

# **PROPUESTA DE ABORDAJE DEL PROBLEMA DE CALIDAD EN POMÁCEAS EN LA PATAGONIA NORTE ASOCIADO A FALLAS EN LA POLINIZACIÓN DESDE LA MIRADA CONCEPTUAL DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN (SNI)**

UGALDE, Diego Felipe<sup>1,2</sup> y GARCIA SARTOR, Carolina Elizabeth<sup>1,3</sup>.

<sup>1</sup>Alumnos de posgrado. Especialización en Management Tecnológico. UNRN. Programa de Formación de Gerentes y Vinculadores Tecnológicos (GTEC) del Ministerio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT).

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) [dugalde@inti.gov.ar](mailto:dugalde@inti.gov.ar)

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) [cgarciasartor@unrn.edu.ar](mailto:cgarciasartor@unrn.edu.ar)

## **RESUMEN**

La asociación entre capacidades tecnológicas y procesos de innovación con agentes, empresas e instituciones, que se desempeñan según incentivos de mercado, impulsa la conceptualización del SNI como paradigma para el diseño de políticas científicas, tecnológicas y de innovación.

El objetivo del trabajo fue abordar un problema productivo-tecnológico de la norpatagonia, tomándolo como hipótesis de trabajo. Con esta premisa intentamos promover un análisis integral y sistémico a un problema que se expresa habitualmente en el territorio y vincula a los sectores frutícola y apícola, que esperamos genere aportes positivos a la economía de la región, desde el enfoque SNI.

El estudio partió de caracterizar el problema en términos holístico-territoriales: “existen pérdidas de calidad en las manzanas y peras producidas en la Norpatagonia asociadas a fallas en la polinización entomófila de los frutales”. A continuación se propuso el desafío tecnológico para resolver el problema: “desarrollar la tecnología para una eficaz polinización de frutales y el consecuente aumento de calidad en la fruta obtenida”. Finalmente se plantearon las siguientes necesidades de investigación, desarrollo e innovación:

- 1) Transferencia tecnológica del conocimiento referido a las variedades de frutales compatibles y al diseño de los cultivares. Formación de recursos humanos agronómicos en los tópicos en cuestión. Sensibilización de los fruticultores para la adopción de dicha tecnología.
- 2) Investigación adaptativa acerca de la dinámica de desarrollo de colmenas de *Apis mellifera* en las condiciones agroecológicas de los valles de la Patagonia Norte, y evaluación del impacto de su uso para el servicio de polinización a escala de los frutales allí cultivados. Selección de ecotipos genéticos locales de abejas.
- 3) Transferencia de tecnología a los apicultores y formación de profesionales apícolas capaces de determinar la calidad de las colmenas a utilizarse para la polinización.
- 4) Fomento de la organización gremial de los apicultores que brindan servicios de polinización en la zona de estudio, integrando locales y trashumantes, con la finalidad de elevar los estándares de calidad y regular el precio del servicio.
- 5) Desarrollo de un protocolo de calidad del servicio de polinización, validado técnica y socioproductivamente.
- 6) Implementación de políticas públicas de desarrollo productivo, tendientes a aumentar el stock de unidades polinizadoras (inversión en colmenas locales y/o atracción de colmenas trashumantes), y de ordenamiento territorial, que garanticen la provisión del servicio en todo el territorio.

7) Articulación interinstitucional público-privada e integración de los conocimientos acumulados en instituciones como el INTA y las Universidades.

**Palabras clave:** Sistema Nacional de Innovación, problema productivo-tecnológico, calidad de pomáceas, polinización de frutales, Norpatagonia.

## INTRODUCCIÓN

La asociación entre capacidades tecnológicas y procesos de innovación con agentes, empresas e instituciones, que se desempeñan según incentivos de mercado, impulsa la conceptualización del Sistema Nacional de Innovación (SNI) como paradigma para el diseño de políticas científicas, tecnológicas y de innovación (Codner, 2010). Este concepto fue introducido por Freeman y Lundvall en los años 80 y enfatiza el carácter interactivo de la producción y la innovación, la importancia y complementariedad entre las innovaciones radicales, técnicas y organizacionales. Si bien la definición varía entre diferentes autores, hay consenso académico de enfatizar el rol que tienen las instituciones científicas y educativas en el proceso de desarrollo productivo de las firmas, a través de la innovación tecnológica.

El problema de la calidad en manzanas y peras asociado a fallas en la polinización constituye una preocupación creciente, desde hace más de dos décadas, en los ámbitos técnicos que observaron atónitos el proceso de concentración de la tierra bajo riego que ocurrió en el Alto Valle durante la década del noventa, asociado al envejecimiento de la población de fruticultores inmigrantes europeos que colonizaron el territorio durante la primera mitad del siglo XX y a la pérdida consecuente del “saber hacer frutícola” que esas personas poseían e incluía a la polinización entre las prácticas culturales del “saber” en cuestión.

El tema de la vinculación entre la polinización entomófila y la calidad de las manzanas y las peras tomo estado masivo y mediático regional a partir de la erupción volcánica del complejo Puyehue-Caulle, que tuvo impacto negativo sobre la entomofauna norpatagónica, disminuyendo las poblaciones de insectos, entre ellos las abejas melíferas.

Paralelamente, es escasa la investigación endógena acerca de las variables tecnológicas que gobiernan a la polinización entomófila de cultivos frutales (y otros) en las condiciones agroecológicas nacionales, y poca a nula articulación entre los grupos de investigación apícola, abocados prácticamente a la tecnología de producción de miel, y los de investigación agrícola, para quienes las colmenas se convierten en un insumo agrícola más cuyo valor se desprecia dentro del “paquete de insumos” necesario para la productividad de sus cultivos.

Asimismo, este tema reviste de interés en el ámbito de la biodiversidad y tiene un capítulo destacado dentro de los nuevos planes estratégicos globales de la FAO (Food and Agricultural Organization).

El objetivo del trabajo fue abordar un problema productivo-tecnológico de la norpatagonia, tomándolo como hipótesis de trabajo y proponer lineamientos de estrategia CTI para su resolución.

## PROPUESTA METODOLÓGICA

El siguiente estudio se presenta como una revisión bibliográfica desarrollada a partir de la propuesta de trabajo final de la cátedra *Gestión de I+D y la Transferencia de Tecnología*, a cargo del Dr. Carlos Marschoff, de la carrera Especialización en Management Tecnológico de la Universidad Nacional de Río Negro.

Con el fin último de poner al alumnado en situación de gestores de políticas públicas de innovación, la consigna del trabajo fue abordar un problema productivo-tecnológico de la región del país en la que vivimos, tomándolo como hipótesis de trabajo y elemento pedagógico-didáctico de análisis, con la intención de identificar necesidades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) para la resolución del mismo.

De esta manera y luego de una revisión crítica de los desafíos tecnológicos que se presentan en la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, intentamos abordar un problema que se expresa habitualmente en el territorio y vincula a los sectores frutícola y apícola, promoviendo un análisis integral y sistémico desde el enfoque del Sistema Nacional de Innovación.

El estudio consistió en caracterizar el problema en términos holístico-territoriales. Una vez caracterizado, se propuso el objetivo de innovación tecnológica para resolver el problema y se plantearon las necesidades o estrategias de I+D+i que requiere el sendero tecnológico a transitar para alcanzar dicho objetivo.

## EL PROBLEMA TECNOLÓGICO

Existen problemas de calidad en las manzanas y peras producidas en los valles irrigados de la norpatagonia debido a fallas en la polinización entomófila de los frutales.

### **Calidad en Frutas y Hortalizas desde el enfoque de la FAO**

De acuerdo con López Camelo (2003), existe una tendencia mundial hacia un mayor consumo de frutas y hortalizas, motivado fundamentalmente por una creciente preocupación por una dieta más equilibrada, con menor proporción de carbohidratos, grasas y aceites y con una mayor participación de la fibra dietaria, las vitaminas y los minerales. Esto se fundamenta, en parte, en las menores necesidades calóricas de la vida moderna, caracterizada por un mayor confort y menores exigencias físicas diarias; una mayor conciencia de la importancia de la dieta en la salud y longevidad; aunque también merece destacarse la tendencia hacia la simplificación en la tarea de preparar la comida diaria.

Esta tendencia mundial va asociada a una demanda cada vez mayor de calidad superior tanto externa como interna en los vegetales crudos. Los aspectos externos (presentación, apariencia, uniformidad, madurez, frescura) son los componentes principales de la decisión de compra, la que normalmente es tomada cuando el consumidor ve la mercadería exhibida en el local de venta. Esto es particularmente importante en los sistemas de autoservicio en donde el producto debe “autovenderse” y aquel que no es seleccionado, representa una pérdida para el comerciante. Por otro lado, la calidad interna (sabor, aroma, textura, valor nutritivo, ausencia de contaminantes bióticos y abióticos) está vinculado a aspectos generalmente no perceptibles pero no por ello menos importante para los consumidores.

La calidad es una percepción compleja de muchos atributos que son evaluados simultáneamente en forma objetiva o subjetiva por el consumidor. El cerebro procesa la

información recogida por la vista, olor y tacto e instantáneamente lo compara o asocia con experiencias pasadas y/o con texturas, aromas y sabores almacenados en la memoria. Por ejemplo, con sólo mirar el color, el consumidor sabe que un fruto está inmaduro y que no posee buen sabor, textura o aroma. Si el color no es suficiente para evaluar la madurez, utiliza las manos para medir la firmeza u otras características perceptibles. El aroma es un parámetro menos utilizado salvo en aquellos casos en que está directamente asociado a la madurez como en melón, ananá y otros. Este proceso comparativo no ocurre cuando el consumidor se enfrenta por primera vez con una fruta exótica cuyas características desconoce.

La percepción del sabor, aroma y textura que se produce al ingerirlo, es la evaluación final en donde se confirman las sensaciones percibidas al momento de la compra. Esta etapa es la que genera la fidelidad. Por ejemplo, si descubro que prefiero las manzanas rojas sobre las verdes, voy a seguir consumiendo manzanas rojas. Es posible generar fidelidad hacia marcas comerciales, formas de presentación, empaque, lugares de venta, etc.

Las frutas y hortalizas son consumidas principalmente por su valor nutritivo, aunque también por la variedad de formas, colores y sabores que las hace atractivas para la preparación de alimentos. Por ser consumidas crudas o con muy poca preparación, la principal preocupación del consumidor es que se encuentren libres de contaminantes bióticos o abióticos que puedan afectar la salud.

La apariencia es la primera impresión que el consumidor recibe y el componente más importante para la aceptación y eventualmente la compra. Distintos estudios citados por FAO, indican que casi el 40% de los consumidores toma la decisión de compra en el interior del supermercado. La forma es uno de los subcomponentes más fácilmente perceptibles, aunque en general, no es un carácter decisivo de la calidad, a no ser que se trate de deformaciones o de defectos morfológicos. En algunos casos la forma es un indicador de la madurez y por lo tanto de su sabor.

Aunque en muchos casos, los defectos no afectan sus cualidades comestibles, la ausencia de defectos conjuntamente con la frescura y la uniformidad son los principales componentes de la apariencia y por lo tanto, de la decisión primaria de compra. Diversas causas (clima, riego, suelo, variedad, polinización, fertilización, etc.) durante la etapa de crecimiento pueden dar lugar a defectos morfológicos o fisiológicos. Algunos ejemplos de los primeros son los frutos dobles en cereza, ramificaciones en zanahoria, entre otros.

La obtención de un producto de calidad se inicia mucho antes de plantarse la semilla: la elección del terreno, su fertilidad y capacidad de riego, el control de malezas y rotaciones, la preparación del suelo, la elección de la variedad y otras decisiones tienen influencia en la calidad del producto a obtenerse. De la misma manera son determinantes las condiciones climáticas durante el cultivo, así como los riegos, la polinización y la fecundación, control de plagas y enfermedades y otras prácticas culturales. La cosecha marca el fin del ciclo productivo a campo y el comienzo de la postcosecha, período durante el cual tiene lugar la preparación para el mercado, distribución y venta para finalmente llegar a la mesa del consumidor.

El concepto de calidad como forma de diferenciar productos evolucionó desde tiempos inmemoriales conjuntamente con el intercambio mismo. A medida que el comercio local o regional evoluciona hacia lo internacional, la calidad se consolida como la herramienta competitiva por excelencia, conduciendo a la necesidad de establecer estándares para separar la calidad en categorías o grados, así como para definir los

límites de los defectos permitidos. Todos los países inician el proceso de normalización o redacción de normas de calidad para facilitar el intercambio y definir con precisión los principales aspectos de la calidad. Hoy en día, al igual que en otros productos, la comercialización de frutas y hortalizas, tanto a nivel nacional como internacional, está reglamentada por estándares de calidad, los que proveen un lenguaje común entre los distintos participantes de la cadena producción-comercialización-consumo. También son las herramientas legales para dirimir disputas comerciales, útiles para el marketing del producto y patrón de comparación de precios en las estadísticas.

### **La polinización y la calidad de la fruta**

La producción exitosa de frutales depende de la integración adecuada de factores ambientales (clima, suelo), bióticos (cultivo, plagas, pestes, malezas) y humanos (manejo, capacidad empresarial), para generar la producción consistente y rentable de fruta de alta calidad.

En el monte frutal, la polinización debe considerarse como un factor más cuyo manejo deficiente puede tener consecuencias sumamente negativas sobre el volumen de fruta producido y sobre su calidad. En este sentido, podemos decir que presenta elementos de factor biótico, asociado a la fisiología vegetal y a la interacción con los agentes polinizadores (producción de polen, producción de sustancias atrayentes de los polinizadores, vectorización del polen por medio de los agentes polinizadores, etc), y al mismo tiempo elementos de factor humano, ya que requiere de un conocimiento específico de la tecnología necesaria para su práctica cultural eficaz.

Con la llegada de los granos de polen a los óvulos se produce la fecundación, y la consecutiva formación de semilla desencadena la liberación de hormonas dentro del fruto y de la planta en general, que intervienen en distintos procesos que pueden ser considerados como elementos participantes en la calidad del fruto. Uno de estos procesos es el desarrollo de los tejidos del fruto alrededor de cada semilla formada, influyendo en el tamaño y forma del fruto; si todos los óvulos fueron fecundados el fruto podrá ser de mayor tamaño y la forma será pareja en todos sus lados. Este efecto sobre la calidad no sólo conlleva cumplir con los estándares requeridos sino que favorece las prácticas de embalaje. Otro proceso generado a partir de la fecundación es el retardo en la senescencia o caída del fruto, lo que disminuye la pérdida de producto. En definitiva, para obtener frutas de adecuada calidad comercial, es necesario tener la mayor cantidad de óvulos fecundados.

La mayoría de las especies de frutales son de polinización entomófila, es decir se da por acción de los insectos. Los insectos visitan las flores en busca de alimento y los granos de polen quedan atrapados en los pelos de su cuerpo. Cuando visitan otra flor, parte de ese polen puede quedar depositado en esa nueva flor visitada. Así, van favoreciendo la llegada del polen a las estructuras femeninas de distintas flores.

En términos evolutivos, la polinización de cultivos representa la expresión palpable de la coevolución entre angiospermas y abejas. La importancia de la polinización cruzada fue descrita por Darwin ya en 1877, pero la evaluación de su incidencia en la producción de frutos comenzó a estudiarse intensamente en Estados Unidos a partir de los trabajos de Waite en peras de 1865. Waite fue un prestigioso investigador de la USDA y demostró el valor de la interplantación de cultivos de distintas variedades y el rol de las abejas en la transferencia del polen entre los mismos. Los trabajos de Waite tuvieron gran repercusión y en la primera década de 1900 los fruticultores norteamericanos comenzaron a alquilar colmenas para la polinización de sus

plantaciones. A partir de este momento, la mayor parte de los estudios sobre polinización se focalizaron en evaluar el impacto del uso de abejas en diferentes cultivos de importancia económica, siendo más de 40 los que requieren de polinización cruzada. La tabla a continuación cita algunos de los más importantes.

| <b>Cultivos de mayor importancia polinizados por abejas melíferas y otros insectos</b> |   |
|--|---|
| Frutícolas   | Almendros, manzanos, ciruelos, perales, durazneros, cerezos, paltas, arándanos y otros berrys, kiwi, melones, sandía. |
| Pasturas (leguminosas forrajeras)  | Alfalfa, tréboles, melilotus.   |
| Hortícolas   | Repollo, zanahoria, coliflor, pepino, cebolla, zapallo, berenjena.  |
| Oleaginosas  | Girasol, colza.   |

Fuente: Basualdo y Bedascarrasbure, 2003.

El principal aporte económico realizado por las abejas en el mundo entero surge de su trabajo como agentes polinizadores, que impacta no sólo sobre los rendimientos sino también sobre la calidad de los frutos. En la actualidad, el uso de abejas melíferas para la polinización de cultivos es una práctica corriente en varias partes del mundo. Según información publicada por Basualdo y Bedascarrasbure (2003), en Estados Unidos los apicultores obtienen el 40% de sus ingresos por el alquiler de colmenas para polinización. Una adecuada polinización no sólo implica mayor producción sino también mejor tamaño, uniformidad, forma, maduración temprana, etc., de los frutos y un mayor valor comercial como consecuencia.

Pese a que la USDA considera que el aporte de sus abejas como polinizadores es 10 veces superior a su producción directa, y otros países lo consideran aún mayor, en la Argentina no se le presta demasiada atención a este tema.

El uso de abejas en frutales es trascendente ya que en su mayoría la autoincompatibilidad impide la producción de frutos a partir del polen de la misma planta y requieren polinización cruzada; pero aún en el caso de especies autocompatibles, las abejas mejoran sensiblemente la producción como consecuencia de la polinización cruzada o por el efecto mecánico de la visita a las flores. Los investigadores estiman que los insectos son responsables del 86% de la polinización de los frutales a lo largo del mundo y que la acción de las abejas melíferas representa el 80% de ese valor. En la Argentina, sin embargo, existen pocos trabajos que evalúen el efecto de las distintas densidades de abejas sobre la productividad de diferentes frutales en condiciones ecológicas de cada región, lo que adquiere especial interés si se considera la fuerte interacción con el ambiente de los requerimientos de polinización cruzada en la mayoría de las especies. Este aspecto es aún más relevante si se tiene en cuenta que parte importante de las superficies implantadas con manzanos y perales, superior al 50% en ambos casos, corresponden a montes de más de 20 años y que el esfuerzo de polinización debe aumentarse con la edad de las plantas.

| Variedad | Rangos de edades de los frutales en hectáreas |         |         |         |         |         |      | Total  |
|----------|---|---------|---------|---------|---------|---------|------|--------|
|          | 0 - 10  | 10 - 20 | 20 - 30 | 30 - 40 | 40 - 50 | 50 - 60 | > 60 |        |
| Pera     | 6.652   | 6.371   | 4.675   | 3.683   | 1.380   | 532     | 485  | 23.778 |
| Manzana  | 4.361   | 6.474   | 5.085   | 4.365   | 1.647   | 582     | 407  | 22.921 |
| Totales  | 11.013  | 12.837  | 9.760   | 8.048   | 3.027   | 1.114   | 892  | 46.699 |

Fuente: SENASA Regional Patagonia Norte, Anuario Estadístico 2012.

Las variedades de frutales pueden ser autofértiles, autoestériles, o un grado parcial de uno u otro tipo. Que una variedad sea autofértil significa que el polen de esa variedad fecunda óvulos de flores de la misma variedad. Algunos cultivares de manzano y la mayoría de los de peral son autoestériles, es decir, el polen, por razones fisiológicas o fenológicas, no fecunda los óvulos de la misma variedad. Por este motivo, es imprescindible que lleguen a sus flores granos de polen de cultivares compatibles (polinización cruzada) para obtener un buen cuaje. Normalmente se utilizan para este fin variedades de mayor o menor importancia comercial que la variedad a polinizar, pero con períodos de floración coincidentes. Además se requiere la colocación de colmenas en el período de floración, ya que las abejas se comportan como agentes polinizadores que aumentan la efectividad de la polinización.

### La polinización de frutales en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén

Con respecto a las colmenas, en términos generales y dependiendo de la calidad de las mismas y de las condiciones climáticas imperantes en el momento de la floración, el INTA Alto Valle (2004) recomienda colocar de 4 a 6 colmenas por hectárea en manzanos y de 6 a 8 en perales, debido a la menor atractividad de sus flores hacia las abejas. Sin embargo, como se dijo anteriormente, ésta condición requiere de un trabajo de investigación adaptativa zonal que aún no se ha realizado, el cual deberá además repetirse sistemáticamente a lo largo de varios años con la intención de abarcar un “ciclo meteorológico niño-niña” completo, tomándose como referencia la información originada en otros países productores de fruta.

Las variedades comerciales de manzano en general pueden polinizarse entre sí, por lo cual es fundamental que exista una buena coincidencia entre los respectivos períodos de floración. Sin embargo, a fin de lograr un manejo más eficiente del monte frutal y alcanzar producciones de calidad óptima, se recomienda constituir montes puros de las principales variedades comerciales. En estos casos la polinización se debe realizar utilizando manzanos “floríferos” ornamentales (*Malus* sp.) y variedades comerciales como supernumerarios. Para disponer de períodos más amplios en la provisión de polen, es conveniente la combinación de algunos cultivares de floración relativamente temprana (Manchurian, Snowdrift y Chesnut) con otros de floración más tardía (Golden Hornet y Golden Gem). Para cubrir un mayor espectro se recomienda agregar a las anteriores la variedad Granny Spur. El porcentaje recomendado de plantas floríferas es del 20%.

Para el caso de la pera, al no contar con variedades “floríferas” se debe recurrir a interplantar variedades comerciales, seleccionándolas por la coincidencia de los respectivos períodos de floración. Para asegurar mayor cantidad y calidad de frutas en las nuevas plantaciones, es conveniente colocar más de una fuente de polen, aun cuando se trate de variedades sin valor económico. Las peras asiáticas constituyen una buena alternativa para la polinización, usándolas como supernumerarias. Se deben elegir variedades que presenten sus períodos de floración coincidentes con la variedad

comercial a polinizar y con buen retorno de floración. La variedad William's tiene la particularidad de producir frutos partenocárpicos, es decir frutos que se desarrollan y maduran a pesar de no tener semillas. Si bien esta característica es positiva, también se recomienda el uso de variedades polinizadoras, a fin de obtener frutos con buena cantidad de semillas. Estos frutos tienen mejor forma y tamaño y fundamentalmente son menos propensos a la caída por abscisión antes y durante la cosecha, además de poseer una mejor conservación frigorífica.

De este modo, teniendo las variedades compatibles y un buen diseño del monte frutal, los recursos están disponibles, pero resta el traslado de los granos de polen entre las flores. Como se mencionó anteriormente, los manzanos y perales necesitan de los insectos para la polinización; sus granos de polen casi no viajan por otros mecanismos, como por acción del viento. En la naturaleza hay gran diversidad de insectos que participan en la polinización, pero el uso de la abeja *Apis mellifera* como agente polinizador es una herramienta de la que el hombre dispone.

El servicio de polinización con abejas consiste en llevar colmenas de calidad polinizadora a los montes de frutales para incrementar la polinización, colmándolos con un gran número de eficientes polinizadores en el momento óptimo.

Se considera que la abeja melífera, comparativamente con otros insectos, es un eficiente polinizador por poseer ciertas características, como la fidelidad hacia una especie botánica (encuentra un recurso y lo visita consecutivamente), porque es capaz de realizar gran número de vuelos diarios y de grandes distancias, porque tiene corto tiempo de permanencia en cada flor y por su capacidad de acarreo de alta carga de polen.

La introducción de colmenas impacta en el aumento de óvulos fecundados lo cual, como se mencionó, aumenta la calidad del fruto influyendo en el tamaño y la forma. También homogeniza el momento de la fecundación, ya que por acción de las abejas la polinización se da en menos días, y traslada este efecto al momento de la maduración, produciéndola de manera uniforme. Por último y como efecto no menor, es uno de los componentes que incrementa el volumen de fruta obtenida, al aumentar la cantidad de flores fecundadas en ausencia de otros polinizadores y por retardar la caída de los frutos desde la planta.

En este punto cabría introducir otra variable de análisis: si a la fecha en la Argentina no se ha prestado la suficiente atención a la necesidad de polinización cruzada de tipo entomófila, sobre todo para las variedades de frutas de pepita autoestériles, con la finalidad de obtener de fruta de calidad; quizás sería acertado preguntarse además si el diseño que presentan las chacras a la fecha está basado en criterios técnicos que garanticen la provisión suficiente de polen de variedades compatibles con períodos de floración coincidentes.

Así, se abre un nuevo campo de trabajo, relacionado a la necesidad relevamiento territorial sobre el diseño de las chacras desde el punto de vista de las variedades plantadas y sus variedades polinizadoras, con la finalidad de tomar decisiones de tipo estratégico que permitan resolver problemas si los hubiere; asimismo podría plantearse la necesidad de la puesta en marcha de proyectos de investigación adaptativa zonal que aporten información acerca de las mejores opciones a la hora de elegir variedades compatibles en el diseño de las chacras; y finalmente evaluar la pertinencia de la incorporación de estos temas en los planes de estudio de los profesionales agrónomos que proveen servicios técnico-profesionales a los productores frutícolas.

Reforzando el planteo, la situación de la erupción volcánica del complejo Puyehue-Caulle ocurrida en abril de 2011 puso el problema a la luz de los ojos de toda la población. Las cenizas volcánicas tuvieron un importante efecto sobre las poblaciones de insectos, entre ellos las abejas melíferas. Las colmenas sufrieron despoblamiento y hasta incluso colapso completo. La principal causa de mortalidad de los insectos después de la exposición a la ceniza volcánica seca es la deshidratación; la acción mecánica de las partículas abrasivas de las cenizas sobre la epicutícula del insecto la vuelve permeable y por lo tanto acelerar la deshidratación del mismo. La oclusión de los órganos respiratorios (espiráculos y traqueolas), la salivación excesiva en el aseo, la interrupción de la actividad digestiva a través de la acumulación de ceniza en el intestino y la destrucción masiva de la vegetación de la que dependían (contaminación de los alimentos recubiertos de cenizas) también son causa de su mortalidad, aunque en menor medida. Este escenario de desastre natural, se alargó en el tiempo debido a que la acción de viento sobre los depósitos de cenizas existentes en miles de hectáreas patagónicas continuó afectando a las abejas (y a otros insectos) durante meses. Así, durante la época de floración de los montes frutales, las colmenas locales que habían sobrevivido a la situación descrita se encontraban con sus poblaciones diezgadas, pero al mismo tiempo, las colmenas trashumantes llegadas desde otras provincias comenzaron a perder población debido a las cenizas puestas en suspensión.

Teniendo en cuenta lo expuesto en el apartado que describe la producción de pomáceas en Río Negro y Neuquén, en relación a la cantidad de hectáreas plantadas con manzanas y peras, y las recomendaciones del INTA Alto Valle, referidas a la cantidad de colmenas necesarias para la eficiente polinización de cada cultivo, una interpretación lineal podría ser que se necesitarían 258.130 colmenas. Cabe aclarar que hemos considerado un número de 4 colmenas para manzana y de 7 para pera, en línea con lo propuesto por la Lic. Nancy García<sup>1</sup>, en las *Jornadas de Polinización de Frutales, Plaguicidas y Trashumancia de Colmenas*, realizadas en la localidad de Allen en diciembre de 2013.

| Cantidad de hectáreas año 2012 |               | Cantidad de colmenas por hectárea | Cantidad de colmenas por cultivo |
|--------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Hectáreas de pera              | 23.778        | 7                                 | 166.446                          |
| Hectáreas de manzana           | 22.921        | 4                                 | 91.684                           |
| <b>Totales</b>                 | <b>46.699</b> |                                   | <b>258.130</b>                   |

*Elaborado en base a información del SENASA Regional Patagonia Norte, 2012, y del INTA Alto Valle, 2004.*

De acuerdo a lo consultado con varios especialistas, los datos del RENAPA, que expresan el stock de colmenas en cada provincia, están desactualizados. Sin embargo, la información que se puede obtener a través de las autoridades provinciales indica que la zona contó en el 2012 con aproximadamente 33.000 colmenas locales en la zona de producción de fruta de pepita. Paralelamente, la FUNBAPA informó el ingreso de un total de 62.115 unidades polinizadoras trashumantes, dato conformado por colmenas, paquetes y núcleos de abejas, para el mismo período.

En consecuencia, siguiendo con el razonamiento lineal anterior, estaríamos ante un déficit teórico de 163.015 colmenas para el año 2012.

<sup>1</sup> *Coordinadora del Programa Apícola de la Provincia de Neuquén*

| <b>Déficit de colmenas en 2012</b>                                |                 |
|---|-----------------|
| Colmenas locales (RENEPA y autoridades provinciales)              | 33.000          |
| Ingreso de colmenas, paquetes y núcleos de abejas (FUNBAPA, 2013) | 62.115          |
| <b>Stock de colmenas disponibles para la polinización en 2012</b> | <b>95.115</b>   |
| Requerimiento de polinización en manzanas y peras en 2012         | 258.130         |
| <b>Déficit de colmenas en 2012 (supuesto teórico)</b>             | <b>-163.015</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Continuando con el razonamiento y teniendo en cuenta que los datos a los que arribamos corresponden sólo a los requerimientos de polinización de la producción de manzanas y peras, y que las demás especies frutales florecen de manera cuasi solapada con las pomáceas en cuestión, lo que imposibilita el uso de las mismas colmenas en más de una producción durante la misma temporada, podemos inferir que el déficit global de colmenas podría estar en el orden de las 200.000 unidades polinizadoras.

Sin embargo, estos datos no pueden ser tenidos en cuenta taxativamente ya que la falta de investigación adaptativa a las condiciones agroecológicas de la región (variedades frutales implantadas, diseño de las chacras, razas de abejas polinizadores, calidad de colmenas, prácticas culturales apropiadas, etc) y de relevamiento territorial formal y sistemático plantean un escenario bajo condiciones de incertidumbre que requiere de la generación de información objetiva que permita arribar a conclusiones categóricas certeras.

Por otro lado, la calidad servicio de polinización debe ser la adecuada para lograr los objetivos que se ha planteado el sector frutícola. A pesar de que existen apicultores locales y trashumantes con importante grado de especialización en la actividad de la polinización de cultivos, es importante considerar la necesidad de tecnificar el conocimiento empírico y difundirlo oportunamente. Para esto entendemos relevante la articulación y el trabajo conjunto de los distintos grupos de investigación/extensión que entienden en la materia, complementando el conocimiento que existe en la tecnología de producción frutícola con el sendero de aprendizaje alcanzado en la apicultura a nivel regional y nacional.

Elevar la calidad del servicio de polinización demandará también del acuerdo contractual de las partes (fruticultor y apicultor) en el que se fijen las pautas de calidad y de manejo del mismo, así como de un adecuado marco jurídico, que regule el valor del servicio, para lo cual tendrá singular importancia la recopilación sistemática de datos estadísticos que permitan arribar a conclusiones y mejorar anualmente la estrategia y la performance productiva. Buscando producir un efecto sinérgico en el ámbito de la economía regional, potenciando el crecimiento de la fruticultura, como motor principal, y el desarrollo de la apicultura, como una importante actividad de diversificación.

## **EL OBJETIVO DE INNOVACIÓN Y LAS NECESIDADES DE I+D+i**

Por lo antes descripto, para resolver el problema tecnológico definido como hipótesis de trabajo se propone el siguiente objetivo de innovación tecnológica:

Desarrollar la tecnología para una eficaz polinización de frutales y el consecuente aumento de calidad en la fruta obtenida.

Abordar este objetivo en términos holísticos requiere del compromiso de los distintos actores que participan en el devenir sectorial (las firmas, los organismos de política pública, las instituciones de ciencia y tecnología, las universidades) y tiene implícitos los siguientes componentes o necesidades de I+D+i, que esperamos se conviertan en lineamientos de estrategias CTI a futuro:

- 1) Transferencia tecnológica del conocimiento referido a las variedades de frutales compatibles y al diseño de los montes frutales. Formación de recursos humanos agronómicos en los tópicos en cuestión. Sensibilización de los fruticultores para la adopción de dicha tecnología.
- 2) Investigación adaptativa acerca de la dinámica de desarrollo de colmenas de *Apis mellifera* en las condiciones agroecológicas de los valles de la Patagonia Norte, y evaluación del impacto de su uso para el servicio de polinización a escala de los frutales allí cultivados. Selección de ecotipos genéticos locales de abejas.
- 3) Transferencia de tecnología a los apicultores y formación de profesionales apícolas capaces de determinar la calidad de las colmenas a utilizarse para la polinización.
- 4) Fomento de la organización gremial de los apicultores que brindan servicios de polinización en la zona de estudio, integrando locales y trashumantes, con la finalidad de elevar los estándares de calidad y regular el precio del servicio.
- 5) Desarrollo de un protocolo de calidad del servicio de polinización, validado técnica y socioprodutivamente.
- 6) Implementación de políticas públicas de desarrollo productivo, tendientes a aumentar el stock de unidades polinizadoras (inversión en colmenas locales y/o atracción de colmenas trashumantes), y de ordenamiento territorial, que garanticen la provisión del servicio en todo el territorio.
- 7) Articulación interinstitucional público-privada e integración de los conocimientos acumulados en instituciones como el INTA y las Universidades.

## BIBLIOGRAFIA

Aldunate, E. y Córdoba, J. (2011) *Formulación de programas con la metodología de marco lógico*. CEPAL. Serie Manuales N° 68. [en línea] [http://www.cepal.org/ilpes/publicaciones/xml/0/43220/SM\\_N68\\_Formulacion\\_prog\\_metodologia\\_ML.pdf](http://www.cepal.org/ilpes/publicaciones/xml/0/43220/SM_N68_Formulacion_prog_metodologia_ML.pdf)

Basualdo, M. y Bedascarrasbure, E.L. (2003) *Rol de las Abejas en la Polinización de Cultivos*. Revista IDIA XXI: N° 5, pág 18-22.

Bedascarrasbure, E.L. (2009) Documento Base del Programa Nacional: Apícola. INTA [en línea] <http://inta.gob.ar/documentos/documento-base-del-programa-nacional-apicola>

Carrera, I. (2001) *Análisis de las exportación de manzanas y peras en el mercado externo en la última década*. Biblioteca digital de la Universidad Católica Argentina [en línea] <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/analisis-exportacion-manzanas-peras-mercado.pdf>

FUNBAPA (2013) *Memoria Institucional 2012*. [en línea] <http://www.funbapa.org.ar/wp-content/uploads/2013/11/MEMORIA-2012-FINAL.pdf>

FUNBAPA (2014) *Anuario Estadístico 2013 de Egreso de Peras y Manzanas de la Región Protegida Patagónica*. Área Técnica Estadística. [en línea] <http://www.funbapa.org.ar/wp-content/uploads/2014/03/ANUARIO-MANZANA-PERA-2013-ACTUALIZADO26.03.pdf>

García, N., Huerta, G., Sangregorio, S., Ugalde, D., Ohaco, P.; Winter, J.; Apablaza, O.; Bravo, M.; Haag, M.; Sosa, D. (2011) *Informe de la situación del estado de emergencia del sector apícola en la provincia del Neuquén. Efectos de la erupción del Complejo Volcánico Puyehue - Cordón Caulle y otros factores*. Centro PyME ADENEU, INTA, INTI, Dirección Provincial de Regulación, Fiscalización y Sanidad de Neuquén.

García, N. (2013) *Polinización de frutales, Plaguicidas y Trashumancia de Colmenas*. Jornadas Interinstitucionales organizadas por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Río Negro y el Centro PyME ADENEU de Neuquén, Allen, diciembre de 2013.

Grupo Fruticultura y Agencias de Extensión del INTA EEA Alto Valle (2012) *Merma en la producción de manzanas Red Delicious y sus clones. Temporada 2011-2012*. Boletín Agrometeorológico EEA INTA Alto Valle, Año III, N° 11.

Hosch, D. (2010) *Competitividad argentina en mercados internacionales de frutas frescas. Las tesinas de Belgrano*. [en línea] [http://www.ub.edu.ar/investigaciones/tesinas/382\\_Hosch.pdf](http://www.ub.edu.ar/investigaciones/tesinas/382_Hosch.pdf)

Huerta, G. (2011) *Las cenizas volcánicas y la actividad apícola*. Gaceta del Colmenar N°615, pag 18-21. [en línea] [http://www.sada.org.ar/Boletin-Gaceta/606\\_mas/gaceta\\_615.pdf](http://www.sada.org.ar/Boletin-Gaceta/606_mas/gaceta_615.pdf)

Lemarchand, G.A. (editor) (2010) *Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe*. Estudios y documentos de política científica en ALC, vol. 1. UNESCO Oficina Regional de Ciencias para América Latina y el Caribe. [en línea] [http://spin-be.unesco.org/uy/subida/referencias/ref\\_629.pdf](http://spin-be.unesco.org/uy/subida/referencias/ref_629.pdf)

López Camelo, A.F. (2003) *Capítulo 5. La calidad en frutas y hortalizas* en Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Del campo al mercado. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO. ISSN 1020-4334. [en línea] <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s08.htm>

Marschoff, C.M. (2008) *Planificación y gestión de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología. Universidad Nacional de Quilmes.

MECON (2011) *Complejo Frutícola: Manzana y Pera*. Dirección Nacional de Economía Regional, Subsecretaría de Programación Económica, Secretaría de Política Económica. [en línea] [http://www.mecon.gov.ar/peconomica/docs/Complejo\\_pepitas.pdf](http://www.mecon.gov.ar/peconomica/docs/Complejo_pepitas.pdf)

MINAGRI (2010) *Manzana y Pera*. Revista Alimentos Argentinos N°47, pág. 18-24. [en línea] [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/47/cadenas/r47\\_05\\_ManzanaPera.pdf](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/47/cadenas/r47_05_ManzanaPera.pdf)

MINAGRI (2010) *Manzana y Pera*. Revista Alimentos Argentinos N°48, pág. 45-48. [en línea] [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/48/cadenas/t48\\_12\\_PerasManzanas.pdf](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/48/cadenas/t48_12_PerasManzanas.pdf)

Morse, R.A. y Calderone N.W. (2000) *The Value of Honey Bees As Pollinators of U.S. Crops in 2000*. Bee Culture Magazine. [en línea] <http://www.beeculture.com/content/pollinationreprint07.pdf>

RIERA, Francisco (1946) *Polinización y fecundación en fruticultura: las principales formas de esterilidad en: cerezos, ciruelos, melocotoneros, albaricoqueros, perales y manzanos*. Publicaciones de los Servicios Técnicos de Agricultura, Volumen 11, pág 59-118.

Sánchez, E.E y Villarreal, Patricia. (2011) *Programa Nacional Frutales. Cadena Frutales de Pepita*. INTA. [en línea] <http://inta.gob.ar/documentos/cadena-frutales-de-pepita/>

Villarreal, P. y Santagni, A. (Coordinación) (2004) *Pautas tecnológicas: frutales de pepita Manejo y análisis económico-financiero*. Ediciones INTA. ISBN 987-521-140-0. [en línea] [http://inta.gob.ar/documentos/pautas-tecnologicas-frutales-de-pepita/at\\_multi\\_download/file/Pautas\\_Pepita.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/pautas-tecnologicas-frutales-de-pepita/at_multi_download/file/Pautas_Pepita.pdf)