

# MECANIZACIÓN DE LA FRUTICULTURA EN LOS VALLES IRRIGADOS DE LA NORPATAGONIA

**Mauricio Romitelli<sup>1</sup>, Dolores Raffo<sup>2</sup>, Mariela Curetti<sup>2</sup>, Carlos Magdalena<sup>1</sup>, Darío Fernández<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Grupo Ingeniería en Biosistemas – INTA Alto Valle, CR  
Patagonia Norte

<sup>2</sup>Grupo Cultivos Intensivos – INTA Alto Valle, CR  
Patagonia Norte  
romitelli.mauricio@inta.gob.ar

## CONTEXTO

La región de los valles irrigados de la Norpatagonia, es la principal zona productora de peras y manzanas de Argentina y una de las más relevantes a nivel mundial. Actualmente, se encuentra sumida en una profunda crisis que presenta diferentes aristas y una gran complejidad. De este tipo de situaciones se sale con innovación y con un profundo cambio tecnológico, social y económico. Es evidente que la producción frutícola tradicional de los valles de la Norpatagonia acarrea problemas estructurales que han degradado su competitividad y en estos momentos se encuentra en un punto de inflexión: o cambia (innova) o desaparece, sin atenuantes.

Es obvio que tratándose de una problemática compleja, la innovación a desarrollar debe contemplar tanto la incorporación de tecnologías blandas y duras. Sin lugar a dudas, entre las tecnologías blandas no se puede dejar de abordar un proceso de asociativismo y fundamentalmente una renovación del sistema de comercialización, dos aspectos básicos e ineludibles que luego permitirán avanzar sobre el resto de las tecnologías duras relacionadas con la mecánica, la electrónica y la informática.

La adopción de tecnología considerada más dura en cultivos intensivos como la fruticultura, ha sido en general más lenta que en otras producciones, especialmente si se la compara con los complejos de los cereales y oleaginosas. Sin embargo, en los últimos años, se observa una reversión de este proceso por la incorporación de maquinarias que mejoran la eficiencia de los históricos métodos manuales de poda, raleo y cosecha, inherentes a la producción frutícola.

La fruticultura requiere del uso intensivo de mano de obra, ya que las tareas más relevantes se realizan manualmente (cosecha, poda, raleo, monitoreo del cultivo). La creciente escasez de personal capacitado y la marcada estacionalidad de las tareas, dificulta el objetivo de conseguir y mantener trabajadores calificados. Se considera que en la actualidad, la actividad en su conjunto emplea 1,6 personas equivalente por hectárea productiva (sumando puestos directos e indirectos), lo que representa en las 45.000 Ha en producción, un requerimiento de más de 70.000 empleos, mayormente concentrados en el período que va de enero a mayo.

Solamente en el campo, incluyendo la cosecha, se necesitan aproximadamente 120 jornales anuales/Ha en las condiciones actuales, con una incidencia en el costo de producción mayor al 60%. Se estima que mediante el uso de ayudas mecánicas y la incorporación de sensores proximales y remotos, sería posible reducir la necesidad de mano de obra a aproximadamente 65-70 jornales/Ha/año. A pesar de esta reducción, el foco no debe estar puesto en una disminución de los costos laborales, ya que la mano de obra deberá estar altamente calificada y por ende mejor paga. La mejora de la ecuación de rentabilidad, debería sustentarse en una mejora en la calidad y cantidad del producto final y en un aumento de la eficiencia de todo el sistema.

Además de la problemática actual de la mano de obra, existen otros aspectos críticos no menos relevantes que pueden ser abordados tanto con las nuevas tecnologías de la información y la

comunicación (TICs), como con la incorporación de maquinaria y equipamiento. Tal es el caso del uso racional de la energía, la preservación de la calidad y cantidad del recurso hídrico, el uso del suelo y varios aspectos relacionados con el medio ambiente.

El enfoque metodológico de los grupos de trabajo de Ingeniería en Biosistemas y Cultivos Intensivos (Fruticultura) del INTA Alto Valle, apunta al desarrollo de la fruticultura de precisión, bajo la premisa de “transformar datos en decisiones”. Para ello se propone la incorporación de maquinaria que complemente las tareas manuales y la automatización del relevamiento y transmisión de datos mediante el uso de la mecánica, la robótica, la electrónica, la informática y la incorporación de sensores proximales y remotos.

El objetivo primario es desarrollar un modelo de producción adaptado al uso de maquinaria que asista en la labores de poda, raleo y cosecha y que permita además la utilización de sensores remotos y proximales para el monitoreo de la cantidad y calidad de la producción, la presencia de plagas y enfermedades, y el estado general del cultivo (nutrición, estrés hídrico, etc.).

## **PODA MECANIZADA**

Uno de los aspectos más demandantes en mano de obra temporal, es la poda de los frutales. Esta actividad, normalmente se realiza durante el período de reposo invernal y requiere del empleo de personal especializado en esta tarea, para lograr efectividad a la hora de formar la planta, regular la carga de frutos y obtener una producción con el volumen y la calidad requerida.

La poda manual garantiza la entrada de luz a la planta, favoreciendo la cantidad y calidad de la producción. La penetración de la luz en el interior de la copa de la fruta tiene influencia primordial en la formación del color rojo de las manzanas. Mediante la poda manual se controla también la vecería (añerismo) en variedades que presentan esa tendencia y ayuda a regular la densidad de frutos, mejorando de esta manera su tamaño y por ende su valor comercial.

Casi la totalidad de las plantaciones se podan manualmente debido a la complejidad que significa contar con equipos mecánicos que seleccionen los cortes de acuerdo a criterios fisiológicos de desarrollo del frutal. Esta actividad requiere de un trabajador atlético que sea capaz de subir y bajar una escalera cientos de veces por día y operar una tijera de corte miles de veces en ese período. Como consecuencia de ese esfuerzo físico, el trabajo está limitado a personas mayoritariamente de sexo masculino, menores de 45 años y con un buen estado físico. Además, el uso de escaleras y tijeras, eleva el riesgo de accidentes laborales, por caídas, cortes y luxaciones por movimientos repetitivos o bruscos.

Actualmente existen varias iniciativas con distintos grados de avance para incorporar la poda mecánica a la producción frutícola y, en general, las experiencias se focalizan en adaptar montes frutales ya implantados a este sistema. Para ello se eliminan ramas gruesas y mal ubicadas (hacia el interfilar) durante el período invernal, para luego realizar un corte mecanizado de los crecimientos del año a fines de noviembre, principios de diciembre. Esta estrategia de intervención permite bajar costos y aumentar la productividad de la mano de obra.

De todas maneras, la adopción de la poda mecanizada en este tipo de frutales, incluso cuando se realiza desde la implantación del cultivo, se debe complementar en algunos años con la poda manual para obtener fruta de calidad para el consumo en fresco. Si el destino de la producción fuera solo para la industria de procesamiento (sidras, jugos, deshidratados, etc.) se puede pensar en un manejo de la poda totalmente mecanizado.

En términos generales se puede decir que la incorporación de la poda mecánica y los sistemas planos de producción, persiguen la posibilidad de generar dos situaciones muy divergentes pero altamente deseables: 1. La incorporación de mano de obra familiar y/o de grupos etarios o con

condiciones físicas no aptas para la poda y cosecha con escaleras. Esta posibilidad surge tanto para la conducción de las máquinas, como para las tareas manuales en árboles planos, de menor porte y adaptados al uso de plataformas autopropulsadas. 2. La incorporación de tecnología tanto de sensores remotos como proximales, la cual tiene muchas más chaces de aplicabilidad en estos sistemas de conducción plana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Ensayo 1:** Variedad: Brookfield/MI793, Distancia plantación: 4x2. Ensayo: 3 años

Se trabajó en una parcela de manzanos re-injertados en el año 2007 con la variedad Brookfield®, sobre el portainjerto MI793. Las plantas están conducidas en doble eje, en filas orientadas de N-S (desplazadas 25° hacia el Oeste c/r al Norte), con un marco de plantación de 4x2 m, irrigado por un sistema mecanizado de microaspersión acorde a las necesidades del cultivo. El manejo del monte frutal se lleva a cabo de acuerdo a las recomendaciones generales de un monte comercial de la zona.

Se evaluaron dos tratamientos: 1) Muro frutal (poda de invierno manual + poda mecánica en verde), 2) Testigo (poda de invierno manual).

**Ensayo2:** Variedad: Galaxy/MI 111/M7, Distancia plantación: 4x1,5. Ensayo: 2 años

En fruticultura, a diferencia de cultivos anuales, el potencial vegetativo no siempre es auspicioso para la fructificación de los árboles dentro de una estructura productiva limitada al lugar asignado para cada árbol. El motivo del ensayo fue reconvertir un monte frutal de más de 10 años con excesivo vigor y bajo rendimiento, y comparar dos estrategias de poda. Una estrategia fue aumentar el espacio asignado a cada planta, reduciendo la senda de tránsito de maquinarias y al mismo tiempo disminuir el vigor, aumentando las estructuras de carga de frutos. La segunda estrategia se basó en realizar una conducción de “muro frutal” con intervenciones de poda en verde o “Lorette”.

## RESULTADOS

**Ensayo 1:**

No se observaron diferencias significativas en la producción entre los dos sistemas de poda en ninguna de las tres temporadas evaluadas, tanto en el número de frutos por árbol (Tabla 1) kilogramos/árbol (Tabla 2) como peso medio de frutos (Tabla 3). En base a estos resultados se puede concluir que la implementación del muro frutal no afectó el resultado productivo del cultivo, ni en cantidad de frutos ni en el tamaño medio de los mismos. Esto concuerda con lo observado por Krueger *et al.* 2013, que determinó que los árboles podados mecánicamente son capaces de producir tantas frutas como los árboles podados manualmente, o aún más.

**Tabla 1.** Número de frutos por árbol en los tratamientos poda convencional y poda mecanizada en manzanas cv Brookfield, cosechas 2005, 06 y 07.

Tratamiento	N° frutos/árbol		
	2015	2016	2017
Poda convencional	180	283,6	389,8
Poda mecanizada	177	233,0	347,5
<i>p-valor</i>	0,86	0,29	0,5473
<i>Significancia</i>	NS	NS	NS

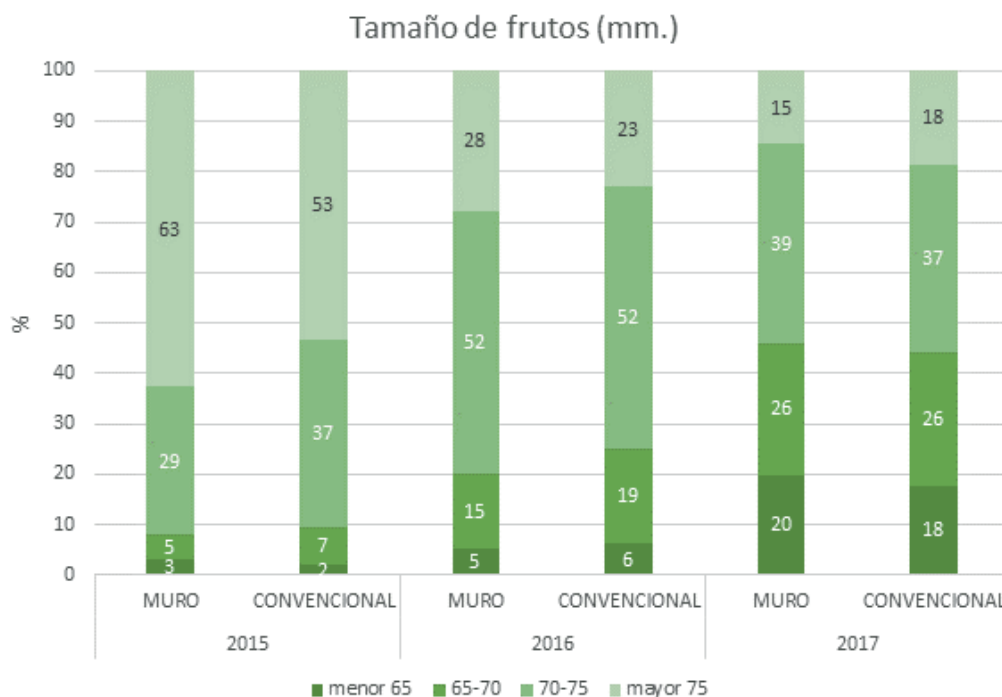
**Tabla 2.** Kilogramos por árbol en los tratamientos poda convencional y poda mecanizada en manzanas cv Brookfield, cosechas 2005, 06 y 07.

Tratamiento	Producción (Kg/árbol)		
	2015	2016	2017
Poda convencional	33,0	43,3	52,2
Poda mecanizada	31,6	35,7	48,2
<i>p-valor</i>	0,66	0,23	0,6514
<i>Significancia</i>	NS	NS	NS

**Tabla 3.** Peso medio de frutos en los tratamientos poda convencional y poda mecanizada en manzanas cv Brookfield, cosechas 2005, 06 y 07.

Tratamiento	Peso medio de fruto (g)		
	2015	2016	2017
Poda convencional	188	154,3	135,2
Poda mecanizada	185	155,1	139,1
<i>p-valor</i>	0,63	0,89	0,549
<i>Significancia</i>	NS	NS	NS

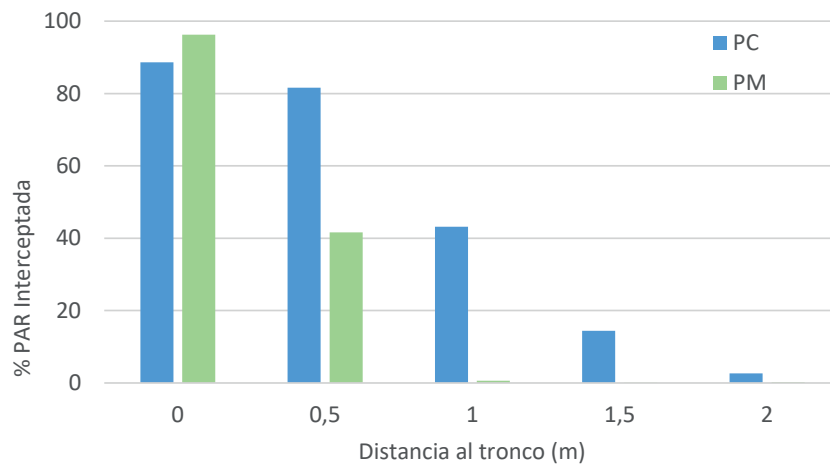
En general se pudo observar que en las plantas con poda mecanizada + manual complementaria (Muro frutal) hubo una menor proporción de frutos de tamaño pequeño (Figura 1).



**Figura 1:** Tamaño de frutos cosechados en las parcelas de ensayo de poda mecánica (muro) y poda convencional.

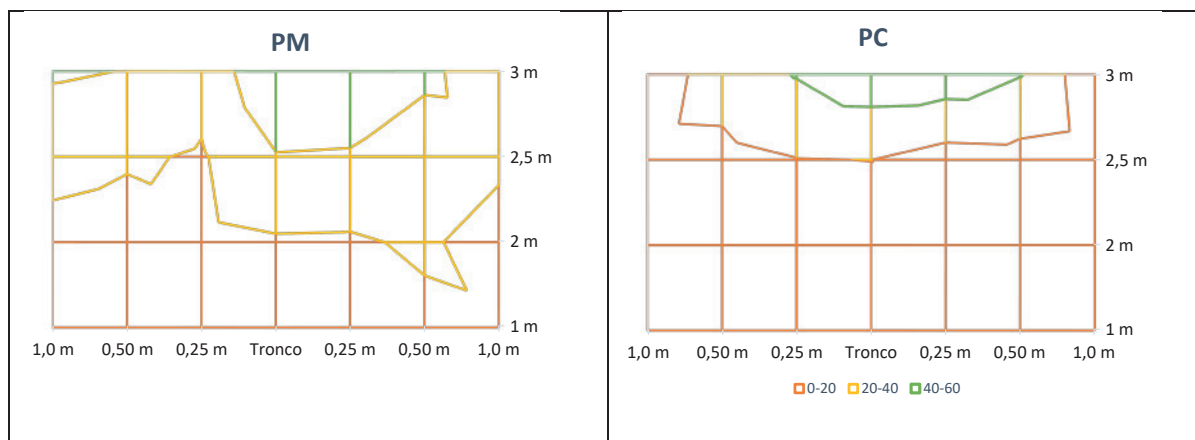
Se puede observar que la interceptación de radiación fotosintéticamente activa (PAR) en el sistema tipo muro es mayor a la altura del tronco del árbol (distancia 0) pero prácticamente nula a 1 metro de distancia, mientras que en la conducción tradicional las plantas interceptan radiación PAR hasta 1,5 metros (Figura 2). La menor interceptación de luz obtenida por el muro permitiría disminuir el

ancho de las calles para un mejor aprovechamiento del espacio y la luz, lo cual posibilitaría aumentar los rendimientos en este tipo de sistemas.



**Figura 2.** Porcentaje de radiación PAR interceptada en árboles con poda mecanizada (PM) y poda convencional (PC). Diciembre de 2016.

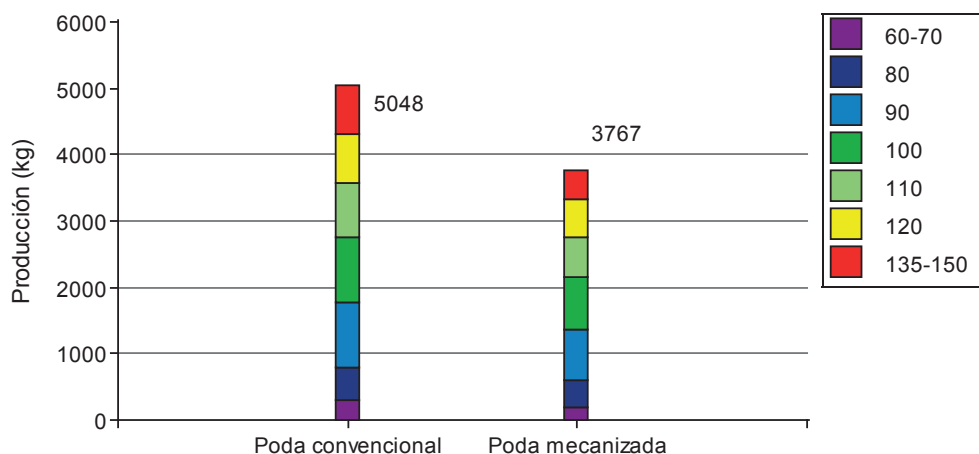
También se observó una mejor distribución de PAR dentro de la copa de los árboles del sistema con poda mecanizada (Figura 3), lo cual permitió obtener fruta con índices de madurez adecuados para la variedad (datos no mostrados).



**Figura 3.** Distribución de radiación PAR en árboles con poda mecanizada (PM) y poda convencional (PC). Diciembre de 2016.

### Ensayo2:

Si bien se observa una menor producción (25%) en la poda mecánica, la disminución está concentrada en los tamaños más chicos y más grandes, lo cual se traduce en un mayor porcentaje de las categorías comerciales de Elegido 1 y 2. También se observa una disminución en los porcentajes de descarte, especialmente por tamaño (Figura 4).



**Figura 4.** Distribución de tamaños comerciales de frutos de manzanos Galaxy.

Además del análisis de los tamaños de fruto, se evaluó el resultado económico de la producción considerando solamente los costos marginales, es decir aquellos en los que se incurrió como consecuencia de la aplicación de las diferentes tecnologías. Todos los demás costos se consideran constantes. Se observa que los valores pagados por la mejor selección comercial y la reducción del descarte, compensa la disminución de rendimiento. El muro frutal o poda mecánica genera un mayor retorno por kilogramo de fruta producida.

TRATAMIENTOS	muro frutal	Solaxe
<b>RINDE (kg)</b>	21903,00	29890,00
<b>1º ELEGIDO</b>	3386,31	3919,65
<b>2º ELEGIDO</b>	721,62	820,88
<b>3º ELEGIDO</b>	482,12	742,86
<b>COMERCIAL</b>	15,40	29,32
<b>DESCARTE</b>	-95,21	-159,55
<b>INGRESO (u\$s)</b>	5.824,43	7.146,56
<b>MO cosecha</b>	-1.314,18	-1.793,40
<b>MO poda</b>	-800,00	-1.000,00
<b>M.BRUTO</b>	<b>3.710,25</b>	<b>4.353,16</b>
<b>u\$s / kg</b>	0,17	0,15

**Tabla 4:** Costos y margen bruto de la clasificación por calidad en empaque.

## CONCLUSIONES

En general se observa que la poda mecanizada no afectó significativamente el rendimiento, ni la calidad de los frutos cosechados. Sí se observa una mejor distribución de calibres, lo que redundaría en una mejor clasificación comercial. La adaptación de un monte frutal, requiere de un tiempo de estabilización, hasta que se afianza la nueva estructura; sin embargo, a pesar de la reducción del rendimiento, el resultado comercial es aceptable. Las mayores limitaciones en la reconversión de estos montes frutales seguramente estarán relacionadas con los distanciamientos utilizados entre filas, lo que limita la intercepción y aprovechamiento de la luz incidente. Por este motivo, se está comenzando a trabajar con distancias de interfilar más reducidas y montes frutales más bajos, con el objetivo de mejorar este aspecto limitante. A su vez, los sistemas más compactos permitirán aumentar los rendimientos por hectárea y mejorar la incorporación de otras tecnologías, más eficientes y con un menor impacto ambiental.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Carbó, J. 2013. Nuevas técnicas de conducción de poda del cerezo: Mejora de la eficiencia productiva, la calidad y reducción de costes. Servicio de Recursos Agrícolas. Gob. De Aragón. Boletín N° 251. 8 p.
- CPIA-RN. 2015. Aportes para la reconstrucción de una fruticultura sustentable. Documento de trabajo, 22 pp.
- Dorigoni, A. 2013. The fruiting wall: From Hedging to window mechanical pruning. Great Lakes Fruit, Vegetable & Farm Market Expo. 3p.
- González y Behm Chang, 2008
- Krueger, W.H., Niederholzer, F.J.A., Fichtner, E. (2013). Investigation of pruning strategies for dried plums including hand, mechanical and combinations. *Acta Hort.*, 985, 201–207.
- Provincia de Neuquén, Provincia de Río Negro. 2016. Libro Blanco de la Fruticultura. 27 pp.
- Srinivasan, A. 2006. Handbook of precision agriculture: principles and applications. Haworth Press, Inc. NY. 660 p.