permitiera generar innovaciones en toda la cadena productiva. Algunos de los resultados más representativos de Chile tienen que ver con el posicionamiento como un líder mundial en la exportación de frutas como kiwi, palta y uva de mesa, siendo esta última la especie que representa el 21,85% de la superficie frutícola del país en mención.

Por otro lado, se presenta información sobre el caso del cacao en México y especialmente del CASFA (Centro Agroecológico San Francisco de Asís) quienes producen cerca del 3% del cacao en ese país y exportan alrededor de 100 toneladas de cacao fino de aroma al año. El éxito de CASFA se basa en las innovaciones que han logrado desarrollar en sus sistemas productivos, promoviendo la sostenibilidad de los recursos, conservación de la biodiversidad y utilización de insumos que permiten mayores niveles de productividad y por tanto mayores ingresos.

Por último, se presenta literatura sobre índices de medición y monitoreos de la competitividad en el sector de frutas frescas desde diferentes enfoques, por ejemplo, el primero de ellos es el Hertford y García (2001) quienes desarrollan un indicador para ranquear la competitividad que tienen las empresas del sector agrícola.

Otro de los índices abordados en esta parte es el desarrollado por Jiménez *et al.* (2017) quienes relacionan el desarrollo de capital intelectual y capacidad de innovación con el mejoramiento en términos de productividad agrícola. También se resalta el trabajo de Ortiz *et al.* (2017) en la medición de la competitividad agrícola de los municipios de Michoacán en México. En la parte final de este apartado se ponen en consideración algunos conceptos relacionados en el *Manual de Oslo*.

### Casos exitosos

Las frutas se consideran uno de los productos de mayor importancia en la dieta humana, debido a que contienen excelentes propiedades nutricionales que son esenciales durante el curso de la vida (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2017). Los estudios demuestran que el consumo de frutas ricas en componentes fisiológicamente activos está asociado con una menor mortalidad e incidencia de enfermedades como cáncer, accidentes cardiovasculares, entre otras (Arboleda Montoya *et al.*, 2013; Jacoby y Keller, 2006; Martínez-Navarrete *et al.*, 2008). En las últimas 2 décadas, el sector frutícola ha presentado numerosos casos de éxito en diferentes países como Chile y Brasil, dada la inversión pública y privada, en ciencia, tecnología, innovación y desarrollo de estos productos (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2017).

#### Chile

En Chile, la industria frutícola está conformada por 13.800 productores, 300 viveros frutales, 60 empresas procesadoras, 385 cámaras de frío, cien *packings* y más de mil *packings* satélites en huertos. Para el año 2018, el país abarcaba una superficie de plantaciones cercana a 320 mil hectáreas, originando aproximadamente 73 mil empleos permanentes y 383 mil de temporada. Además, contribuye en un 39,2% al PIB sectorial y en un 34% a las exportaciones silvoagropecuarias (Apey-Guzmán, 2019).

En el año 2005, el PIB del sector agropecuario y forestal primario representó el 4,5% del PIB de Chile,

pero aumenta al incluir encadenamientos productivos en un 10 o 15% del PIB; mientras que el PIB agroalimentario es equivalente al 11% del PIB del país. Por otra parte, para el año 2017 el PIB agropecuario silvícola presenta una participación del 2,9% del PIB de Chile (ODEPA, 2021).

En la Tabla 3 se muestra una mirada rápida del comportamiento de algunos indicadores importantes de Chile, dentro de los que se destacan para el año 2020, el aumento de la población en un 16%, el incremento del PIB en un 40% y el aumento de la fuerza de trabajo en 39%, respecto al 2006.

**Tabla 3. Variables del contexto macroeconómico de Chile en los años 2006 y 2020**

I.D	2006	2020
Capital	Santiago de Chile	
Población	16,38 millones de personas	19,107 millones de personas
Producto Interno Bruto	US\$ 145.205 millones	US\$ 265.832 millones
PIB <i>per cápita</i>	US\$ 8.864	US\$ 13.913
Moneda	Peso chileno	
Equivalencia aproximada	US\$ 1 = \$ 522; € 1 = \$705	US\$ 1 = \$ 706,29; € 1 = \$705,25
Fuerza de trabajo	6,1 millones de personas	8,5 millones de personas
Tasa de alfabetismo	96%	
Principales Industrias	Minería, acuicultura, sector forestal, agroindustria.	
Principales Exportaciones	Cobre, fruta, harina de pescado, productos forestales, vino y salmón	

Fuente: Banco Mundial, 2021; CONICYT-Union Europea, 2007; Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, 2019.

Chile es considerado uno de los principales líderes mundiales en exportación de frutas frescas como kiwi, palta y uva de mesa, siendo esta última la especie que representa el 21,85% de la superficie frutícola del país en mención. El 80% de la producción

de frutas del país se destina a la exportación. La uva de mesa se puede considerar como la fruta bandera o referente de Chile, dada su superficie de siembra de 48.500 hectáreas y su demanda extranjera, exportación. Chile provee el 77% y 27% de uva de mesa en los mercados de países como Estados Unidos y de la Unión Europea, respectivamente (CONICYT, 2006).

El Sistema Nacional de Innovación en Chile integra a entidades del sector público dedicadas a la generación de políticas y al apoyo a la innovación a través de diversos fondos de financiamiento; y a un conjunto de entidades, públicas y privadas, dedicadas a la investigación, el desarrollo tecnológico, la transferencia y la innovación, que incluye a empresas, universidades, institutos tecnológicos y centros de investigación, entre otros.

Chile destina a I+D (Investigación y Desarrollo) un 0,68% de su Producto Interno Bruto, porcentaje que lo sitúa en el segundo lugar en Latinoamérica, después de Brasil. Según cifras de 2004, el monto destinado a I+D en Chile fue de US\$ 646 millones, mientras que para el año 2017 fue de alrededor de US\$ 1.000 millones, dado el crecimiento del PIB. Un 53% de la inversión en I+D proviene del sector público, un 37% del sector privado y un 10% de otras fuentes. Estos recursos se utilizan en un 46% en actividades de I+D desarrolladas por empresas, en un 32% por universidades, en un 10% por organismos públicos y en un 12% por instituciones privadas sin fines de lucro. Del total de recursos, un 22% se orienta actualmente a investigación básica y un 78% a investigación aplicada y desarrollo.

#### **Productividad frutícola en Chile. Evolución y factores relevantes.**

En Chile existen tres sectores principales de exportación como el de la minería —cobre—, la fruticultura y la salmicultura —salmón—, que están ligados al uso de los RRNN (Recursos Naturales). La fruticultura presenta particularidades como distribución de la propiedad mucho menos concentrada, mucho más mano de obra intensiva y amplia distribución geográfica, respecto a los otros dos sectores mencionados (Parodi-Gormaz, 2019).

En el ámbito productivo, la mayoría de los productores frutícolas se encuentran concentrados en explotaciones medianamente pequeñas, mientras que la mayor parte de la superficie corresponde a explotaciones medianamente grandes, entre 50 y 500 hectáreas (Parodi-Gormaz, 2019). Por otra parte, el sector frutícola genera entre 100 y 500 empleos por cada US\$ millón de exportaciones, mientras que la minería y la salmicultura generan entre cuatro y siete empleos por cada US\$ millón de exportaciones, respectivamente (Parodi-Gormaz, 2019).

Algunos estudios demuestran que una matriz altamente diversificada, en sectores de mayor valor agregado, permite a un país tener nuevas fuentes de crecimiento y disminuir la dependencia de ciertos productos y de las variaciones en sus precios. La economía chilena es descrita como poco compleja y dependiente de los recursos naturales. La OCDE manifiesta que, para poder crecer, Chile debe diversificar y moverse hacia sectores más complejos (Parodi-Gormaz, 2019).

En la actualidad, Chile, es el principal exportador de frutas como arándano, ciruela y uva, dada su alta calidad. Para exportar frutas de alta calidad es fundamental el uso de tecnología moderna como riego por goteo, sistemas de cadena de frío, internet de las cosas, automatización, *packing*, entre otras. Chile exporta alrededor US\$ 5.000 MM de fruta fresca, lo que lo sitúa como el principal exportador del hemisferio sur (Parodi-Gormaz, 2019).

#### **México (cacao)**

El CASFA (Centro Agroecológico San Francisco de Asís), que lidera el proyecto del Programa de la Red Maya de Organizaciones, que se compone de 300 socios, tiene una producción estimada de 600 toneladas en 1.500 hectáreas de cultivo, representando el 3% de la producción estatal con un valor en el mercado de 34.8 millones de pesos mexicanos. CASFA exporta en la actualidad 100 toneladas de cacao fino de aroma y 500 kg de pasta de cacao al año, a países como Estados Unidos, Francia y España (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2017).

CASFA realiza su primera innovación mediante la profesionalización de su sistema agroecológico a través de la sostenibilidad de recursos, conservación de la biodiversidad de sus parcelas y empleo de especies que generan un ingreso económico adicional. En este sistema agroecológico se utiliza el mismo material genético del cacao para obtener nuevas plantas, controlar plagas y enfermedades, y mantener la fertilidad del suelo (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2017).

En la Tabla 4 se puede observar los principales impactos de las innovaciones utilizando el sistema agroecológico. Con este sistema se logra un incremento del 233% en la producción de cacao real del Soconusco, pasando de producir 150 kg/ha de forma tradicional a 500kg/ha de forma agroecológica. La presencia del hongo molinilla se logró disminuir en un 90%, es decir, de cada 100 microorganismos, 90 fueron erradicados. Por otra parte, el costo de fertilización se disminuyó en 80 puntos porcentuales (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2017).

**Tabla 4. Impactos de la Innovación CASFA**

Sistema ordinario	Sistema agroecológico
Producción de cacao real de Soconusco	
150 kg/ha	500 kg/ha
Presencia de monilia (hongo queda enfermedad de moniliasis)	
	Disminuyo 90%
Fertilización	
	Disminuyó 80%
Mano de obra anual	
	100.000 jornales/ 500 hectáreas
Costo mano de obra	
	15.000.000 pesos mexicanos/ año
Utilidad pasta de cacao	
	40% sobre el precio de venta de grano de aroma fino

Fuente: elaboración propia.

La mano de obra utilizada para la aplicación de estas prácticas fue de 100 mil jornales en 500 hectáreas, lo que significa un costo de producción de más de 15 mil millones de pesos anuales. Por último, la pasta de cacao da valor agregado al cacao real del Soconusco del CASFA, y genera utilidades del 40% sobre el precio de venta de grano de aroma fino (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2017).

### México (plátano y banano)

La Organización *Mundo Nuevo Agrícola y Ganadera*, que se dedica al cultivo de bananos y plátanos hace más de 90 años, en 1992 incursionó en el mercado de exportación y fortalecimiento de su presencia en el mercado nacional. En la actualidad la Organización cultiva y oferta dos variedades de banano como gran enano, valery y una variedad de plátano macho tipo hartón. Cabe mencionar que el término “plátano” se usa de manera indistinta. Sin embargo, hay diferencias de carácter morfológico y de destino final del producto entre bananos y plátanos (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2017).

La organización *Mundo Nuevo Agrícola y Ganadera*, realiza su principal innovación con el uso de vitroplantas de banano y plátano como material de siembra. Las vitroplantas se caracterizan por utilizarse en plantaciones para altas densidades y libre de nemátodos. Estas se propagan bajo un estricto control de calidad en un laboratorio de cultivo de tejidos vegetales ubicado en Tuxtepec, Oaxaca. Cabe destacar que en la hacienda Mundo nuevo se siembran 3.300 vitroplantas en doble hilera o surco por hectárea con características muy uniformes, que permiten tener cosechas homogéneas (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2017).

En la Tabla 5 se puede observar las innovaciones, métodos y tecnologías utilizadas para la producción efectiva de bananos y plátanos. Con el objeto de disminuir el uso de productos químicos en la fumigación y fertilización de las plantaciones, Finca Mundo Nuevo con 3.300 vitroplantas, en surco por hectárea, produce sus propios abonos orgánicos, lixiviados y bioles, utilizando los desechos de plátanos, raquis y otros materiales como cachaza.

**Tabla 5. Otras Innovaciones**

Innovación	Método	Tecnología	Propósito
Abonos orgánicos Lixiviados Bioles	Uso de fungidas biológicos como desechos de plátano, raquis y cachaza.	Fertirrigación (dispersión de fungidas)	Disminuir uso de productos químicos
Infraestructura	Refrigeración y pre enfriado	Cámaras de refrigeración y pre enfriado	Favorecer maduración, aumentar tiempo de anaquel.

Fuente: elaboración propia.

Estos fertilizantes y biofungidas son dispersados en las plantaciones a través del sistema de fertirrigación (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2017).

*Mundo Nuevo Agrícola y Ganadera* cuenta con cámaras de refrigeración y preenfriado por aire forzado, para bananos y plátanos. Estas favorecen la maduración, mantienen la consistencia y permite mayor tiempo de anaquel de las frutas en mención. Para el proceso de exportación es indispensable que pasen por las dos cámaras mencionadas (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2017).

Con la utilización del método de cultivo innovador se presenta un crecimiento del 139% en la producción de toneladas/hectáreas de banano, pasando de producir 28 ton/hectáreas con el cultivo convencional a 67 ton/hectáreas con el cultivo innovador; mientras que para la producción de plátano se obtiene un crecimiento de aproximadamente 138%, pasando de producir 16 ton/hectáreas con el cultivo convencional a 38 ton/hectáreas con el cultivo innovador (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2017).

### Australia

Los avances científicos y técnicos han beneficiado a los agricultores australianos, posicionándolos a la vanguardia de la eficiencia, productividad y competitividad. Según el departamento de agricultura australiano el éxito agrícola de la nación se debe al esfuerzo y trabajo conjunto del sector público, investigadores, agencias de extensión y por supuesto agricultores (Australian Government, 2014, pp. 4).

La moderna agroindustria australiana se basa en más de 100 años de éxito e innovaciones en el sector agropecuario y su dedicación se ha visto cimentada en el apoyo sistemático que ofrece el gobierno desde la financiación y desde el plano de desarrollar proyectos fundamentados en procedimientos científicos.

El resultado de este enfoque ha sido un incremento anual de la productividad agrícola cercano al 2% durante los últimos 50 años. Así, por ejemplo, la producción anual lechera por vaca ha aumentado a más del doble desde 1967, pasando de 2.298 litros a 5.816 litros por animal. Estos aumentos de productividad lo lograron gracias a una combinación de métodos, que incluyen novedosas técnicas de cultivo, avances científicos en áreas tales como cría animal y producción vegetal, como también el perfeccionamiento el manejo de cultivos, ganado, tierras, aguas y plagas (Australian Government, 2014).

Australia es líder mundial en muchas áreas de investigación agrícola, razón por la cual es tomada como referente mundial, cuando de casos exitosos del sector agrícola se trata. Uno de los puntos clave es el hecho de que la investigación y desarrollo tecnológico es propiciado y financiado principalmente por el propio gobierno y además de eso cuentan con numerosos apoyos desde instituciones privadas, entre las cuales existen centros cooperativos de investigación muy sólidos que vale la pena tomarlos como un marco referencial para un correcto proceder en Colombia sobre este sector.

## Índices de medición y monitoreo de la competitividad

El estudio “Competitividad de la agricultura de las Américas” desarrollado por Reed Hertford y James A. García comprende las definiciones y medidas de la competitividad hallada en diversos estudios, para luego entrar en la creación de un índice que describió la posición competitiva de las empresas analizadas con un costo (Hertford y García, 2001). Según las apreciaciones de los investigadores el indicador propuesto debe ser considerado como el predilecto y esboza una imagen muy coherente de la competitividad agrícola de las Américas.

Entre los principales productos escogidos en el estudio fueron el banano, el frijol, carne vacuna, zanañoria, yuca, huevos, avena, cebolla, naranja, caña de azúcar, sandía y trigo. En el análisis final, definieron a 243 empresas dedicadas a estos productos. Los autores aseveran que su indicador se fundamenta en el concepto, relativamente sencillo, de CR (cuasi-rentas) las cuales representan para una empresa, sus ingresos brutos.

Abordando el tema de la innovación, Jiménez *et al.* (2017) implementaron una investigación denominada “Índice de medición de la innovación para el mejoramiento de la competitividad nacional” la cual evidencia en su planteamiento que el desarrollo de capital intelectual relacionado con la capacidad de innovación, otorga a las economías diferencias que le brindan ventajas que mejoran su competitividad. Los autores para la medición de la innovación construyeron un índice en economías del Centro y Suramérica. El tipo de estudio es cuasiexperimental de clasificación transeccional para las cuatro primeras economías de Latinoamérica: Brasil, Chile, Colombia y México. La construcción del índice compuesto se realizó mediante un análisis factorial y el propósito de utilizarlo es para relacionar la covarianza entre diferentes variables y agruparlas en conjuntos no observables, llamados factores, con el objetivo de reducción de dimensionalidad y simplificación del modelo.

Actualmente, el cambio ambiental global plantea desafíos para la producción agrícola y la competitividad continúa siendo incremental. Por estas razones, Ortiz *et al.* (2017) evaluaron la competitividad agrícola de los municipios de Michoacán en México a partir de tres dimensiones: tecnológica, infraestructura y financiamiento, mediante el desarrollo de un índice nombrado INCOMA (Índice Competitividad Municipal Agrícola); con el cual se clasificó el grado de competitividad. La medición INCOMA se realizó con la información sobre las unidades agrícolas de Michoacán en el Censo Ejidal del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 2007.

Por otro lado, Ferreira *et al.* (2013) recabó información sobre los procesos de innovación —tanto tecnológica como organizacional— llevados a cabo por las unidades productivas del sector agropecuario. La finalidad del estudio fue proporcionar criterios y elementos de juicio útiles para la toma de decisiones en materia de políticas públicas y de estrategias empresariales en el campo de la generación, difusión, apropiación y empleo de nuevos conocimientos en el sector. Para ello, la metodología midió los diferentes factores, tanto microeconómicos como socio-institucionales que inciden sobre la innovación en el sector, tomando en cuenta sus particularidades, tanto a nivel global del sector como de cada subsector.

En la actualidad, es bien sabido que la producción, la explotación y la difusión del conocimiento son dimensiones esenciales para el crecimiento económico. Por ende, el mejoramiento de la innovación contribuye al desarrollo del bienestar de las naciones. Esta es la razón principal por la cual se implementó el *Manual de Oslo*, abordando la dimensión sistémica de la innovación, además, forma parte de una serie de manuales evolutivos que se consagran a la medida y a la interpretación de los datos relativos a la ciencia, la tecnología y la innovación (Eurostat y OCDE, 2005).

Este manual fue creado para las naciones europeas, pero no solo se limita a la zona OCDE, un número creciente de países de América Latina, Europa Oriental, Asia y África comenzaron a efectuar encuestas basadas en el modelo del *Manual de Oslo*. Aunque por regla general, estas encuestas hayan tratado

de respetar este modelo, todas ellas han introducido adaptaciones a la metodología de Oslo para tener en cuenta sus necesidades específicas y las características de los sistemas estadísticos de estos países de diferentes contextos económicos y sociales (Eurostat y OCDE, 2005).

### Investigaciones en el Valle del Cauca

Es oportuno referenciar los artículos de investigación y verlos en su contexto, dentro de las investigaciones más realizadas en el Valle del Cauca se encuentran los artículos científicos con 22 obras, seguido por tesis de maestría con 9 obras, hay referenciadas 4 tesis doctorales y 2 tesis de especialización, además de 1 ensayo y un artículo de revisión. Cabe recalcar que esta es solo una muestra de algunos de los artículos producidos por los principales centros de investigación agrícola del Valle del Cauca relacionados con frutas, se espera en el futuro periodo seguir enriqueciendo esta revisión de literatura.

Dentro de los principales nichos de investigación en los que es posible agrupar las investigaciones realizadas por los principales centros de investigación agropecuarios del Valle del Cauca como, CIAT, AGROSAVIA, Universidad Nacional, Universidad del Valle, SENA, entre otros, se encuentran: estudios nutricionales, de transformación y desarrollo de productos, conservación y análisis en laboratorio de las frutas frescas.

#### Investigaciones relacionadas con propiedades nutricionales de las frutas

Dentro de los referentes teóricos se encuentran tres artículos que tienen como eje central las propiedades nutricionales de las frutas. Cabe mencionar que estos artículos no son la totalidad de investigaciones que se han realizado en el Valle del Cauca referente a las propiedades nutricionales que tienen las frutas, pero si brinda algunas luces sobre el enfoque que han tenido estas investigaciones a nivel departamental. Los estudios abordan frutas producidas en la región, una en gran cantidad como lo es el aguacate, quien ocupa el tercer lugar en términos de toneladas cosechadas y las otras dos son frutas exóticas (chontaduro

y borojó) que se cultivan en el departamento y que tienen una gran importancia para las comunidades ubicadas principalmente en el pacífico. Es importante resaltar las investigaciones científicas que se hagan de frutas exóticas ya que en el resto del mundo poco se conoce sobre sus propiedades, beneficios y usos, esto se traduce en una oportunidad y un desafío para los centros de investigación locales quienes son los llamados a liderar las innovaciones y desarrollo que se den en estas cadenas productivas.

**Tabla 6. Investigaciones relacionadas con propiedades nutricionales de las frutas.**

Nombre de la obra	Idea principal
El aceite de aguacate y sus propiedades nutricionales. (Pérez-Rosales <i>et al.</i> , 2005)	Importancia y beneficios para la industria de aceites vegetales el aceite de aguacate y sus propiedades nutricionales
Elaboración de una bebida funcional de alto valor biológico a base de borojó ( <i>Borojoa patinoi</i> Cuatrec). (Salamanca G <i>et al.</i> , 2010)	Optimización de un producto a base de Borojó que mantenga todas las propiedades nutricionales provenientes de la fruta
<i>Chemical composition and nutritive value of peach palm</i> (Chontaduro) ( <i>Bactris gasipaes</i> Kunth) in rats. (Leterme <i>et al.</i> , 2005)	Determinar la composición química y el valor nutritivo en ratas del chontaduro

Fuente: elaboración propia.

#### Investigaciones sobre transformación y desarrollo de productos a base de frutas frescas

Referente a desarrollo de productos a base de frutas frescas se presentan ocho documentos (ver Tabla 7). Con respecto a esta sesión, se destaca una mayor variedad de frutas investigadas, por ejemplo, se tienen estudios de lulo, chontaduro, mora, mandarina y aguacate. En términos generales, estas investigaciones tienen como objetivo principal generarles valor agregado a las frutas, es decir, generar procesos de innovación que le permitan a los actores del sector de frutas frescas vender productos como chips, aceites, harinas, entre otros, de los cuales se pueden obtener mayores retornos.

**Tabla 7. Investigaciones sobre transformación y desarrollo de productos a base de frutas frescas**

Nombre de la obra	Idea principal
Propuesta metodología para la elaboración de chips de lulo. (Arteaga <i>et al.</i> , 2019)	Diseño de un producto alimenticio por medio de un proceso tecnológico denominado deshidratación osmótica y fritura al vacío
Caracterización fisicoquímica de harina de residuos del fruto de chontaduro ( <i>Bactris gasipaes Kunth, Arecaceae</i> ) obtenida por secado convectivo. (Martínez-Girón <i>et al.</i> , 2017)	Obtención de la harina de residuos de chontaduro para convertirse en una alternativa que sustituya a la harina de trigo
Evaluación in vitro de la actividad fungistática del aceite esencial de mandarina sobre el crecimiento de <i>Penicillium</i> sp. (Velásquez <i>et al.</i> , 2015)	El aceite de mandarina y sus componentes (timol y carvacrol) como alternativa antifúngica
Deshidratación de mora ( <i>rubus glaucus</i> ) por convección forzada para producción de aromáticas. (Márquez, 2004)	Desarrollo de partícula y trozos y pulpa deshidratados para preparación de bebidas aromáticas
Caracterización fisicoquímica de diferentes variedades de aguacate, <i>Persea americana Mill. (Lauraceae)</i> e implementación de un método de extracción del aceite de aguacate como alternativa de industrialización. (Robayo-Medina, 2016)	Extracción del aceite de aguacate como alternativa de industrialización y determinación del contenido de macro y micronutrientes del aceite.
Desarrollo de productos alimenticios (barras de fruta funcionales) apoyado en herramientas de gestión de la innovación. (Aristizábal, 2015)	Elaboración de barras de frutas mediante técnicas de gelificación, extrusión y ultrasonido
<i>Design of Biorefineries for High Value-Added Products from Fruits.</i> (Dávila Rincón, 2015)	Diseño y evaluación de cuatro biorrefinerías generadas mediante pulpa de mora gastada, aguacate, residuos de lulo y borra de café
Diseño de un producto biofuncional a base de lulo ( <i>Solanum quitoense Lam.</i> ) con aplicación en alimentos, antioxidante. (Muñoz-Muñoz, 2016)	Desarrollo de microencapsulados ricos en carotenoides totales en la mezcla de lulo con espinaca y microencapsulados con alta actividad antihipertensiva

Fuente: elaboración propia.

### Investigaciones relacionadas con métodos de conservación de frutas frescas

En cuanto a investigaciones sobre métodos de conservación de las frutas, se destacan seis documentos (ver Tabla 8). Algunas de las frutas objeto de estudio en esta sesión son el banano, el bananito, la mora, fresa, arándanos, entre otras. Los procesos de innovación relacionados con la conservación de frutas frescas son de gran importancia para el Valle del Cauca debido a la necesidad de mantener la fruta en estados óptimos que alcancen los estándares internacionales permitiéndole acceder a mercados internacionales. En términos locales, la conservación de las frutas también juega un rol importante debido a las difíciles condiciones, a las que, por lo general, se enfrentan los productores frutícolas, tales como cierres viales, producto de derrumbes,

manifestaciones o cualquier otra dificultad que se tenga para llevar la fruta a los comercializadores, a los consumidores finales o a los transformadores frutícolas.

### Investigaciones relacionadas con temas productivos (cultivos, fertilización, riego)

Dentro del área de la producción frutícola, abordando temas desde el cultivo, la fertilización, riego y enfermedades, se encontraron doce artículos. Resalta un alto porcentaje de estudios relacionados con el lulo, pero también se destacan investigaciones en cadenas productivas como la mora, aguacate, mandarina, banano, chontaduro y lima Tahití. Este enfoque de investigación ocupa un renglón bastante importante para la región debido a que sus resultados están

**Tabla 8. Investigaciones relacionadas con métodos de conservación de frutas frescas**

Nombre de la obra	Idea principal
<i>Design, development, and performance of solar dryer for pineapple (Ananas comosus (L.) Merr.), mamey (Mammea americana L.) and banana (Musa paradisiaca L.) fruit drying.</i> (Macías-Ganchozo <i>et al.</i> , 2018)	Desarrollo de un secador solar para la conservación de los alimentos y sus características nutricionales
Conservación de mora de castilla ( <i>rubus glaucus benth</i> ) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila ( <i>aloe barbadensis miller</i> ). (Ramírez Quirama, 2012)	Evaluación del uso de un recubrimiento comestible a base de gel mucilaginoso de penca de sábila para incrementar el tiempo de vida útil del fruto
Desarrollo de un recubrimiento comestible a partir de un biopolímero para prolongar la vida útil de frutas frescas. (Moncayo Martínez, 2013)	Desarrollo de un producto a partir de aceite de canola y aceite de canela utilizado como recubrimiento comestible para fresas, arándanos y feijoa
Determinación del perfil de calentamiento y evaluación sensorial en la elaboración de pulpa liofilizada de mango variedad Tommy Atkins. (Marulanda Loaiza, 2002)	Evaluación de la liofilización a la pulpa de mango, variedad Tommy Atkins con el fin de conservar sus propiedades nutricionales
Efecto de la aplicación del extracto hidroalcohólico de flores de caléndula ( <i>calendula officinalis</i> ) en la estabilización del color y vida útil en pulpa de frutas. (Domínguez Marín, 2012)	Utilidad del extracto de caléndula como un factible antioxidante natural que presenta beneficios para la salud y alarga la vida de las frutas frescas
Evaluación del almacenamiento de bananito ( <i>Musa acuminata</i> AA) con atmósferas modificadas. (Castellanos, 2012)	Análisis de las propiedades de calidad del bananito, firmeza, peso, color y vida útil en un sistema de atmósfera modificada

Fuente: elaboración propia.

orientados principalmente a mejorar la productividad de los cultivos de la región, disminuir las pérdidas por plagas, aumentar y mejorar la variedad de las semillas y cultivos que se tienen en el departamento, ver Tabla 9.

#### Investigaciones relacionadas con análisis de mercados

Si bien ya se presentaron investigaciones relacionadas con la mejora de la productividad de las frutas, aspecto de la nutraceutica frutícola, conservación y valor agregado, es oportuno darles una mirada a las investigaciones desarrolladas en el departamento con respecto a los análisis de mercado del sector frutícola (ver Tabla 10). De aquí resaltan dos investigaciones, en una de ellas se describen los principales aspectos del mercado de la piña y en el otro se estudia la demanda de la guayaba. Es importante realizar investigaciones con este enfoque debido a que es la forma de entender los determinantes y las variables económicas y sociales que rodean la producción frutícola de la región.

#### Análisis realizados en laboratorio a las frutas frescas

Finalmente, se localizaron nueve artículos sobre análisis de las frutas en laboratorio (ver Tabla 11). Algunas de las frutas estudiadas bajo este enfoque en la región son la guanábana, fresa, aguacate, lulo, banano, mango, entre otras. De este tipo de investigaciones se obtienen principalmente resultados orientados a entender las Propiedades fisicoquímicas de los cultivos presentes en el Valle del Cauca. Al igual que en las investigaciones relacionadas con la mejora de la productividad frutícola, este enfoque tiene como objetivo generar procesos de innovación principalmente en las semillas, que les permitan a los productores alcanzar mejores rendimientos en sus cultivos.

**Tabla 9. Investigaciones relacionadas con temas productivos (cultivos, fertilización, riego, etc.)**

Nombre de la obra	Idea principal
Fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en mora ( <i>Rubus glaucus Benth.</i> ): Efecto sobre Antracnosis bajo condiciones controladas, Ca. (Bautista Monetalegre et al., 2019)	Evaluar la consecuencia del uso de los elementos químicos como el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y calcio (Ca) sobre infecciones del hongo <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
Crecimiento y desarrollo del fruto de lulo ( <i>Solanum quitoense Lam.</i> ) en el municipio de San Antonio del Tequendama (Colombia). (Ochoa-Vargas et al., 2016)	Conocer aspectos sobre la fisiología y el manejo de la siembra de cultivo del lulo en las condiciones agroeconómicas que ofrece el municipio de San Antonio de Tequendama ubicado en el departamento de Cundinamarca
Daños ocasionados por el perforador del aguacate <i>Heilipus lauri Boheman (Coleoptera: Curculionidae)</i> en Tolima (Colombia). (L. R. Caicedo et al., 2010)	Metodología sobre la morfología del insecto perforado y el daño causado al fruto del aguacate y la cosecha en general
Mandarina Dancy: una nueva alternativa para la citricultura del piedemonte llanero de Colombia. (Mateus-Cagua y Orduz-Rodríguez, 2015)	Identificación y desarrollo de genotipos de mandarina de calidades aceptables en el piedemonte llanero
Reacción de genotipos de lulo ( <i>Solanum quitoense Lam.</i> ) a <i>Meloidogyne spp.</i> en condiciones de campo. (Mateus-Cagua y Orduz-Rodríguez, 2015)	Evaluación en condiciones de campo del comportamiento de 16 genotipos de lulo expuestos al ataque de <i>Meloidogyne sp</i>
Recursos genéticos y mejoramiento de frutales andinos: una visión conceptual. (Arias, 2006)	Estudio de características y cualidades que podrán remediar los inconvenientes limitantes, como es la situación de la resistencia a la antracnosis de los frutos del tomate de árbol
Revisión del estado del conocimiento sobre la función productiva del lulo ( <i>Solanum quitoense Lam.</i> ) en Colombia. (Medina C. et al., 2009)	Estudio sobre el desarrollo sostenible del lulo, soporte tecnológico y modelo productivo
El embolsado de la espata del chontaduro y su efecto en el control del <i>geraeus sp.</i> (Toro Restrepo, 1997)	Estudio sobre la utilización de bolsas plásticas con lorbán como control mecánico contra la plaga de picudo
Ácaros que afectan la calidad del fruto de lima Tahití en el Valle del Cauca. (Álvarez, 2017)	Estudio para la detección de la acarofauna asociada al limón Tahití
Determinación del tiempo de crecimiento para cosecha y comportamiento fisiológico poscosecha del banano variedad "gross Michael". (León Agatón y Mejía Gutiérrez, 2002)	Estudio en banano en la variedad Gross Michael, donde se tuvieron en cuenta parámetros físicos como crecimiento precosecha y análisis de los cambios físicos
Estudios orientados a la regeneración de plantas de lulo ( <i>Solanum quitoense Lam.</i> ) a través de la embriogénesis somática. (Criollo Escobar, 2013)	Investigación sobre la regeneración de plantas de lulo por embriogénesis somática, para garantizar una multiplicación masiva que preserve las características genéticas de las plantas seleccionadas

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 10. Investigaciones relacionadas con análisis de mercados**

Nombre de la obra	Idea principal
Análisis del mercado de piña Gold y Perolera en dos principales centrales mayoristas de Colombia. (Neira García <i>et al.</i> , 2016)	Análisis del comportamiento de los precios de dos variedades de piña (Gold y Perolera) en dos de las centrales mayoristas de Colombia
La demanda de guayaba en Colombia. (Alonso-Cifuentes <i>et al.</i> , 2016)	Estimación de la función de demanda de guayaba en Colombia para conocer su dinámica de consumo

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 11. Investigaciones de frutas frescas realizadas en laboratorios**

Nombre de la obra	Idea principal
Comportamiento reológico en pulpa edulcorada de mango ( <i>Mangifera indica L. cv. Magdalena river</i> ). (Figueroa-Flórez <i>et al.</i> , 2017)	Esta investigación se realizó para determinar el efecto que tiene la temperatura y la adición de sacarosa en la composición fisicoquímica de la pulpa de mango de la variedad Magdalena River, comúnmente llamada como mango de hilacha
Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano. (Martínez Cardozo <i>et al.</i> , 2016)	Investigación sobre la distribución de materia seca en el racimo y la composición química de 12 genotipos de plátano y banano
Degradación de la vitamina C en un producto de mango ( <i>Mangifera indica L.</i> ) y lactosuero. (Mendoza-Corvis <i>et al.</i> , 2016)	Determinación de la cinética de la degradación de la vitamina C en un producto en polvo elaborado a base de pulpa de mango y lactosuero a través de cierto nivel de temperatura
Filogenia de lulo, tomate de árbol y sus parientes silvestres. (Bedoya-Reina y Barrero, 2009)	Aporte a la clarificación de las relaciones filogenéticas de los clados que conforman el género asociado al lulo y tomate de árbol
Parámetros fisicoquímicos del aguacate <i>Persea americana</i> Mill. cv. Hass ( <i>Lauraceae</i> ) producido en Antioquia (Colombia) para exportación. (Astudillo y Rodríguez, 2018)	Análisis de parámetros fisicoquímicos del aguacate en diferentes tiempos
Propiedades fisicoquímicas de siete variedades destacada de fresa ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) cultivadas en Cundinamarca (Colombia), durante su maduración. (Fischer <i>et al.</i> , 2018)	Identificación de la calidad de los frutos de siete variedades de fresas en diferentes estados de madurez
Análisis nutricional y estudio de la actividad antioxidante de algunas frutas tropicales cultivadas en Colombia. (Gómez, 2014)	Estudio nutricional de gulupa, uchuva, aguacate, uchuva tomate de árbol y lulo, mediante procedimientos químicos y biológicos
Caracterización fisiológica, fisicoquímica, reológica, nutraceútica, estructural y sensorial de la guanábana ( <i>annona muricata</i> L. Cv. Elita), consumo. (Márquez Cardoso, 2009)	Evaluación de características fisiológicas, fisicoquímicas, nutraceúticas, reológicas y estructurales de la guanábana
Estudio de los compuestos bioactivos responsables del sabor de tomate de árbol Var. Amarilla ( <i>Solanum betaceum Cav.</i> ), (Prieto, 2016)	Análisis y estudio del ácido rosmarínico y el ácido cítrico en el tomate de árbol

Fuente: elaboración propia.

El cultivo de las frutas en Colombia en los últimos años ha tomado un gran impulso para las finanzas del país, en el caso del Valle del Cauca, el cual se ha caracterizado por ser un departamento dedicado a la siembra y procesamiento de la caña de azúcar, se puede observar que la apuesta del departamento, con el pasar de los años, es integrar cultivos como el aguacate y los cítricos, entre otros; siendo notable el enfoque en el crecimiento del sector de frutícola de la región. Las transformaciones que ha sufrido el mercado de frutas frescas en los últimos años, que han sido respuesta a los cambios de los mercados, ha favorecido el estudio e investigación de las frutas. En la revisión de estudios se encontró que la mayoría de las investigaciones están centradas en lulo, aguacate, mango, mora, banano, chontaduro, mandarina y piña. Del total de 39 artículos revisados, el eje central en el cual se encontraron más investigaciones fue la producción, que aborda temas como el cultivo, la fertilización, el riego, plagas y enfermedades y mejoramiento genético.

Con respecto a los casos exitosos a nivel mundial, es de resaltar los casos de Chile, México y Australia, quienes se han caracterizado en las últimas décadas por mantener niveles de inversión en investigación y desarrollo tecnológico altos, aumentando los niveles de producción considerablemente, por medio de un aumento en el rendimiento de los cultivos, producto de las investigaciones y transferencia tecnológica. Situación que les ha permitido posicionarse como líderes mundiales en términos de exportación de frutas frescas y productos derivados de la mismas con algún tipo de valor agregado.

En el próximo capítulo se abordan los fundamentos teóricos del proyecto, en donde se inicia con unas definiciones conceptuales que acercan al lector a las teorías y postulados que se pretenden implementar a lo largo del documento. De igual manera, se presentan y definen conceptos como referenciamiento competitivo, vigilancia tecnológica, clúster, *big data*.

## Conclusión

En este capítulo se referencian algunos casos en los cuales los países lograron desarrollar sectores agrícolas exitosos, posicionando sus productos en mercados internacionales por medio de la inversión en ciencia, tecnología e innovaciones, apostándole a desarrollos tecnológicos, algunos de estos son Chile, Australia, México, entre otros.

### Chile

En Chile, la industria frutícola está conformada por 13.800 productores, 300 viveros frutales, 60 empresas procesadoras, 385 cámaras de frío. En el año 2018, el país abarcaba una superficie de plantaciones cercana a 320 mil hectáreas, originando aproximadamente 73 mil empleos permanentes y 383 mil de temporada. Además, contribuye en un 39,2% al PIB sectorial y en un 34% a las exportaciones silvoagropecuarias (Apey-Guzmán, 2019).

Los principales productos de exportación de fruta chilena son el kiwi, palta y la uva de mesa, esta última representa el 21,85% de la superficie frutícola de Chile.

El 80% de la producción de frutas del país se destina a la exportación. La uva de mesa se puede considerar como la fruta bandera o referente de Chile. Este país provee el 77% y 27% de uva de mesa en Estados Unidos y la Unión Europea, respectivamente (CONICYT, 2006).

El crecimiento y consolidación de la industria frutícola de Chile se debe al apoyo sostenido del sector público y privado en temas de investigación, desarrollo e innovación, y un trabajo de colaboración con entidades extranjeras.

El Sistema Nacional de Innovación en Chile está integrado por entidades del sector público que se dedican exclusivamente a la generación de políticas y al apoyo a la innovación a través de diversos fondos de financiamiento. Por otro lado, se cuenta con un conjunto de entidades, públicas y privadas, dedicadas a la investigación, el desarrollo tecnológico, la transferencia y la innovación, estas entidades incluyen empresas,

universidades, institutos tecnológicos y centros de investigación, entre otros.

### **Australia**

En los últimos años los agricultores australianos, se han visto beneficiados por el oportuno aprovechamiento de los avances tecnológicos y científicos, los cuales los han posicionado a la vanguardia de la eficiencia, productividad y competitividad. Según el Departamento de Agricultura australiano el éxito agrícola se debe principalmente al esfuerzo y trabajo conjunto del sector público, investigadores, agencias de extensión y por supuesto agricultores (Australian Government, 2014, pp. 4).

La actual y moderna agroindustria australiana está basada en más de 100 años de éxito e innovaciones en el sector agropecuario. Panorama que se ha visto cimentado en el apoyo sistemático que ofrece el gobierno desde la financiación y desde el plano de desarrollar proyectos fundamentados en procedimientos científicos.

Australia es líder mundial en muchas áreas de investigación agrícola, razón por la cual es tomada como referente mundial. Uno de los puntos clave es el hecho de que la investigación y desarrollo tecnológico es propiciado y financiado principalmente por el propio gobierno y además de eso cuentan con numerosos apoyos desde instituciones privadas, entre las cuales existen centros cooperativos de investigación muy sólidos.