

# LA COSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR EN TUCUMÁN: CAMBIOS E INNOVACIONES ENTRE 1960-2005

Un estudio sociotécnico de mecanización agrícola

Marcos M. Ceconello



Editorial CEA ▶ Colección Tesis



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



La cosecha de caña de azúcar en Tucumán: cambios e innovaciones entre 1960-2005  
Un estudio sociotécnico de mecanización agrícola

Marcos M. Ceconello



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



Colección Tesis

La cosecha de caña de azúcar en Tucumán: cambios  
e innovaciones entre 1960-2005  
Un estudio sociotécnico de mecanización agrícola

Doctorado en Estudios Sociales de América Latina

Marcos M. Ceconello

## Universidad Nacional de Córdoba

Rector: Mgter. Jhon Boretto

Decana de Facultad de Ciencias Sociales: Mgter. María Inés Peralta

## Editorial del Centro de Estudios Avanzados

Centro de Estudios Avanzados, Facultad de Ciencias Sociales,

Av. Vélez Sarsfield 153, 5000, Córdoba, Argentina

Director: Marcelo Casarin

Coordinación Ejecutiva: Alicia Servetto

Coordinación Editorial: Mariú Biain

## Comité Académico de la Editorial

Magdalena Doyle

Vanessa Garbero

Bruno Ribotta

Darío Sandrone

Coordinadora Académica del CEA-FCS: Alejandra Martin

Coordinadora de Investigación del CEA-FCS: Marcela Rosales

Asesora externa: María Teresa Dalmasso

Cuidado de edición: Mariú Biain

Diagramación de Colección: Lorena Díaz

Diagramación de este libro: Silvia Pérez

Responsable de contenido web: Diego Solís

© Centro de Estudios Avanzados, 2023

---

Ceconello, Marcos M.

La cosecha de caña de azúcar en Tucumán : cambios e innovaciones entre

1960-2005 : un estudio sociotécnico de mecanización agrícola / Marcos

M. Ceconello. - 1a ed. - Córdoba : Centro de Estudios Avanzados, 2023.

Libro digital, PDF - (Tesis)

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-987-48708-7-2

1. Caña de Azúcar. 2. Mecanización. 3. Agricultura. I. Título.

CDD 633.610982



## Agradecimientos

De alguna manera, toda investigación es una obra colectiva con autoría individual. Agradezco entonces a quienes colaboraron para realizarla, un conjunto abigarrado de personas integrado por ingenieros, docentes, investigadores, técnicos, productores cañeros, contratistas y zafreros quienes, sin reserva alguna, compartieron sus conocimientos, experiencias y pasiones asociadas con los “fierros” que hacen posible la producción azucarera, una actividad que ha conformado la identidad tucumana.

A mis colegas, tanto de la Estación Experimental Agropecuaria Famaillá como de la Cátedra de Sociología Agraria, siempre dispuestos a escuchar los avances de la pesquisa y aportar sugerencias en tal sentido.

A las autoridades nacionales del INTA quienes, pese a la devastación del sistema público de ciencia y tecnología durante el período 2015-2019, mantuvieron el Programa de Formación de Posgrado concebido para mejorar el desempeño del plantel profesional.

A Daniel Moyano, apasionado estudioso del sector azucarero regional y lector incansable de las sucesivas versiones escritas de esta obra. Gran parte de las modificaciones para mejorar la redacción se debieron a sus aportes.

Por último, a mis colegas compañeros y compañeras de la cuarta cohorte del DESAL, un formidable grupo humano interesado en comprender la realidad para transformarla.





# Índice

Glosario	13
Capítulo I. Introducción	
La tecnología agrícola en la Argentina	17
Los estudios sobre la tecnología en la producción de caña de azúcar en Tucumán	19
El proceso de mecanización en la cosecha cañera en Tucumán	23
Capítulo II. Agricultura, tecnología e innovación	29
La agricultura y la mecanización	29
Tecnología, técnica, máquina y artefacto	31
La innovación tecnológica	34
Cambio tecnológico en la agricultura	36
Capítulo III. Los marcos teóricos para el estudio del cambio tecnológico	41
Los marcos teóricos para los estudios de la tecnología	41
La sociología de la ciencia	41
La filosofía de la tecnología	42
Los estudios sobre la tecnología	44
Capítulo IV. El método y las técnicas de la investigación	55
La elección del método y las técnicas de la investigación	55
La búsqueda y el análisis documental	56
Las entrevistas	59

Capítulo V. La producción de azúcar y las cosechadoras de caña	63
La producción de azúcar en el mundo	63
El quemado de la caña para la cosecha	66
Las cosechadoras de caña de azúcar	67
Las cosechadoras de caña entera	69
Las cosechadoras integrales	71
Capítulo VI. La mecanización de la cosecha cañera en el mundo	75
La mecanización de la cosecha de caña de azúcar	75
Las causas de la mecanización en la producción de caña	84
Capítulo VII. El sector azucarero de Tucumán	91
El cultivo de caña en Tucumán	91
El desarrollo tecnológico cañero	94
El período 1917-1941	95
El período 1942-1960	97
El período 1961-1985	99
El período 1986-2005	104
Capítulo VIII. La tractorización cañera en Tucumán	111
La tractorización del agro argentino y tucumano	111
La incorporación del tractor para la producción de caña de azúcar	113
Capítulo IX. El cambio en los sistemas de cosecha cañera de Tucumán	119
Los sistemas de cosecha de caña en Tucumán (1960-2005)	119
Las variables económicas	121
El sistema de comercialización de la materia prima	128
La mano de obra y la mecanización de la cosecha en Tucumán	134
El sector metalmecánico cañero de Tucumán	142
El sistema de cosecha manual de caña de azúcar	153
El transporte de la materia prima	167
El trabajo en el sistema manual de cosecha	174
El sistema de cosecha semimecánico de caña de azúcar	175

El transporte de la materia prima	187
El trabajo en el sistema semimecánico de cosecha	189
El sistema de cosecha integral de caña de azúcar	192
El transporte de la materia prima	206
Capítulo X. Conclusiones	209
Bibliografía	219



## Glosario

- Azúcar:** Nombre común de la sacarosa, molécula orgánica compuesta por dos monosacáridos, glucosa y fructosa, obtenida de la caña de azúcar, la remolacha azucarera y otros vegetales. La forma más consumida en la Argentina es el azúcar blanco cristalizado, llamado tipo A.
- Bagazo:** Residuo fibroso de la caña molida por los trapiches. Actualmente se lo emplea como combustible para la generación de energía. También se destina a la elaboración de celulosa para papel.
- Caballo de vapor (CV):** Unidad de potencia usada para clasificar a los motores de combustión interna y suele emplearse como equivalente de *Horse Power* (HP). Lo correcto es medir la potencia en vatios ( $735 \text{ W} = 1 \text{ CV}$ ).
- Cachaza:** Residuo retenido en los filtros por donde circuló el jugo de caña, debido a su contenido de materia orgánica puede utilizarse como abono. En Brasil también denomina a la bebida alcohólica destilada del mismo jugo, que en otras partes se conoce con el nombre de aguardiente de caña.
- Canchón:** Terreno empleado para la descarga de materia prima en los ingenios. Designa también al espacio alledaño, en donde los transportes esperan su turno para entregar la caña de azúcar.
- Caña de azúcar:** Especie vegetal de la familia de las gramíneas, de cuyo tallo se extrae el jugo para elaborar sacarosa. Su cuerpo, con una longitud que excede los tres metros, se compone de los canutos, o entrenudos, las yemas y las hojas.

- Cargadero:** Estación de trasbordo, pesada y eventual acopio de los paquetes de caña. Ubicado en lugares con acceso a los caminos principales o ramales férreos, fueron insustituibles durante el período de la cosecha manual.
- Estiba:** Depósito temporal de paquetes de caña que los ingenios acumulaban para asegurar su provisión de materia prima. Con la adopción de la cosecha mecanizada esta práctica se hizo innecesaria.
- Ingenio:** Fábrica de azúcar, sinónimo de industria. Palabra que originariamente denominó al establecimiento que usaba fuerza hidráulica, proveniente de un curso de agua. En Cuba y otros países de América Central también llamado central, y en Brasil, a partir del uso del vapor, usina.
- Maloja o malhoja:** Residuo vegetal, producto del pelado y despuntado de las cañas cosechadas, equiparable al rastrojo. Técnicamente, su nombre es residuo agrícola de cosecha (RAC) y es incorporado al suelo como abono o recolectado para forraje y combustible.
- Tablón:** Parcela donde se cultiva caña de azúcar, aunque tradicionalmente equivalió a 100 surcos –unas dos hectáreas– con el avance de la mecanización incrementó su superficie. La separación entre tablones se denomina callejón, espacio de cinco o seis metros de ancho para el tránsito de la maquinaria.
- Transmisión hidráulica:** Transmisión de energía mediante un fluido, casi siempre aceite de baja densidad. El sistema se compone de una bomba que envía líquido a presión a un motor, que convierte esta energía hidráulica en mecánica. La capacidad de respuesta de estos sistemas, unida a la posibilidad de transmitir grandes potencias, los ha hecho esenciales para las máquinas agrícolas modernas.
- Transmisión mecánica:** Transmisión de energía mediante fricción, ya sea con engranajes, poleas, correas, cadenas o embragues. Su eficiencia es mucho menor que la transmisión hidráulica.
- Trapiche:** Molino rudimentario, movido por fuerza humana o animal, para moler caña de azúcar. Originalmente, una estructura de madera compuesta por tres cilindros verticales y una batea o depósito para contener el jugo. En Tucumán, también designa al conjunto de cilindros metálicos que muele el vegetal.

Trash: Cantidad de residuos, integrada por trozos de hojas, despunte, tierra, piedras, etc., que acompaña a la carga de materia prima y el ingenio descuenta como una proporción del peso total entregado.

Zafra: El período de cosecha de caña, con una duración aproximada de entre 120 y 140 días. Normalmente, desde fines de mayo, o principios de junio, hasta fines de noviembre. Nombre también usado en otros países azucareros americanos.

El glosario se elaboró con el aporte de los entrevistados y las siguientes obras de referencias: Schleh (1953), Paladini (1969), Olmos (1993), Rosenzvaig (1997) y Santamaría García (2005).





## Capítulo I. Introducción

### La tecnología agrícola en la Argentina

Al igual que en la mayoría de los países periféricos, el modelo agropecuario argentino está basado en el aumento de la producción y de la productividad de bienes exportables, como materias primas y alimentos de origen agrario con escaso valor agregado, que permitan el ingreso de divisas para equilibrar su balance comercial. Para lograr este objetivo, el desarrollo tecnológico se orientó prioritariamente hacia innovaciones basadas en la incorporación de insumos y capital generado fuera del propio sistema productivo –semillas, maquinaria, agroquímicos–, mediante procesos de transferencia generalmente acríticos de la tecnología originada en países desarrollados hacia contextos sociales, productivos y ambientales diferentes (Dagnino y Thomas, 2000).

La innovación tecnológica agropecuaria, concebida bajo un enfoque modernizador, se concentró en la región pampeana, también denominada zona núcleo<sup>1</sup>. En esta superficie de casi 30 millones de hectáreas, caracterizada por la elevada fertilidad de sus suelos y excepcionales condiciones agroclimáticas, la aplicación de tecnologías buscó la maximización de ganancias y acompañó, por acción u omisión, procesos que pueden generar degradación ambiental cuando se aplican algunos sistemas de labranza e insumos sintéticos que llevan a balances negativos de nutrientes y provocan erosión de los suelos (Manuel-Navarrete *et al.*, 2005). Además, cuando la producción es realizada en grandes superficies se facilita la obtención de la escala económica necesaria para incorporar, por ejemplo, cosechadoras inteligentes<sup>2</sup>, pulverizaciones terrestres y aé-

---

<sup>1</sup> La innovación tecnológica más difundida en este territorio es la siembra directa para el cultivo de soja RR. Un sistema productivo que combina tecnología mecánica –sembradora diseñada para siembra directa–, biológica –semillas transgénicas resistentes a herbicidas– y química –empleo de fertilizantes y fitosanitarios sintéticos–.

<sup>2</sup> Máquinas equipadas con sensores electrónicos y mecanismos que permiten incrementar su eficiencia de trabajo.

reas de productos sanitarios, fertilización localizada, monitoreo sistemático de plagas, sistemas de gestión de información, banderilleros satelitales y mapeos de rendimiento; lo que estimula, en un círculo vicioso, la incorporación de nuevas tecnologías que favorecen la concentración productiva (Manuel-Navarrete y Gallopín, 2007).

En la Argentina el uso de la siembra directa, el silo bolsa y la agricultura de precisión para el cultivo de granos –cereales, oleaginosas y leguminosas– ha permitido, además de elevar los rendimientos por superficie cultivada, disminuir entre 1995 y 2010 de 12 a 1,6 la cantidad de horas hombre por hectárea y por año (Bragachini, 2010). Aunque por una cuestión de intereses comerciales la semilla de soja es el componente más visible de este complejo agrícola, los niveles actuales de productividad serían imposibles de alcanzar sin las máquinas sembradoras de siembra directa, las pulverizadoras y las cosechadoras. Un escenario que genera una demanda estimada en “7.000 tractores, 1.300 cosechadoras, 800 pulverizadoras autopropulsadas y 3.000 sembradoras...” (Bragachini, 2018: 28). Cifras que denotan la importancia de la tecnología mecánica.

Por fuera de la región pampeana, y a consecuencia de la diversidad de los ambientes agroecológicos existentes, en el sector agrícola argentino prosperan, además de los cereales y las leguminosas, otras especies vegetales. Un grupo importante de ellas está representado por los denominados cultivos industriales, es decir, aquellos que necesitan alguna transformación para su mejor provecho. Su procesamiento industrial “... supone un fuerte valor agregado, una cierta garantía de estabilidad de la producción y la generación de una fuerte actividad económica y de empleo en el ámbito de las regiones productivas” (Bongiovanni y Gilletta, 2012: 1). El complejo agroindustrial está compuesto de diferentes eslabones de una cadena productiva, donde destaca, en primer lugar, la fase agrícola y, en etapas subsiguientes, los establecimientos fabriles que procesan la materia prima, propia o adquirida a terceros, para convertirla en otras clases de productos.

En el país, la superficie total destinada a los cultivos industriales, cercana a la cifra de 1,2 millones de hectáreas, abarca principalmente la producción de algodón, caña de azúcar, maní y yerba mate, que suma alrededor de un millón de hectáreas, y también incluye el tabaco, el té y la mandioca, entre otros. A lo largo del tiempo, en la producción comercial de la mayoría de ellos, se incorporaron innovaciones mecánicas,

como fue el caso de las cosechadoras de algodón y de caña de azúcar, que modificaron las tareas agrícolas más tradicionales y reconfiguraron el sector productivo.

## **Los estudios sobre la tecnología en la producción de caña de azúcar en Tucumán**

El actual complejo agroazucarero de Tucumán cuenta con 150 años de existencia y constituyó, junto al sector vitivinícola de la región de Cuyo, uno de los primeros complejos agroindustriales en el país. Además de su persistencia temporal, otra característica notable es que tanto el cultivo de caña como los establecimientos fabriles, denominados ingenios, se ubican fuera de la zona pampeana y la casi totalidad del producto final, el azúcar, es destinada al mercado interno.

El área cañera tucumana conforma un conglomerado tecnológico, social y productivo, en donde existe un alto nivel de integración entre las organizaciones científicas, industriales y del Estado. En consecuencia, la actividad agroindustrial azucarera ha impulsado una serie de procesos sociales que configuraron el territorio provincial (Morandi y Bustos, 2011). Desde 2010 el cultivo de caña de azúcar ocupa, en promedio, unas 250.000 hectáreas y, en lo referido a la productividad, entre 1990 y 2007 el rendimiento creció de 38,7 a 69 toneladas por hectárea, como resultado de la incorporación de nuevas variedades, la mecanización de la cosecha y otras innovaciones. Como sector productivo su aporte económico es fundamental para la provincia: hasta 2002 incluía poco más de 5.300 productores cañeros (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2019), que abastecieron de materia prima a los 15 ingenios que elaboraron las dos terceras partes del azúcar producido en el país –el tercio restante fue procesado por los establecimientos ubicados en Salta y Jujuy–. Además, genera 20.000 puestos de trabajo y cuenta con instalaciones para ser el principal productor de alcohol del país (Ministerio de Desarrollo Productivo, 2017).

Debido a su persistencia temporal, el aporte económico de la actividad a las finanzas provinciales, la cantidad de empleo generado, las innovaciones tecnológicas incorporadas y los vínculos sociales establecidos entre los integrantes del sector agrícola y el industrial, casi siempre conflictivos, los estudios sobre el complejo agroazucarero tucumano son numerosos, abordan temas diversos y emplean distintos enfoques teó-

ricos. Las investigaciones para el caso de las ciencias agrarias, originadas mayormente en las organizaciones científicas y tecnológicas provinciales, principalmente la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) y la Estación Experimental Agropecuaria Famaillá (EEAF), del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), fueron fundamentales para mejorar el desempeño de la agroindustria local, pero estuvo centrado en el mejoramiento genético de la caña de azúcar, su sanidad y las prácticas culturales para elevar los rendimientos. El desarrollo de tecnología mecánica para el sector agrícola cañero, salvo casos aislados, no estuvo entre sus prioridades (Mora y Araujo y Orlandsky, 1978), pese a que llevaron a cabo —y lo continúan haciendo— numerosos trabajos<sup>3</sup> sobre variables relacionadas con su uso eficiente, orientado a la búsqueda de una mayor productividad y rentabilidad económica. Por consiguiente, la visión que predomina en este sector científico se vincula principalmente con el tema de la adopción tecnológica, antes que ahondar en otras cuestiones complementarias (Brieva y Juárez, 2018). Se concibe así una relación lineal entre oferta y demanda de tecnología, dejando de lado el contexto en donde se generó, quiénes y para qué la produjeron, las características de la misma y los intereses y expectativas de los diferentes actores sociales que intervienen en la generación, adopción y adaptación del dispositivo tecnológico. Sin embargo, existen algunos trabajos recientes (Giancola *et al.*, 2012; Gutti, 2015; Jaldo Álvaro *et al.*, 2016; Biaggi, 2018), que abordan los vínculos entre la tecnología y los agentes sociales de manera más integrada.

En lo que respecta a las Ciencias Sociales el panorama resulta similar, la mayoría de los estudios realizados sobre el sector azucarero<sup>4</sup> se relacionan con enfoques históricos y sociológicos, también de tipo antropológico, en donde el componente tecnológico, cuando aparece, es analizado de manera tangencial y accesorio. De este modo, el análisis

---

<sup>3</sup> Por ejemplo: Acevedo (1981), Cárdenas y Diez (1993), Bliss (1975), Cerrizuola (1988), Cerrizuola y Hemsy (1967), Fernández de Ullivarri (1962a), Fogliata (1995), Fogliata y Morín (1989), González Terán y Gargiulo (1981), González Terán y Scandaliaris (1988), J. Mariotti (2008), Olea, Romero, *et al.* (1993), Ponce y Haro (1979), Romero *et al.* (1988), Scandaliaris *et al.* (1993), Scandaliaris, Pérez Zamora y Martín (1992), Scandaliaris *et al.* (1988), Vallejo (2018), Vicini y Vicini (2010).

<sup>4</sup> Ver: Cortés (1969), Delich (1970), Bilbao (1972), Canitrot y Sommer (1972b), Giarraca (1999a, 1999b), Giarraca y Aparicio (1991), González (1972), Gras (1994), Gras, Bidaseca y Mariotti (2000), M.C. Bravo (2017b), León (1999), Nassif (2015b), Ortiz de D'Arterio (2007), Osatinsky (2012), Slutzky (2016).

de la actividad azucarera se relacionó con dos posturas: una, con el lugar de los pequeños productores cañeros en la estructura agraria tucumana, su papel como eventual reserva de mano de obra para la cosecha y su posición subordinada al sector fabril. La otra, con los problemas ocasionados por la mecanización, como el desempleo, la migración de obreros y los conflictos sociales. Ambas posturas centradas en las consecuencias de la innovación tecnológica incorporada antes que en sus características como tal.

Ante el escenario descrito, esta investigación realizada pretendió superar los análisis más frecuentes, pero en gran medida incompletos, sobre las consecuencias directas de los procesos de mecanización, como la pérdida de puestos de labor debida al uso de la maquinaria. Por lo tanto, partió de relacionar los cambios técnicos y las innovaciones tecnológicas, ocurridas en los sistemas de cosecha de caña, con las condiciones sociales y económicas acaecidas durante un período histórico conflictivo, que reconfiguró la composición del sector azucarero provincial.

La elección de la actividad de cosecha obedeció a que es el nexo fundamental entre la parte agrícola y la industrial. Esta fase, sumada a la etapa de transporte de la materia prima, representa entre el 50 y 60% de los costos totales de producción de la caña de azúcar y es la que moviliza la mayor cantidad de recursos económicos. También es la tarea que requiere la mayor cantidad de mano de obra de todo el ciclo productivo y la que utiliza la tecnología más costosa. Además, el gradual paso de la cosecha manual hacia la cosecha mecanizada se produjo en un período social conflictivo y caracterizado por condiciones económicas que alteraron la estructura de precios relativos y dieron lugar a modificaciones profundas en los sistemas de comercialización de la materia prima. Por lo tanto, todos los cambios ocurridos tuvieron consecuencias sociales y económicas de consideración.

En la medida que fue necesario, con el fin de ofrecer una mejor interpretación de los hechos, se desplazó el foco de la investigación para incluir otras tareas del cultivo de caña de azúcar o se integró etapas posteriores a la cosecha, como en el caso del transporte y la entrega de la materia prima en el ingenio, en donde las innovaciones fueron más simples, pero igualmente significativas. Por último, en lo referido a la dinámica tecnológica fabril, se agregó el análisis de lo acontecido con el sector metalmecánico tucumano, que tuvo un progresivo desarrollo y un destacado rol durante la década de los años 1970, para casi desapa-

recer poco tiempo después, cuando cambiaron abruptamente las condiciones macroeconómicas.

La elección del período estudiado, 1960-2005, se justifica en que la primera fecha coincide con el inicio de la tractorización y con la introducción de la primera cortadora de caña en la provincia de Tucumán, después de más de 100 años de cosecha manual. El año 2005 marcó un límite legal al empleo de la quema de caña y también fue el momento en que se consolidó un mercado concentrado de tecnología para el sistema de cosecha integral.

El enfoque teórico elegido, afín al área de los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), enfatiza las consecuencias sociales de los desarrollos científicos y tecnológicos y permite superar los análisis parciales de los procesos de innovación tecnológica (Glavich, 2000). Este conjunto de perspectivas conceptuales sostiene que todas las tecnologías son humanas y socialmente construidas. Como no existe una relación causal y determinista sociedad - tecnología, al mismo tiempo las sociedades son tecnológicas, las tecnologías son sociales y las personas son seres socio-técnicos (Thomas, Fressoli y Lalouf, 2013). Por lo tanto, el éxito de una tecnología no se explica solo por sus cualidades técnicas intrínsecas ni es resultado de un desarrollo progresivo y lineal, también está determinado por elementos no técnicos, que incluyen las disputas en torno a su significado que le atribuyen sus usuarios (Santos, Garrido y Thomas, 2007).

El método de análisis empleado, concebido como un arte para seleccionar y combinar las técnicas más adecuadas al objeto de estudio (Marradi, 2002), tiene un fuerte arraigo en la sociología (Wright Mills, 1961; Denzin y Lincoln, 1994; Wolcott, 2004) y se tradujo en una tarea que combinó conocimientos teóricos, experiencias, determinados insumos y habilidades operativas, para develar el problema abordado. Las técnicas empleadas fueron el análisis documental y la entrevista en profundidad que, organizadas como actividades paralelas y complementarias, permitieron triangular la información. En definitiva, la estrategia metodológica seguida buscó interpretar el fenómeno de los cambios y las innovaciones tecnológicas como producto de las complejas relaciones articuladas entre la tecnología y la sociedad, y superar las visiones centradas en la maximización económica o bien en el “natural” progreso de un sector.

La recopilación y el análisis documental abarcaron artículos cientí-

ficos, manuales de procedimientos, informes técnicos, revistas científicas y técnicas, censos, encuestas, tesis de posgrado, libros, boletines, folletos, catálogos, diarios y fotografías sobre el problema estudiado. Las entrevistas en profundidad, efectuadas entre febrero de 2017 y febrero de 2019, incluyeron una muestra de 19 personas integrada por: agricultores cañeros de distinta escala productiva, contratistas de cosecha, excosecheros, investigadores y asesores técnicos, tanto del sector público como del privado. Además, de manera presencial o mediante comunicaciones digitales, se realizaron numerosas consultas a una cantidad similar de personas versadas en el tema.

Conocer los motivos que determinaron los cambios de los diferentes sistemas de cosecha de caña de azúcar, además de posibilitar una mejora en los procesos de generación y transferencia de tecnología, también contribuirá a incrementar el conocimiento sobre un sector poco analizado bajo la perspectiva de los estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): una agroindustria pionera en su tipo, con más de 150 años de historia, asentada en una región extrapampeana y unida a la sociedad tucumana mediante múltiples relaciones.

## **El proceso de mecanización en la cosecha cañera en Tucumán**

A pesar de los años transcurridos desde el inicio de la moderna agroindustria azucarera a fines del siglo XIX, no se registraron cambios sustanciales en la tecnología mecánica usada para el cultivo hasta la adopción masiva del tractor, proceso que se inició en los años 1960. En ese contexto, el caso de la cosecha de caña resulta más notable todavía ya que, salvo iniciativas esporádicas y escasas, fue casi íntegramente manual hasta mediados de la década de 1970. Anualmente, las tareas de cortado, pelado, despuntado y cargado de los tallos de caña de azúcar a los carros, para su transporte a los ingenios, demandaron un esfuerzo físico extraordinario por parte de unas 100.000 personas durante el apogeo de los períodos de zafra. Una de las mayores crisis de la actividad, originada por la sobreproducción de materia prima y la consecuente caída de su precio, ocasionó que la dictadura encabezada por el general Juan Carlos Onganía cerrara de modo compulsivo, entre 1966-1967, 11 de los 26 ingenios existentes por entonces; lo que generó la migración de miles de trabajadores y un proceso de reacomodamiento de la estructura del sector industrial que estimuló, entre otros cambios, la adopción

del sistema de cosecha semimecánico –que requería de una máquina cargadora– y, unos años después, el sistema integral, donde una cosechadora realizaba las tareas de despuntado, corte, trozado, pelado y cargado de la materia prima en carros acoplados tirados por tractores.

El proceso de mecanización de la cosecha de caña de azúcar en la Argentina fue contemporáneo a la de otros países latinoamericanos, como Brasil, pero posterior a la de Cuba, en donde se inició luego del triunfo de la revolución de 1959. En EE.UU. y Australia, este proceso comenzó hacia fines de los años 1930 y se aceleró en el período posterior a la Segunda Guerra Mundial, aunque basado en sistemas y tecnologías diferentes: el “semimecánico” con cosechadoras tipo “soldado”<sup>5</sup> en Norteamérica y el “integral” con máquinas cosechadoras del mismo nombre en el segundo país, pionero además en la construcción de este tipo de artefactos. Al inicio, la mecanización tucumana tomó como modelo el sistema semimecánico de Estados Unidos para orientarse años después –en la etapa de la cosecha integral– hacia la alternativa australiana, que no abandonó hasta el presente. Junto a la aparición del sistema de cosecha semimecánico, el pelado manual de la caña fue paulatinamente reemplazado por el uso del fuego para quemar las hojas, lo que permitió una importante reducción de los costos y la cantidad de mano de obra (Felipe, 2013).

La cosecha integral de caña fue introducida en Tucumán en los inicios de los años 1970, primero con maquinaria importada de Australia y Alemania Occidental, aunque también existieron dos empresas locales que comercializaron otros tantos modelos. Sin embargo, más de una década después, a mediados de los años 1980, el volumen de caña cosechada por este sistema solo alcanzó la quinta parte del total. Por otro lado, las recomendaciones a quienes empleaban esta modalidad se pueden resumir en lo afirmado por Ponce y Haro (1979), cuando expresaron que los productores debían adaptar sus plantaciones a los requerimientos de los equipos mecánicos, y no esperar que estos se adaptaran a las condiciones del cañaveral.

En la década de 1970 Tucumán tuvo un notable desarrollo de la industria metalmeccánica, llegando a diseñar, construir y comercializar maquinaria tan compleja como las cosechadoras integrales, además de otras más simples como cortadoras, carros de transporte para caña y nu-

---

<sup>5</sup> Por la manera en que dejaban la caña cortada sobre el suelo.



merosos implementos agrícolas para el cultivo. Proceso que se mantuvo, con altibajos, hasta las primeras crisis económicas de los años 1980. Por el contrario, todas las cosechadoras usadas desde finales del siglo XX fueron importadas, al igual que las empleadas actualmente. Cabe destacar que las cosechadoras integrales, diseñadas originalmente en Australia, fueron concebidas en un contexto signado por la escasez de mano de obra y para las condiciones productivas de aquel país –agricultores de tipo empresarial y superficies de medianas a grandes– muy distintas a las de Tucumán, en donde predominaban las parcelas de tamaño reducido y los cañeros minifundistas. El elevado precio, las tareas de mantenimiento y las horas de trabajo necesarias para la amortización de la maquinaria, son otros factores a tener en cuenta.

A fines del siglo XX, en la provincia coexistían los tres sistemas de cosecha mencionados, más o menos adaptados a las características productivas de los distintos tipos de productores. En líneas generales, los pequeños productores empleaban el sistema manual o el semimecánico y los medianos y grandes, incluidos los ingenios, el sistema semimecánico combinado con el integral; con el paso del tiempo, esta última modalidad de cosecha fue abarcando cada vez mayor superficie y actualmente alcanza, por lo menos, al 80% de la superficie cultivada. Sin embargo, esta tecnología, además de su mayor costo, trajo aparejados otros problemas, entre ellos la compactación del suelo y el aumento de las pérdidas debidas a la caña caída<sup>6</sup>, que la máquina no colecta, el deshojado deficiente y el incorrecto trozado. Los inconvenientes para maniobrar las cosechadoras en parcelas pequeñas, la necesidad de disponer de calles de circulación interna más anchas o de espacios adecuados para el trasbordo –que disminuyen la superficie cultivada–, son otras cuestiones que deben considerarse. Por otro lado, la oferta de mano de obra para la cosecha manual se hizo cada vez más restringida y el sistema semimecánico se simplificó hasta incluir solamente el cargado mecánico. Tampoco es posible disociar el sistema de cosecha de las operaciones de carga y transporte, las condiciones de entrega de la materia prima al ingenio, la logística que implica la operación de maquinaria compleja y el uso eficiente de los recursos.

El empleo del fuego para despojar a la caña de sus hojas, práctica

---

<sup>6</sup> En Tucumán, la longitud de una caña de azúcar madura supera los tres metros. Es frecuente que debido al viento o a la excesiva humedad del suelo, los tallos se “vuelquen” dificultando el trabajo de la cosechadora.

aplicada masivamente desde los años 1980 para bajar los costos de cosecha, fue prohibido a partir de 2004 por la Ley provincial 7459, debido a las consecuencias negativas ocasionadas para el medio ambiente y la salud pública. Esta imposición legal redujo aún más las opciones a los agricultores cañeros, sobre todo a los que usaban la cosecha semimecánica. La máquina integral moderna, en cambio, tiene la capacidad de cortar las cañas, trozarlas en porciones más pequeñas, pelar los tallos sin el auxilio del fuego y depositarlas en un contenedor para su posterior traslado, proceso conocido como cosecha “en verde”. En contraposición, su precio de venta y los costos de operación y mantenimiento la hacen una herramienta poco accesible –salvo en el caso de grandes productores y empresas– además de que la oferta actual está en manos de solo dos fábricas trasnacionales de maquinaria agrícola. Existe, en cambio, una innovación que ha permanecido casi sin variaciones desde su aparición en la segunda parte de la década de 1960. Se trata del carro de vuelco lateral, cuya particular versatilidad lo ha convertido en un integrante hasta ahora irremplazable de los sistemas semimecánico e integral, a pesar de la existencia de los carros de autovuelco, más modernos, que incorporan sistemas hidráulicos para su operación y control.

Una investigación de Giancola *et al.* (2012), que analizó el proceso de adopción tecnológica con una mirada más abarcadora, estableció que la cosecha de caña de azúcar, mediante el uso de una máquina integral, incrementaba la productividad del cultivo pero, en el caso de los pequeños y medianos productores, existían varios aspectos a resolver antes de su empleo. Entre ellos, la existencia del sistema semimecánico de cosecha, más adaptado a este tipo de explotaciones; el tamaño y la calidad del trabajo de las máquinas cosechadoras disponibles; la escasez de mano de obra capacitada para conducir las; la logística necesaria para el transporte de la materia prima y su recepción por parte del ingenio, todos temas no previstos por los técnicos en primera instancia. En el mismo sentido, el trabajo de Jaldo Álvaro, Ortiz y Biaggi (2016), que definió a la mecanización cañera como un proceso caracterizado por avances y retrocesos –atribuidos mayormente al mercado del azúcar y a las políticas económicas de los gobiernos de turno–, remarcó el actual predominio del sistema integral de cosecha, con su impacto negativo sobre la demanda de mano de obra, y la necesidad de generar tecnología con la participación de los distintos actores para incrementar la equidad social y cuidar el medioambiente. Por su parte, Biaggi (2018) indagó el cam-

bio tecnológico en los pequeños productores cañeros, centrado en el proceso de toma de decisiones para la adopción de la cosecha integral, afirmando que la mecanización implicó mucho más que el reemplazo de la mano de obra por una máquina. En todo caso, se trata de un cambio asociado con el aumento de escala productiva y la concentración de las explotaciones, que contribuye a modificar la estructura del sector agrícola azucarero.



## Capítulo II. Agricultura, tecnología e innovación

### La agricultura y la mecanización

Durante siglos el ejercicio de la agricultura se asentó en la práctica consuetudinaria de ensayo-error y la trasmisión oral, mientras que el conocimiento escrito sobre el tema provino de algunos tratados, inaccesibles para la mayoría de los agricultores, compilados desde los inicios de la invención de la escritura, hacia los años 3000 a.C. La asociación entre agricultura y mecanización, hoy un binomio inseparable, es una consecuencia de los desarrollos tecnológicos ocurridos durante la Revolución Industrial<sup>1</sup> del siglo XVIII y que continuaron de manera intensa en los siglos XIX y XX. Algunos hitos fundantes de la agricultura mecanizada fueron: la invención de la trilladora fija del escocés Meikle en 1788, la desmotadora de algodón del estadounidense Eli Whitney en 1793, la cortadora de forraje de Cook en 1794 y la segadora de cereales de Cyrus McCormick en 1831. Todas estas innovaciones mecánicas estuvieron acompañadas por un contexto de descubrimientos en biología, genética, bioquímica y otras ramas del conocimiento aplicado a las especies vegetales, entomología, fitopatología y edafología, que sentaron las bases para una agricultura basada en los principios del método científico (Álvarez Abril, 2011; Carozza, 2007) e impulsaron las prácticas de rotación de cultivos, la fertilización y abonado de los suelos, el control de malezas por medios químicos y, con la mejora de los motores de combustión interna, el desarrollo de máquinas fijas más eficientes y luego, desde los

---

<sup>1</sup> Mokyr (1987) diferencia cuatro las escuelas de pensamiento empleadas para analizar la Revolución Industrial: la escuela del cambio social, la escuela de la organización industrial, la escuela macroeconómica y la escuela tecnológica; aunque reconoce que muchos trabajos al respecto son imposibles de clasificar.

albores del siglo XX, el reemplazo de la tracción animal para la labranza por los vehículos autopropulsados, representados por el tractor agrícola; seguido por las segadoras de forrajes y las cosechadoras de cereales.

Una clasificación empleada reiteradamente por la ciencia agropecuaria ordena a las tecnologías agrarias, o a las innovaciones originadas por las aplicaciones de ellas, en cuatro grupos: mecánicas, químicas, biológicas y agronómicas. Estas últimas, también llamadas de “manejo”, implican combinaciones eficaces de las tres primeras. Algunos autores suman las tecnologías de gestión, vinculadas con la organización y la administración de la empresa, como un quinto grupo (N. Domínguez, Orsini y Beltrán, 2010; Piñeiro y Obschatko, 1985). El conjunto de maquinarias, insumos y su organización para producir un cultivo determinado se denomina “paquete tecnológico” (Amaya Guerrero, 2016; Bisang, 2003; Maldonado, 2019). Este agrupamiento, de tipo operativo, incluye precisamente a los cuatro pilares de la modernización agrícola: mecanización, semillas mejoradas<sup>2</sup>, fertilizantes y pesticidas, definidos por Montecinos (1996) cuando analizó críticamente las consecuencias de este modelo productivo en América Latina; entre ellas la pérdida de la diversidad genética, el deterioro del medioambiente y el menosprecio del saber hacer de los agricultores. En la mayoría de los casos, la mecanización inicia un proceso de homogenización de los sistemas de cultivo que favorece la especialización, de manera similar a lo que sucede en una producción industrial.

A lo largo de la historia de la agricultura, gran parte de la innovación mecánica estuvo centrada en la mejora de las herramientas para labrar el suelo y en el desarrollo de máquinas para la cosecha. La preparación del suelo para la siembra siempre necesitó de un notable esfuerzo físico por parte de trabajadores y animales de tiro. El desarrollo de nuevos implementos para instalar rejas, discos y cinceles, unido a la difusión del tractor, fueron esenciales en el proceso de modernización agropecuaria. La etapa de cosecha, debido a las características biológicas de los productos obtenidos, sobre todo en el caso de los cereales, necesitó el concurso de una gran cantidad de mano de obra, en un tiempo relativamente corto, para realizar distintas tareas –corte, recolección y trilla–, que se vieron facilitadas cuando se incorporaron las cosechadoras mecánicas.

---

<sup>2</sup> Obtenidas mediante cruzamientos controlados, como las semillas híbridas o las más actuales producto de la ingeniería genética.

En la producción agropecuaria actual, sin desconocer la importancia de las semillas modificadas genéticamente y los productos sanitarios, las innovaciones mecánicas todavía tienen un papel protagónico. Entre los cambios más notables que se produjeron sobresale la aparición de la máquina cosechadora autopropulsada que, desde mediados del siglo pasado, y a medida que fue perfeccionada, posibilitó el ahorro de tiempo y, eventualmente, una disminución de costos operativos. Como contrapartida, originó el reemplazo de miles de trabajadores agrícolas, la generación de nuevos puestos de trabajo especializado y la modificación de la organización del sistema productivo. También tuvo influencia sobre la estructura agraria y los resultados económicos de los agricultores, en la medida de que su precio era tan elevado que solo estaba al alcance de un reducido número de ellos.

## **Tecnología, técnica, máquina y artefacto**

El significado del concepto tecnología es difuso y engloba varias acepciones, propias de distintos períodos históricos. La más básica y común de todas la asocia con objetos tangibles o artefactos como vehículos, satélites artificiales y computadoras; desde las luces LED hasta los microprocesadores incluidos en las tarjetas inteligentes, pero también en variados equipos para el confort hogareño o destinados al diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Un segundo nivel la relaciona con las actividades humanas vinculadas con aquellos objetos como las tecnologías de información y comunicación, incluyendo el diseño, la fabricación y el manejo de este tipo de máquinas. Por fin y más cercano a su significado original, asignado en la antigua Grecia hace más de 2000 años, se refiere a un tipo de conocimiento: abarca tanto aquello que los humanos conocen, como lo que hacen con las máquinas y los procesos de producción relacionados (Bijker, 2005). En realidad, esta última definición corresponde no tanto al concepto de tecnología como al de *téchnē*. “Como se puede leer en Platón, Aristóteles y muchos otros, la *téchnē* era sencillamente esto: un conjunto de conocimientos eficaces que se acompaña además con el conocimiento de las razones o causas por las cuales el procedimiento es eficaz” (Montoya Suárez, 2008: 299). Conocimientos que tiene por finalidad crear algo, un objeto, un producto extrínseco al individuo, lo que implica también el saber - hacer o *know-how* (Kussler, 2015).

Sin embargo, aunque es frecuente usarlos como sinónimos, *téchnē* y técnica no son términos equivalentes. Para los antiguos griegos la *téchnē* suponía una forma de arte, que buscaba integrar al hombre en la naturaleza para satisfacer sus necesidades. Un proceder que incluía, además del conocimiento, componentes estéticos, filosóficos e ideológicos (González y Hernández, 2000). De manera gradual, con el desarrollo de la ciencia moderna y el sistema capitalista, la técnica se convirtió en una relación instrumental entre medios y fines debido a que la pretensión humana cambió, ya no se trató de convivir con la naturaleza sino de dominarla, para alcanzar su potencial en todos los campos. La tecnología, en cambio, concebida como un producto de la ciencia y casi exclusivamente asociada con la fabricación y el uso de máquinas más o menos complejas, es un concepto nacido durante la Revolución Científica de los siglos XVI y XVII y la Revolución Industrial del siglo XVIII, procesos que profesionalizaron la práctica científica, desarrollaron conceptos y métodos para acceder al conocimiento e institucionalizaron lo que se conoce como ciencia moderna (Quintanilla Navarro, 2006; Montoya Suárez y Jaramillo, 2007). En otras palabras, la tecnología es un cuerpo de conocimientos científicos que permite solucionar problemas prácticos de forma sistemática y racional (Quintanilla, 1998). De este modo, la tecnología está asociada con el conocimiento codificado y transmisible, mediante protocolos o procedimientos, basado en el método científico experimental, mientras que la técnica forma parte de un “saber hacer”, una forma de conocimiento tácito, casi artesanal, basado en la experiencia práctica y dificultoso de codificar para su transmisión.

Con una postura similar, pero más orientada a los resultados obtenidos, Jorge Sábato, un precursor de los estudios sobre ciencia, tecnología y desarrollo en Latinoamérica, sostuvo que la tecnología era un conjunto de conocimientos utilizados para la producción y comercialización de bienes y servicios. Esta definición, muy vinculada a la política estratégica y, en primera instancia, solo relacionada con elementos intangibles, fue perfeccionada por el mismo autor cuando afirmó que los conocimientos científicos se integraban con otros, producto de la experiencia práctica, ensayos, pruebas o de alguna aptitud específica como podía ser la destreza manual de un operario. Además, la tecnología podía presentarse de manera similar a un bien físico, una máquina, y otras veces contenida en procedimientos escritos o en personas con el *know-how* necesario, similar a un bien de capital; aunque en la mayoría de las



veces era fruto de una combinación entre ambas versiones (Sábato, 1975). Por lo tanto, un concepto integrador de la tecnología debe incluir tanto los objetos materiales, herramientas y máquinas, como los conocimientos, provenientes de la ciencia formalizada y de la práctica que, además, pueden ser codificados o tácitos. De este modo, la tecnología no debe reducirse a la aplicación mecánica de conocimientos, una concepción que resulta falsa porque menosprecia al trabajador, supuestamente dedicado a labores rutinarias y repetitivas que no exigen un esfuerzo intelectual (Sennett, 2009).

Actualmente, aun cuando subsisten numerosos enfoques historicistas que identifican a la tecnología con la aparición de alguna máquina en particular, una gran parte de las ciencias sociales tiene una concepción universalista de la tecnología y la identifica con el uso de artefactos mediadores entre el hombre y su entorno (García Arregui, 2012). Así, el significado de artefacto técnico remite a un objeto material producido con la intención de solucionar un problema práctico, de manera eficaz y eficiente (Lawler y Vaccari, 2016).

Un concepto comparable con el de artefacto técnico, pero de tipo operativo, fue planteado en la década de 1930 por Mumford (1992). Luego de criticar a los análisis que fijaban su atención solamente en el uso de las máquinas y las herramientas<sup>3</sup> –porque dejaban de lado otros elementos igual de importantes para el progreso técnico–, sostuvo la existencia de otros componentes que denominó utensilios, aparatos y obras. Aclaró también que la denominación de máquinas, además de los desarrollos mecánicos complejos, debía incluir los mecanismos más simples, pero no por ello menos importantes, como el torno de alfarero o las perforadoras rudimentarias. Los utensilios, en cambio, abarcan toda clase de cestos, vasijas y depósitos, que fueron esenciales para el traslado y la conservación de los alimentos. En tanto los aparatos se refieren a instalaciones como hornos para cocer cerámica o el fundido de metales. Por último, la clasificación de obra queda reservada para lo que puede denominarse infraestructura de transporte y energía, por ejemplo, caminos, acueductos, vías de ferrocarril y redes de transmisión eléctrica. De esta manera, el conjunto de conocimientos y habilidades –elementos

---

<sup>3</sup> Aunque una herramienta y una máquina son artefactos técnicos, la primera depende de la habilidad y la fuerza del operador, pero al mismo tiempo es más flexible. Por el contrario, la máquina se caracteriza por su automatismo, la repetición constante de la misma acción; por lo que es poco flexible y acentúa la especialización (Mumford, 1992).

intangibles— más las máquinas, los utensilios, los artefactos y las obras constituyen un complejo tecnológico. Noción similar a la de sistema técnico, en donde además de los artefactos técnicos se incluyen a las personas que intencionalmente los utilizan, diseñan o controlan (Quintanilla, 1998); y relacionado también con el concepto de sistema sociotécnico de Thomas (2013), que propone un abordaje constructivista para superar la división artificial entre tecnología y sociedad como entidades independientes. Aunque algunas definiciones, como las empleadas por Mumford, puedan ser imprecisas en ciertos casos, es innegable que las propuestas que analizan la tecnología mediante una concepción integral —con las máquinas y los artefactos como componentes esenciales—, pero necesariamente conectados con otros factores —tanto o igual de importantes—, son las más adecuadas porque ninguna máquina trabaja en forma aislada de la sociedad o sin la intervención de los humanos.

## La innovación tecnológica

La palabra tecnología suele asociarse con innovación, término definido en las primeras décadas del siglo XX como “... cualquier forma de hacer las cosas de manera diferente” (Schumpeter, 2002: 63) y que, además, se concibió como un factor interno de cada empresa que contribuye a la evolución del sistema económico capitalista. La obtención de nuevos productos, la apertura de nuevos mercados, el uso nuevas materias primas y las mejoras en la organización del proceso productivo, son todos ejemplos de innovación. Cabe reconocer que el estudio de la innovación, aun con su significado más restringido, asociado casi exclusivamente con la mejora de los resultados económicos de las empresas, no dejó de lado factores sociológicos que enmarcaron el proceso en una concepción más integral, como fue el caso de los obstáculos que podían originarse en los ambientes o contextos que no favorecían los cambios innovadores (Schumpeter, 2002).

Si bien todavía continúan vigentes las ideas sobre la relación entre la innovación y los resultados económicos, este enfoque tradicional, basado en las conductas individuales y aisladas de los emprendedores, ha incorporado modificaciones que amplían su alcance. En este sentido, se destacan los aportes de los llamados neo-schumpeterianos o evolucionistas, como Nelson y Winter, que vinculan la innovación con el conocimiento y la tecnología, pero en relación con otros agentes sociales

y variables. Por ejemplo, la demanda de los consumidores y las oportunidades de comercialización pueden influir en el éxito de un producto en el mercado. Así, la innovación tecnológica, en sus inicios solo concebida para generar éxitos económicos, fue incorporando otras cuestiones sin un interés comercial directo, como las relacionadas con el cuidado del medio ambiente o la equidad social. La innovación como sistema, planteada en los trabajos de Lundvall, también está relacionada con el enfoque evolucionista. En esta concepción es fundamental la influencia innovadora de las instituciones, que forman parte de un sistema social más amplio, sobre las personas y sus organizaciones. De este modo, la innovación aparece como un proceso dinámico, en donde la difusión de información, las nuevas ideas y la transferencia de conocimientos son factores esenciales. Los análisis del sistema pueden ser en el nivel regional, nacional o internacional. Tanto la corriente evolucionista como la sistémica cuestionan la concepción lineal de la innovación y proponen modelos interactivos que ponen énfasis sobre las interacciones entre la ciencia, la tecnología y en cada etapa del proceso innovador (Redes, 1996).

Por otro lado, debido a la creciente importancia que tiene el papel de la innovación en el resultado de las empresas, y su contribución al crecimiento económico, varios organismos internacionales vinculados con el tema han elaborado numerosos documentos para diagnosticar y estimular este fenómeno. Una referencia ineludible son las sucesivas ediciones del Manual de Oslo de 1992, 1997, 2005 y 2018, aunque su campo de aplicación está restringido al ámbito de la empresa y en esencia continúa asociado a los resultados económicos logrados en el mercado, es un material que permite constatar las modificaciones que ha sufrido el concepto de innovación. En la edición de 1992 se puso énfasis en las llamadas innovaciones tecnológicas de producto y de proceso introducidas en las empresas manufactureras. Para 1997 se incorporó el análisis del sector empresarial de servicios y se trataron, en un anexo, las innovaciones de organización, llamadas no tecnológicas. Este término se dejó de lado en la edición de 2005 del manual citado, que redefinió a la innovación como la utilización de nuevo conocimiento, un nuevo uso o la combinación de conocimiento ya existente y las clasificó en cuatro grupos: innovaciones de producto, de proceso, de organización y de mercadotecnia. En lo referido a los atributos o cualidades del concepto sostuvo que la innovación: a) Se asocia con la incertidumbre

sobre el resultado de la misma. b) Implica una inversión de activos materiales o inmateriales. c) Está afectada por el spillover<sup>4</sup>, es decir el efecto que tiene la innovación sobre otros sectores que, sin producirla, reciben los beneficios de su aplicación. d) Busca la mejora de los resultados de la empresa a través de la reducción de costos, el aumento de la demanda, la mejora de la misma innovación o una combinación entre estas variables (OCDE - Eurostat, 2007).

Por último, la edición 2018 del Manual de Oslo (OECD - Eurostat, 2018) clasifica nuevamente las innovaciones en dos categorías principales, productos y procesos, y modifica, de una manera más concreta, el significado de innovación para definirlo como un producto o proceso nuevo o mejorado, o una combinación de ellos, que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la organización y que está disponible para usuarios potenciales –en el caso de un producto– o puesto en uso por la unidad –cuando se trata de un proceso–.

En suma, es posible constatar que, a lo largo del tiempo, en las definiciones subsisten algunos elementos comunes y propios del proceso de innovación, como la incertidumbre sobre el resultado final y su relación con otros factores externos, sobre todo sociales y económicos. Por otro lado, el concepto se fue desligando de su nexo con el conocimiento previo, como requisito indispensable, para desplazarse al resultado más concreto y evidente de su aplicación, tanto productos como procesos. Esta circunstancia permite establecer claros vínculos entre las nociones de herramientas o máquinas, tecnología e innovación y efectuar un análisis integral de la innovación. Un fenómeno complejo que no puede ser reducido al resultado del proceso, plasmado en un dispositivo tangible, sino que también será necesario conocer su génesis, los factores que lo hicieron posible y las consecuencias, buscadas y no buscadas, que genera su aplicación concreta (Rodríguez y Rodríguez, 2013).

## **Cambio tecnológico en la agricultura**

Las ciencias agrarias, por razones vinculadas con su desarrollo histórico y social, son un ejemplo de la separación entre ciencia y tecnología. En efecto, proponen, casi exclusivamente, un conocimiento objetivo y neu-

---

<sup>4</sup> El significado de la palabra es derrame o desborde, pero normalmente se emplea la expresión en inglés.

tral aplicable a diferentes contextos. Este modelo, basado en la aplicación del método científico experimental, en condiciones controladas de laboratorio y diseños experimentales en parcelas, para las pruebas en terreno, fue el predilecto para generar ciencia. La etapa del empleo o la aplicación posterior de estos conocimientos se dejó en el ámbito de la tecnología, que también postuló, aunque de manera menos precisa y sistemática, sus reglas y alcances. A pesar de las evidencias en contrario, esta es la idea que todavía predomina en la profesión de ingeniero agrónomo. La racionalidad técnico-instrumental, el “cómo hacer”, es el principio que guía el desarrollo de la mayoría de las tecnologías, sin considerar la complejidad del contexto. Por lo tanto, “El ingeniero piensa el razonamiento científico en términos de demostración y no de argumentación” (Albaladejo, 2014: 109), situación que lo induce a esperar, ante la evidencia de lo demostrado, un proceso de adopción tecnológica por parte del productor.

En la Argentina, la organización pública más destacada en la generación de tecnología para el sector agropecuario es el INTA, creado en 1956. Frecuentemente, la tarea de este tipo de organizaciones privilegió un modelo lineal de la innovación, caracterizado por la transmisión de mensajes de manera unidireccional desde un emisor con conocimientos, hasta un receptor carente de ellos (Servaes, 2000). Actualmente el INTA cuenta con más de 6.500 agentes distribuidos en todo el territorio nacional y, de acuerdo con Alemany (2003), en sus más de seis décadas de existencia, atravesó cuatro períodos históricos: el “paradigma educativo” (1956-1976), seguido del proyecto “transferencista” (1976 - inicio de los años 90), el “ajuste estructural y privatización de la extensión” (1990 - hasta inicios del nuevo siglo) y una etapa de transición, todavía en curso. A pesar de que todos los períodos mencionados influyeron sobre los enfoques conceptuales de los procesos de innovación tecnológica, en muchos análisis continuó el predominio de las cuestiones asociadas con la reducción de gastos o el incremento de la productividad y, a la fecha, son escasas las investigaciones que los describan y expliquen con un enfoque integrador<sup>5</sup>. Limitaciones que sugieren que parte del problema de la innovación en la Argentina es el predominio del “modelo lineal de generación, transferencia y adopción de tecnología, con importantes limitaciones para el desarrollo de tecnologías que tengan en

---

<sup>5</sup> Ver al respecto Goulet y Giordano (2018) y Escolá, Bodrero y Merigo (2018).

cuenta la complejidad de los aspectos productivos, sociales, económicos, ecológicos y culturales” (INTA, 2014: s/n)<sup>6</sup>.

En general, para las grandes empresas y los productores capitalizados, se considera que el acceso a la tecnología no necesita de ningún estímulo externo. La innovación tecnológica será incorporada de acuerdo con su precio de mercado y los resultados económicos que determine su adopción, lo que supone una concepción economicista y neutral de las innovaciones tecnológicas. Con el mismo enfoque modernizador, los pequeños productores, sin inserción efectiva en el mercado, deben ser objeto de acciones concretas para que incorporen la tecnología disponible en sus sistemas productivos. La mayoría de las referencias encontradas, para este tipo de agricultores, desplaza el foco de las innovaciones tecnológicas disponibles hacia las causas de su no adopción; es decir suponen la existencia de obstáculos o falencias en el comportamiento de los posibles adoptantes, que les impiden ser agentes económicos racionales antes que analizar la calidad de la oferta tecnológica. Otra característica de los estudios de adopción de tecnología es su hincapié en las tecnologías de manejo –por definición no apropiables–, dejando de lado las mecánicas, químicas y biológicas, pasibles de apropiación y por lo tanto factibles de comercializar.

La contracara de las explicaciones basadas en la racionalidad económica de los agentes son las de cuño culturalista. El concepto de cultura, mencionado en muchos trabajos y definido difusamente como una conjunción de saberes, valores y creencias, se emplea tanto para explicar el éxito como el fracaso de la difusión tecnológica propuesta, sin avanzar en otras causas. Tanto los análisis economicistas como los culturalistas suponen racionalidades y comportamientos universales, o mercados perfectos, que se ajustan ante cualquier circunstancia, y rara vez indagan sobre la tecnología propiamente dicha.

Sin embargo, existe un conjunto de investigaciones que se apartaron de las explicaciones lineales. Algunas reconocieron que el asesoramiento técnico no siempre respondía a las necesidades y expectativas de los agricultores (Cittadini y Pérez, 1996). De manera similar, Li y Bottaro (2011) determinaron que el éxito de un proceso de cambio tecnológico se debía a la integración de factores extraeconómicos, entre ellos el co-

---

<sup>6</sup> Resumen ejecutivo del proyecto específico: Procesos sociotécnicos de innovación en los territorios.

nocimiento de los productores y las características del territorio. Otros estudios, aunque basados en la maximización de los ingresos monetarios, reconocieron una diferencia conceptual entre la disponibilidad de una tecnología en el mercado y su accesibilidad, sobre todo cuando se trata de pequeños productores (Cap, Giancola y Malach, 2010). Accesibilidad que puede verse limitada por cuestiones contextuales, ajenas a los agricultores (Cap y González, 2004). Por último, algunos investigadores enfocaron las limitaciones a la adopción tecnológica con una perspectiva vinculada con la productividad obtenida por la tecnología incorporada, considerando además aspectos sociales y ambientales (Giancola *et al.*, 2012; Giancola *et al.*, 2014; Bonatti *et al.*, 2015; Ondo Misi *et al.*, 2015). Aunque los hallazgos mejoraron el conocimiento de los sistemas productivos, casi no se avanzó en el análisis de cuestiones estructurales asociadas con la innovación tecnológica, como distribución y acceso a la tierra, y algunas otras coyunturales, pero de importancia, como los canales de comercialización y el acceso a los mercados. De este modo, la concepción de la tecnología, considerada universalmente aplicable y neutral, continuó sin cambios.

En síntesis, aunque la agricultura como proveedora de alimentos y fibras textiles necesitó desde sus orígenes un conjunto de técnicas, herramientas simples y tracción animal, fue a partir de la Revolución Industrial del siglo XVIII, junto con la formalización de la actividad científica, cuando se asoció con la tecnología. Sobre todo, para las tareas que demandaban mayor esfuerzo físico, como la labranza, o una gran cantidad de personas, como la cosecha. De esta manera, la tecnología mecánica, representada por la incorporación de nuevas máquinas y herramientas, se convirtió en un componente fundamental del sistema de producción agrícola contemporáneo.

Por otro lado, en las ciencias agrarias, donde todavía predomina la racionalidad técnico-instrumental entre medios y fines, la tecnología es vista como una aplicación del conocimiento científico. Por consiguiente, la mayoría de los estudios sobre innovación tecnológica agropecuaria analizan las causas de su adopción, antes que analizar los artefactos tecnológicos y su relación con el contexto y las necesidades de sus usuarios. Sin embargo, existe un número creciente de investigaciones que, con el auxilio de las ciencias sociales, critican esta concepción lineal de la tecnología y abordan la cuestión de una manera más integradora, dejando de lado la supuesta neutralidad tecnológica. En este sentido, la sección

siguiente presenta un panorama sobre el interés de las ciencias sociales, la filosofía y la historia por la tecnología y precisa el marco teórico empleado para el abordaje del problema estudiado.



## Capítulo III. Los marcos teóricos para el estudio del cambio tecnológico

### Los marcos teóricos para los estudios de la tecnología

Cuando Pinch y Bijker (2013) analizaron la numerosa bibliografía existente sobre ciencia y tecnología, concluyeron que es posible clasificarla en tres conjuntos que, de acuerdo con su objeto de estudio, se refieren a: la sociología de la ciencia, la filosofía de la tecnología y los estudios centrados en la tecnología. A su vez, este último grupo incluye a tres corrientes, más o menos estructuradas, aunadas en torno a la innovación, la historia y la sociología de la tecnología.

### La sociología de la ciencia

Durante el período histórico en que la sociología inicia su desarrollo como ciencia, fines del siglo XIX y comienzos del XX, también lo hace el positivismo, que tuvo una influencia muy marcada sobre ella. El positivismo consideró que la ciencia es la expresión más depurada de la razón y está aislada de cualquier condicionamiento externo. Esta posición, denominada “internalista” se enfrentó con la “externalista” (E. Medina, 1983), se basó en el relativismo que concibió “... a la ciencia ante todo una actividad social y humana, una más de las emprendidas por la humanidad para lograr conocimientos sobre el mundo...” (Vázquez Alonso *et al.*, 2001: 143), sin excluir otras vías posibles para dicho fin.

El Programa Fuerte<sup>1</sup> de la Sociología del Conocimiento Científico, originado en la Escuela de Edimburgo durante las primeras décadas del

---

<sup>1</sup> El adjetivo de fuerte se debió al objetivo de avanzar en el estudio de las ciencias llamadas duras, en oposición a las blandas, que incluyen a todas las ciencias sociales.

siglo XX, fue otro precursor del externalismo, al sostener que el conocimiento científico está influenciado por los contextos históricos y sociales. En este sentido, la sociología debe ser imparcial respecto a las creencias consideradas tanto verdaderas como falsas, porque ambas son construidas socialmente y las explicaciones se encuentran en el mundo social, no en el natural. Otras visiones externalistas más extremas, de raíces khunianas<sup>2</sup> o paradigmáticas, desplazaron su interés del conocimiento científico hacia los científicos que lo producían. De este modo, el objetivo de la sociología de la ciencia es la relación entre las prácticas científicas y los contextos –culturales y materiales– dentro de los cuales se desarrollan (E. Medina, 1983). En definitiva, aunque las diversas corrientes externalistas pueden emplear abordajes y métodos distintos, “existe un amplio consenso acerca de que puede mostrarse, y de hecho se ha mostrado en profundidad, que el conocimiento científico está socialmente construido” (Pinch y Bijker, 2013: 22). Esta última comprobación implica que la tecnología, íntimamente relacionada con la ciencia, también es influida por los factores sociales.

## La filosofía de la tecnología

En la filosofía de la tecnología se distinguen dos corrientes contrapuestas: la filosofía analítica o epistemológica y la filosofía humanista. La filosofía humanista<sup>3</sup> tiene su foco de atención en los impactos de la tecnología y su valoración ética, por lo general asociado con los aspectos negativos. Por su parte, la filosofía analítica, que implícitamente valora a la tecnología como positiva o neutral, sostiene que la solución a los problemas planteados por su empleo concierne a la propia investigación tecnológica (M. Medina, 1995). Expresado de manera sintética, la filosofía analítica de la tecnología, a veces denominada enfoque ingenieril, trata de explicar el mundo a través de la tecnología –sus conceptos, métodos, productos objetivos–. Por lo contrario, la filosofía de la tecnología de origen hu-

---

<sup>2</sup> Por Thomas Kuhn, físico e historiador de la ciencias que publicó, en 1962, su libro más conocido, *La estructura de las revoluciones científicas*, en donde cuestiona “... la noción de una verdad absoluta, la elección de teorías como una actividad gobernada por principios autónomos y universales de racionalidad” (Ramón, 2004: 37).

<sup>3</sup> Esta concepción fue propia de la filosofía occidental clásica, en donde la técnica –saber cómo–, considerada mera aplicación práctica, quedó subordinada a la teoría –saber por qué–, forma superior del conocimiento (M. Medina, 1995).

manista busca “penetrar en el significado de la tecnología, sus vínculos con lo humano y extrahumano: arte, literatura, ética, política y religión” (Mitcham, 1989: 82). El predominio del conocimiento teórico sobre el práctico y la tecnología vista como aplicación de la ciencia, es una característica de esta concepción que subsiste hasta la actualidad.

Existe, sin embargo, un tercer grupo de interpretaciones más relacionadas con el ejercicio de la técnica y la innovación tecnológica. Entre ellas sobresale la obra de Gilbert Simondon, quien asumió el riesgo de pensar la técnica como parte de la cultura y no como una amenaza a los valores humanísticos, en una época todavía atravesada por las atrocidades de las guerras de los años 40 y 50 y las crisis económicas del capitalismo que fueron atribuidas, en parte, a los adelantos tecnológicos. Para este autor, obviar u olvidar la técnica, supone ignorar la empresa fundamental de la humanidad (Blanco *et al.*, 2015). Simondon (2015), en “Cultura y técnica”, artículo publicado en 1965, asimiló los conceptos de cultura y cultivo de plantas y animales como formas de acción técnica. El análisis, que parece a propósito de los objetivos de las ciencias agrarias, sostiene que las personas no tienen problemas en reconocer que los animales criados por los seres humanos para su provecho implican favorecer algunas cualidades y limitar otras. De este modo, un cerdo engordado o una vaca lechera tienen poco en común con los mismos animales en estado salvaje. El encierro, la disponibilidad y calidad de los forrajes, las aplicaciones de vacunas, los controles de la función reproductiva, son algunas de las técnicas aplicadas. Algo similar sucede en el caso de los vegetales cultivados, son un resultado de la selección intencional, los injertos, las podas o la polinización forzada. En animales y plantas se modifican y crean otro tipo de adaptaciones al medio, dependientes de la asistencia técnica. De tal forma, estos organismos vivos se convierten en artificios porque son productos de la tecnicidad (Simondon, 2015).

Mientras que la técnica es vista solo como una organización de medios con vista a fines utilitarios, se supone a la cultura desinteresada y dirigida hacia valores humanísticos, pero se olvida que se trata de una tarea similar a la de un agricultor, resultado de una acción directa de un hombre sobre otro u otros, equiparable a la aplicación de una técnica; que busca algún aprendizaje o la constitución de hábitos determinados. “Sería más justo entonces no utilizar el término «técnica» para oponerlo al término «cultura»: la «cultura» y la «técnica» son una y otra activida-

des de manipulación, y por lo tanto son técnicas: son incluso técnicas de manipulación humanas...” (Simondon, 2015: 22). Por lo tanto, se debe concebir la técnica como acto que modifica voluntariamente la cultura para aumentar las chances humanas de mejorar sus posibilidades de progreso.

## Los estudios sobre la tecnología

Como se mencionó, en este grupo de estudios, enfocado en la tecnología propiamente dicha, es posible definir tres corrientes: los estudios sobre la innovación, la historia de la tecnología y la sociología de la tecnología. Además, existe otro conjunto de abordajes más complejo de clasificar, porque integra varias perspectivas derivadas de otras ciencias como la filosofía, la historia, la economía y la sociología.

Los estudios sobre la innovación están centrados en conocer las causas del éxito de la misma y abordan la organización de la empresa, la gestión, las características del mercado y los factores macroeconómicos. Para Giannetti (1994) esta forma de presentar la innovación tecnológica es propia de la corriente estructuralista, asociada con el concepto del “paradigma khuniano” que, además, contiene elementos propios del determinismo tecnológico. Algunas propuestas la enfocan en un proceso o un sector definido; por ejemplo, Dosi, en lo que define como trayectoria tecnológica, y Nelson y Winter en el ámbito empresarial. En general, todas estas corrientes comparten una concepción lineal del proceso de innovación, similar a la sostenida por las corrientes internalistas de la ciencia. Estas visiones incorporan algunos conceptos ampliamente difundidos, desarrollados por Nathan Rosenberg<sup>4</sup>, un economista que analizó el cambio técnico, pero no en forma aislada sino en relación con los sucedidos en la economía y la historia (Vegara Carrió, 1994). Uno de ellos sostiene que una innovación tecnológica compleja mejora durante su etapa de uso, mediante un proceso de “*learning by doing*” –literalmente aprender haciendo o usando–. Otro supuesto es que las innovaciones, una vez aplicadas en cierta dirección, generan un “*path*

---

<sup>4</sup> Este autor sostuvo que la tecnología no puede ser entendida como una mera aplicación de la ciencia. En todo caso, el progreso científico está modelado por cuestiones tecnológicas y económicas (Rosenberg, 2006). También se ocupó de analizar el papel cumplido por la incertidumbre en los cambios tecnológicos y el papel que estos cumplen en el crecimiento económico (Rosenberg, 1994).

*dependent*<sup>5</sup>, una trayectoria que bloquea o cierra las opciones a otro tipo de innovación que, incluso, puede ser más eficiente, pero sin posibilidad de realización en el marco del paradigma dominante. Una variante de estas concepciones teóricas, debido a su interés en las cuestiones económicas, se denomina economía evolucionista (EE). Para la EE no importa tanto la tecnología en sí misma, sino el resultado de su aplicación en los resultados económicos.

La historia de la tecnología produce estudios sobre las innovaciones tecnológicas con un enfoque que puede situarse entre dos extremos: uno de ellos, identificado con el determinismo tecnológico, el otro, cercano al constructivismo. En el centro se ubicaría el “determinismo blando”, una posición que considera las interrelaciones y la influencia mutua entre la tecnología y los complejos sociales, políticos, económicos y científicos, interpretados históricamente (Riera, 1999). Otro inconveniente que menciona este autor es que, por lo general, los historiadores conocen poco sobre las técnicas y, viceversa, los técnicos no tienen formación en historia; por lo tanto, muchos trabajos son descriptivos y generalistas.

En los comienzos del siglo XX Edgerton (2004), contrario al determinismo tecnológico, criticó otras tendencias de la historia de la tecnología. Entre las más importantes, destacó la preferencia por abordar innovaciones antes que procesos de difusión y adaptación de tecnología. En consecuencia, pocas veces se estudia el uso de tecnologías de uso generalizado, al considerarlas viejas u obsoletas<sup>6</sup>. Algo similar ocurre con las innovaciones que se generan a partir del uso tecnologías que, por estar basadas en mejoras incrementales incorporadas a través de un tiempo considerable, suelen ser poco visibles o, incluso, empleadas en actividades catalogadas socialmente como ilegales<sup>7</sup>. Tampoco están muy

---

<sup>5</sup> Innovaciones dependientes del camino ya iniciado.

<sup>6</sup> Por ejemplo, se suele considerar a la generación de energía eléctrica a partir del carbón como una tecnología propia de los siglos XVIII y XIX, cuando el consumo mundial de este combustible no ha decrecido demasiado con el paso de los años. China extrae y consume casi la mitad del total del carbón mundial para la generación de energía termoeléctrica; países desarrollados, como Alemania y EE.UU., también son grandes consumidores.

<sup>7</sup> “... no soy el único historiador que quisiera ponerle las manos encima a la información clasificada que existe sobre laboratorios de drogas ilegales, que indudablemente, en 30 años de evolución han llegado a producir cocaína y heroína de alta pureza en medio de la selva tropical en instalaciones provisionales y camufladas; o de historiar los alucinantes sistemas de transporte ilegal de drogas que van desde la inserción de material en el cuerpo

presentes otros temas, como los conflictos de intereses entre los trabajadores y los empresarios o los obstáculos culturales a los procesos de adopción. A esto se le agrega que las realidades tecnológicas son muy distintas dependiendo de los países, sobre todo entre los desarrollados y no desarrollados, y los períodos temporales. En este sentido, también se deben rescatar otras actividades valiosas, como la ingeniería inversa, el ensamblado de artefactos, el mantenimiento de maquinarias, la gestión tecnológica y educación técnica, más allá de la visión idealizada del inventor transformado en un héroe solitario. De acuerdo con Saldaña (2013), a pesar de las falencias señaladas, para el caso de los países latinoamericanos, los estudios históricos tienen una gran utilidad porque son indicadores de muchos desarrollos tecnológicos que han tenido lugar en la región, aun cuando hayan tenido poca difusión y se desconozca el sentido político de la tecnología, al mismo tiempo una forma de conocimiento y acción transformadora. Con una posición semejante a la expuesta, Ordoñez (2007) sostuvo que la interpretación dominante en la historia de la técnica, difundida por enciclopedias y manuales, asocia el desarrollo tecnológico con la ocurrencia de hitos fundantes, tipo línea de tiempo, determinados por grandes saltos cualitativos denominados, por ejemplo, Revolución Neolítica y Revolución Industrial o, en una segunda versión, basado en el predominio del empleo de algún material o recurso en particular, como en el caso de las llamadas Edad del Bronce y Edad del Hierro, desconociendo que el desarrollo tecnológico no depende solo de las innovaciones en sí mismas, ni de la genialidad de los inventores, sino del uso que la sociedad hace de ellas.

La crítica al desarrollo tecnológico entendido como un cambio revolucionario fue planteada por Basalla (2011), cuando adoptó el concepto de evolución biológica para explicar el desarrollo de numerosos inventos a lo largo de la historia. En su análisis, en donde cuestionó a la necesidad como causa de la inventiva –porque a veces el invento impulsa la necesidad–, explicó el desarrollo tecnológico como un proceso de cambio gradual y acumulativo; pero sin dejar de reconocer los saltos disruptivos que originaron algunas máquinas<sup>8</sup>, aunque los mismos es-

---

de las «mulas» hasta el uso de submarinos de fabricación doméstica o de aviones a control remoto” (Valderrama, 2001: 23).

<sup>8</sup> Entre los numerosos casos estudiados estuvo la desmotadora para algodón para fibra corta, inventada por Ely Whitney alrededor de 1795. Además de establecer que la máquina fue una mejora evolutiva de otras anteriores, sostuvo que su uso masivo se debió

tuvieran más relacionados con los resultados del uso de la tecnología en un contexto determinado, antes que con el invento.

Sobre la disputa entre visiones evolutivas y revolucionarias de la historia de la técnica, Serres (1995) afirmó que es incorrecto considerar un único proceso evolutivo, sino que se trata de tres corrientes, caracterizadas por la tecnología predominante y actividad económica principal, que se interrelacionan y se influyen entre sí a lo largo del tiempo. De este modo, el período basado en la tecnología mecánica se asoció con el desarrollo de la agricultura; el de la tecnología termodinámica con la actividad industrial; y el de la tecnología informática –en el presente–, identificado con los desarrollos en el sector de servicios. Sin embargo, son innegables las interrelaciones entre las corrientes evolutivas y los cambios generados a partir de estas. Una prueba concreta es el caso de la agricultura, basada durante siglos en la tecnología mecánica, cuando se incorporaron los tractores, propio de la tecnología termodinámica, o las innovaciones de la ingeniería genética, que fueron posibles a partir del desarrollo de la informática para el procesamiento de datos. Por lo tanto, la historia de la tecnología también debe considerar el “... hilo diacrónico que va del pasado hacia el futuro, pero también al hilo sincrónico que vincula los tipos tecnológicos entre sí y con sus entornos social y ambiental” (Ordoñez, 2007: 204).

En consecuencia, a partir de los años 80 del siglo pasado, los estudios históricos de corte externalista tuvieron una mayor difusión que los clásicos enfoques deterministas y fue posible conocer, en varios países de América Latina, entre ellos Brasil, México, Perú y Colombia, un conjunto de investigaciones vinculadas a la denominada historia social de la tecnología. Tendencia que también se observó en Venezuela y la Argentina, aunque más orientada al sector industrial (Thomas, 2010), lo que supone un esfuerzo por indagar el desarrollo tecnológico a partir de los procesos de cambios evolutivos y sus múltiples interrelaciones sociales.

En la sociología de la tecnología es posible definir dos tendencias, una de tipo estructuralista o paradigmático, similar al enfoque de las innovaciones, y otra asociada con un proceso de construcción social de la tecnología. La corriente constructivista, crítica de los enfoques paradigmáticos, se sustenta en tres principios:

---

tanto a la genialidad del inventor “... como a las condiciones ambientales, sociales, económicas y políticas que favorecieron el cultivo de algodón en Norteamérica y otros lugares” (Basalla, 2011: 51).

El éxito o el fracaso (funcionamiento) de un artefacto tecnológico no puede explicarse exclusivamente por sus cualidades técnicas intrínsecas sino como el resultado de un complejo interjuego de elementos sociales, políticos, económicos y técnicos.

Las características técnicas de su diseño también están determinadas por este conjunto de elementos “no técnicos”, que incluyen las disputas en torno a los significados que le atribuyen al artefacto los distintos actores involucrados en su desarrollo y utilización.

El desarrollo tecnológico no es el resultado de un proceso progresivo y lineal en el que las sucesivas generaciones de artefactos solucionan los problemas que surgen en el uso de la anterior, sino que en virtud de la influencia de la variedad de elementos señalados, este proceso resulta múltiple y en ocasiones contradictorio (Santos, Garrido y Thomas, 2007: 2).

Para Giannetti (1994), el constructivismo enfatiza el papel del protagonista de la innovación. Este, que puede ser una persona o un grupo, es quien asigna un significado a la tecnología y busca influir en su desarrollo para adecuarla a sus intereses. Además, como siempre existen otros actores con intereses similares o distintos, la innovación será una consecuencia de la interacción entre todos ellos. Postura compartida por Valderrama (2004), cuando afirmó que el desarrollo de una tecnología es el resultado de una negociación entre distintos grupos sociales, a partir de las interpretaciones que tienen sobre ella.

Análiticamente se distinguen dos grandes corrientes en los estudios constructivistas de la tecnología: una de tradición europea y británica, llamada Estudios sobre Ciencia y Tecnología, con una postura más asociada con lo teórico/descriptivo, que busca conocer cómo los factores sociales determinan los desarrollos científicos tecnológicos. La segunda corriente, conocida en castellano como estudios de Ciencia Tecnología y Sociedad<sup>9</sup> (CTS), de tradición norteamericana, está vinculada con un carácter menos teórico, pero más crítico y valorativo, enfatiza las consecuencias sociales de los desarrollos científicos y tecnológicos (Glavich, 2000).

Las corrientes más difundidas del constructivismo son la Construcción Social de la Tecnología –CST o SCOT, por sus siglas en inglés– de Pinch, y Bijker y la Teoría del Actor Red –TAR o ANT, por *Actor Network Theory*–, concebida por Latour y Callon (R. Rocha, 2014). Aunque el Programa Empírico del Relativismo (PER) fue desarrollado por Co-

---

<sup>9</sup> En inglés *Science, Technology and Society (STS)*.



llins y Pinch para el análisis de la producción del conocimiento científico, también emplea conceptos funcionales para el enfoque constructivista (Valderrama, 2004). Tanto la CST como el PER, debido a que la ciencia y la tecnología están íntimamente ligadas, prefieren hablar de sistemas sociotécnicos, un modelo en donde los intereses de los grupos sociales relevantes legitiman los problemas y su solución tecnológica (Ramírez Sánchez, 2007; Thomas, 2013).

En la TAR, a veces llamada Sociología de la Traducción<sup>10</sup>, las personas y sus organizaciones no son el centro exclusivo del análisis. En este caso el sistema sociotécnico también está integrado por no humanos, llamados “actantes”, que conforman una red o “un tejido sin costuras”. Los actantes pueden ser máquinas, dispositivos, herramientas, pero también libros o artículos científicos, que contribuyen a legitimar una tecnología. La denominación de actor red se origina en las interconexiones que los agentes conforman para la acción, “la mejor forma de entender el término actor - red es pensarlo como la red que constituye la agencia [la capacidad de actuar] de algún actor...” (Bruun y Hukkinen, 2013: 200).

Las investigaciones del PER, con foco en el estudio empírico de las controversias que ocurren durante los desarrollos tecnológicos, se caracteriza por los conceptos de flexibilidad interpretativa, clausura y vinculación. La flexibilidad interpretativa sostiene que todo hallazgo o innovación está sujeto a más de una interpretación, hasta que aparece el consenso sobre lo que se considera verdad; el logro de este acuerdo es la clausura. Mientras que la vinculación define cómo es difundida la innovación en un medio social más amplio. Las controversias, producidas cuando existen varias interpretaciones, culminan cuando se impone una de ellas.

Para la CST el cambio tecnológico está relacionado con la definición de problema, realizada por las personas o grupos involucrados y las instituciones sociales. La solución del problema ocurre mediante un proceso de estabilización, que culmina en la clausura retórica o la redefinición del mismo –conceptos equiparables al de clausura empleado

---

<sup>10</sup> El término traducción, que incluye las acciones efectuadas por actores para actuar en representación de otros agentes, se debe a que en este proceso de innovación un agente define –traduce– a otros mediante intermediarios –textos escritos, dispositivos técnicos, conversaciones formales e informales y dinero, entre otros–. Esta traducción está lejos de ser un procedimiento racional.

por el PER—. La clausura retórica, que determina la estabilización del artefacto y la desaparición del problema, no implica el hallazgo de una solución en el sentido literal de la palabra, basta que los grupos sociales relevantes acuerden con ella. La clausura también puede deberse a la redefinición del problema, lo que sucede cuando una solución, pensada originalmente para un problema, es vista como apta para solucionar otro (Pinch y Bijker, 2013). En todo caso, el cambio o la innovación se considera un proceso multidireccional, opuesto a los modelos lineales —que también toma en cuenta a las opciones no exitosas—, y se explica por la alternancia entre la variación y la selección de los distintos problemas y soluciones, presentados en un momento determinado<sup>11</sup>, caracterizado por un marco tecnológico. Concepto similar al de paradigma y definido por Bijker (2013) como el conjunto de teorías y técnicas empleadas por una sociedad para resolver sus problemas.

Aunque los enfoques sociológicos constructivistas realizan un abordaje integral de la innovación tecnológica, han sido criticados por varios motivos. Entre los referidos al aspecto conceptual, por no evaluar la tecnología que estudian, ni considerar las consecuencias sociales de su aplicación. En la dimensión metodológica se cuestiona, sobre todo, la definición de los grupos sociales relevantes, quién y cómo se seleccionan, y lo que sucede con las opciones tecnológicas que son dejadas de lado (Valderrama, 2004). En esta corriente también se observa una tendencia al voluntarismo, porque supone que todos los grupos —y sus intereses— están presentes o participan en igualdad de condiciones en la definición de los problemas y las soluciones.

El cuarto grupo de estudios<sup>12</sup>, integrado por un conjunto heterogéneo de enfoques, analizan, en su mayoría, los conflictos que generan las innovaciones tecnológicas. Entre ellos, los que generan o estimulan, en términos de poder, la subordinación de un grupo social a otro. Esta

---

<sup>11</sup> Un ejemplo de este abordaje teórico es el caso, muy difundido, del diseño y la construcción de la bicicleta que, hasta llegar al modelo actual, tuvo numerosas modificaciones, incluidas el tamaño de las ruedas, el sistema de tracción y la incorporación de neumáticos, donde intervinieron gran número de actores y grupos sociales relevantes, entre ellos diseñadores, fabricantes, proveedores de partes y diferentes usuarios (Pinch y Bijker, 2013).

<sup>12</sup> Debido a la postura que sostienen los autores aunados en esta corriente también se la denomina “tecnopesimista”. Para Winner (2016), uno de sus exponentes teóricos principales, la innovación es un proceso que implica el abandono de la ciencia, una actividad que busca solucionar los problemas más acuciantes de la humanidad, para orientarse a satisfacer las necesidades económicas de las empresas y los estratos sociales más ricos.

cialidad, denominada por Winner (1985) como política de los artefactos, puede darse de dos formas: la primera, es cuando una tecnología es concebida para alcanzar un fin asociado con el control. La segunda forma se refiere a la compatibilidad de las tecnologías con algún tipo de relaciones sociales. Un ejemplo del primer caso fue la incorporación de máquinas forjadoras en la fábrica de cosechadoras McCormik, en Chicago a fines del siglo XIX. Los equipos mecánicos fueron mucho más caros y menos eficientes que la mano de obra de los trabajadores, pero su incorporación tuvo por objetivo combatir la organización sindical de los forjadores. Las tecnologías que integran el segundo grupo son menos evidentes, aunque es posible observarla, por ejemplo, en la disyuntiva entre el empleo de la energía solar versus la nuclear. Las plantas generadoras que emplean energía solar son, en principio, más compatibles con las necesidades de pequeñas comunidades autónomas y descentralizadas. En cambio, la generación eléctrica mediante fisión nuclear<sup>13</sup>, que necesita una organización logística en gran escala para evitar el uso indebido de la fuente energética, es más compatible con una estructura de gobierno centralizada y orientada al control social.

Las consecuencias políticas de la tecnología, su capacidad de ejercer el dominio de un grupo social sobre otro y los efectos nocivos sobre el medio ambiente, también fueron estudiados por Feenberg (1991, 2005, 2010, 2013), para elaborar su teoría crítica. Este filósofo propuso integrar las posiciones entre quienes sostienen la neutralidad de la tecnología y su aplicación universal, en oposición a los que argumentan que la tecnología constituye y modifica un sistema cultural, y reestructura el mundo social con un objetivo asociado al control (Feenberg, 1991). La primera posición, llamada instrumentalista por el autor, desconoce que toda innovación tecnológica es desarrollada para un contexto determinado y debería incluir la manera de absorber los efectos negativos de su uso. Además, la incorporación de una tecnología en un contexto ajeno a su origen puede ocasionar resultados indeseables; e igualmente conlleva la modificación o adecuación del contexto social y ambiental. Por ejemplo, es imposible el uso eficaz de un automóvil sin una red de autopistas o la logística necesaria para la provisión del combustible<sup>14</sup> y el

---

<sup>13</sup> El ejemplo omite el hecho de que las usinas atómicas son mucho más eficientes que las basadas en energía solar.

<sup>14</sup> La elección del motor de combustión interna, tipo Otto, en la gran mayoría de los automóviles del mundo, no está asociada exclusivamente con su rendimiento, muy in-

mantenimiento de los rodados (Feenberg, 2010). De manera similar, la invención y el uso del alambre de púa<sup>15</sup> determinó cambios en el manejo de la hacienda y los cultivos, pero también en el diseño de los predios y el trabajo rural. En este sentido, la supuesta racionalidad de la tecnología oculta el proceso histórico que influyó en los diseños desarrollados finalmente; o que el éxito de una innovación es consecuencia de su empleo repetido y no está determinado solamente por su eficacia intrínseca.

El incremento de la eficiencia y la rentabilidad económica, producto de las innovaciones tecnológicas, también ha sido debatido con frecuencia. Un inconveniente son los distintos criterios que existen para evaluar estos parámetros, que Mumford (1992) planteó décadas atrás. En el caso que analizó la solución para levantar un bloque de piedra fue aumentar la potencia del motor de una grúa, sin considerar otras opciones basadas en el uso de mecanismos más simples y eficientes. Este proceso de clausura tecnológica del problema –o solución “*path dependent*”–, supone un estímulo al aumento de la potencia de los motores y el tamaño de las máquinas, algo muy evidente en las destinadas a la actividad agrícola. Por otro lado, una tecnología eficiente y rentable económicamente desde el punto de vista individual, puede no serlo en términos de beneficios para el conjunto de la sociedad y el ambiente. Al respecto, la producción de etanol a partir de la caña de azúcar es, considerando su eficiencia energética, una buena opción al empleo de combustibles derivados del petróleo; sin embargo, el proceso de fabricación también genera residuos contaminantes, cuyo destino debe ser incluido en el balance económico de costos y beneficios.

En definitiva, la sociología de finales del siglo XIX, influida por el positivismo científico, sostuvo una concepción internalista de la ciencia, entendida como una actividad sin ningún condicionante externo y sujeta a sus propias reglas. Postura que fue criticada por los sociólogos externalistas, quienes consideraban que el conocimiento –incluso el científico– era construido socialmente, y se dedicaron mayormente al

---

ferior al del motor eléctrico, sino con las ventajas que supone, en tiempo y forma, su aprovisionamiento de combustible. La adopción masiva de autos eléctricos, hasta ahora limitada al sector de los vehículos recreativos de pequeño porte o al desarrollo de unidades de muy alto costo, supondría el rediseño de toda la red de energía eléctrica.

<sup>15</sup> Un ejemplo extremo de las consecuencias del cambio de contexto es presentado por Netz (2013), cuando analizó el modo en que este invento, destinado al mejor control del ganado vacuno, fue utilizado también con fines bélicos y represivos en prisiones y campos de concentración.

estudio de las instituciones científicas y la tarea de los investigadores. La división entre distintas corrientes de pensamiento también se reflejó en la filosofía de la tecnología, en sus vertientes analítica —o ingenieril— y humanista. Esta última con elementos comunes al internalismo y preocupada por las consecuencias de las aplicaciones tecnológicas en la sociedad. Existe sin embargo una tercera interpretación, que asimila el concepto de cultura y de técnica, postulando que ambas son actividades humanas complementarias e igualmente valiosas.

Por su parte, las ciencias que estudian la tecnología propiamente dicha se dividen entre las que tienen por objeto la innovación tecnológica, la historia de la tecnología y la sociología de la tecnología. Los estudios de las innovaciones están centrados en los resultados económicos que generan las mismas y, con el tiempo, desplazaron su interés de las organizaciones empresariales a las instituciones sociales y los sistemas nacionales de innovación, tratando de explicar las causas del crecimiento económico de los países.

La historia de la tecnología, en su vertiente más clásica, rescata el papel de algunos inventos y su contribución a los cambios sociales; aunque los trabajos más vinculados con el constructivismo buscan analizar procesos de adopción y difusión tecnológica —entre ellos los de ingeniería inversa y ensamblado de maquinarias—, considerando las interrelaciones que se generan con la sociedad.

La sociología de la tecnología agrupa varios enfoques basados en la construcción social de la tecnología. Todos ellos, en alguna medida, se basan en tres principios: el funcionamiento —éxito o fracaso— de una tecnología no depende solo de sus cualidades técnicas intrínsecas; el diseño o la construcción de una tecnología depende del significado que le asignan los distintos sectores sociales involucrados; el desarrollo tecnológico no es un proceso progresivo y lineal, debido a sus características sigue múltiples direcciones, a veces contradictorias y conflictivas. Los conflictos generados por el uso de la tecnología son abordados por los enfoques críticos de la tecnología, un conjunto heterogéneo de trabajos que se ocupan de las consecuencias de las innovaciones tecnológicas, en términos de poder de un grupo social sobre otro y los efectos nocivos sobre el medioambiente.

En síntesis, dejando de lado las corrientes de tipo deterministas, por su limitada capacidad para entender el fenómeno tecnológico, es evidente que los enfoques constructivistas y críticos tienen elementos

en común y son complementarios en varios aspectos. Por lo tanto, esta investigación pretende que los conceptos de los distintos marcos teóricos “dialoguen” entre ellos para explicar la complejidad del cambio tecnológico (Bruun y Hukkinenn, 2013). Al respecto, la intención es trascender a la mayoría de las clasificaciones tradicionales, que tienden a separar los dominios de la ciencia y de la tecnología, sin tener en cuenta “... que es bastante poco fructífero hacer esta distinción a priori. En cambio, parece más valioso comenzar con las nociones de la ciencia y la tecnología provenientes del sentido común y estudiarlas de modo integrado” (Pinch y Bijker, 2013: 62). Además, de acuerdo con los enfoques presentados, se reconstruirá la historia de los cambios tecnológicos en la cosecha de caña de azúcar, para comprenderlos en profundidad. En el caso concreto de la innovación tecnológica “... es preferible empezar por una reconstrucción minuciosa y sólo posteriormente introducir las circunstancias de entorno que la determinaron en el contexto de su sociedad” (Giannetti, 1994: 42). Esta premisa involucra, según Ordoñez (2007), dos fases complementarias: una es el establecimiento del contexto social que dio origen a los desarrollos tecnológicos. La otra considera los cambios que ocurren en las relaciones sociales debido a los mismos desarrollos, y los factores que retroalimentan el proceso.

De esta manera, fue posible analizar integralmente los cambios tecnológicos ocurridos en la cosecha cañera de Tucumán. Desde las causas y los factores que determinaron su aparición, hasta las consecuencias sociales y ambientales de su adopción; una tarea casi imposible de llevar a cabo si los marcos conceptuales se hubieran seleccionado de manera previa y de acuerdo con la preferencia del investigador.

## Capítulo IV. El método y las técnicas de la investigación

### La elección del método y las técnicas de la investigación

La mayoría de las investigaciones que realizan las ciencias agrarias están relacionadas con el seguimiento de un conjunto de operaciones o etapas, definidas previamente, que asegurarían el acceso a un determinado conocimiento. Este modelo, apoyado en la realización de experimentos sistemáticos y en condiciones controladas, propio de las ciencias físicas, es cuestionado por quienes sostienen que la investigación científica, antes que seguir a rajatabla un protocolo definido previamente, debe apoyarse en una base lógica común y proceder metódicamente (Marradi, 2002).

Sin embargo, no existen métodos puros, porque todos ellos incorporan elementos de varios paradigmas y supuestos teóricos y, además, deben estar relacionados con la clase de problema que se desea investigar (Sautu, 2003). En este sentido, para el conocimiento de las múltiples causas que determinaron el proceso de cambio e innovación en los distintos sistemas de cosecha, y la evaluación de las tecnologías empleadas, se optó por una combinación de métodos porque, como sostiene Scribano (2008), no hay argumentos para justificar una puja entre enfoques cualitativos y cuantitativos o debatir las dimensiones micro y macro como niveles analíticos irreconciliables.

Debido a esta característica, el método seguido consistió "... esencialmente en el arte de elegir las técnicas más apropiadas para enfrentar un problema cognoscitivo, eventualmente combinándolas, comparándolas, aportando modificaciones e incluso proponiendo alguna solución nueva" (Marradi, 2002: 122). La idea del método como arte tiene un fuerte arraigo en la sociología; pero como el concepto remite a la creación de una obra irrepetible, varios autores prefieren el término artesanía

(Wright Mills, 1961; Denzin y Lincoln, 1994; Wolcott, 2004), porque es una tarea similar a la de aquellas personas que, combinando conocimientos abstractos, experiencias previas, determinados materiales o insumos y habilidades operativas, construyen un objeto determinado. En este proceso, además, se debe limitar la asignación de una importancia excesiva a la etapa de planificación, que suele derivar en una etapa de investigación empírica superficial y poco interesante, cuando su finalidad "... es resolver desacuerdos y dudas acerca de los hechos, haciendo así más fructíferos los razonamientos basando todos sus lados más sólidamente" (Wright Mills, 1961: 215). Con una posición similar, pero más cercana a la tarea concreta del investigador, Sautu (2003: 36) sostiene que "no es que los datos dominen a los métodos, sino que los paradigmas y las teorías establecen reglas, requisitos, condicionamientos para abordar la definición de lo empírico. Los métodos son las respuestas a esos planteos teóricos y requisitos empíricos". Las técnicas empleadas, definidas como una integración entre procedimientos, instrumentos y saber hacer (Marradi, 2002), otro concepto también asociado claramente con artesanía, fueron el análisis documental y las entrevistas organizadas como actividades paralelas y complementarias.

## **La búsqueda y el análisis documental**

La recopilación y el análisis documental abarcó artículos científicos, manuales de procedimientos, informes técnicos, revistas científicas y técnicas, censos, encuestas, tesis, libros, boletines, folletos, diarios y fotografías sobre el problema estudiado. En este sentido, el criterio empleado para la búsqueda de los materiales, que incluyeron obras escritas, numéricas y visuales, fue el reconocimiento de su riqueza para la indagación del problema investigado (Valles, 1999). La sección sobre la producción mundial de azúcar y las características de las máquinas cosechadoras se consideró necesaria por tratarse de un complejo industrial, y un cultivo poco conocido fuera de las regiones productoras. Además, esta búsqueda permitió contar con la información necesaria para conocer el desempeño técnico de las distintas maquinarias empleadas en la producción de caña.

El período temporal que guió la búsqueda documental, fijado previamente entre 1960 y 2005, finalmente abarcó dos décadas previas y una posterior, decisión fundada en conocer la influencia que tuvo el



convulsionado contexto social de la época, en los procesos de cambio e innovación tecnológica. La revisión bibliográfica realizada fue extensa y siguió las recomendaciones de Scribano (2008), por lo que estuvieron orientadas a identificar y clasificar las fuentes existentes, disponer de literatura específica sobre el fenómeno estudiado y reforzar la formación temática e interdisciplinaria en la cuestión sociotécnica de la agroindustria cañera. Además de las obras académicas, citadas en la sección correspondiente de la investigación, se dispuso de un conjunto variado de ensayos o análisis críticos sobre la cuestión azucarera, con variable rigor científico, pero valiosos para contextualizar la época analizada, entre ellos: *El problema azucarero* (Méndez Calzada, 1939), *Consideraciones acerca de la solución integral del problema azucarero* (Centro Azucarero Regional de Tucumán, 1945), *Problema azucarero argentino* (Instituto de Investigaciones Económicas, 1956), *La verdad sobre la cuestión azucarera* (Laks, 1960), *El problema del azúcar en la Argentina* (Centro Azucarero Regional del Norte Argentino, 1964), *La industria azucarera en Tucumán. Sus problemas sociales y sanitarios* (A. Bravo, 1966), *Azúcar para el monopolio* (Taire, 1969), *Cooperativas agropecuarias de trabajo. Una alternativa de solución para el problema tucumano* (J. Domínguez y Hervas, 1970). Partes de estas obras fueron empleadas para elaborar el capítulo referido al sector azucarero tucumano.

Aunque la producción científica de las ciencias sociales sobre la cuestión agroindustrial fue relativamente numerosa en el período estudiado, no se encontraron trabajos que pudieran clasificarse bajo el rótulo de sociotécnicos, una situación que posiblemente se subsanará en el futuro, como lo hacen prever algunos artículos académicos publicados en los últimos años y otras tantas tesis. Algo similar sucedió en el área de las ciencias agrícolas en donde, por lo general, los artículos sobre la mecanización cañera se destinaron a publicaciones de difusión tecnológica.

Una de las fuentes más consultada fue la revista *La Industria Azucarera*. Esta publicación, creada en 1894 por el Centro Azucarero de la República Argentina con la denominación de *Revista Azucarera*, tomó su nombre definitivo a partir de enero de 1924. En 1980 alcanzó su número 1.000 y continuó editándose por lo menos hasta 1990. La biblioteca de la EAAF conserva, encuadernados por año, todos los ejemplares desde 1924 hasta 1972. Aunque fue un medio de comunicación que representó y defendió los intereses empresariales de los ingenios, también se ocupó de difundir las innovaciones en el cultivo de la caña y la

fabricación de azúcar, sucedidas tanto en la Argentina como en otros países productores. De manera habitual publicó artículos de técnicos locales y reprodujo otros de revistas extranjeras, sobre todo norteamericanas, vinculados con el mundo de la agroindustria.

La revista *Desarrollo Rural para Tucumán*, publicada a partir de 1981 y discontinuada pocos años después, posibilitó conocer la estructura de costos de la producción cañera, algunos precios de referencia y las opiniones de varios especialistas en el tema. Aunque la biblioteca de la EAAF carece de un sistema eficaz de indexado, el acceso discrecional a su patrimonio bibliográfico, muy heterogéneo y variado, compensó cualquier desventaja vinculada a este obstáculo. Entre otros motivos, porque el proceso de búsqueda, casi azaroso pero reiterado, permitió encontrar varios informes y actas de seminarios sobre la cuestión azucarera, inéditos o de circulación restringida.

La búsqueda de otros materiales bibliográficos, archivados en las Agencias de Extensión Rural INTA, de Monteros y Aguilares, situadas en las ciudades homónimas permitió recuperar, en el primer caso, antecedentes de la década de 1990 y, en el segundo, de los años 1960 y 1970. También se tuvo acceso a las colecciones temáticas de las cátedras de Sociología Agraria, Política Agraria y Economía Agraria, pertenecientes a la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNT. En todas ellas se recolectó material escrito relacionado con el tema estudiado.

Para la consulta de la biblioteca de la EEAOC, la organización de ciencia y tecnología agropecuaria más antigua de Tucumán, se recurrió mayormente a su colección de publicaciones eventuales, denominadas *Misceláneas*, y a la revista *Avance Agroindustrial*—editada desde julio de 1980 hasta la actualidad— orientada, fundamentalmente, a la difusión de la tecnología generada en sus laboratorios y campos experimentales.

La lectura de numerosos ejemplares del diario *La Gaceta*, fundado en 1912 y todavía vigente en Tucumán, cuyo archivo digital tampoco cuenta con un sistema para guiar las búsquedas, se basó en constatar la posición de varias organizaciones sociales vinculadas a la actividad azucarera y conocer datos sobre la destrucción intencional de máquinas cosechadoras, un acontecimiento mencionado asiduamente en relatos orales. Por el mismo motivo, también se recurrió a la consulta de las publicaciones de otras organizaciones políticas de la época, que tuvieron una activa participación en los conflictos de esos años.

El auxilio de Internet fue fundamental en esta etapa, la navegación

mediante sus buscadores permitió el acceso a numerosas publicaciones tanto nacionales como internacionales. Tal fue el caso de la biblioteca digital del Consejo Federal de Inversiones y las actas de los congresos organizados por la International Society of Sugar Cane Technologist<sup>1</sup> (ISSCT) y de varias otras organizaciones científicas y de productores cañeros de Australia, Brasil y Cuba.

La recolección de fotografías y otras imágenes tuvo por objetivo, además de rescatar su valor histórico y testimonial, obviar descripciones escritas sobre las tareas de la zafra. Lamentablemente, no existe una biblioteca o repositorio público para su colección y curado. Una situación similar a la suerte corrida por los folletos publicitarios y los manuales de uso y mantenimiento de maquinarias y equipos para los usuarios.

Debido a que la cantidad de fuentes escritas consultadas fue considerable, para su recopilación, ordenamiento y citado se empleó el gestor de referencias bibliográficas Zotero, un programa abierto, libre y gratuito, diseñado en la George Mason University –Virginia, EE.UU.–, que resultó útil para la tarea mencionada. El procesamiento de esta información y los datos generados a partir de ella, permitió detectar los “conceptos guías”, término que Ragin (2007) definió como aquellos que, sin tener atributos fijos e inmodificables, posibilitan contar con referencias y criterios generales para aproximarse a los casos empíricos, en un proceso iterativo y constante que, además de posibilitar el ordenamiento de los datos, contar con información cuantitativa y contribuir a una visión más integral y profunda del problema, fueron valiosos para mejorar el abordaje de las entrevistas.

## Las entrevistas

El inicio de esta etapa se enfocó en quienes, por motivos de su actividad profesional, experiencia laboral y edad, contaban con una larga experiencia en el sector agrícola cañero y habían experimentado los distintos períodos del sistema de producción y cosecha cañera. Esta condición también estableció la trayectoria temporal diacrónica, que pudo ser contrastada con la dimensión sincrónica recuperada, en primera instancia, a partir del análisis documental; un requisito necesario considerando

---

<sup>1</sup> Sociedad Internacional de Técnicos en la Caña de Azúcar, organización fundada en 1924 y todavía activa.

que los entrevistados elaboraron sus valoraciones a partir de experiencias vitales.

El tipo de muestreo usado fue el denominado “bola de nieve”, un diseño propositivo, porque depende del propósito del estudio, y secuencial, en donde prevalece el criterio de selección gradual, para ir sumando personas que aporten información sustantiva. La muestra incluyó a agricultores cañeros de distinta escala productiva, contratistas de cosecha, excosecheros, investigadores y asesores técnicos, tanto del sector público como del privado. El primer contacto realizado involucró, además de la presentación formal del entrevistador, una descripción sobre el tema de la investigación a desarrollar. La cantidad final de entrevistados, entre febrero de 2017 y febrero de 2019, fue de 19 personas, de entre 45 y más de 85 años de edad. Además, de manera complementaria se realizaron numerosas consultas puntuales y hubo comunicaciones escritas a través de correos electrónicos. El tamaño final de la muestra se decidió por el criterio de saturación; asociado con la aparición de algún elemento importante o novedoso sobre el problema investigado.

Como corresponde con la técnica empleada se recurrió a un guion flexible, sin preguntas estructuradas y previamente establecidas, característica que, además de generar respuestas espontáneas, facilitó las repreguntas y los pedidos de aclaraciones para una mejor comprensión de los temas que fueron surgiendo. La duración promedio de las entrevistas fue de una hora, período de tiempo ajustado mediante el criterio de redundancia informativa y el grado de cobertura de las pautas establecidas en el guion (Scribano, 2008). En el caso de las tres personas que estuvieron involucradas en el diseño y la fabricación local de maquinarias, la duración se extendió a más de dos horas, debido a la importancia de los testimonios brindados. Con las entrevistas, grabadas en formato digital y transcritas de modo textual, se inició un proceso continuo de ida y vuelta entre los datos y la teoría, centrado en “los procesos de deducción/inducción/abducción. La abducción es el proceso que va desde los conceptos inducidos en los datos hacia la teoría, incorporándolos al sistema deductivo contenido en ella” (Sautu *et al.*, 2005: 155).

El análisis de datos cualitativos incluyó tres fases interrelacionadas: la reducción de datos, el análisis descriptivo y la interpretación. A su vez, la reducción de datos abarcó la edición, categorización, codificación, clasificación y presentación de los mismos. El análisis descriptivo permitió atribuir significados y la interpretación permitió establecer con-

clusiones teóricas generales y explicativas del problema investigado (Mejía Navarrete, 2011). Como estrategia de triangulación, para dotar al estudio de mayor rigor y aumentar la comprensión del fenómeno estudiado, se recurrió al análisis integrado y crítico de los datos obtenidos de los entrevistados<sup>2</sup> –en diferente tiempo y espacio– y su comparación con la información bibliográfica (Benavides Okuda y Gómez Restrepo, 2005; Mendizábal, 2006).

Por último, cabe mencionar que el papel del investigador en este tipo de diseños fue criticado muchas veces como un factor distorsivo. En este sentido se acordó con De la Cuesta Benjumea (2003), cuando sostuvo la imposibilidad de eludir el mundo social para estudiarlo y que, en todo caso, el investigador debe poner al servicio de la investigación sus prejuicios y experiencias, para interpretar la experiencia del otro. En definitiva, el método empleado buscó interpretar el fenómeno de los cambios y las innovaciones tecnológicas como un producto del complejo comportamiento humano. Interpretación que, de acuerdo con Wolcott (2004), debe reflejar tal complejidad, antes que inferir significados “reales”.

---

<sup>2</sup> En las citas textuales las personas entrevistadas se identifican mediante tres letras mayúsculas y la fecha respectiva de los encuentros.



## Capítulo V. La producción de azúcar y las cosechadoras de caña

### La producción de azúcar en el mundo

Los primeros ejemplares de caña de azúcar, *Saccharum officinarum* por su nombre científico, especie vegetal de la familia de las gramíneas, con alto contenido de azúcar en su jugo y poca fibra, fueron seleccionados por el hombre durante la edad de piedra, en la actual Nueva Guinea, y de manera paulatina se difundió al sudeste de Asia y Europa. Durante los siglos XVI y XVII fue introducida al continente americano por españoles y portugueses (Romero *et al.*, 2015). Los primeros usos de la sacarosa<sup>1</sup> fueron medicinales, su empleo como sustancia endulzante fue muy posterior y debido, en gran parte, a la producción de tipo industrial.

La caña de azúcar se procesa industrialmente para elaborar casi el 80% de la producción mundial de sacarosa, mientras el 20% restante proviene de la remolacha azucarera. Su cultivo, que se extiende entre los 36,5° de latitud norte hasta los 30° de latitud sur, abarca regiones de clima tropical y subtropical. Su capacidad productiva es muy variable, oscila entre 40 y 150 toneladas por hectárea, lo que representa entre tres y 15 toneladas de azúcar para la misma superficie. Se trata, en consecuencia, de una especie muy voluminosa comparada con otras de las cultivadas por los seres humanos. Es un vegetal perenne de crecimiento erecto y, al igual que otras gramíneas, produce macollos. Por lo tanto, además de su tallo primario desarrolla varios más desde su base los que, en conjunto, conforman la parte más importante de la planta porque

---

<sup>1</sup> El azúcar de caña o sacarosa es un hidrato de carbono de alto contenido calórico y muy fácil de asimilar por el organismo. Su empleo como endulzante es, por ahora, insustituible a pesar de la competencia creciente de otros productos, sintéticos o naturales, pero menos aceptables por su sabor.

almacenan el jugo azucarado que el ingenio extrae y procesa. Además, parte de ellos pueden ser empleados como “caña semilla”<sup>2</sup> para propagar nuevas plantas.

La superficie cultivada de caña, las toneladas por hectárea y la cantidad de azúcar obtenida es muy variable y depende no solo de las diferentes condiciones agroecológicas sino también de la estructura agraria, el desarrollo económico y la infraestructura industrial de cada país. En este sentido, tanto la mejora en el nivel de vida de la población, como el incentivo a la destilación de etanol han generado cambios importantes en el sector agroindustrial, que puede optar por orientarse al mercado de los biocombustibles o abastecer a los elaboradores de alimentos y bebidas, el destino más tradicional de la producción de azúcar que incrementa su demanda cuando mejoran los indicadores socioeconómicos y cambia la composición de la dieta.

El cultivo ocupa actualmente más de 27 millones de hectáreas<sup>3</sup> en el mundo, superficie que representa un crecimiento superior a dos veces y media para los últimos 50 años. Casi la totalidad de las plantaciones se ubican en América y Asia mientras que en Europa, debido a sus condiciones agroecológicas, casi no existe y se emplea en cambio la remolacha azucarera<sup>4</sup> que, en 2014 alcanzó una superficie de unos tres millones de hectáreas. La caña de azúcar se cultiva en más de 120 países y sumando la producción azucarera de Asia y de América la cifra supera el 75% del total mundial. Esto representa un cambio importante de la situación existente hasta los años 1980 cuando los países europeos, mediante la aplicación de subsidios para la elaboración de azúcar de remolacha, influían notablemente en el mercado internacional (D. Pérez *et al.*, 2007).

Entre los años 1990 y 2007 la producción mundial creció con un promedio anual de 2,4%, aunque hay países en donde esa tasa fue

---

<sup>2</sup> Este modo de reproducción se denomina vegetativo o asexual y genera una descendencia con las mismas características genéticas. La otra forma de propagación es la sexual, a partir de las semillas de la caña.

<sup>3</sup> En 2015 los cultivos mundiales de maíz y arroz ocuparon, respectivamente, 190 y 162 millones de hectáreas.

<sup>4</sup> El cultivo de remolacha se inició en Europa durante el período de las guerras napoleónicas (1803-1815), que dificultó la importación de azúcar de caña americana y caribeña. Actualmente, Francia y Alemania son las principales productoras, seguidas por Italia y Gran Bretaña.



mucho mayor, como el caso de Brasil, en donde el promedio anual de crecimiento fue superior al 8% hasta el segundo lustro de los 2000 (D. Pérez *et al.*, 2007). Para el período 2008-2018, la producción mundial de azúcar, tanto de caña como de remolacha, rondó entre 164 y 180 millones de toneladas, aproximadamente un tercio de esta cantidad se comercia internacionalmente. Solo cuatro países, Brasil, India, Tailandia y China concentran más del 60% de la producción mundial de azúcar de caña (United States Department of Agriculture - Foreign Agricultural Service, 2008; FAOSTAT, 2019).

Durante el período 1965 y 2014 la situación mundial tuvo cambios notables. Entre ellos el extraordinario crecimiento de Brasil, la presencia de China y de Tailandia y la casi ausencia del azúcar cubano en el contexto mundial, esta última debida a la reorientación de su agricultura originada por la crisis de la Unión Soviética. En tanto el volumen producido por la Argentina osciló, para la mayor parte del período 2000-2018, entre 1,2 y 1,5% del total mundial (United States Department of Agriculture - Economic Research Service, 2018).

Brasil es, desde hace varios años, el mayor productor mundial de azúcar y el primer exportador. En 2010 cultivó 7,5 millones de hectáreas con una producción de caña de 612 millones de toneladas y un rendimiento de entre de entre 45 y 130 tn/ha –de las 46 en promedio obtenidas en 1975, año de inicio del plan nacional de estímulo a la fabricación de alcohol combustible–. Por entonces convivían establecimientos con cosecha manual y cultivo tradicional, ubicados al noreste del país, con otros de tipo empresarial, ubicados en la zona centro (Ripoli y Romanelli, 2010). La mecanización del sector, que también implicó terminar con la quema de los cañaverales había alcanzado, hacia 2012, a más del 90% de los predios.

En la India, segundo productor mundial de azúcar con unos 28 millones de toneladas por año, el cultivo de caña es realizado por más de 45 millones de agricultores, en cinco millones de hectáreas, que entregan su materia prima a 570 ingenios, los que a su vez son conducidos bajo tres administraciones: pública, privada y cooperativa. Solo el 25% de los predios cañeros tienen más de cuatro hectáreas, un tamaño que limita la mecanización y complica la logística de cosecha y transporte porque cada ingenio, en promedio, compra caña a 18.000 agricultores, la mayor cantidad del mundo (KPMG, 2007). Además del pequeño tamaño de los predios, la distancia entre surcos –las más frecuentes de 45

o 75 centímetros— y la mala calidad de la semilla usada han estancado los rindes en valores cercanos a las 65 toneladas de caña por hectárea. Otro factor a considerar es que la mano de obra —el 60% de los jornales lo aportan las mujeres— es cada vez más escasa y cara (AgSri, 2012).

China es el tercer productor mundial con aproximadamente 1,5 millones de hectáreas de caña; pero como no logra abastecer a su consumo interno también debe importar azúcar. Una gran parte del área cultivada se ubica en zonas con pendientes considerables y la mayoría de las parcelas varía entre 1,5 a 3 hectáreas, a veces sin riego. Además, como la red de camino es deficiente se dificulta el acceso y traslado de maquinaria. Es muy posible que solo el 10% de la superficie cultivada sea adecuada para el empleo de cosechadoras integrales, por lo tanto, la cosecha manual es la que predomina (Wegener *et al.*, 2013).

## **El quemado de la caña para la cosecha**

Los productores de casi todo el mundo han usado el quemado de la caña de azúcar como una práctica estándar desde la Revolución Industrial, porque con este procedimiento es posible eliminar cerca del 80% del follaje de la caña y permitió mejorar entre un 30 y 40% la productividad de la cosechadora. Durante el proceso de quemado se incinera el despunte —el extremo de la planta— y las hojas secas de los tallos, además de cualquier maleza presente. La cantidad existente de follaje es considerable y voluminosa, y constituye cerca del 37% de cada tallo en materia seca (Ma, Karkee y Scharf, 2014). Por lo menos hasta mediados de la década de 1970, la quema previa de los cañaverales fue una práctica imprescindible para la cosecha mecánica, porque no había una máquina que permitiera deshojar la caña verde con una eficiencia para ser procesada en el ingenio bajo las condiciones de calidad pactadas (Gaunt, 1965). Sin embargo, cuando la maloja queda sobre el campo mejora el control de malezas y reduce la pérdida de humedad del suelo. Además, contribuye con el reciclado de nutrientes y la mejora de la salud de los cultivos; por lo tanto, mejora la fertilidad y la productividad. Pero también puede ser empleada para la alimentación de rumiantes o la generación de energía para el consumo de los mismos ingenios y, eventualmente, entregar el excedente a la red eléctrica.

Quizá el primer complejo azucarero que adoptó la quema de manera plena fue el sudafricano, seguido por Hawái (Bliss, 1978). En el período

posterior a la Primera Guerra Mundial, para responder a la creciente demanda mundial de azúcar, las grandes empresas elaboradoras, ubicadas en regiones tropicales y subtropicales, incorporaron el quemado de los cañaverales como una práctica habitual que incrementaba la productividad de los trabajadores manuales. Ciertamente, al principio no se le prestó mayor atención a las cuestiones vinculadas con la calidad fabril de la caña procesada, lo que podía disminuir la cantidad de azúcar producida o dificultar su refinamiento. Los técnicos de fábrica, que al principio rechazaron la quema, hacia los años 1970 la aceptaron como una operación inevitable y, en consecuencia, alistaron las instalaciones fabriles, sobre todo las de limpieza previa a la molienda, para reducir los efectos previsibles, entre ellos, la baja del contenido de sacarosa de la caña y la proporción de azúcar extraído (Bliss, 1978). El fuego, usado inadecuadamente, también puede rajar los tallos y, debido a la pérdida consiguiente de jugo, facilitar la infección con microorganismos que los deterioran.

En la mayoría de los países productores la cosecha de caña de azúcar incluyó, hasta hace 15 o 20 años, la quema controlada del cultivo para eliminar la maloja de los tallos. En los últimos años, esta práctica se ha convertido en una de las cuestiones sociales más sensibles de las poblaciones asentadas en las cercanías de los campos de producción. Las presiones públicas en contra de la quema se han incrementado y las autoridades gubernamentales han introducido regulaciones para controlar o eliminar esta práctica. Actualmente, debido a las restricciones legales tomadas para disminuir la contaminación ambiental y los efectos dañinos sobre la salud de los trabajadores y el resto de la población, y la fabricación de cosechadoras más eficaces, se omite esta práctica y se cosecha la caña en verde, es decir con todo su follaje. Este método, desde la perspectiva de los efectos ambientales y el balance de nutrientes del suelo, es una opción más sustentable comparada con el sistema que incluye la quema del follaje de las cañas. De todas maneras, desde el punto de vista técnico, el deshojado de la caña tuvo una notable influencia en el diseño y la construcción de las máquinas cosechadoras.

## **Las cosechadoras de caña de azúcar**

A lo largo de la historia, el diseño y la construcción de las cosechadoras mecánicas han estado asociados con el tipo de cultivo. Como la caña de azúcar tiene una gran capacidad para adaptarse a distintos ambientes

y formas de producción, se encuentra distribuida en diversas regiones del mundo. Si bien la variedad de suelos y climas en donde prospera es muy amplia, los cultivos pueden clasificarse en dos grupos. Aquel que alcanza un rendimiento de hasta 100 toneladas por hectárea, con cañas con una altura de entre dos y medio y tres metros, mayormente erectas, que es propio de lugares con lluvias moderadas, veranos soleados, relativamente secos, y un periodo de crecimiento del cultivo de 8 a 12 meses. El segundo grupo está integrado por los cañaverales muy densos, con rendimientos potenciales mayores a 250 toneladas por hectárea, con más de 3,5 metros de altura, e integrados por gran cantidad de cañas caídas y enredadas unas con otras. Estas características se asocian con climas tropicales, en donde las lluvias abundantes y los veranos poco definidos determinan un periodo de crecimiento de entre 18 a 24 meses para los cañaverales (Gaunt, 1965). Las plantaciones tucumanas forman parte del primer grupo.

Desde el inicio de la mecanización de la cosecha de caña de azúcar, se supo que la operación no depende solamente de la elección de la máquina adecuada. La cosechadora forma parte de un sistema compuesto, además, por las características del cultivo, el diseño del campo, el medio de transporte empleado y el mecanismo de entrega a la fábrica procesadora (Gaunt, 1965). Un concepto similar sustentó Cross (1961), cuando analizó la posible modernización de la industria azucarera tucumana e indicó la necesidad de integrar todas las etapas y los procesos de la producción, además de la incorporación de nuevos equipos y maquinarias.

Además de las características biológicas del cultivo, determinadas por su expresión genética en relación con el ambiente, para cualquier sistema mecanizado de cosecha es necesario tener en cuenta el tamaño, el diseño del campo y las parcelas, la existencia o no de sistemas de riego, la distancia entre surco o trocha, la altura y el perfil de los bordos<sup>5</sup>, la cantidad de piedras en el suelo, la pendiente del terreno, la humedad de los suelos y el sistema de transporte para la materia prima (Gaunt y Zagorski, 1968). Todos aspectos que componen un sistema con múltiples interrelaciones, donde el mayor ingreso no depende, exclusivamente, de la mayor productividad del cultivo o una máquina sino del mejor balance entre los distintos factores mencionados, a los que Baxter

---

<sup>5</sup> El bordo es el surco cubierto por tierra, cuando la cosecha es integral su altura debe ser la mínima posible. Durante el periodo en que predominaba la cosecha manual, en algunos casos podían alcanzar 30 centímetros o más.

(1968) agregó la necesidad de realizar una buena gestión, incluyendo la capacitación y el entrenamiento de operarios y trabajadores, para evitar los fracasos con el uso de cosechadoras mecánicas. Por lo tanto, las modificaciones o cambios en la fase agronómica del cultivo deben orientarse a lograr parcelas más grandes y uniformes, surcos más largos, con una separación de un metro y medio entre ellos, y variedades de cañas erectas con buen desarrollo radicular (Solano Soto *et al.*, 2017). Cabe destacar, sin embargo, que todas las recomendaciones tienen un claro sesgo determinista, porque implican adecuar la plantación a las características de la máquina y no viceversa.

El uso de cosechadoras mecánicas de caña de azúcar, históricamente desarrolladas en dos direcciones, se inició hacia el final del siglo XIX, aunque fue a mediados del siglo XX cuando se logró un desempeño competitivo comparado con la cosecha manual (Ma, Karkee y Scharf, 2014). Tanto Cerrizuela (1977) como Fogliata (1995) clasificaron a estas máquinas en dos grupos: no cargadoras y cargadoras. Las cosechadoras no cargadoras incluyen cortadoras, apiladoras e hileradoras, de acuerdo a cómo dejan los tallos sobre el terreno. Todas ellas necesitan de la mano de obra o una máquina cargadora para depositar los tallos en el medio de transporte. Por su parte, las cosechadoras cargadoras además de cortar y coleccionar los tallos de caña, los trozan en porciones de entre 30 y 40 centímetros que deshojan posteriormente y, finalmente, cargan en un transporte. Otra clasificación de las cosechadoras de caña se basó en las características de la máquina, de acuerdo con Narimoto (2015) el criterio incluyó: fuente de potencia –máquina autopropulsada, montada al tractor o de arrastre–, tipo de rodado –neumáticos u orugas–, ancho de trabajo –uno o dos surcos–, tipo de materia prima entregada –tallos enteros o trozados–. De todas maneras, actualmente la clasificación más común de las cosechadoras de caña de azúcar solo contempla la forma en que entregan los tallos del vegetal y las divide en dos grandes grupos: cosechadoras de caña entera –*whole stalk harvesters*– y cosechadoras trozadoras –*chopper harvesters*–, llamadas combinadas, porque combinan varias operaciones, en muchos países de América Latina, e integrales en la Argentina.

## Las cosechadoras de caña entera

En EE.UU., la mecanización de la cosecha se inició a mediados de la década de 1930, con el desarrollo de las primeras cosechadoras de tallo

entero, llamadas también soldado –*soldier*– porque dejaban la caña cortada dispuesta en fila y de manera perpendicular al surco. Algunos modelos para dos surcos y otras tantas máquinas similares, fueron una respuesta a la creciente dificultad para conseguir la cantidad suficiente de trabajadores, problema que continuó durante el período de la II Guerra Mundial y se agudizó en la etapa posterior a ella, cuando la demanda de empleos aumentó en el sector industrial.

En Australia, la cosechadora de caña entera se desarrolló desde fines de la década de 1940, esta máquina consistía en un brazo que sostenía un conjunto de cuchillas rotativas para despuntar el tallo, una barra de corte –similar a una sierra de cadena– para cortar la base del vegetal, y un sistema de conducción para ubicar las cañas en hileras. Este tipo de cosechadoras, relativamente baratas y de diseño simple, incluso las fabricadas para dos surcos, funcionaron adecuadamente en cañaverales erectos y tuvieron la ventaja de emplear el mismo sistema de transporte que se usaba para la cosecha manual (Price y Blyth, 1968). Empero, al carecer de un mecanismo de limpieza, la caña cosechada incluía gran cantidad de hojas y otras materias extrañas. Con todo, existieron desarrollos que incorporaron dispositivos de limpieza y se asimilaron a una cosechadora integral.

El interés por nuevas cosechadoras renació a mediados del siglo XX, en varios países productores de azúcar, originado en el constante aumento del costo de la mano de obra y la baja de la calidad en el trabajo de cosecha manual. A esta circunstancia se agregó la incipiente preocupación por la polución ambiental, debido a la quema de los cañaverales en pie y su efecto sobre la salud de los cosecheros y el medioambiente. Por entonces, en EE.UU., se diseñó una cosechadora para dos surcos, la J&L S6, basada en una máquina de tallo entero, que también trozaba y cargaba la caña en un contenedor (Fanjul, 1971). Otro modelo similar, aunque no trozaba, según Allison (1974) tuvo prestaciones superiores a las cosechadoras tradicionales. Conocida como McConnel fue un desarrollo conjunto entre la Sugar Producers Association de Barbados y una empresa inglesa. En Australia, también se construyeron y emplearon modelos de cosechadoras similares a pesar de que, desde los primeros años de la década de 1960, se debatió sobre continuar con este tipo de máquinas o reemplazarlas por las integrales, como sucedió una década después. El interés por las cosechadoras de tallo entero continuó por varios años, y algunos de sus modelos más evolucionados incorporaron

sistemas de carga, similares a los empleados por las cosechadoras integrales. La máquina desarrollada por Beckwith y patentada en EE.UU. y México en 1997 (Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual, s/f), cosechaba caña en verde, separaba las hojas y otros materiales extraños de los tallos mediante un dispositivo defoliador, y cargaba los tallos directamente en vagones y camiones.

Como la caña de azúcar, de acuerdo con la variedad y condiciones ambientales, puede crecer más de cinco metros, para estas cosechadoras es un desafío coleccionar los tallos caídos o inclinados en varias direcciones, por lo tanto es dificultoso acomodarlos en hileras, una operación necesaria para su mejor carga y transporte. Otra desventaja de este tipo de cosechadoras es que, por su diseño y potencia, tienen limitaciones para trabajar en cañaverales de alto tonelaje (Ma, Karkee y Scharf, 2014). Sin embargo, no dependen de la presencia del transporte hacia el ingenio para realizar su trabajo y la materia prima coleccionada sufre menos deterioro porque no es trozada y es posible dejar las cañas en el suelo durante un tiempo, sin mayores consecuencias en la calidad.

## **Las cosechadoras integrales**

Las cosechadoras integrales, además de cortar y coleccionar las cañas, incluyen un mecanismo para cortar los tallos en trozos de tamaño similar y cargarlos directamente en un contenedor. Este concepto fue desarrollado alrededor de 1955 por J. Gaunt, un ingeniero que trabajó para la empresa Massey Ferguson. La máquina construida por este profesional y su equipo fue la primera que incluyó un mecanismo de trozado, que devino en una tecnología básica para las cosechadoras integrales, también conocido como sistema australiano; más adelante profusamente difundido. En este método, el despuntado y el corte de la caña son seguidos por el trozado de los tallos en un tamaño de 30 a 40 centímetros. Generalmente, los trozos son directamente cargados en carros que se desplazan en forma paralela a la cosechadora, así se elimina la operación de apilar la caña en paquetes, necesaria en la cosechadora de tallo entero. Además, la cosechadora integral no requiere equipos adicionales para cargar los paquetes desde los surcos hasta los carros. De acuerdo con Gaunt (1965), las ventajas de las integrales, en comparación con las cosechadoras de caña entera, residen en que realizan todas las tareas necesarias: corte, trozado, deshojado y carga. Sin embargo, la máquina

integral necesita de un medio de transporte adecuado para su traslado al ingenio lo más velozmente posible. En todo caso, cualquier productor que contemple la introducción de la recolección mecánica debe sopesar las ventajas indiscutibles de esta maquinaria, frente a las desventajas del deterioro de la caña trozada y los problemas asociados que pueden surgir de su propio sistema de transporte y entrega de la materia prima (Price y Blyth, 1968). El trozado de la caña acelera el deterioro de la sacarosa, porque es más fácil el acceso de bacterias a través de la abrasión de los tallos y la superficie de los cortes realizados a los mismos. Adicionalmente, existe una pérdida sustancial de jugo, ocasionada por las operaciones de corte y trozado, que determina una reducción en el rendimiento del azúcar y eleva los costos efectivos de la operación.

Hay que considerar, además, que la eficiencia global de un sistema de cosecha es el producto de las eficiencias individuales de cada etapa (Gaunt y Zagorski, 1968). Por ejemplo, del tiempo total de uso de una cosechadora integral hay que descontar, en promedio, el 40% –compuesto por un 10% para el abastecimiento de combustible y 30% empleado en las maniobras–. Si la eficiencia de la carga de la materia prima al transporte es del 80% –debido a que se pierde un 20% del tiempo en maniobras– y los camiones de transporte vuelven a horario el 70% de las veces –por retrasos en la entrega en el ingenio–, la eficiencia global del sistema será igual al 34%<sup>6</sup>. En consecuencia, el costo por tonelada cosechada aumentará a medida que la eficiencia global disminuya. De este modo, contar con mejores cosechadoras es una condición necesaria pero no suficiente para el mejor resultado, porque dependerá de lograr un balance adecuado entre todos los componentes y etapas involucradas en el proceso, que abarca desde el diseño del campo a la entrega de la materia prima.

En pocos años, las integrales desplazaron a las cosechadoras de tallo entero no solo porque simplificaron la operación de carga, sino también porque la eficiencia de recolección que alcanzaron muchos modelos rondó el 95%, tanto para caña quemada como verde; aunque las pérdidas más difíciles de solucionar continuaron siendo las generadas por el contenido de trash, cercano al 10%, y la eficiencia del despunte (Mason *et al.*, 1980). Con el tiempo, la productividad de estas máquinas se incrementó notablemente, en condiciones excepcionales y para una variedad de caña empleada en Australia, Dick (1986) reportó valores superiores a 80 toneladas de caña verde por hora, con una Versatile Toft

---

<sup>6</sup> Equivalente al producto de los tres porcentajes:  $0,6 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 0,34$  o 34%.



7000, y de 120 toneladas para una Mizzi de doble surco. En Brasil, en los últimos 50 años, las cosechadoras aumentaron su productividad de 15 toneladas de caña quemada por hora, a 70 toneladas por hora de caña verde (Nyko *et al.*, 2013). Actualmente, en la Argentina, en sistemas de cosecha muy ajustados, es posible alcanzar una productividad de 60 o más toneladas cosechadas por hora.

La mejora del rendimiento de las cosechadoras se basó, en parte, en las innovaciones tecnológicas de las transmisiones hidráulicas y, posteriormente, en las aplicaciones de la electrónica. Cuando se compara la cabina de una cosechadora de los años 1970 con una de 2015 tienen poco en común. En los modelos contemporáneos gran parte de los controles manuales, muy numerosos en los primeros modelos, fueron reemplazados por una palanca de control multifunción, tipo joystick, que se adapta a la mano del operador y permite efectuar todas las operaciones de la máquina, incluso las de conducción, sin necesidad de emplear el volante; el confort de la cabina también es superior. Por otro lado, conducir correctamente una máquina agrícola de última generación implica una serie de competencias y destrezas a veces difíciles de encontrar entre los potenciales operarios.

El aumento en la productividad de las cosechadoras integrales puede no compensar los problemas que ocasiona su empleo. Su gran peso —unas 18 toneladas en promedio— produce la compactación del suelo y la pérdida consecuente de la estructura edáfica. Además, como su ancho de labor es de un surco o dos a lo sumo, el tránsito sobre el terreno es mucho mayor que en otros cultivos<sup>7</sup>. El desgaste de las cuchillas de corte basal —que deberían reemplazarse hasta dos y tres veces cada 24 horas de trabajo—, el consumo de combustible, alrededor de un litro por tonelada de caña cosechada, y la dificultad para trabajar en terrenos de más de 12% de pendiente debido al riesgo de vuelco, son otros de los inconvenientes que todavía esperan ser superados (Nyko *et al.*, 2013). Las características del cultivo de caña, principalmente su porte y volumen, hacen prever un proceso muy gradual de mejoras. Aunque todas las cosechadoras integrales ofertadas en el mercado son confiables, sus diseños y principios de funcionamiento, en líneas generales, se modificaron poco desde la segunda mitad del siglo XX.

---

<sup>7</sup> En el cultivo de maíz, por ejemplo, hasta 2005, el ancho promedio de labor de las cosechadoras abarcaba unas 10 hileras del cultivo. Por lo tanto, la cantidad de “pasadas” por hectárea es muy inferior comparada con la de una cosechadora integral de caña.



## Capítulo VI. La mecanización de la cosecha cañera en el mundo

### La mecanización de la cosecha de caña de azúcar

A poco de iniciada la década de 1970, se publicó un informe del Special Committee on Mechanical Harvesting and Handling (1971) sobre los sistemas de cosecha mecánica en varios países productores de azúcar. Para el hemisferio norte solo se detalló la situación de EE.UU., sin incluir a Cuba que había iniciado un acelerado proceso de mecanización, en 1960. En el caso de América del Sur, se incluyó a Ecuador y Venezuela, sin mención alguna a Brasil, Colombia y la Argentina. De todas maneras, para la época, salvo en Australia y EE.UU., la cantidad de caña cosechada mecánicamente en el resto del mundo era baja.

La producción cañera de Estados Unidos se asentó históricamente en tres de sus estados. Debido a la diversidad agroecológica, el sistema productivo adoptado y las características del proceso de mecanización el caso de Hawai fue atípico, en cambio Luisiana y Florida compartieron algunas semejanzas a lo largo del tiempo. En Hawai, donde la mecanización comenzó en los años 30, como consecuencia de la escasez estructural de mano de obra, agudizada durante la II Guerra Mundial, pero que se mantuvo hasta los inicios del siglo XX (Long, 1952a; Leffingwell, 1982; Santo *et al.*, 2000). De todas maneras, el proceso enfrentó varias dificultades técnicas asociadas con la existencia de cañaverales de productividad elevada, muy compactos y con cañas caídas, que dificultaron el uso de cosechadoras tradicionales y determinaron, además del uso del fuego previo a la cosecha –todavía empleado en las primeras décadas de los 2000–, el desarrollo de las máquinas cortadoras en V y las grúas de carga (Long, 1952b; Duncan, 1959). Este tipo de tecnología, conocida como sistema hawaiano, no tuvo difusión en otros países azucareros,

porque estuvo muy vinculado con las particulares condiciones ambientales de las islas<sup>1</sup>. De cualquier manera, la aprobación de leyes ambientales que limitaban la quema, el elevado consumo de agua para riego y lavado de la caña, los costos crecientes de los fertilizantes y otros agroquímicos, unido a la eliminación de los subsidios estatales, ocasionaron la desaparición del complejo azucarero hawaiano. En diciembre de 2016 se produjo el cierre del último ingenio (Buhl, 2017).

Actualmente en el estado de Florida se produce casi la mitad del azúcar de caña estadounidense. Con algunas oscilaciones, la superficie cultivada con caña abarcó, desde los años 2000, entre 160.000 y 180.000 hectáreas. La mecanización de la cosecha se produjo en forma acelerada y pasó del 30% de la superficie en 1987, al 100% en 1993. Uno de los motivos principales fue el incremento del costo laboral, originado en 1986 a partir de las restricciones legales a la migración de trabajadores caribeños, mano de obra habitual de las plantaciones (Schmitz y Moss, 2015). El panorama también se caracterizó por su concentración en la etapa industrial: cinco ingenios, con cañaverales propios, procesaron el 65% del volumen de caña cultivado en la década de 2000 (Baucum, Rice y Schueneman, 2002). Las cosechadoras empleadas fueron de tipo integral y la quema de caña en pie, previa a la cosecha, fue una práctica generalizada por lo menos hasta 2005 (Baucum y Rice, 2006).

Desde los inicios del siglo XXI la superficie cultivada con caña de azúcar en Luisiana es similar a la de Florida, unas 180.000 hectáreas. El proceso de mecanización se desarrolló masivamente desde fines de la década de 1930, con la adopción de la cargadora de caña y el creciente uso de los tractores agrícolas. La cortadora hileradora, la cosechadora de caña entera para dos surcos, de 1938, y los modelos derivados de ella, fueron una respuesta a la creciente dificultad para conseguir la cantidad suficiente de trabajadores, problema que se inició durante la II Guerra Mundial. En la época se calculó que la necesidad de mano de obra requerida era de 45.000 trabajadores para la zafra de 1944, una cifra inalcanzable en ese período. El rendimiento de las cosechadoras tipo soldado –cada una reemplazó a 50 cortadores–, también redujo los costos casi a la mitad (The International Sugar Journal, 1945; Maier, 1949). A diferencia de Hawai y Florida, en donde la caña se quemaba

---

<sup>1</sup> Una versión adaptada de este sistema llegó a emplearse durante unos años en el ingenio La Esperanza, de Jujuy.

en pie antes de la cosecha, en Luisiana se quemaba la caña ya cortada y acondicionada en el surco<sup>2</sup> (Buzanell, 1993). La cosechadora de tallos enteros para dos surcos se continuó usando masivamente hasta inicios de los años de 1990 (Scandaliaris, 1982; Salassi y Champagne, 1996) hasta que una nueva variedad de caña, la LCP 85-384<sup>3</sup>, incrementó los rendimientos en un 25% y motivó la adopción de las cosechadoras integrales, más eficientes en cultivos con follaje denso. Hacia el 2000, el 90% de la producción cañera se cosechó con estas máquinas (Gravois, 2001; Legendre, 2014). Para 2004, en promedio, su productividad alcanzó entre 35 y 75 toneladas por hora, en fincas de 200 a poco más de 1.400 hectáreas (Barker, 2007).

En 1990, la superficie cultivada de caña de azúcar en Australia fue de 403.000 hectáreas. La productividad alcanzó un promedio de 84 toneladas de caña por hectárea, que se molieron en 28 ingenios. Salvo en el extremo norte del área productiva, la quema previa de los cañaverales y la cosecha con contratistas fue la práctica más usual (Industry Commission, 1992). La mecanización de la cosecha comenzó debido a la escasez de mano de obra y se basó en el uso de máquinas cortadoras y cargadoras que, en conjunto, permitieron más que duplicar el rendimiento de la cosecha y carga manual (Wegener y Yinggang, 2015). En 1962 el 65% de la cosecha fue cargada mecánicamente (Ridge y Norris, 2000). Las cosechadoras de tallo entero, empleadas desde mediados de la década de 1940, fueron populares hasta los años 60, cuando el tamaño promedio de los campos de cultivo era menor a 30 hectáreas y se plantaban variedades erectas.

La evolución de la cosechadora de caña australiana combinó los desarrollos de productores innovadores, pequeños fabricantes y equipos de investigación y desarrollo de grandes corporaciones (Davis, Norris y Whiteing, 2009). También existió apoyo gubernamental a través del Mechanical Cane Harvesting Committe, organización integrada por representantes de la industria azucarera y el gobierno de Queensland que, entre 1947 y 1964, promovió el desarrollo de máquinas cosechadoras

---

<sup>2</sup> Práctica que también se adoptó en Tucumán.

<sup>3</sup> LCP, siglas de Louisiana Canal Point, denominación de las variedades de caña de azúcar desarrolladas conjuntamente por las estaciones experimentales de Houma –Luisiana– y Canal Point –Florida–, dependientes del Agricultural Research Service, organismo gubernamental de EE.UU. La variedad más difundida actualmente en Tucumán tiene un origen similar.

de caña de azúcar. Sin duda, el dispositivo creado por K. Gaunt y su equipo, todos empleados por Massey Ferguson, que permitió cortar, trozar y cargar la caña en una sola operación fue un hito en la innovación tecnológica mundial. Este mecanismo, que en 1956 formó parte de la cosechadora MF 515, demostró ser tan eficiente que todavía se continúa empleando actualmente (Norris, Hocking y Davis, 2000). Otros fabricantes pioneros en la construcción de cosechadoras fueron Toft y Mizzi. A mediados de los años de 1960 se usaron unas 1.300 integrales, todas diseñadas y construidas en ese país (Special Committee on Mechanical Harvesting and Handling, 1971). En 1968 las máquinas integrales cosecharon el 51% de los cañaverales, mientras que las cosechadoras de tallos enteros alcanzaron el 21%, con el restante 28% colectado manualmente (King, 1969), estas dos últimas modalidades fueron casi abandonadas pocos años después. Desde 1975 toda la caña se cosechó con máquinas integrales y, en promedio, la cosecha en verde alcanzó al 55% del total en 1988 (Egan, 1989). Si bien en los inicios del siglo XXI la cosecha en verde era mayoritaria, la quema de la caña se mantenía como práctica habitual en una tercera parte de la superficie cultivada. Una zona con cañaverales densos y enredados (Davis y Norris, 2002). Al mismo tiempo, mientras avanzó la mecanización la productividad de los cosecheros se incrementó más de 13 veces entre 1956 y 1998, cuando pasó de 750 a 9.800 toneladas anuales de caña por cortador. Algo similar sucedió con la maquinaria de cosecha, en la medida que mejoró sus prestaciones y el sistema de transporte y entrega al ingenio se fue ajustando, la cantidad de cosechadoras se redujo de unas 1.800, en 1972, a 1.300 en 1998 (Ridge y Norris, 2000). Es posible que otra causa de esta disminución haya sido el fin de los beneficios impositivos otorgados por el gobierno para la compra de maquinarias. De todas formas, a finales del siglo XX se llegó a una meseta productiva. En 1984 solo Austoft<sup>4</sup> continuaba fabricando cosechadoras (Wegener y Yinggang, 2015). Empresa que cerró sus puertas en 2004 y trasladó sus operaciones a Brasil, porque sus ventas en Australia habían pasado de unas 170 máquinas anuales en 1996, a unas escasas 11 unidades en 2003 (Townsend, 2004).

En Cuba la mecanización cañera fue casi inexistente hasta fines de la década de 1950, solo los ingenios utilizaban algunos tractores para la

---

<sup>4</sup> Empresa fundada como Toft en los primeros años de 1960 y, desde 1996, adquirida por Case Corporation, parte del conglomerado Fiat.

preparación del suelo. La cosecha y la carga de caña de azúcar se hacían a mano y las máquinas disponibles, además de caras, tenían altos costos de mantenimiento y operación (Edquist, 1982; Ríos, 2014). A partir de la revolución de 1959, el papel del Estado fue fundamental para la actividad azucarera dado que el cultivo de caña llegó a cubrir el 80% de la superficie cultivable del país, lo que significó entre 1,1 y 1,2 millones de hectáreas cosechadas para el período 1975 y 1985, procesadas en 153 ingenios bajo control estatal. De acuerdo con Feuer (1987), una característica sobresaliente del proceso de cambio la constituyó el rápido avance en la mecanización de la cosecha y la modernización de su sector azucarero sin despidos masivos, algo esencial en un país que empleaba entre 300.000 y 400.000 personas para cada zafra.

La mecanización de la cosecha cubana se inició a principios de los años 1960, con la incorporación de las cargadoras mecánicas; sobre todo, las de tipo topadora empujadora. Con el nombre genérico de “criollas” su fabricación no fue estandarizada y, desde 1964, se fueron reemplazando por máquinas similares fabricadas en la Unión Soviética, como el modelo PG 055 ST, que para 1970 sumaron 5.500 ejemplares. Un factor que contribuyó al éxito de la carga mecanizada, que se incrementó del 26 al 93% entre 1965 y 1971, fue la creación de los Centros de Acopio, instalaciones para las operaciones de recepción, pelado y trozado de la caña antes de ingresar al ingenio (*La Industria Azucarera*, 1974; Ríos, 2014).

Para la zafra de 1961 comenzaron las pruebas que posibilitaron la construcción de la Ecea MC1, una cosechadora de tallo entero. Aunque se fabricaron 680 unidades, su desempeño nunca fue notable y su producción se discontinuó. La cosechadora Henderson, otra máquina desarrollada en Cuba, simple y robusta, se fabricó de a cientos. Pero solo cortaba y cargaba caña sin pelar, por lo que su empleo fue limitado y se dejó usar en 1971 (Pollitt, 1982). Algo similar ocurrió con las primeras máquinas integrales, las más de 1.000 KCT1 –de arrastre– y KT1 –autopropulsada–, importadas desde la Unión Soviética entre 1965 y 1968, casi abandonadas en 1972 debido a su escasa productividad (Edquist, 1982).

La máquina que se convirtió en un ícono fue la Claas Libertadora<sup>5</sup>, una cosechadora integral para caña verde, conocida primero como CCE

---

<sup>5</sup> El nombre de Libertadora se atribuyó a Fidel Castro quien, en un discurso de la época, mencionó que esta máquina liberaba al hombre de la cosecha manual.

(Combinada para Caña Enredada), que fue diseñada por ingenieros cubanos entre 1967 y 1968. La empresa Claas, con sede en Alemania Occidental, fabricó las primeras 25 unidades, conocidas como Libertadoras 800, las mejoras introducidas posteriormente posibilitaron, a partir de 1970, construirlas en serie como Claas CC 1400 o Libertadora 1400, máquina que tuvo muy buenas prestaciones y que el gobierno cubano adquirió en una cantidad cercana a las 200 unidades<sup>6</sup> (Pérez López, 1991). De acuerdo con Ríos (2014), el diseño original fue la base para la mayoría de los modelos de cosechadoras cañeras fabricadas en el mundo. Además de la Libertadora, también se emplearon otras máquinas. La Massey Ferguson 201 Cane Commander (MF 201), cosechadora integral para caña quemada, importada de Australia a partir de 1971 en más de 400 unidades, tuvo un desempeño muy destacado. Pero la integral más difundida de todas fue la KTP1<sup>7</sup> y sus modelos posteriores. Fruto de la colaboración cubano-soviética, primero fueron importadas de la Unión Soviética y a partir de 1977 construidas en la isla (Edquist, 1982; Matos Ramírez, 2012). En 1979, el 75% de las casi 2.300 integrales usadas en Cuba eran modelos KTP (Pollitt, 1982).

En 1973 las integrales cosecharon el 11% de los cañaverales y se previó que, con la incorporación de entre 200 y 300 máquinas similares por año, para 1980 esta superficie ascendería al 80% (*La Industria Azucarera*, 1974). Sin embargo, en 1979 todavía se cosechó manualmente el 58% de la producción cañera cubana, poco más de 42 millones de toneladas de un total de 73 millones (Pollitt, 1982). Entre otros motivos porque la productividad promedio fue de 124 toneladas diarias por máquina, un rendimiento muy bajo en términos comparativos. Posteriormente, la mejora del trabajo de las cosechadoras<sup>8</sup> logró que la proporción de caña cosechada con ellas se incrementara desde el 25% en 1975, al 62% en 1986 y el 83% en 2014 (Ríos, 2014). La mecanización también facilitó la reintroducción de la cosecha en verde, práctica casi abandonada desde los años 1970. En 1985, más del 70% de los ca-

---

<sup>6</sup> La empresa Claas, que no reconoció la participación cubana en el diseño, fabricó entre 400 y 600 Libertadoras 1400 que vendió a más de 30 países, entre ellos la Argentina y EE.UU. (Edquist, 1982).

<sup>7</sup> Letras iniciales en ruso de cosechadora autopropulsada.

<sup>8</sup> En 1987 se presentó la cosechadora KTP 2, una versión mejorada del modelo previo. En 1995, a pesar de la crisis de la economía cubana, se probaron los modelos KTP 2M y el prototipo KTP 3S (Matos Ramírez, 2012).



ñaverales se cosechó de esta manera, proporción que se elevó al 85% en 1990 (Pollitt, 2005). En consecuencia, para la última década del siglo XX Cuba era el país con mayor mecanización cañera de América Latina y contaba con una dotación de 4.000 cosechadoras y una cantidad similar de cargadoras (Comisión Económica para América Latina y el Caribe y Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo, 2000). Posteriormente, la disolución de la Unión Soviética, la crisis económica mundial de los años 2001-2003 y la consecuente reestructuración producida en el sector agroindustrial cubano, determinó un freno a los desarrollos de nuevos modelos de cosechadoras y la compra, en 2003 y 2007, de máquinas importadas Cameco 3500 y Case Austoft (Matos Ramírez, 2012).

En Brasil la escasez de mano de obra<sup>9</sup> para la cosecha se mencionó como la causa principal para la adopción de las máquinas cosechadoras, las que a fines de los años 1970 ya poseían la capacidad de coleccionar caña en verde. Además, el rendimiento alcanzado por los cosecheros, un promedio de 4,3 toneladas de caña quemada por hombre por día, fue considerado bajo comparado con las 12 o 15 toneladas obtenidas por los cosecheros australianos (Brieger y Leite Banks, 1977). En comparación, una máquina integral podía, en condiciones óptimas, coleccionar 330 toneladas de caña quemada en un turno de ocho horas, una cantidad equivalente al trabajo de 64 hombres o más (Peixoto Alves, 1978). Sin embargo, hacia 1979, Brasil cultivó casi dos y medio millones de hectáreas de caña y coleccionó el 12% del total de la materia prima con 456 integrales y 295 cosechadoras de tallo entero (Ripoli y Segalla Lazzarini, 1981). Es decir que el sistema de cosecha manual todavía era el predominante; situación que se mantuvo sin demasiadas alteraciones en el tiempo. Diez años después en San Pablo, estado que concentraba el 60% de la superficie brasileña cultivada de caña, la proporción de cosecha mecánica se estimó en el 19% y en la zafra de 1998, para el conjunto de ingenios paulistas, la proporción descendió a 17%; aunque las tareas de preparación de suelos, la plantación, el cultivo y la carga fueron realizadas casi exclusivamente con medios mecánicos, sobre todo en las grandes empresas (Toledo, Yoshii y Otani, 1991; Veiga Filho, 1998b). El panorama se modificó en los inicios del siglo XX, uno de los motivos

---

<sup>9</sup> En Brasil, la migración de mano de obra rural hacia trabajos del sector urbano fue tan marcada y repentina que afectó el desempeño de la economía, debido a los problemas sociales ocasionados (Atalla, 1975).

que aceleró la mecanización de la cosecha fue la ley ambiental aprobada en San Pablo<sup>10</sup> durante 2002, que estableció un cronograma obligatorio para la reducción de la quema de los cañaverales. A la imposición legal se agregó, en 2007, un protocolo ambiental de adhesión voluntaria que sumó el 90% de la caña cultivada (Nyko *et al.*, 2013). Los resultados de la aplicación del protocolo, asociados con la práctica de cosecha en verde, fueron notables. Para la zafra 2006/07 la superficie cañera cosechada mecánicamente fue del 41% y aumentó al 90% en la cosecha de 2016/17 –unos 5,6 millones de hectáreas–. El 10% restante, cosechado manualmente generó 39.000 puestos de trabajo, una reducción de 124.000 sobre la cantidad empleada en 2007 (Fredo *et al.*, 2008; Fredo y Caser, 2017). En este sentido, con la superficie cañera mecanizada en su totalidad, solo se absorbería el 15% de la mano de obra empleada en la cosecha manual (Torquato, Fronzagila y Martins, 2008).

Los antecedentes de la fabricación brasileña de cosechadoras<sup>11</sup> para caña se remontan a 1956, cuando la empresa propietaria de un ingenio en Piracicaba, diseñó una máquina para cosechar caña entera que, posteriormente, fabricó la empresa Motocana (Veiga Filho, 2002; Scharinger, 2018). Por entonces los ingenios estatales adquirieron decenas de cortadoras y cortadoras despuntadoras. Estas máquinas, empleadas en varias combinaciones, no tuvieron un desempeño destacado lo que se atribuyó, entre otros motivos, a la poca capacitación de los operadores, la falta de sincronización con el transporte, el deficiente ajuste de la maquinaria, el diseño inadecuado de las plantaciones y las adversidades climáticas (Ripoli, Righi y Pexe, 1975). Años después, durante la década de 1970, el gobierno de Brasil instrumentó una serie de medidas para aumentar la productividad del sector agroindustrial azucarero. Entre ellas, líneas de crédito a productores, financiamiento a la investigación científico tecnológica y procesos de capacitación para la mano de obra agroindustrial (Gentil, 1977).

La mecanización de la cosecha con el sistema integral comienza en el estado de San Pablo y se debió, en parte, a la empresa Santal fábrica de cargadoras de caña y otros implementos, fundada en 1960, que pre-

---

<sup>10</sup> Otros estados, como Paraná y Mato Grosso do Sul, han aprobado normas similares, y algunos avanzaron en regulaciones para el control de la quema, como Minas Gerais (S. Santos, 2011).

<sup>11</sup> La primera cosechadora mecánica llegó a Brasil en 1956, una máquina tipo soldado marca Thomson, importada de EE.UU. (Ripoli y Segalla Lazzarini, 1981).

sentó las cosechadoras integrales 110 y 115 en los inicios de la década de 1970 y, en 1979, la serie Rotor que podía cosechar en verde (Silva, 2013). En la fase inicial de la cosecha mecanizada, los escasos ingenios que usaron cosechadoras integrales, en su mayoría Santal, lograron un rendimiento de entre 10 y 25 toneladas cosechadas por hora. El costo de estas máquinas fue la mitad que las marcas importadas, debido a las leyes de protección industrial aprobadas en la época (Gentil, 1977). Una organización que tuvo influencia durante el proceso de mecanización fue el Centro de Tecnología Copersucar, formado en 1969 por un grupo de ingenios de la región de Piracicaba, que contribuyó a redirigir la orientación tecnológica del sector, que pasó de tener como referencia a Cuba y Europa a la agroindustria sudafricana y australiana –más adecuadas a las características de Brasil–, tendencia que siguieron los fabricantes de maquinaria (Cortes, 2016).

La cantidad de cosechadoras creció de manera paralela al proceso de mecanización cañera, en el estado de San Pablo su número se incrementó desde 753 a 2.243 ejemplares, entre 2006 y 2013 (Jesus y Torquato, 2014). Tendencia seguida por otros estados brasileños como el de Paraná, segundo productor nacional de caña de azúcar con el 7,5% del total, en donde se mecanizó el 10% de la superficie en la zafra 2007/08 (Junqueira, Sterchile y Shikida, 2008).

El sector metalmecánico brasileño también contribuyó al reimpulso de la mecanización cañera en los inicios del siglo XXI. La pionera empresa Motocana presentó en 1999 la cosechadora Fenix –para caña entera– y sus posteriores evoluciones (Veiga Filho, 2002). Santal fabricó, desde los años 1990, su modelo Amazon, una integral más simple y barata que la competencia, que fue comercializada hasta 2007 (Silva, 2013). Otras empresas, como Star y Civemasa, fabricaron entre 2007 y 2010 cosechadoras integrales más compactas y con menores costos de operación; pero debido a las crisis económicas del sector agroazucarero discontinuaron su producción (Scharinger, 2018). Actualmente en Brasil, debido a las dimensiones del sector agroazucarero, están instaladas tres de las cuatro fábricas de todo el continente americano que construyen cosechadoras integrales para el mercado internacional: Case –del grupo Fiat–, John Deere –que en 1997 absorbió a Cameco– y Valtra, del conglomerado Agco –que adquirió a Santal en 2012–. La cuarta, KTP, se encuentra en Cuba.

## Las causas de la mecanización en la producción de caña

Hacia el final de la década de 1990 Veiga Filho (1998b), con un enfoque cercano al de la economía de la innovación, estudió el proceso de mecanización en Cuba, Hawái, Luisiana y Australia, sin encontrar una relación causal única que los explicara. El caso más atípico fue el cubano, porque las políticas de la Revolución de 1959 aumentaron la oferta de trabajo industrial y ocasionó una migración de la mano de obra cañera hacia las zonas urbanas. Además, las mejoras en la infraestructura, la reforma agraria y la reorganización de la actividad azucarera –a partir de grandes plantaciones estatales–, contribuyeron también a disminuir el número de cosecheros. Sin embargo, estas medidas también ocasionaron un retroceso en la productividad del sector, que solo pudo ser superado con la participación de trabajadores no agrícolas durante las zafas de los años 1970. Solo unos pocos años antes se habían incorporado las máquinas cargadoras de caña y las instalaciones llamadas centros de acopio –empleadas para reorganizar la entrega de materia prima a los ingenios–, pero en 1970 solamente el 1% de la caña fue colectada por medios mecánicos. Recién en 1974, con las cosechadoras KTP y la adopción de la quema previa de los cañaverales, se cosechó mecánicamente alrededor del 25% de la producción, proporción que alcanzó al 70% a fines de la década de 1980, cuando el gobierno cubano, ante la crisis económica iniciada a partir de la disolución de la URSS, decidió reorientar el sector agrario para diversificarlo.

En Australia, que también enfrentó la escasez de mano de obra, las tareas de plantación y carga mecanizada ya estaban consolidadas en el período previo a la II Guerra Mundial. El impulso a la mecanización de la cosecha fue una consecuencia de las políticas de estímulo gubernamentales, unidas a condiciones favorables del mercado internacional y la innovación tecnológica. Los servicios de asistencia técnica y un sistema de pago de la materia prima basado en su contenido de sacarosa, también estimularon el progreso del sector azucarero. La muy activa industria de implementos y maquinarias agrícolas australiana diseñó y construyó los primeros modelos eficaces de cosechadoras integrales que, posteriormente, se comercializaron en muchos otros países. Cabe destacar que este tipo de máquina no era totalmente compatible con las plantaciones australianas que poseían una superficie promedio relativamente pequeña, salvo las grandes empresas. Por lo tanto, muchos cultivadores recurrieron

al servicio de contratistas de cosecha integral o se agruparon en organizaciones cooperativas para lograr la escala necesaria de superficie.

En general, existieron algunas características comunes a todos los casos analizados que Veiga Filho (1998a) ordenó en cuatro grupos. La primera fue el impacto de la II Guerra Mundial, un factor eventual y externo pero que influyó en el rumbo del desarrollo tecnológico, al interrumpir el flujo internacional de la mano de obra necesaria para la cosecha, aunque de manera desigual según los diferentes países. La segunda característica fue la competencia técnica de los diseñadores y fabricantes de las máquinas –a veces fueron también agricultores cañeros–, para superar las limitaciones ambientales, sobre todo las del clima y los suelos, adaptarse a las condiciones particulares del vegetal e incrementar la eficiencia en el manejo de la materia prima. La tercera característica fueron los cambios organizacionales en los procesos productivos, para adecuarse a las innovaciones tecnológicas. La cuarta fue la necesidad de contar con el apoyo de las organizaciones de ciencia y tecnología, públicas y privadas, para iniciar o continuar con el proceso de innovación. Por último, también mencionó la influencia de los precios relativos de los mercados –tanto los de la tecnología disponible como los del azúcar–, en tanto representaron estímulos necesarios en la generación de condiciones propicias para las innovaciones tecnológicas y organizacionales. De manera similar a lo que ocurre con otros productos agropecuarios, el precio del azúcar en el mercado rara vez condice con la relación efectiva entre oferta y demanda. En gran medida están distorsionados por regulaciones gubernamentales cuyos orígenes, en este caso, se remontan a la crisis de 1930. Las medidas más usadas fueron las intervenciones estatales vinculadas con la regulación de la oferta y el comercio. La reglamentación legal de las relaciones laborales de los obreros, industriales y agricultores, sobre todo cuando estos eran de pequeña escala, fue un factor común en todos los complejos azucareros. En este sentido, dichos factores también se vinculan con los cambios tecnológicos y organizativos.

Por otro lado, desde fines del siglo pasado, la acelerada globalización también afectó a las organizaciones y los convenios internacionales que regulaban el mercado mundial del azúcar, concebidos originalmente para comercializar los excedentes del producto –aun con precios por debajo del costo–, pero justificados por la aplicación de políticas orientadas a fortalecer la industria y proteger puestos de trabajo. Al mismo tiempo,

surgieron otros factores condicionantes, entre ellos la competencia de los endulzantes sintéticos, el consumo creciente de jarabe de maíz, el predominio del azúcar refinado sobre el crudo y el empleo de la caña de azúcar como fuente opcional de bioenergía (Rodríguez Duhalt, 2006), a los que se pueden agregar la hegemonía comercial de Brasil, el primer exportador mundial, y el papel de China y la India como grandes consumidores. También es probable que el destino de la materia prima hacia la producción de biocombustible y fibra modifique los actuales sistemas de cosecha.

En lo referido a los eventos externos que propiciaron la mecanización, aun cuando es innegable la influencia que tuvo la II Guerra Mundial en países en donde restringió la mano de obra, en otros, que no dependían del flujo internacional de trabajadores, la situación fue distinta porque el conflicto generó nuevas oportunidades para la producción y la exportación de azúcar. Este fue el caso de Cuba, donde los trabajadores de los ingenios lograron mejoras salariales y en sus condiciones de labor (Ríos, 2014). Durante estos años también se inició el desarrollo de la agroindustria azucarera y alcoholera de San Pablo, Brasil, en desmedro de la región del nordeste más dependiente de las exportaciones de azúcar, que habían empezado a disminuir luego de la crisis mundial de los años 1930 (Moreno, 2011). En los otros países analizados, Australia y EE.UU., a las restricciones generadas por la conflagración mundial se sumaron, en distintos períodos, marcos legales que limitaron la inmigración de trabajadores para las zafras, vinculados a veces con grupos étnicos particulares.

La competencia técnica de los diseñadores y fabricantes de maquinaria es otro factor a considerar. El proceso de mecanización en la cosecha de caña de azúcar comenzó siempre con la adopción de las máquinas cargadoras que se produjo, de acuerdo con los distintos países, en un período de 30 años, entre 1940 y 1970 aproximadamente. La incorporación efectiva de las cosechadoras mecánicas fue mucho más dispar.

En Australia, la cantidad y variedad de tecnología mecánica producida para la cosecha de la caña fue notable (Kerr y Blyth, 1993). Construyeron la primera cosechadora integral operativa para caña quemada y también la cosechadora integral para caña en verde, que todavía hoy se conoce como modelo australiano. Como se mencionó, estas innovaciones fueron posibles, en parte, por el apoyo de organismos gubernamentales, corporaciones y empresas privadas, productores y fabricantes de equipos y ma-

quinarias. En la medida en que el sector azucarero australiano dejó de expandirse, la metalmecánica local fue decayendo hasta casi desaparecer. Con respecto a las máquinas desarrolladas en la parte continental de EE.UU., las cosechadoras de tallo entero fueron las que más se adaptaban, en la época, a su principal ambiente productivo en Luisiana. Por lo tanto, el sistema de cosecha fue concebido para condiciones ambientales que determinaban una zafra corta, realizada durante el período de heladas agronómicas<sup>12</sup> que deterioraban la calidad fabril del cultivo, unida a un ciclo de crecimiento de ocho meses, con variedades de caña erectas y relativamente livianas. Posteriormente, en el estado de Florida, la adopción de las integrales estuvo relacionada con la reducción de costos y las restricciones legales para la contratación de mano de obra.

En el caso de Cuba incidieron otros factores, al inicio el proceso de mecanización estuvo condicionado por la falta de bienes de capital y de un sector industrial en condiciones de fabricar maquinaria. Sin embargo, diseñaron una cosechadora que la empresa Claas mejoró, construyó y comercializó exitosamente en el resto del mundo. Años después, en colaboración con la Unión Soviética, fabricaron cientos de máquinas integrales con las que iniciaron un proceso de mecanización que abarcó dos décadas. Brasil, por su parte, hacia la década de 1960 había mecanizado la etapa de preparación de los suelos y la plantación de caña en forma parcial, pero la cosecha continuó siendo totalmente manual (Veiga Filho, 1998b), situación que no varió en los años siguientes. A inicios de los años 1970, en un contexto de expansión económica, los industriales azucareros incentivaron el proceso de mecanización para la cosecha de caña que pronto fue abandonado por el inadecuado desempeño de las máquinas, entre otros motivos. Unos 20 años después, en respuesta a las huelgas y protestas de los cosecheros, que buscaban mejores condiciones laborales y aumento en el valor de los jornales, se inició un segundo ciclo para la mecanización de la cosecha (S. Santos, 2011), que continuó durante el período de las políticas desreguladoras del mercado de los años 1990, y se acentuó con la aplicación de las leyes para eliminar la quema previa a la cosecha en los inicios del siglo XXI. Requisitos legales que se intensificaron, aún más, con las certificaciones internacionales exigidas para exportar etanol (Favoretto, 2014).

---

<sup>12</sup> La helada agronómica se produce cuando se mide una temperatura igual o inferior a 0° C a la intemperie y a 5 centímetros del suelo. Cuando una helada se combina con baja humedad ambiental, el efecto sobre los cultivos es más dañino.

La existencia de organizaciones de ciencia y tecnología, tanto públicas como privadas, fueron esenciales en todos los países que impulsaron el cambio técnico en el sector azucarero. En Australia, EE.UU. y Brasil el sector empresarial privado participó activamente del proceso modernizador. Además, la intervención estatal, mediante el otorgamiento de créditos y subsidios, o las regulaciones de los mercados, también fueron medidas frecuentes; en este sentido Brasil aplicó, durante años, distintas políticas gubernamentales que favorecieron el desarrollo tecnológico de su complejo sucroalcoholero.

Sin duda la principal consecuencia asociada con los procesos de mecanización agrícola es la reducción de los puestos de trabajo. Al mismo tiempo, es frecuente que los trabajadores que persistan en la actividad deban aumentar su productividad, incluso en detrimento de su salud y la precarización de las condiciones laborales. En Brasil, el país en donde la cosecha de caña de azúcar fue mayormente manual hasta los inicios del siglo XXI, la productividad de los cosecheros se cuadruplicó en 40 años, pasando de unas tres toneladas diarias, en los años 60, a un promedio de 12 toneladas por día por trabajador, en los 2000 (Alves, 2006; Rumin, Navarro y Periotto, 2008). Este notable incremento resultó de numerosos cambios, que incluyeron la especialización de los zafreros en el corte de caña, dejando la tarea de acondicionamiento y carga en manos de otros trabajadores, hasta la incorporación de las grúas móviles en la década de 1970. El quemado de los cañaverales, previo a la cosecha, adoptado masivamente fue otro factor determinante para elevar el rendimiento de los cosecheros porque facilitó el corte. Esta especialización de algunas tareas, más propia del trabajo industrial que del agrícola, se completó con la aparición de otras, desconocidas hasta entonces<sup>13</sup> (Favoretto, 2014), que modificaron los tradicionales puestos laborales. El aumento de la productividad de los trabajadores no estuvo exento de los conflictos que generan las innovaciones técnicas, que alteran procedimientos de trabajo con muchos años de establecidos (Alves, 1991). Por otro lado, el incremento de la productividad de los trabajadores, además de los límites físicos, también está vinculado con otras cuestiones, como la forma de organización laboral que tiene la empresa, las fuerzas de las organizaciones gremiales de los trabajadores y el papel del

---

<sup>13</sup> Un ejemplo fue la de bituqueiro, la tarea de recolectar manualmente las cañas que no fueron colectadas por las máquinas cargadoras. Otra fue la perca, el trabajo de recortar los tallos de caña al ras del suelo, luego del paso de las cuadrillas de cosecheros.



Estado en cuanto a la creación de nuevas fuentes de trabajo, el diseño de políticas previsionales, la existencia de seguros de desempleo y otras medidas similares para morigerar la pérdida de empleos que se producirá. Porque, en todo caso, las innovaciones que permiten disminuir el costo de algunas tareas y son de alto riesgo para los trabajadores, son finalmente aceptadas (Gras, Bidaseca y Mariotti, 2000).

Además de los factores que influyeron en los procesos de cambio técnico expuestos, desde el punto de vista teórico queda demostrado que la mecanización de la cosecha cañera forma parte de un sistema de tecnologías de proceso continuo (Dye, 1993), concepto similar al de paquete tecnológico, donde es necesario que todo cambio introducido sea compatible con los otros componentes del complejo azucarero. En consecuencia, un grado de compatibilidad que haga eficaz la adopción de una cosechadora mecánica, involucra aspectos organizativos, técnicos y sociales. De este modo, será necesario considerar, entre otras variables, la reorganización del sistema de transporte de la materia prima, que involucra no solo la etapa agrícola sino también la industrial. También los ingenios deberán modificar ciertos puestos de trabajo y sus instalaciones, para adecuarse a las modificaciones incorporadas. Además, en cuanto al aspecto laboral, más allá de los problemas derivados del incremento de la desocupación, se incrementará la demanda de trabajadores competentes para la correcta operación y mantenimiento de las nuevas máquinas, lo que supondrá por parte de los usuarios la adquisición de un conjunto de conocimientos y habilidades, durante un proceso de *learning by using*, que insumirá un período de tiempo considerable. En los complejos agroindustriales interviene una variable más, se trata de las condiciones fijadas para la compra de la materia prima. Requisitos que establecen la cantidad y la calidad de la caña de azúcar a entregar, en consonancia con el sistema de pago, y que contribuyen a facilitar u obstaculizar los cambios tecnológicos.

El complejo escenario planteado, las múltiples interrelaciones entre los componentes del sistema agroindustrial azucarero, la influencia de los factores sociales, económicos y ambientales, unidos a las características propias de la naturaleza técnica de los artefactos, determinan que los procesos de innovación tecnológica nunca son lineales y totalmente predecibles; aunque la comparación entre casos similares permite encontrar principios generales para el análisis de casos particulares.



## Capítulo VII. El sector azucarero de Tucumán

### El cultivo de caña en Tucumán

Debido a las condiciones agroecológicas del área cañera de Tucumán –ver la Figura 1–, el periodo de crecimiento del vegetal cultivado es de unos ocho meses, desde mediados de agosto a mediados de abril.

El desarrollo del cultivo depende de varios factores, como la variedad de caña empleada, la fecha de plantación y cosecha, el manejo agronómico y las condiciones meteorológicas –sobre todo de la cantidad de lluvia caída–, porque la mayor parte del cultivo se realiza en condiciones de secano. Debido a deficiencias históricas de infraestructura y limitaciones financieras, solo se riega una cuarta parte de la superficie cañera provincial. El cultivo de caña de azúcar abarca, de manera sintética, tres pasos o etapas: plantación, cultivo y cosecha y transporte.

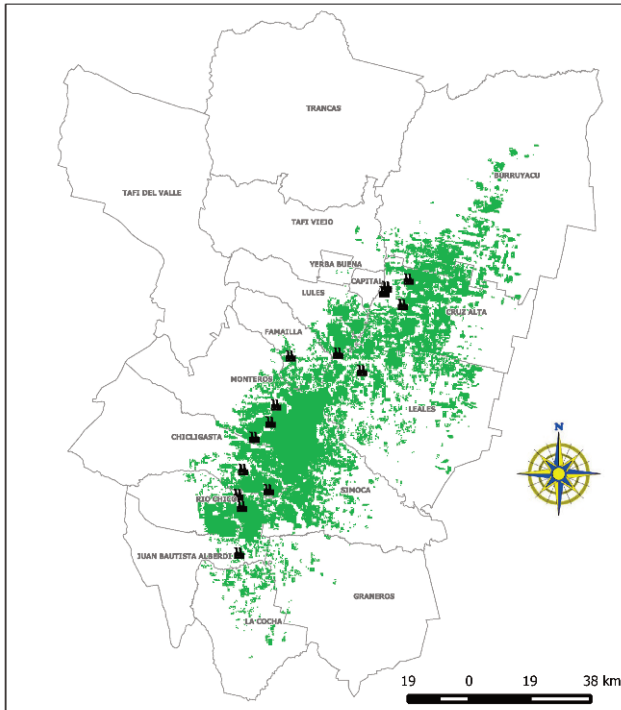
La etapa de plantación supone la preparación del terreno y el labrado de los surcos en donde se depositará la caña semilla<sup>1</sup>, a veces producida por el mismo agricultor en una parcela destinada a tal efecto, y otras adquirida a terceros. Una vez cubierto con tierra el material vegetal, el surco conforma un bordo. A lo largo del tiempo, el ancho de los surcos y el espacio entre ellos, llamado trocha, han tenido algunas variaciones pero, en consonancia con el proceso de mecanización y el ancho de labor de la maquinaria, la distancia entre surcos se estandarizó entre 1,50 y 1,60 metros hace varios años. La longitud de los surcos también se modificó; durante la vigencia de la cosecha manual el diseño más común de las plantaciones fue un damero, con cuadrados de 100 metros

---

<sup>1</sup> Como se indicó, la caña semilla es un trozo del mismo vegetal con varias yemas, a partir de las cuales se desarrollarán nuevas plantas.

de lado, separados por calles de unos tres metros de ancho. Con la adopción de la cosecha mecánica los surcos se alargaron a 400 metros y más, de acuerdo con las posibilidades del terreno, para facilitar la tarea de las máquinas. La colocación de la caña semilla en el surco fue, durante años, una actividad eminentemente manual o efectuada con el auxilio de máquinas plantadoras muy simples. En la actualidad existe una tendencia al empleo de máquinas, autopropulsadas o de arrastre, que al mismo tiempo realizan el surcado, el sembrado y el tapado de la semilla.

**ZAFRA 2012 E INGENIOS AZUCAREROS  
PROVINCIA DE TUCUMÁN**



**REFERENCIA**

- Límites departamentales
- ⚙ Ingenios
- Zafra 2012

Fuente: WFS de RIDES (Zafra 2012)

Mapa elaborado en Octubre de 2014  
Equipo SIG, Dirección de Gestión de TIC,  
Subsecretaría de Planeamiento y Tecnologías de Gestión  
Secretaría de Estado de Gestión Pública y Planeamiento  
Gobierno de la Provincia de Tucumán

**Figura 1. Área cañera e ingenios azucareros de Tucumán**

Fuente: Secretaría de Estado de Gestión Pública y Planeamiento (2014).

Por su parte, el cultivo agrupa una serie de tareas que, además, pueden variar de acuerdo con las condiciones agroecológicas en donde se implantan los sistemas productivos, ellas son: a) mejoramiento de las cualidades físicas de los suelos –compactación, pie de arado–; b) mejoramiento de la captación y retención de agua y la aireación del suelo; c) aplicación de los fertilizantes; d) control de malezas, plagas y enfermedades (Romero, Digonzelli y Scandalariis, 2009). En caso de contar con riego, también debe incluirse la preparación del terreno para su correcta aplicación.

La cosecha de caña, que en Tucumán abarca entre 150 y 180 días, desde junio a octubre o noviembre<sup>2</sup>, fue la tarea que más cambios sufrió a lo largo del tiempo. Con todo, incluso hoy conviven tres sistemas diferentes: manual, semimecánico y mecánico o integral. Si bien existieron algunas variaciones, propias de cada época y zona productiva, el sistema manual más usado incluyó: a) corte basal de la caña; b) pelado o deshojado manual de cada tallo; c) despuntado, también tallo por tallo; d) acondicionado de la caña entera en una trocha; e) cargado al carro y armado del paquete. El acondicionado, a veces llamado volteo, consiste en depositar manualmente las cañas cortadas de manera perpendicular al surcado. De esta manera, el cosechero forma una hilera de tallos sobre el suelo cada cuatro o seis surcos para facilitar la operación de carga.

El sistema manual actualmente empleado en Tucumán, solo en superficies pequeñas, se ha simplificado para reducir el empleo de mano de obra. Se compone de: a) corte basal de la caña; b) acondicionado de la caña entera en una trocha; c) pelado mediante quema; d) despuntado de la caña en la trocha; e) cargado al carro paquetero y atado del paquete de caña o al carro volquete, en este caso a granel.

El quemado de las plantaciones en pie –empleado como método para abaratar los costos de la cosecha manual y el sistema semimecánico o para facilitar el trabajo de las primeras máquinas integrales–, fue una práctica poco corriente en Tucumán hasta mediados de la década de 1980, cuando empezó a usarse de manera masiva. Luego de unos 25 años se abandonó debido a restricciones legales, aunque en el sistema manual de cosecha todavía se realiza en caña cortada y acondicionada en la trocha.

El sistema semimecánico comprendió varias combinaciones que

---

<sup>2</sup> El período varía de acuerdo con la variedad de caña plantada y, sobre todo, con las condiciones climáticas imperantes. La cantidad de días con lluvias y el volumen de las precipitaciones, la humedad relativa ambiente y la ocurrencia de heladas, son factores que pueden reducir el período de cosecha.

fueron variando con el tiempo, entre ellas: a) corte mecánico y el resto de las operaciones manuales: pelado, despuntado, apilado y carga; b) corte y carga mecánica, el resto de las operaciones manuales; c) todas las operaciones manuales excepto la carga. Actualmente, la versión más frecuente se compone de las operaciones siguientes: a) corte manual; b) acondicionado de los tallos en una trocha; c) pelado por fuego de la caña sobre el terreno; d) despuntado manual en la trocha; e) carga mecánica a granel en el carro volquete.

El sistema integral incluye, en un proceso único, todas las operaciones que realiza una cosechadora autopropulsada: a) despuntado, b) corte basal, c) trozado, d) deshojado, e) carga directa al vehículo de transporte: la caja de un camión, un acoplado, un carro de vuelco lateral o un autovuelco. Esta modalidad reduce al mínimo la cantidad de mano de obra necesaria, aunque en contraposición necesita de las máquinas integrales que son muy costosas de adquirir, requieren de un mantenimiento permanente y operarios expertos.

Por último, además de las características de los predios y cañaverales, que condiciona en parte la tarea de cosecha, hay que considerar que, al contrario de otros cultivos agroindustriales, la materia prima debe ser procesada lo más rápido posible, para evitar la disminución de los rendimientos industriales, debido al deterioro biológico del jugo contenido en los tallos. En este sentido, el transporte y la entrega de la caña a los ingenios es una etapa inseparable de la cosecha.

## **El desarrollo tecnológico cañero**

El análisis de la cuestión tecnológica en el área de las ciencias agrícolas, asociada con los procesos de mecanización o modernización, fue relativamente escaso comparado con la cantidad de trabajos sobre mejora genética, sanidad vegetal y manejo agronómico del cultivo de caña de azúcar. Además, salvo excepciones, los materiales consultados no hacen mención a los conflictos sociales y políticos ocurridos a lo largo de la historia del sector agroindustrial.

El proceso de mecanización en caña de azúcar comenzó con la tarea de labranza. Los arados de mancera<sup>3</sup>, más robustos y pesados, y otros implementos, como rastras con paquetes de discos tirados por animales

---

<sup>3</sup> Mancera o esteva es la pieza de madera que, ubicada en la parte trasera del arado, permite conducirlo. En la Argentina suele escribirse mansera.

de trabajo, ya eran usados en Tucumán para el cultivo de caña de azúcar desde las primeras décadas del siglo XX. El uso de maquinaria pesada, y más compleja, también registra antecedentes en los inicios del mismo siglo, cuando algunos ingenios emplearon arados Fowler tirados con cables, de un extremo del campo al otro, movidos por motores de vapor. Además, en 1917, el ingenio Santa Ana empleó tractores con motor a alcohol, que se elaboraba en la misma fábrica, para realizar varias tareas de manera más económica, debido, según Cross (1942), a lo costoso de la mano obra y el aumento de la extensión cultivada.

Con base en los cambios que incrementaron la productividad, Cerizuela (1988) dividió el desarrollo tecnológico de la producción de caña de azúcar en Tucumán en tres períodos, 1917-1941, 1942-1960 y 1961-1985, a esta clasificación se le agregó la etapa 1986-2005.

### **El período 1917-1941**

En las últimas décadas del siglo XIX, la productividad del cañaveral tucumano osciló alrededor de las 25 toneladas por hectárea, con un rendimiento promedio de azúcar del 6%. Para esa época el cultivo y la cosecha eran totalmente manuales.

Los cosechadores voltean primeramente la caña, usando para este propósito un machete; luego pelan y despuntan la caña para el trapiche con unos cuchillos grandes. Este sistema difiere del de Luisiana y algunos otros países, donde cada tallo se pela, despunta y corta con una misma operación [...] la caña debe de ser debidamente pelada, despuntada y entregada en brazadas “a la rueda”, al carrero parado dentro de su carro quien la recibe y la acondiciona en el mismo (Cross, 1929: 426).

Los carros, con dos grandes ruedas de madera y llantas de hierro, tirados por bueyes o mulas, cargaban entre 2.500 y 3.000 kilos de caña, atados en un paquete mediante tres cadenas, para transportarlos a los ingenios.

Hasta 1917 en Tucumán se cultivaron cañas denominadas criollas<sup>4</sup>, un conjunto de variedades aclimatadas que se agrupaban, por su aspecto, en moradas y rayadas. Las primeras eran las preferidas de los ingenios por su mayor contenido de sacarosa, mientras que las rayadas, en cambio, eran las favoritas de los productores por su mayor peso y re-

---

<sup>4</sup> Denominación genérica de las cañas de azúcar que se habían adaptado al ambiente local.

sistencia a las enfermedades (Lenis y Moyano, 2007). Luego de varios años de bajos rendimientos, debido a la enfermedad del mosaico<sup>5</sup> que afectó a las plantaciones de la provincia, se inició una selección sistemática de cañas tolerantes o resistentes a la patología, obtenidas a partir de semilla botánica importadas de otros países y regiones, como Brasil, Barbados y Java. El éxito en la lucha contra el mosaico se debió a la selección de variedades introducidas, principalmente desde la isla de Java<sup>6</sup>, en la actualidad parte de la república de Indonesia.

En este primer proceso de mejora genética cabe destacar el papel protagonista de la Estación Experimental Agrícola de Tucumán (EEAT), creada en 1907, y la Escuela Nacional de Agricultura –actualmente Escuela de Agricultura de la Universidad Nacional de Tucumán–, y esta misma casa de altos estudios, fundada en 1914 (Moyano, 2011). La EEAT, hoy Estación Experimental Agropecuaria Obispo Colombes (EEAOC), una organización dedicada a la investigación científica y tecnológica del sector agrícola e industrial, creada por el gobierno provincial, estuvo entre las primeras del mundo para asistir técnicamente al amplio espectro de complejos cañicultores (Moyano, Campi y Lenis, 2011).

El desarrollo y cultivo de nuevas variedades de caña elevó la productividad agrícola y contribuyó a modificar el sistema de transporte. Se suplantó el tiro con bueyes por el de mulas, animales más veloces para el trabajo y en algunos ingenios, para la caña propia, se adoptó el ferrocarril tipo Decauville<sup>7</sup>, sistema compuesto por pequeñas locomotoras y vagones de carga que se desplazaban en vías de trocha angosta, 60 centímetros de

---

<sup>5</sup> Enfermedad de origen viral que destruye la clorofila, retarda el desarrollo de las cañas y afecta su productividad.

<sup>6</sup> Estas cañas se conocieron genéricamente como POJ, siglas en holandés de la Estación Experimental del Oeste de Java. Esta tradición se conserva hasta la actualidad con otras variedades de caña de azúcar, por ejemplo: LCP –Luisiana Canal Point– a las originarias de Luisiana; RA –República Argentina–, fruto de la colaboración entre la EEAOC y el INTA; FAM –Famaillá–, mejoradas por el INTA y TUC –Tucumán–, producto de la labor de la EEAOC.

<sup>7</sup> Denominación que rinde honor a su inventor Paul Decauville, hijo de un agricultor francés que se dedicó a la elaboración de azúcar de remolacha. Es más correcto el término de trocha Decauville. La empresa, creada en 1875, fabricó material ferroviario muy variado para uso industrial y de transporte en general. Uno de sus inventos más difundidos, por su facilidad de instalación, fue una vía de 60 o 70 centímetros de ancho –también hubo versiones de 40 y 50 centímetros–, donde los rieles estaban integrados a los durmientes en una única pieza de acero (Enciclopedia de Ciencias y Tecnologías en Argentina, 2010).



separación entre rieles, que podían tenderse y trasladarse rápidamente y de acuerdo con las necesidades (M.C. Bravo, 2017a).

Durante este período se unificaron algunas técnicas para la plantación y el cultivo de la caña de azúcar. La distancia entre surcos, que en Tucumán había variado entre 1,0 y 2,6 metros, se modificó hasta alcanzar entre 1,8 y 2,0 metros, con una marcada preferencia por el espacio más ancho. Las dos terceras partes de los surcos de la provincia estaban trazados a dos metros de distancia unos de otros (*La Industria Azucarera*, 1930). También se difundieron algunos trabajos sobre el empleo de máquinas cosechadoras en otros países, generalmente con evaluaciones negativas porque las cañas no llegaban lo suficientemente limpias a los ingenios. Como alternativa para eliminar la maloja de manera eficaz y poco costosa, se experimentó la quema de los cañaverales, práctica que por entonces no adoptó masivamente el sector productivo debido, probablemente, a las disposiciones del Laudo Alvear y la negativa de los ingenios de moler caña quemada, porque disminuía la calidad del azúcar.

## **El período 1942-1960**

Para Cerrizuela (1988), durante este período no se llevaron a cabo adelantos tecnológicos de importancia. Sin embargo, desde fines de la década de 1950 se había incrementado de manera notable la mecanización de algunas labores, debido al empleo creciente de los tractores agrícolas.

Ya durante la segunda mitad de la década de 1940, el proceso de mecanización en los cañaverales de Estados Unidos y Cuba había generado el incremento de la productividad por jornal y, al mismo tiempo, la disminución en la cantidad de trabajadores necesarios. Entretanto, en la Argentina, la mecanización se consideró necesaria para “humanizar” el trabajo rural y, al mismo tiempo, elevar los rendimientos ya que el empleo de maquinaria permitiría realizar, en tiempo y forma, las tareas agrícolas en las zonas cañeras, donde las características agroecológicas limitaban los procesos biológicos y reducían la productividad (Bital Buceta, 1954). De este modo, la adopción de maquinaria agrícola, representada por la incorporación del tractor, posibilitaría un mejor manejo agronómico del cultivo y disminuir la dependencia de la tracción animal, basada en la utilización de miles de mulas<sup>8</sup>, cuya atención insu-

---

<sup>8</sup> No se hallaron datos sobre las consecuencias productivas de disponer de las superficies ocupadas por los animales de tiro y que pudieron ser sumadas al cultivo de caña de azúcar.

mía recursos humanos y materiales. Para la región pampeana se estimó que entre el 5 y el 10% de la superficie cultivada se destinaba a este fin (Coscia, 1983).

En la misma época todas las tareas del cultivo continuaban siendo manuales (Instituto de Investigaciones Económicas, 1956). Aunque el interés del sector fabril por iniciar un proceso de mecanización fue sostenido. Varios números de la revista *La Industria Azucarera* reprodujeron artículos que promocionaron sistemas de cosecha mecanizada, sobre todo en Luisiana, como los de Maier (1949), Willcox (1950) y *La Industria Azucarera* (1959), en este último caso se mencionaron máquinas que pocos años después llegaron a Tucumán, como las cosechadoras Thomson y J&L. En el mismo sentido, el Centro Azucarero Regional de Tucumán, la organización integrada por los propietarios de los ingenios azucareros de la provincia, sostuvo que la incorporación de tractores permitiría mejorar el desempeño de la actividad azucarera debido, principalmente, a la posibilidad de realizar las labores de cultivo en tiempo y forma. Tarea difícil de realizar solo con tracción a sangre, más todavía cuando casi todos los animales de trabajo estaban destinados al transporte de caña. En consecuencia, los industriales solicitaron facilidades para obtener los tractores necesarios. Sobre la mano de obra, en cambio, se resaltó el bajo rendimiento en el trabajo de los cosecheros, que no excedía de cinco o seis horas diarias y, por lo tanto, ocasionaba la paralización de la molienda por falta de materia prima (Centro Azucarero Regional de Tucumán, 1949).

En lo relativo a las organizaciones de ciencia y técnica con sede en la provincia de Tucumán, se continuó con el proceso de mejora genética, la selección de variedades, el estudio de las malezas, las recomendaciones sobre el manejo agronómico del cultivo, como la estandarización del espacio entresurco, y la forma de mejorar la calidad de la caña entregada a los ingenios. En otros temas, socialmente más conflictivos, como el sistema de pago de la materia prima, no se avanzó. Para 1959, a 30 años del Laudo Alvear, la situación no había cambiado demasiado. El mecanismo empleado continuaba siendo injusto e ineficiente, entre otros motivos, porque los análisis para determinar la calidad de la caña entregada los realizaban los ingenios. El no contar con un sistema de co-

---

car. Tampoco sobre la cantidad de personas que, durante décadas, ejercieron los oficios de mulero y carrero.

mercantilización equitativo, que contemplara tanto la condición de la materia prima entregada como la etapa fabril, hacía difícil mejorar la producción de azúcar (Fernández de Ullivarri, 1959).

Como se observa, en el período analizado la mecanización se asoció casi exclusivamente con la incorporación de tractores y, tanto desde el punto de vista del “progreso social” como del interés económico de las empresas, no varió la concepción de la cosecha de los cañaverales, basada en la necesidad de contar con grandes contingentes de mano de obra para realizarla. Con respecto al transporte, en cambio, se habían reemplazado numerosos carros de dos ruedas por carros cañeros con cuatro neumáticos que, en grupos de cuatro o cinco, eran tirados por tractores hasta los cargaderos o los ingenios. Para el traslado de la caña desde el cargadero a la fábrica ya era habitual el empleo de camiones, en vez del ferrocarril. También hacia fines de los años 1950 se produjo un incremento en la mecanización del cultivo, aunque en muchas fincas se continuaba con el tradicional método de pala y azada y la tracción animal (Cross, 1960).

Por otra parte, los cambios ocurridos en la forma de cultivo y los medios de transporte de la materia prima no se trasladaron a otras tareas. La cosecha de la caña no tuvo mayores modificaciones hasta los años 1960. Aunque el ingenio Bella Vista compró y probó, en 1949, una cosechadora mecánica tipo Luisiana, marca Thorton, no llegó a usarla comercialmente (Cerrizuela y Hemsy, 1967). En consecuencia, la caña de azúcar continuó siendo cosechada por obreros que trabajaban en forma individual y cobraban por paquete de tres toneladas cargados en un carro. Como un cosechero necesitaba unos tres días de trabajo para esta tarea, la carga se componía con los tallos cortados durante 96 horas (Cross, 1959). La entrega de materia prima con tres días o más estacionamiento, fue un motivo de conflictos constantes entre cañeros e industriales, sobre todo porque la molienda de caña “vieja” disminuía el rendimiento fabril<sup>9</sup>.

## **El período 1961-1985**

Durante este período, signado por la mayor crisis socioeconómica que atravesó el complejo azucarero tucumano, se produjeron varios cambios. Aunque se le atribuyó al sector industrial un atraso tecnológico signifi-

---

<sup>9</sup> Debido principalmente a la presencia de microorganismos que degradan la sacarosa.

cativo –difundido en medios de prensa provinciales y nacionales–, que fue usado como una de las justificaciones para cerrar ingenios, este tipo de afirmaciones no se constató. Por el contrario,

... desde fines de los años '50 argentina se renovó a una tasa de inversión cuatro veces mayor que la de la tasa media del país en el período 1961/1964, estimulada por los saldos exportables y el esporádico buen precio del azúcar en el mercado libre. La modernización tecnológica se produjo [...] en la casi totalidad de los ingenios tucumanos (Pucci, 2007: 50).

De esta forma, entre 1960 y 1965, los 27 ingenios en su conjunto habían aumentado en más del 50% la cantidad de caña molida, mejoraron en un 65% la utilización de los recursos productivos e incrementaron las inversiones en instalaciones y equipos, todos indicadores que contrastaron con la supuesta ineficiencia atribuida a las fábricas azucareras de Tucumán (Sabatté, Fernández Villegas y Rocha, 1967).

En las Primeras Jornadas Agronómicas sobre Caña de Azúcar, realizadas en Tucumán durante 1961 y organizadas conjuntamente por el INTA y la EEAT, se presentaron 27 experiencias, la mayoría de ellas vinculadas con nuevas variedades, sanidad vegetal y manejo de malezas. Entre los pocos trabajos con una visión más integral del tema, como el de Fernández de Ullivarri (1962b), se destacó la necesidad de incrementar la productividad por hectárea, objetivo que podía lograrse mediante una correcta preparación del suelo, la plantación temprana, el uso de variedades adecuadas, el control de malezas y el empleo de fertilizantes, lo que permitiría alcanzar valores productivos similares a los de Salta y Jujuy. Para esto también era necesario un sistema de comercialización basado en la calidad de la materia prima, antes que en su peso. Ante el problema de la caña entregada con varias horas de estacionamiento –un período de 96 horas en promedio–, se reconoció el límite que planteaba el sistema productivo tucumano, en donde la provisión de caña por parte de los agricultores independientes superaba con creces la cultivada por los ingenios.

En lo referido a la especie vegetal, se consolidó un proceso de mejora genética de la caña, se intensificaron los estudios para controlar malezas y se modificó, una vez más, el espacio entre surcos, que pasó de 1,8 a 1,6 metros, separación que se mantiene hasta la actualidad. Sin embargo, la estandarización de la distancia fue un proceso relativamente

lento, en tanto hacia fines de los años 1970 casi la mitad de los cañeros plantó a distancias distintas a 1,6 metros (Ponce *et al.*, 1987), lo que también supone que la cosecha en estos predios continuaba siendo manual o semimecánica. Al respecto, Fernández de Ullivarri (1962a) mencionó que, aunque una mayor distancia suponía mayor insolación y un consiguiente aumento del rendimiento fabril, este se vería contrarrestado por un retraso de la maduración, debido al exceso de follaje que desarrolaría la caña. Por su lado, Scandaliaris *et al.* (1986) demostraron que, aunque existe influencia de la variedad genética, la edad del cañaveral y el ambiente, las plantaciones con surcos a 40 u 80 centímetros obtienen mejores resultados en cuanto a producción de biomasa total, azúcar, alcohol y unidades de energía. Por lo tanto, la información disponible permite deducir que la distancia entre surcos está influenciada por el ancho de labor de las máquinas y del manejo agrícolas, antes que por conveniencia biológica o económica. Al contrario de lo sucedido con los cambios varietales y la reducción del espacio entre surcos, la preparación del suelo, la plantación y las labores de cultivo permanecieron sin grandes cambios, salvo el mayor uso de maquinaria en lugar de tracción a sangre. El empleo creciente del tractor, además de mejorar la labranza, permitía realizar las labores de manera más oportuna, aunque su escaso número determinaba la necesidad de finalizar la cosecha para usarlos en la nueva campaña (Fernández de Ullivarri y Kenning Voss, 1966).

En la zafra de 1963, varios ingenios emplearon cosechadoras tipo Luisiana y cargadoras importadas, y solo un año después se utilizaron cortadoras simples de manufactura local. El empleo de estas máquinas inició la configuración de dos nuevos sistemas de cosecha, el semimecánico y el mecánico, que con el tiempo se sumaron al manual. En efecto, a mediados de la zafra de 1964 hubo en Tucumán 35 cosechadoras norteamericanas, J&L y Thomson (Cerrizuela y Hemsy, 1967). El inadecuado desempeño de estas máquinas fue el motivo principal para no insistir con su empleo. En tal sentido, se afirmó que "... no se ha podido adaptar las máquinas cosechadoras a las cañas ahora cultivadas, para pelarlas y despuntarlas debidamente, hay que procurar adaptar las cañas a las posibilidades de estas máquinas, mediante variedades adecuadas para este fin" (Cross, 1966: 153). Efectivamente, las cosechadoras empleadas en aquel entonces no pelaban la caña y el despuntado era deficiente. Empero, la opinión expresada por Cross trasluce una visión determinista de la tecnología —común entre los profesionales de las cien-

cias agrarias cuando los resultados no eran los esperados—, en vez de modificar las máquinas, debía adaptarse el cultivo; concepción que no cambió demasiado en los años sucesivos.

Con respecto a la mecanización en los predios cañeros, la mayoría de la información disponible se relaciona con cuestiones económicas. Hacia 1966, una superficie cultivada de 50 hectáreas o más era el tamaño mínimo para justificar la incorporación de un tractor, para el cultivo y el transporte de la materia prima al ingenio. Pero esta opción solo representaba un 6% de ahorro en mano de obra, porque la cosecha todavía era manual. Para lograr una disminución significativa en los costos, se necesitaba disponer por lo menos de 70 hectáreas de caña (Zappi *et al.*, 1967).

A poco de iniciada la década de los años 1970 Bilbao (1972) afirmó que, en el caso de los minifundistas cañeros, el equipo de trabajo era casi inexistente, el 97% carecía de tractor, cerca de la mitad tampoco animales de tiro ni carros —por lo que dependían de terceros para transportar su materia prima— y el uso de fertilizantes era excepcional, lo que explicaba los bajos rendimientos culturales que obtenían. De todos modos, el panorama no era homogéneo. La bonanza económica del período 1972-1975<sup>10</sup> también se reflejó en los ingresos de los agricultores y muchos pequeños cañeros adquirieron su primer tractor entre esos años; de manera similar a lo ocurrido durante los primeros años 1960 (Giarraca, 1999b).

De manera concomitante, continuó el reemplazo de los carros de madera —salvo en las fincas de los pequeños productores— por los carros “paqueteros”<sup>11</sup> que, con una capacidad de carga de tres toneladas, eran tirados por tractores en conjuntos de hasta seis unidades, equivalentes a 18 toneladas de caña. El punto de entrega principal continuó siendo el cargadero y la distancia promedio al ingenio fue de 17 kilómetros lo que, unido a la mala organización de las operaciones de carga y descarga de la materia prima, ocasionaba moler caña estacionada y, en consecuencia, menor rendimiento de azúcar (Fernández de Ullivarri y Kenning Voss, 1966).

---

<sup>10</sup> Los precios de la caña fueron altos en 1958, 1963, 1974 y 1984 y, salvo para este último año —debido al programa económico del gobierno de Alfonsín—, coincidieron con alzas de los precios internacionales del azúcar (Bas & Carlini, 1989).

<sup>11</sup> Denominación genérica debida a estos carros cargaban un paquete de caña de tres toneladas. Como se verá oportunamente, hubo marcas tan reconocidas que se convirtieron en sinónimos de este medio de transporte, entre ellas Helvético y Rosso Leones.

El cambio de medios de transporte fue gradual. Todavía en 1978, el 62% de la caña se transportó en paquete, porcentaje que se redujo a fines de la década de 1980, cuando se entregó a granel el 50% de la caña (Cerrizuela, 1988). El paso del paquete a la caña a granel, entera o trozada, supuso el reemplazo de los carros paqueteros por carros con sistema de vuelco lateral<sup>12</sup> y camiones con caja y acoplado, con una capacidad de carga de entre 35 y 40 toneladas.

En suma, en los inicios de los años 1970, la situación era la siguiente: dada la superficie cultivada y los volúmenes cosechados en el complejo azucarero tucumano existían, en conjunto, solo la mitad de los tractores necesarios. Por otro lado, varias plantaciones que disponían de maquinaria la usaban por debajo de su capacidad operativa, seguramente porque en fincas menores a 90 hectáreas los animales de tiro seguían siendo menos costosos que el tractor (Consejo Federal de Inversiones, 1973).

La bonanza económica del sector azucarero durante la primera parte de la década de 1970, producto de los buenos precios internacionales del azúcar, facilitó la adopción de los sistemas semimecánico e integral en sus primeras versiones, que permitieron reducir los costos de una tarea que insumía la mitad del costo total por tonelada de caña. En este aspecto, Salta y Jujuy corrieron con ventaja, debido a que los pocos ingenios norteros disponían de grandes superficies y los productores independientes aportaban una reducida cantidad de materia prima. Por el contrario, en Tucumán, la

... estructura socioeconómica y de tenencia de la tierra, obstaculizaron la incorporación masiva de los aportes científicos y técnicos [...] no se debe pasar por alto la influencia negativa que tuvo la política azucarera nacional, a través de los regímenes de compraventa de caña, especialmente en el segundo subperíodo –1942 - 1960–. Es a partir de 1967 cuando comienza a pagarse la materia prima en base a pol<sup>13</sup> por ciento en caña, estimulando la calidad (Cerrizuela, 1988: 25).

En este sentido, las políticas proteccionistas, para el caso de los pe-

---

<sup>12</sup> Comúnmente llamados Java, debido a la empresa tucumana del mismo nombre que los fabricó.

<sup>13</sup> Contenido aparente de sacarosa en una muestra de jugo de caña. Para efectos prácticos el porcentaje de sacarosa y el pol son sinónimos.

queños productores de caña, fueron mencionadas como obstáculos para un proceso de mecanización considerado como natural y sin mayores desventajas para los usuarios, salvo las asociadas con sus altos costos.

De acuerdo con Ponce y Haro (1979), hacia los años 1973-1974 los productores con perfil empresarial iniciaron un proceso gradual de mecanización de la cosecha para disminuir sus costos. Proceso que solo se vería obstaculizado por la cantidad de productores pequeños, sin posibilidades de alcanzar la escala necesaria. La investigación que realizaron estableció que el 92% de los agricultores usaba el sistema manual de cosecha, el 4% el sistema semimecánico y el 4% restante el sistema integral, en este último caso, combinado con alguno de los otros dos sistemas. Este último grupo solamente incluyó cañeros con una superficie cultivada de entre 200 y 1.200 hectáreas, es decir, menos del 10% del total de los agricultores cañeros. La explicación de los autores, que se enfocó en el factor económico, sostuvo que, si bien el sistema manual continuó siendo la opción más barata, en plantaciones mayores a 400 hectáreas era dificultoso conseguir una dotación de entre 120 y 150 cosecheros, durante los cinco meses de la zafra. De cualquier manera, el costo del sistema integral –el más elevado de todos los empleados–, superó en casi un 50% al manual, en parte porque en el cálculo se incluyeron las pérdidas ocasionadas por la caña sin cosechar –unos 100 kilos por surco como mínimo– y el mayor contenido de trash que incorporaban las cosechadoras integrales, estimado entre un 6 y 8%, niveles muy superiores al 1,5% en promedio, de la cosecha manual o semimecánica.

### **El período 1986-2005**

Durante el período 1977-1987 los pequeños cañeros de Tucumán casi no habían realizado cambios en sus modalidades de cosecha, el sistema manual continuaba predominando en más del 90% de los casos. Una proporción que disminuía a 59% en los cañeros medianos; solo se había producido una mejora en el acceso a la tracción mecánica por parte de los minifundistas (Ponce *et al.*, 1987). Los escasos agricultores que emplearon el sistema integral en 1987 siempre lo hicieron en combinación con la modalidad semimecánica. Aunque en los estratos de productores analizados el sistema de transporte –con las etapas de finca a cargadero e ingenio– cambió poco, es probable que la situación fuera más heterogénea en el caso de los productores grandes. En la misma época, un cál-



culo del costo de producción que realizaron Bas y Carlinni (1989) para un cañero de 100 hectáreas –definido como el productor medio más representativo–, incorporó en la ecuación el uso de equipos para el sistema de cosecha semimecánico, como la cargadora, dato que permite inferir la existencia frecuente de este tipo de maquinaria en las fincas de medianos productores. De todos modos, a principios de la década de 1980, el 60% de la cosecha continuó siendo manual, un 20% integral y el 20% restante semimecanizada; es decir, combinando operaciones mecánicas y manuales (Cerrizuela, 1988).

El ya clásico estudio sobre el sector cañero tucumano de Giarraca y Aparicio (1991), que estimó un total de 11.496 productores<sup>14</sup>, permite inferir que prácticamente la mitad de los campesinos cañeros, categoría equivalente a los minifundistas definidos por otros autores, no contaba con mecanización alguna –unos 2.400 casos–. El panorama para la cosecha era más homogéneo todavía, el 82% de los productores empleaba el sistema manual y la casi totalidad del 18% restante el semimecánico. El sistema integral solo era usado por unos 45 agricultores de tipo empresarial, estrato que incluía a las fincas cultivadas por los ingenios; quienes en conjunto abarcaban entre el 20 y el 25% de la superficie cañera, y disponían de entre 45 y 50 cosechadoras aproximadamente.

El diagnóstico que ofrecieron Macció *et al.* (1992) sobre los pequeños cañeros fue similar. El cambio más notable que se mencionó en las tareas habituales para la cosecha fue que el pelado de la caña ya no se realizaba manualmente, sino mediante el quemado de las cañas, ya cortadas y acondicionadas en la trocha; una modalidad adoptada masivamente para bajar costos. La propuesta tecnológica aconsejada para este tipo de productores se basó en el reemplazo del sistema manual por el semimecánico, pero en su versión más elemental, donde la única operación mecánica era la carga a granel de la materia prima en los carros, lo que suponía un ahorro de costos superior al 30%. Pocos años después otro estudio confirmó el bajo grado de mecanización de los pequeños y medianos productores debido, en parte, a las reducidas superficies que cultivaban, su diseño irregular y surcos irregulares. Para estos casos se recomendó la cosecha semimecánica, unida a la organización y la capa-

---

<sup>14</sup> Esta cifra, equivalente a los titulares de cupo cañero, registrados en la por entonces Dirección Nacional de Azúcar, supera en casi 1.800 agricultores a la cantidad de 9.710 EAP, consignadas por el CNA 1988 (Indec, 1988). De todas maneras, la diferencia no invalida el análisis.

citación de los productores, medidas que tendieron a lograr una escala que justificara el uso de maquinaria (INTA y EEAOC, 1995).

En el sector de empresarios e industriales el panorama fue distinto, el proceso de desregulación económica, iniciado durante la primera presidencia de Menem (1989-1995), reconfiguró la actividad agroindustrial y permitió, para el caso de la cosecha, la incorporación de máquinas integrales importadas que, en pocos años, permitieron aumentar la superficie cosechada por este sistema, casi inexistente hacia fines del siglo XX (Giarraca, 1999a). A mediados de la década de 1990, un informe sobre la industria azucarera tucumana mencionó que la proporción de los sistemas de cosecha fueron: 10% manual, 50% semimecánico y 40% integral; aunque con amplias variaciones de acuerdo con el ingenio (International Finance Corporation, 1996). Otro diagnóstico, que propuso el aumento de la escala productiva y la integración horizontal de las empresas cañeras, afirmó que la mecanización en la cosecha era casi total y que en más del 70% de la superficie cañera se empleaban las máquinas integrales, cuando en 1991 eran casi inexistentes (González Lelong, 1997). Aunque el porcentaje de cosecha integral se había incrementado, difícilmente hubiera podido alcanzar la proporción mencionada. Por su parte, para la misma época, Giarraca (1999a) mencionó cifras más conservadoras y sostuvo que el 20% de los cañeros cosechaba con máquina integral, cuando en 1988 esa proporción no alcanzó el 1%. Para el año 2005, la superficie cosechada con el sistema integral se elevó al 60% (Vicini y Vicini, 2010). Al mismo tiempo, la cosecha semimecánica y, sobre todo, la manual quedaron reducidas a su mínima expresión.

La coexistencia de diferentes sistemas de cosecha también determinó cambios en los medios de transporte y el tiempo de entrega de la materia prima en los ingenios. Hacia fines de la década de 1980, la demora entre la cosecha y la molienda de los paquetes de caña, colectados manualmente, fue mayor a los tres días y medio, debido al pasaje por el cargadero y la estiba en la fábrica. Con el sistema semimecánico, que transportaba gran parte de la caña en carros volquetes, la demora se redujo en un día. De todos modos, el cambio más notable llegó con el sistema integral, al reducir la espera a poco más de seis horas (Scandaliaris, Romero y Olea, 1988).

La disminución del tiempo entre cosecha y molienda también se relaciona con las características de la materia prima entregada. La caña trozada se deteriora más rápido que la entera, por lo tanto, el ingenio debe

procesarla antes que su calidad fabril se vea afectada. Esta situación, que representa una ventaja para el sistema integral de cosecha, puede afectar a quienes entregan caña entera y deben resignarse a una mayor espera.

Como se señaló, las primeras innovaciones mecánicas para el cultivo y la cosecha se abandonaron al poco tiempo y, hasta la década de 1960, la casi totalidad de las tareas agrícolas dependieron del trabajo manual y la tracción a sangre, pese a que algunos ingenios usaron unos pocos tractores importados para la preparación del suelo. Una explicación probable es que, en esa época, la cantidad de caña que poseían las empresas azucareras –menos de la quinta parte del total cultivado– no justificara la inversión en equipos mecanizados y los cambios logísticos en el resto de las tareas relacionadas. Además, existía una oferta suficiente de mano de obra y de animales para la tracción a sangre. En cambio, sí hubo otras innovaciones adoptadas que se usaron durante más de 80 años, como fue el caso de las cadenas para el atado de los paquetes de caña –que se detallará más adelante– y las grúas para carga y descarga, instaladas en los cargaderos e ingenios hacia 1907<sup>15</sup>. Innovaciones que fueron simples desde el punto de vista técnico, pero muy rentables y eficientes al permitir el ahorro de mano de obra en las operaciones de carga y descarga, la disminución de los tiempos operativos y la mejora en la alimentación de los trapiches (Moyano, 2014). Algo similar sucedió con los carros conocidos como Helvéticos, con cuatro neumáticos de caucho, incorporados desde fines de la década de 1940. Al principio tirados por mulas, reemplazaron a las lentas carretas arrastradas por bueyes y posibilitaron incrementar la velocidad del transporte de la materia prima destinada a la fábrica; sobre todo cuando fueron arrastrados por tractores. Innovación que continuó, unos 20 años más tarde, con la aparición de los carros de vuelco lateral, tipo Java, todavía en uso. El tractor agrícola, incorporado a partir de los años 1960, fue un elemento insustituible que se completó, primero con las cortadoras de caña y, posteriormente, con la cosechadoras tipo Luisiana y las cargadoras. Este conjunto de máquinas constituyó el sistema semimecánico de cosecha que, con algunas variaciones, todavía se continúa empleando en fincas de pequeños productores. Las primeras máquinas integrales, introducidas a mediados de la década de 1970 –sin los resultados esperados en primera instancia–, se difundieron solo parcialmente, para convertirse

---

<sup>15</sup> Diversas grúas que usaban los ingenios para maniobrar los paquetes de caña fueron adaptadas para descargar los carros de vuelco lateral y todavía se emplean actualmente.

en una presencia habitual recién a partir de la última década del siglo XX y, hasta la fecha, resultan insustituibles.

Las visiones críticas sobre la tecnología y sus consecuencias sociales en el complejo agroindustrial azucarero se pueden agrupar en dos posiciones, aunque es posible encontrar elementos comunes entre ellas. La primera, es contraria al proceso de mecanización por considerarlo responsable de empeorar las condiciones de vida de los trabajadores. Por ejemplo, una reseña de la historia de la industria azucarar tucumana, sostuvo "... establecer con firmeza que la industria primitiva dio bienestar y progreso, y que los trastornos se iniciaron con la era mecanizada, que evidentemente no tuvo como objeto la finalidad social" (A. Bravo, 1966: 75). Esta posición tecno-pesimista vincula la incorporación de innovaciones mecánicas con un proceso de deshumanización, sin analizar otras consecuencias sobre las cuestiones estructurales.

Una versión de la postura anterior es la que cuestiona directamente el empleo de las máquinas, por sus consecuencias sobre el empleo. Es el caso de las opiniones de Emilio Sidán<sup>16</sup> quien, ante la incorporación de numerosas cosechadoras integrales en el sector agroazucarero, afirmó que:

La máquina, en lugar de representar el progreso, es un enemigo para el hombre: Lo reemplaza sin existir industria sustituta ¿Dónde irá la mano de obra desocupada? [...]. La producción agraria moderna no se apoya sólo en maquinarias sino también en gente capacitada que habite el campo. En suma, los ajustes siempre se dan con mucha fuerza hacia abajo y, en el caso argentino, la estabilidad no se logró por milagro: Alguien la paga, y eso se llama costo social (Diario *La Gaceta*, 1993: 8).

La segunda posición sobre la tecnología está asociada con factores estructurales que superan los aspectos técnicos, en consecuencia la cuestión cañera estaba directamente ligada "a su estructura social, cuya muestra principal es el grave problema del minifundio: por más que se logre tecnificar las explotaciones, nunca se podrá dar al pequeño productor los ingresos necesarios para satisfacer sus necesidades vitales" (Fernández de Ullivarri y Kenning Voss, 1966: 19).

Para las corrientes economicistas, en cambio, es necesario que los

---

<sup>16</sup> Dirigente histórico de la Unión de Cañeros Independientes de Tucumán, integró su comisión directiva desde 1958 y en 1993 fue vicepresidente.

pequeños productores incrementen su escala productiva y logren la mecanización con la tecnología disponible; aun cuando el cálculo del tamaño óptimo de los predios es una construcción teórica y atada a la coyuntura económica. Por su parte, las concepciones de tinte sociológico suelen sobreestimar las relaciones de subordinación del sector agrícola al industrial y, aunque los pequeños productores son considerados racionales, no pueden escapar al papel asignado en el complejo azucarero como reserva de mano de obra.

De este modo, todas las corrientes mencionadas comparten un elemento en común, suponen a la mecanización como parte de un proceso natural y homogéneo de modernización, en donde los agricultores se convierten en receptores pasivos de la innovación técnica, sobre todo los minifundistas, y deben amoldarse a ella para incrementar la productividad o sufrir los efectos de su uso. Ninguno de estos enfoques supone un abordaje integral. Aunque es cierto que las relaciones de subordinación existen, y es imposible desconocerlas, las situaciones son muy diversas y, entre otros factores, cabe considerar la particularidad del complejo agroindustrial analizado, el tipo de producto elaborado, el mercado abastecido y sus niveles tecnológicos. El prejuicio de considerar a la técnica como extraña a las actividades humanas desconoce las múltiples ventajas de su uso adecuado. Tampoco puede concebirse a la mecanización como un proceso automático y separado de las cuestiones estructurales y socioeconómicas, porque no permite un análisis más profundo de la cuestión. Como señalaron Martínez de Ibarreta, Posada y Pucciarelli (1994) en los sectores agroindustriales, dada la importancia que tiene el factor tecnológico en ellos, una vía de acceso al problema es el estudio de las formas en que se generan, producen y adoptan las innovaciones técnicas, con las consecuencias sociales y económicas que se dan en consecuencia.



## Capítulo VIII. La tractorización cañera en Tucumán

### La tractorización del agro argentino y tucumano

Para el análisis del sistema de cosecha de caña de azúcar, deben incluirse cambios e innovaciones previos que, además de generar las bases para su modificación, constituyeron un proceso inseparable. En este sentido, la adopción del tractor fue esencial, tanto para las labores de cultivo como para las relacionadas con la cosecha, la organización del trabajo y el transporte –etapa de la producción que se transformó a partir de la incorporación y el empleo de los carros cañeros–. La tractorización argentina, iniciada durante la segunda mitad de la década de 1950, para la misma época que en el resto de Latinoamérica, tuvo un ritmo creciente hasta fines de los años 1970 (Tort y Mendizábal, 1980). Al respecto, no cabe duda que la incorporación masiva de estos vehículos se produjo cuando fue estimulada por el Estado, a través de políticas específicas –entre ellas la promoción de actividades industriales y la protección del mercado interno–, como sucedió durante la segunda presidencia de Perón (Romero Wimer, 2010).

Las razones para la incorporación de tractores a las tareas de campo pueden ser variadas, pero sin duda el precio de mercado tiene un peso destacado. Entre 1960 y 1964, el precio de un tractor tipo fue un 22% inferior al del período 1935-1939 (Giberti, 1965). Tecnología mecánica más barata supone una facilidad para su adquisición, pero también influyen otras razones, entre ellas el costo de la mano de obra que será reemplazada por su uso, el personal a contratar para su operación, la situación financiera del agricultor, los mecanismos de financiamiento y la oportunidad de realizar las tareas de cultivo en tiempo y forma, sin depender de la tracción animal.

Con respecto a las ventas de tractores en la Argentina, la trayectoria de las empresas que los producían fue dispar pero, aunque las fuentes consultadas difieren en la cantidad anual de tractores vendidos, varios autores coinciden en que fue un sector dinámico de la economía argentina durante más de 20 años (Bil, 2014; Raccanello, 2010). La incorporación del tractor fue acompañada de manera paralela por un gran desarrollo de implementos para la labranza y el cultivo construidos, sobre todo, en la región pampeana. El catálogo de la primera exposición de maquinaria agrícola argentina, en marzo de 1965, presentó más de 366 fabricantes de máquinas, repuestos e implementos y, entre otras maquinarias, incluyó 31 modelos de cosechadoras –21 autopropulsados y 10 de arrastre–, aunque ninguno diseñado para cosechar caña de azúcar (CAFMA, 1965). Un indicador de la importancia numérica que tuvo el sector en aquel momento es que Expoagro –la hoy tradicional feria y exposición de tecnología agropecuaria–, contó con 386 y 460 expositores, para 2017 y 2018 respectivamente, sumando la presencia de empresas de China, EEUU, Finlandia, Brasil e Italia (Bertello, 2018), algo que no sucedió en 1965. El extraordinario período de desarrollo del sector metalmeccánico agrícola de la Argentina, tanto de diseño y construcción de maquinaria nacional como de radicación de industrias extranjeras, en el caso de los tractores, duró hasta fines de la década de 1970. A partir de 1976 y hasta 1982, las políticas de apertura económica, tomadas por el gobierno de turno, ocasionaron un proceso de desindustrialización y pérdida de la capacidad adquirida por el sector metalmeccánico (Hybel, 2006).

Si bien en Tucumán existían emprendimientos metalúrgicos que producían y reparaban equipos para la industria azucarera desde fines del siglo XIX, el caso de los establecimientos dedicados a la fabricación de implementos agrícolas era distinto. Su escala productiva, el tipo de producto y la organización interna los asemejaba más a un establecimiento de tipo artesanal que a uno industrial. Sin embargo, condiciones económicas relativamente favorables, acompañadas de un ciclo de buenos precios internacionales para el azúcar posibilitaron, entre la segunda mitad de la década de 1960 y el final de los años 1970, un desarrollo inédito del sector metalmeccánico tucumano.



## La incorporación del tractor para la producción de caña de azúcar

La información hallada sobre este proceso resultó escasa y esquiva, empero, la presencia y el uso de tractores en las labores de labranza, cultivo, plantación y cosecha indican la importancia que tuvieron y aún poseen para la actividad cañera. En este sentido, no cabe duda que la integración del tractor al sistema productivo azucarero impulsó un acelerado proceso de mecanización que, en poco tiempo, excedió los límites de las fincas para convertirse, también, en un componente esencial para el transporte de la materia prima.

Entre 1937 y 1960, el número de tractores en Tucumán aumentó de 138 a 1.960 unidades, fueron 2.430 en 1965 y 3.245 unidades en 1971 (Italconsult Argentina, 1967; Cámara Gremial de Productores de Azúcar de Tucumán, 1971; Tort & Mendizábal, 1980). Hasta la década de 1950 los únicos ejemplares que se incorporaron fueron tractores con orugas, eventualmente usados por algunos ingenios para la labranza y unos pocos tractores “con ruedas de hierro, los vecinos [todavía] tenían animales, una rastra de hierro, un arado [...] eso fue durante mucho tiempo, en la zona, no hubo tractores hasta el año 1960” (Entrevistas a RPO, 22/02/2017, y JTO<sup>1</sup>, 11/10/2017). Sin embargo, existieron iniciativas previas que permiten suponer un panorama más heterogéneo. En abril de 1954 se fundó una academia privada para tractoristas y mecánicos, destinada a capacitar a sus alumnos en el funcionamiento de motores y los diferentes usos del tractor, incluidas las tareas de mantenimiento. Un motivo mencionado para su creación fue el ritmo creciente en la mecanización en las actividades cañeras, que incluía el uso de los nuevos vehículos para tirar arados, rastras y equipos de cultivo variados (*El Mundo Azucarero*, 1954).

Entre 1960 y 1971, el número de tractores se incrementó, en Tucumán, por lo menos, un 165%, pasando de 1.960 a 3.245 unidades, mientras que la cantidad de animales de tiro, en conjunto, se redujo un 65%, de 96.394 a 43.781 cabezas (Italconsult Argentina, 1967; Cámara Gremial de Productores de Azúcar de Tucumán, 1971). Aunque la base de este cálculo es distinta, porque compara el total de tractores y animales de tiro para todo el sector agrícola tucumano en 1960, con los

---

<sup>1</sup> Ambos productores cañeros y contratistas de cosecha con más de 60 años de experiencia.

usados solo en la actividad cañera en 1971, resulta válida, en tanto la mayoría de animales de tiro y tractores se empleaban en la agroindustria azucarera. En 2002 la cantidad de mulas apenas superaba las 3.000 cabezas (Indec, 2002). Alrededor de 1960 se incorporaron los primeros tractores con alto despeje del suelo, llamados “cañeros”, que permitieron realizar algunas labores culturales de mejor manera, la mayoría fueron de las marcas Fiat, Fiat Someca y Supersom –desarrollados a partir de un modelo francés– y John Deere (Vicini & Vicini, 2010). Fiat, que vendió 108.000 tractores entre 1954 y 1974, ofertaba tres de ellos en versión “cañera”, los 400, los 500 S y los 700 E (*Nosotros*, 1974). La fábrica John Deere hizo lo mismo con algunos de sus modelos. Sus potencias rondaron entre los 40 y los 60 CV en los modelos más grandes y, además de ser usados para las tareas de cultivo, se utilizaron como medio de transporte de la materia prima durante 20 o 30 años más de su vida teórica útil.

Los usos y la versatilidad de los tractores fueron aspectos fundamentales para la producción de caña de azúcar. Se empleó tanto para el cultivo como para la cosecha y, para la tarea de transporte, resultó fundamental. Es probable que la casi inexistencia de tractores con orugas haya obedecido a sus costos, con precios elevados respecto a los de ruedas neumáticas, caros de mantener y, sobre todo, muy lentos para el transporte de la caña al cargadero o el ingenio; sin ventajas comparativas con la tracción a sangre. Al principio, la adopción masiva de tractores no se reflejó de manera directa en otras actividades productivas cañeras, en 1970 la presencia de 54 cargadoras en la provincia indica que la cosecha continuaba siendo una actividad predominantemente manual. En la zafra de ese año solo el 9% de la superficie cañera se cosechó de manera semimecánica (Cámara Gremial de Productores de Azúcar de Tucumán, 1971).

Sin embargo, el sector industrial favorecido por un ciclo de altos precios internacionales, generó en 1973 una producción récord de azúcar. Esta circunstancia, unida a una política crediticia accesible, impulsó una etapa de “sobrtractorización” –más unidades de las necesarias en relación con la superficie cultivada– incluso para agricultores que disponían de superficies pequeñas para que la inversión fuera rentable económicamente (Mora y Araujo y Orlansky, 1978). De esta manera, el ciclo de expansión económica iniciado en los primeros años de 1960 y que, luego de la crisis de 1966-1967 continuó durante la década de

1970, posibilitó que productores de 20 hectáreas o menos pudieran adquirir tractores, situación que se mantuvo mientras fue posible disponer líneas de crédito específicas para el sector. Las expresiones de los entrevistados fueron unánimes al respecto: “En 1961 tuvimos el primer Supersom 55 [una versión del Fiat Someca]. Más modernito que el Someca, la empresa tenía cuatro Supersom 55...”. “Vino una mejora, 63 o 65, y con los ahorros [mi padre] compró un tractor en el concesionario Namur y Muedra un Fiat 480, de 40 HP, alto, para caña” (Entrevistas a RBU, 5/12/2018, y JTO, 11/10/2017). “La actividad daba para que cada productor tuviera un tractor de 60 HP, el Fiat 700, fue furor en su momento...” (Entrevista a WZA, 10/04/2017). El tractor permitió además montar otros equipos, como cortadoras y cargadoras, que contribuyeron a formar el sistema semimecánico de cosecha. “Compré una cortadora, cortaba la caña y el obrero la pelaba y la acondicionaba. La monté sobre el tractor que tenía mi padre, un Fiat 700, el mío de 40 HP no alcanzaba” (Entrevista a JTO, 11/10/2017).

Otra actividad que se modificó radicalmente fue el transporte de la materia prima al ingenio, los tractores podían arrastrar tres, cuatro o cinco carros cañeros, al principio con paquetes de caña, luego cargados a granel, práctica que continuó durante décadas, hasta la prohibición legal que determinó su reemplazo por camiones. Al principio de esta etapa fue común la combinación entre animales de tiro y vehículos motorizados. Por último, el tractor redujo el tiempo dedicado a las tareas productivas y permitió generar ingresos extras a sus propietarios.

Los cañeros que terminaban la cosecha en sus campos iban a trabajar las fincas del ingenio, sobre todo las más lejanas. El trabajo se pactaba en litros de combustible, por ejemplo, una rastrada eran 40 litros de gasoil por hectárea, la arada, todavía se araba, 50 litros; en zonas con poca oferta se pagaba más. El que tenía un Fiat 700, cuando terminaba con su caña, se convertía en tractorista del ingenio (Entrevista a EFU, 31/07/2017).

A partir de 1976, la posibilidad de comprar o reemplazar los tractores existentes se vio limitada por las recurrentes crisis económicas. Rección en la década de 1990, con el tipo de cambio peso dólar fijo y la oferta de productos importados, se dio una renovación parcial de estas máquinas, sobre todo en el sector de los productores empresariales. La diferencia en la cantidad de tractores indicada por los censos agrope-

cuarios nacionales de 1988 y 2002, unas 1.400 unidades menos en 14 años, también se explica por el aumento en la potencia de los motores, que les permitió incrementar su productividad y horas de uso, una tendencia similar a la ocurrida en el resto del país. Al respecto, en los años 1970 un tractor de 70 o 75 CV era considerado de mediana potencia mientras que, en la actualidad, los incluidos en la misma categoría rondan entre 140 y 180 CV. Entre 1988 y 2002 las máquinas de más de 100 CV crecieron el doble, de 9,1% a 18,6%. Por el contrario, la proporción de tractores con más de 10 años de antigüedad fue de 85,2% en 2002 (Indec 1988, 2002). En otras palabras, superaron su vida útil teórica, un dato que corrobora la falta de renovación del parque de maquinaria a partir de los años 1980. El encarecimiento de los tractores afectó particularmente a los productores más pequeños. Según un asesor técnico,

... los tractores que hay actualmente son obsoletos, que pueden servir para cultivo y transporte, pero no para hacer funcionar la máquina. Son de baja potencia, son de los años 70, después no hubo renovación, son modelo 70, 72, 76, Fiat 400, 500, 700, algún Someca. No hay tractores modernos en el área del minifundio cañero (Entrevista a EST, 10/04/2017).

Por lo tanto, la antigüedad de los tractores, unida a su escasa potencia, los hacen poco aptos para el empleo de algunas innovaciones tecnológicas que requieren, por ejemplo, la toma de fuerza hidráulica, como es el caso de los carros autovuelcos y algunas plantadoras. Otra cuestión a considerar es que los precios relativos se han alterado a favor de otros bienes, incluso de los inmuebles, por lo que la ecuación económica no es favorable.

... un tractor de 180 CV cuesta dos millones de pesos [en 2017], con eso me compro 15 hectáreas. Una desproporción ¿cómo los pago?, además hay que dar un adelanto de 40% y esperar cuatro meses para la entrega, vienen sin cabina, suma 80 mil pesos más. Un Valtra, el Pauny Zanello es un poco más barato, “carne de perro”. Si tengo dos millones de pesos me compro las 16 hectáreas que vende un conocido (Entrevista a RMP, 16/02/2017).

En suma, el proceso de mecanización en la producción de caña de azúcar se inició con la incorporación del tractor a principios de los años

de 1960 y llegó a su máxima expresión unos 15 años después. Este vehículo permitió, sobre todo, mejorar el transporte de la materia prima a los cargaderos e ingenios, disponer de una fuente autopropulsada de fuerza motriz para realizar las tareas de labranza y cultivo en tiempo y forma, además de posibilitar la adopción de otras innovaciones técnicas, como las cargadoras de caña. También estimuló la construcción de un nuevo tipo de carro para carga a granel y vuelco lateral, conocido como carro Java, muy difundido entre los cañeros. Los nuevos equipos de labranza para los tractores –similares a los que se tiraban con mulas, pero con mayor capacidad de trabajo– se ofrecieron en el mercado casi en forma simultánea, junto a las primeras cortadoras mecanizadas y las plantadoras de caña.

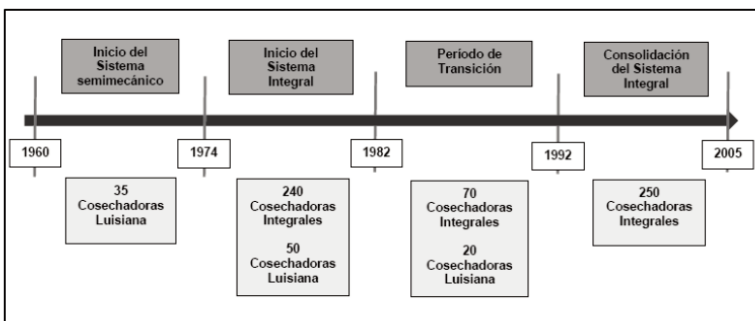


## Capítulo IX. El cambio en los sistemas de cosecha cañera de Tucumán

### Los sistemas de cosecha de caña en Tucumán (1960-2005)

La información disponible sobre los cambios de sistema de cosecha de caña de azúcar es escasa y fragmentaria, de manera similar a la del proceso de mecanización iniciado con el uso de tractor. En Tucumán, los organismos de ciencia y tecnología se abocaron, principalmente, a los procesos de mejora genética –vinculados con la sanidad vegetal– y al manejo agrícola del cultivo para el aumento de la productividad, pero no al desarrollo de maquinaria (Mora y Araujo y Orlansky, 1978). Uno de los motivos de ello fue que el territorio provincial, por cuestiones agroclimáticas, no es el ambiente óptimo para la producción cañera en gran escala. Tampoco es posible desconocer que el origen de la actual EEAOC –organización científica tecnológica provincial–, fundada a principios del siglo XX, estuvo más asociado con los intereses del sector industrial antes que con el agrícola.

La línea de tiempo presentada en la Figura 2 establece que el inicio



**Figura 2. Sistemas de cosecha de caña de azúcar predominantes en Tucumán y cantidad de máquinas cosechadoras empleadas (1960-2005)**

Fuente: Elaboración propia (2020).

del proceso de mecanización de la cosecha de caña se produjo alrededor de 1960, con la incorporación del tractor, vehículo que, junto con los carros paqueteros de cuatro ruedas, transformó radicalmente el transporte de la materia prima, además de facilitar las tareas de labranza y cultivo. El periodo 1960-1974 fue en donde el sistema semimecánico, integrado por las máquinas cortadoras, las cosechadoras tipo Luisiana y las cargadoras, inició su desarrollo. La primera etapa del sistema de cosecha integral comprendió los años 1974 y 1982 y se relacionaron con el origen, el auge y el ocaso de los grandes desarrollos locales de maquinaria agrícola; proceso que no volvió a repetirse. La etapa entre 1982 y 1992, que estuvo signada por una profunda crisis del sector azucarero, fue una fase de transición hacia el último período analizado, entre 1992 y 2005, caracterizado productivamente por la desregulación del sector, la incorporación de las cosechadoras integrales de última generación y el inicio de la vigencia de la ley provincial que prohibió la quema de los cañaverales.

La adopción de un sistema de cosecha determinado no significó la desaparición de su predecesor, en todo caso coexistieron más o menos armónicamente, hasta la declinación de algunos de ellos. Inclusive en la actualidad, una pequeña parte de la superficie cultivada se cosecha en forma manual, aunque en las condiciones presentes es un sistema en vías de extinción. Por el contrario, la cosecha integral, de manera gradual desde 1974 y con altibajos notables, se incrementó hasta alcanzar una proporción mayor al 80% del área cosechada en 2010.

Todos los cambios ocurridos en los sistemas de cosecha cañeros deben ser analizados en el contexto de un sistema más amplio, integrado por las tareas agrícolas previas de plantación y cultivo, aunque también por las etapas posteriores de transporte y comercialización de la materia prima. Por lo tanto, no existe a priori un sistema de cosecha superior a otro y, aunque las variables que intervienen en su selección son numerosas, es posible establecer lineamientos generales para el análisis de los mismos. En este sentido, los costos y precios relativos, las condiciones de entrega para la materia prima, la maquinaria disponible y la cantidad y características de la mano de obra involucrada, conforman una compleja red de interacciones tanto o más importantes que las variables biológicas y de manejo cultural, para entender el fenómeno de cambio técnico e innovación.



## Las variables económicas

El costo de la cosecha fue siempre un valor de referencia para decidir el sistema a usar. En 1970, cuando todavía no existían máquinas integrales en Tucumán, para un cañero de 90 hectáreas el empleo del sistema semimecánico –corte y cargado mecánico, pelado manual–, comparado con el sistema manual, supuso un costo 29% menor por tonelada de caña cosechada (Morín, 1970a). Unos años después, otro trabajo comparó entre sí los tres sistemas de cosecha: manual, semimecánico e integral (Torres y Ruiz, 1977). Los resultados obtenidos, para un rinde promedio de 55 toneladas de caña por hectárea, determinaron que mudar del sistema manual al semimecánico se justificaba con una superficie mayor a 92 hectáreas. El cambio del sistema semimecánico al integral era más costoso. En efecto, con maquinaria nueva se precisaba contar con una superficie superior a 1.900 hectáreas, cuando se empleaban cosechadoras nacionales; con una máquina al 50% de su vida útil la superficie se reducía a casi 1.300 hectáreas, todas cantidades por encima de las capacidades operativas de este tipo de maquinaria y también de las superficies cultivadas por la mayoría de los agricultores cañeros. Por lo tanto,

... la conclusión fundamental de este trabajo sería la imposibilidad económica del sistema integral y la recomendación del sistema semimecanizado para el rango más amplio del espectro de productores cañeros de Tucumán [...] solamente el 0,13 % de los productores y el 15 % de los surcos, estará en condiciones de usar el sistema integral según los datos de censo de productores de la DNA. Por el contrario, el sistema semimecanizado podría ser económico para el 2,5 % de los productores y el 44 % de los surcos de la provincia (Torres y Ruiz, 1977: 132).

En consecuencia, al considerar solamente los criterios de racionalidad económica se hizo evidente la sobredimensión del parque de maquinarias, aunque las zafas con buenos resultados productivos parecieron justificarla, debido al incremento del ingreso bruto obtenido por la venta de materia prima. Por otro lado, plantear las pérdidas económicas causadas por el sistema integral versus los otros sistemas de cosecha resulta contradictorio ante una evidencia irrefutable: entre 1972 y 1976 se comercializó una cantidad cercana a 240 máquinas integrales (Olea, Romero y Scandaliaris, 1993) que se usaron en la cosecha de

caña, más allá de sus rendimientos operativos. En todo caso, además de los motivos económicos, existieron otros criterios que justificaron el empleo de las cosechadoras integrales.

Por su parte, algunos técnicos del INTA, con una mirada también crítica del proceso de mecanización en el cultivo de caña —considerado desordenado y con escaso criterio económico—, repararon en la existencia de productores cañeros que, buscando suplir mano de obra faltante o disminuir los costos de producción, sobredimensionaron su parque de maquinarias. También se llamó la atención sobre tres cuestiones asociadas con el empleo de maquinaria para la cosecha: las mayores pérdidas de caña comparado con sistema manual, la necesaria “sistematización del cañaverall”<sup>1</sup> y el sistema de transporte de la materia prima cosechada al ingenio, que debería haber sido diseñado de manera conjunta con el sistema de cosecha, para evitar tiempos inútiles de espera (Ponce y Haro, 1979). Basados en indicadores económicos, recomendaron la mecanización de la cosecha solamente a los productores que cuenten con una superficie de tamaño suficiente. Así, en cañeros de hasta 50 hectáreas, reconocieron que era casi imposible cambiar el sistema de cosecha manual, suponiendo el uso de mano de obra casi exclusivamente familiar y el transporte a cargadero mediante tracción a sangre, en carros para paquetes de 3.000 kilos.

Todavía para cañeros de hasta 100 hectáreas era mayoritario el sistema de cosecha manual, aunque en este caso era usual tener más de un tractor, carros de vuelco lateral tipo Java<sup>2</sup> y, a veces, cortadoras y/o cargadoras mecánicas. Con una superficie de entre 100 y 200 hectáreas, los cañeros poseían entre tres y cinco tractores y combinaban la cosecha manual y semimecánica, con mano de obra contratada. El sistema integral era muy poco empleado.

Por su parte, los cañeros con más de 200 hectáreas, además de contar con seis tractores o más y los carros para trasladar la materia prima, combinaban los sistemas de cosecha semimecánica e integral en distintas

---

<sup>1</sup> En la jerga agronómica, la sistematización es la tarea de adecuar el diseño del campo para aprovechar al máximo la maquinaria, por ejemplo, la longitud de los surcos. Como en todo sistema, al otorgar prioridad a un componente en particular se avanza en detrimento de los otros.

<sup>2</sup> Carro de forma prismática, abierto por su parte superior, que incorporaba un dispositivo para volcar lateralmente la caña cargada. Su nombre deriva de la empresa metalúrgica tucumana que los fabricaba.

proporciones. En contadas ocasiones, cuando los agricultores superaban las 400 hectáreas —una superficie excepcional por entonces—, utilizaban solamente este último sistema, que además podía implicar la quema para el pelado de la caña en pie.

Cabe destacar que, tanto la cortadora como la cargadora, eran máquinas relativamente simples, aunque necesitaban ser montadas en un tractor. Por lo tanto, su costo se encarecía de manera significativa. Aun así, las diferencias con los precios de mercado de las integrales era sustantiva, entre 6 y 11 veces más caras que un tractor de 70 HP, según se tratara de una cosechadora nacional o una importada (Ponce y Haro, 1979). En consecuencia, el sistema de cosecha semimecánico, en alguna de sus varias opciones, fue el más usado en las fincas de productores empresariales.

Otro cálculo, con precios correspondientes al mes de septiembre de 1980, comparó los parámetros económicos de los sistemas de cosecha más usados por entonces y confirmó las ventajas del sistema semimecánico, en todas las combinaciones estudiadas (Gargiulo y González Terán, 1980). El sistema integral fue un 160% más costoso en promedio y el manual, con quema de caña, por lo menos tres veces más caro. Pero, en este último caso la estimación contempló todos los rubros que componían el salario formal de los trabajadores, una situación infrecuente en esos años. En una explotación de pequeña superficie, sin el empleo de mano de obra asalariada, el costo de la cosecha manual hubiera representado menos de la mitad que el sistema semimecánico, en su opción más barata.

Menos de un año después, se calculó la superficie de indiferencia, medida en hectáreas, para cada sistema de cosecha aplicado (González Terán y Gargiulo, 1981). Las superficies aconsejadas para cada modo de cosecha, fueron: hasta 18 hectáreas para la manual y con distintas combinaciones del sistema semimecánico hasta 1.300 y más hectáreas. La recomendación de los autores del estudio, siempre desde el punto de vista de la disminución de los costos, fue aumentar la dotación de cosechadoras antes que emplear el sistema integral. Sin embargo, reconocieron que por lo general existían motivos técnicos o sociales que inducían al uso de sistemas menos económicos.

Para mediados de la década de 1980 la situación no había experimentado cambios significativos. Algunos productores continuaron usando maquinaria no probada en la región, pero al mismo tiempo, por parte de las organizaciones científico tecnológicas, hubo poca asistencia técnica. En esos años, suponiendo un valor índice de 100 para la cosecha

manual, el empleo del sistema semimecánico lo redujo a 60 u 80 –de acuerdo con las distintas opciones usadas– y una cosechadora integral a poco más de 80 (Carbonell *et al.*, 1985). De todos modos, las comparaciones de costo entre los distintos sistemas de cosecha deben ser tomadas con prudencia, ya que las diferencias pueden resultar grandes. Hacia finales de los años 1980, otra estimación sostuvo que el empleo de una cosechadora tipo Luisiana o una integral representaba, respectivamente, el 24% y el 60% del sistema manual (González Terán y Scandaliaris, 1988), variaciones que permiten suponer una base distinta para el cálculo. Por supuesto que alcanzar estas cifras de referencia suponía el aumento de la eficiencia de trabajo de todos los equipos mecánicos y que, entre los costos del sistema manual y el integral, existía toda una gama de combinaciones posibles para el semimecánico. Sin embargo, la selección de uno u otro sistema de cosecha no dependía solamente de las cifras o los costos teóricos. También implicaba el acuerdo con el ingenio y otros intereses en juego, que variaban de acuerdo con el tipo de agricultor y su escala productiva (Carbonell *et al.*, 1985).

Para el sector empresarial, integrado por los grandes cañeros y la parte agrícola de los ingenios, la reducción de los costos de cosecha fue siempre una prioridad, sobre todo los generados por la mano de obra. A pesar de ello, todavía en la zafra de 1989, el 48,2% de la superficie cultivada se cosechó manualmente, el 44,0% con el sistema semimecánico y solo el 7,8% con cosechadoras tipo Luisiana o integrales (Scandaliaris, Perez Zamora y Martín, 1992).

Durante el período en que rigió la paridad cambiaria entre el peso y el dólar estadounidense –marzo 1991 a enero 2002–, los precios relativos favorecieron la compra de maquinaria agrícola importada y fue una etapa favorable a la mecanización de la cosecha. En 1992, el INTA y la EEAOC estimaron que los costos de cosecha más bajos correspondían al uso del sistema integral, casi tres veces más económico que el manual (Procaña 95, 1992). Aunque no se informó la base de referencia del cálculo, todo hace suponer que los resultados incluyeron el valor de los jornales, fijado por las leyes vigentes en ese momento. Incluso, para el caso de la cosecha manual, se aclaró que el costo calculado podía ser todavía mayor si la entrega se realizaba en un cargadero, porque debía pagarse el flete desde la finca al cargadero y luego desde allí al ingenio. Los valores obtenidos coincidieron con otra estimación realizada para la misma época, en donde las diferencias de costo entre los distintos sis-

temas de cosecha fueron mayores aún: 13,20 \$/tn para la cosecha manual, valor que podía incrementarse de acuerdo con la distancia al ingenio; de entre 2,49 a 6,19 \$/tn las opciones semimecánicas, y 3,60 \$/tn el sistema integral (Scandaliaris *et al.*, 1992). La sensible disminución de los costos de este último sistema se debió, en parte, a que la nueva generación de cosechadoras integrales disponibles había elevado su rendimiento promedio a poco más de 26 toneladas por hora y su vida útil de 5.000 a 7.000 horas, valores que casi duplicaban la productividad de los primeros modelos y permitieron amortizar en un período más largo los costos de la inversión.

Por esos años, de acuerdo con los responsables del área productiva cañera de cuatro grandes empresas agroindustriales, el motivo principal para la adopción del sistema integral fue la reducción de costos, que podía alcanzar el 30%. Los establecimientos consultados cosechaban entre el 40 y el 90% de sus cañaverales con sistema integral y el resto con el sistema semimecánico más difundido; es decir, todas las operaciones manuales excepto la de carga (*Avance Agroindustrial*, 1993b). En contraposición, y a pesar de destacar las mejoras de las nuevas máquinas cosechadoras, se mencionó que las principales deficiencias fueron las pérdidas de caña en el campo —por tallos no recogidos—, y el incremento del trash. La compactación de los suelos agrícolas por el tráfico de las máquinas también se consideró un efecto adverso. También se reiteró la necesidad de adaptar las fincas para alcanzar una eficiencia mayor, proceso que incluía modificar los diseños de plantación, extender el largo de los surcos, ajustar la equidistancia entresurco, ensanchar los callejones y una mayor oferta de variedades aptas para la cosecha mecánica. De todas formas, la reducción de costos en la cosecha fue tan significativa y apreciable a corto plazo que compensó, en apariencia, las consecuencias negativas.

La disminución de costos también fue una preocupación de los pequeños productores. Sobre el final de los años 1990 la cosecha manual, aun en condiciones de trabajo informal —es decir, pagando jornales menores a los establecidos por los marcos legales vigentes por entonces—, representó valores superiores a los de los otros sistemas de cosecha cuando se sumaban los gastos de transporte: 8 \$/tn el sistema manual, 6,60 \$/tn el semimecánico y 5,40 el integral (Programa Social Agropecuario, 1997). Con estos valores la cosecha manual dejó de ser sustentable para los minifundistas y se recomendó la integración de los

denominados “frentes de cosecha”. Agrupaciones cooperativas de productores que, luego de un acuerdo con los ingenios sobre el volumen de materia prima a entregar, el precio del flete y los plazos de pago, empleaban el sistema semimecánico de cosecha con costos competitivos, comparados con los del sistema integral. Un número significativo de estas organizaciones cooperativas colapsó, debido a los múltiples problemas financieros derivados de la crisis económica de la década de 1990. Esta situación, sumada a la desregulación del sector azucarero a partir de 1992, originó, además de una modificación en el sistema de comercialización vigente hasta ese momento –basado en la denominada maquila–, el incremento de la venta de caña en pie, una modalidad existente por lo menos desde la década de 1970, que fue ganando adeptos en el estrato de los pequeños cañeros al permitirles desentenderse de la cosecha.

Con los costos teóricos calculados para los distintos sistemas de cosecha, el empleo de la cosecha integral por contratista resultó el más económico con el paso del tiempo, aunque para los minifundistas cañeros el sistema manual y el semimecánico fueron los más empleados, ya que las superficies de sus predios limitaban el uso eficiente de las cosechadoras y no eran económicamente redituables para los contratistas. Cuando se trató de medianos o grandes productores cañeros, la cosecha integral estuvo más asociada con los períodos de estabilidad económica y los precios relativos de la mano de obra, la tecnología disponible y la materia prima comercializada. El costo de la mano de obra fue siempre una variable a considerar por este tipo de cañeros, porque,

La gente es carísima, nosotros empezamos [en los años 70] haciendo a macheta, pelábamos y despuntábamos muy bien. Después vino la cortadora de Mattalia, la MDB, que cortaba, y la gente daba vuelta la caña; era mucho más barato. Después, el mismo Mattalia, aparece con la cortadora despuntadora, más barato todavía; pero no anduvo muy bien, yo la tuve también [...]. Antes, llegué a tener 3 o 4 Claas [cosechadoras integrales], pero no daban pie con bola, no me fundí porque era una linda época, uno no se podía fundir. Hacía trabajos para terceros, era contratista, perdí plata; pero se podía perder plata (Entrevista a RBU, 5/12/2018).

Durante gran parte de la década de 1970, las condiciones económicas posibilitaron la compra de maquinaria agrícola, aun en productores que no tenían la escala suficiente pero que afrontaron los costos como con-

trastistas de cosecha. En los años posteriores, la ecuación se invirtió nuevamente y se retornó al empleo de la cosecha manual y la semimecánica, incluso en predios de los ingenios; tal como lo relataron un fabricante de cosechadoras y el responsable de la cosecha de un ingenio.

Me acuerdo que pasamos de vender 18 cosechadoras en un año y al año siguiente ni una [...]. Muchos otros se presentaron a convocatoria de acreedores... Fue al final de la dictadura, después de la Guerra de Malvinas, en el 83 ya estaba todo terminado (Entrevista a JBI, 18/05/2017).

Trabajé muchos años en el ingenio San Juan, hasta 1991, 92. Hasta donde yo trabajé todavía traían cuadrillas de gente para la cosecha, aunque tercerizaban ese servicio. Todo era cosecha semimecánica, la integral era más cara y menos productiva. No porque la mano de obra fuera muy barata, la máquina integral era muy cara (Entrevista a EFU, 31/07/2017).

Las medidas de política económica tomadas durante el gobierno de Menem permitieron, en los primeros años de vigencia, la renovación del parque de maquinaria. En poco tiempo, se conformó un mercado de cosechadoras usadas al alcance de un grupo de medianos productores de caña. Como es lógico, los ingenios tuvieron una participación muy importante en estas operaciones, como fue el caso de los propietarios de algunas fincas cañeras medianas.

... las primeras cosechadoras, que las tenían los ingenios o muy grandes productores, pero contados con los dedos de la mano. No es como hoy, que hay productores, si te vas al este [de la provincia], vas a encontrar productores medianos chicos, tirando a chicos, que tienen una Cameco de los noventa, han logrado llegar (Entrevista a RMP, 16/02/2017).

Hasta que aparece Ferro [propietario del ingenio La Florida] comprándole a Ledesma las más nuevas, que eran las Cameco, y me llaman, porque querían vender todas las máquinas viejas para comprar otras nuevas. Como soy herrero, voy a buscar la mejor al depósito, había 95, 96, 97, 98, elegí la 95 porque era la más firme, valía 50 mil dólares, no los tenía, pero me ofrecieron pagar con servicios (Entrevista a RPO, 22/02/2017).

Sin dejar de lado el tema del costo de las máquinas, en ocasiones priman otros motivos para su compra, como la necesidad de cumplir en tiempo y forma con los compromisos de entrega al ingenio, o no depender de los contratistas quienes pueden brindar un servicio deficiente. En palabras de un experimentado cañero y dirigente de una cooperativa de productores de Famaillá:

El día de hoy tenemos una integral ¿por qué la compramos? Hace cinco años ya no teníamos herramientas y pagábamos servicios, cada uno con su cosecha. Un problema fueron los socios que se fueron a vivir a la ciudad y los herederos vendieron sus fincas. A la integral la gestiona mi hijo, es una máquina usada, una Cameco de las chicas [...] El contador de la cooperativa no quería inmovilizar cinco millones en una máquina, pero les dije que era una cooperativa, no para enriquecerse, es para tener un buen servicio (Entrevista a JTO, 11/10/2017).

En cuanto al cálculo del costo de la cosecha, sin dudas la tarea más onerosa en la producción de caña de azúcar para cualquier sistema empleado, existen varias dificultades para efectuarlo. Una de ellas es que las combinaciones posibles entre capital y trabajo son numerosas y dependen de cada sistema productivo. Algo similar sucede con las tasas de interés asignadas al capital fundiario, el valor de las amortizaciones y la capacidad operativa de cada sistema de cosecha. Si además se incorporan los porcentajes de pérdidas de materia prima y trash, las estimaciones difieren de manera considerable. Por último, en una economía inestable como la de Argentina, los precios relativos de bienes y servicios poseen una gran variación de acuerdo con el período analizado. En este sentido, recomendar un sistema de cosecha, la compra de una máquina o decidir su empleo basado exclusivamente en los resultados contables solo refleja un aspecto parcial de la cuestión tecnológica.

## **El sistema de comercialización de la materia prima**

Las condiciones establecidas para la entrega de la materia prima es otro factor que interviene en la adopción de un sistema de cosecha, tema particularmente sensible en el caso de la caña de azúcar. Este vegetal se deteriora progresivamente apenas cortado, lo que genera una reducción en la cantidad de azúcar obtenida por la fábrica. Además, los distintos



procedimientos de cosecha también incorporan un contenido variable de impurezas –llamado tras–, que es necesario eliminar. Con el avance de la mecanización, se incrementaron las exigencias de coordinación entre el campo y el ingenio, por lo que la prioridad de entrada a los molinos se le asignó a la caña trozada, ya que la calidad de sus jugos se reduce con más rapidez que la colectada entera (Castillo, 1994).

Uno de los componentes del tras es el residuo producido por el procedimiento de quema para deshojar la caña, que se aplicó en la mayoría de los países productores de azúcar desde antiguo. Aunque en EE.UU. y Australia hubo, desde fines de la década de 1940, algunos modelos de cosechadoras integrales capaces de cosechar en verde, su complejidad mecánica o los conflictos con los cosecheros eventualmente desplazados impidieron su perfeccionamiento y la difusión a otros países azucareros. Por el contrario, en Tucumán esta práctica fue resistida durante años por los ingenios en la medida que implicaba un aumento de los costos, por la necesidad de contar con instalaciones de lavado para la caña, so pena de obtener un producto final de menor calidad. De igual modo, otro inconveniente de procesar caña quemada es la baja de rendimiento fabril, sobre todo si la materia prima se dejó estacionada, más todavía si fue trozada (Cerrizuela, 1989).

La quema de los cañaverales tucumanos fue un acontecimiento frecuente en la época de zafra. Durante mucho tiempo se consideraron siniestros, accidentales o intencionales, y se tomaron medidas para reducir su extensión. Entre otros motivos porque desde la aprobación del Laudo Alvear en 1926, las condiciones pactadas con los ingenios para la entrega de la materia prima fueron incompatibles con el empleo del fuego. Los conflictos ocasionados por la caña quemada fueron numerosos, sobre todo cuando los industriales dejaban de recibirla en esas condiciones y consideraron que los incendios eran una forma de protesta gremial, tal como sucedió en 1948 y 1949 (Centro Azucarero Regional de Tucumán, 1949). Sin embargo, se aclaró que

En circunstancias especiales, tales como la escasez de brazos, gran urgencia para cosechar ciertos tablones, etc., los ingenios pueden disponer que se prenda fuego a determinado número de surcos, antes de cosecharla, realizando la operación científicamente, es decir, de tal forma que no se quemé más cantidad de surcos en un día que la que se puede cosechar y transportar al ingenio el mismo día siguiente, y que el cañaveral se quemé en forma uniforme en toda su extensión,

con un fuego cuya intensidad asegure la eliminación de las hojas y de las vainas sin “cocinar” la caña misma ni perjudicar las cepas (*La Industria Azucarera*, 1949b: 101).

Más allá de la justificación técnica presentada, queda claro que la quema de los cañaverales en pie, previa a la cosecha, fue aceptada por los ingenios siempre que respondiera a sus intereses. De manera gradual, esta práctica se hizo común hacia fines de los años 1970 y estuvo impulsada por una nueva crisis del sector cañero, como medida para aumentar la productividad de la escasa mano de obra disponible para la cosecha, o para elevar la eficiencia de los sistemas semimecánico e integral empleados en esa época (Ponce y Haro, 1979). Pocos años después la quema fue aceptada como una técnica útil para reducir los costos y el contenido de trash, aunque se advirtió sobre los efectos negativos que podía causar en la calidad de la materia prima (Scandaliaris, Romero y Olea, 1988). De este modo, el pelado de la caña por el fuego alcanzó, a inicios de la década de 1990, al 92% de la materia prima entregada a los ingenios (EEAOC *et al.*, 1991). Si bien algunas de las integrales de esa época podían cosechar caña verde, rendían un 40 o 50% menos, cosechaban con más trash y las pérdidas en el campo eran mayores (Cerrizuela, 1989).

La cantidad de trash generada por la quema también varía de acuerdo con el sistema de cosecha empleado y la época del año. Al principio de la zafra, las condiciones ambientales no son propicias para un pelado eficiente por fuego, situación que cambia hacia el final de la cosecha, cuando la baja humedad y el desecado natural de las hojas mejoran el resultado. En circunstancias determinadas la cosecha integral produce menos trash que la cosecha manual de caña quemada (Scandaliaris y Muro, 1981). El otro aspecto a considerar son las características propias de cada variedad de caña cultivada, algunas de ellas más propensas que otras a desprender sus hojas, al igual que si son erectas y/o de crecimiento uniforme. En definitiva, las posturas sobre la cantidad de trash se deben, en su mayoría, al prejuicio de que en algún momento la caña llegada al trapiche parecía haber sido cepillada por tallo. Antes de reconocer que todos los sistemas de cosecha, correctamente empleados, incorporan proporciones similares de trash (Bliss, 1975).

El conocimiento de los efectos del fuego sobre los suelos cañeros y el ambiente fue mejorando con los años. En los comienzos de la mecanización con máquinas integrales, que cosechaban mejor la caña quemada, el asesoramiento técnico recomendó realizar esta operación, para

que las cosechadoras trabajaran mejor (Entrevista a W. Zalazar, 2017), sin advertir sus consecuencias negativas o minimizándolas, como lo reconoció uno de los profesionales consultados.

En un momento, a nivel mundial, en todos los congresos, el tema era cómo quemar eficientemente la caña en pie; porque la historia era que Australia se había quedado sin mano de obra por la Segunda Guerra e inventaron la integral que trozaba. Pero las máquinas no resolvían el problema, entonces a quemar. Estamos a una misma latitud y con climas similares, comienzo la cosecha a fines de mayo, hasta que llega agosto con todo seco ¿cómo quemar? No hace daño a nada, perfecto. [...] El que tiene una noción de suelos sabe que no es cierto, el tiempo fue demostrando el daño... (Entrevista a DSA, 7/12/2017).

La quema de caña no solo tiene efectos perjudiciales para la salud pública y el medio ambiente. También es una limitante para la entrega de materia prima a las fábricas. En todo caso, afecta de manera particular a los pequeños cañeros porque, al cosechar con el sistema semimecánico simplificado, necesitan del fuego para el pelado de su producción. Además de la regulación legal sancionada en 2005, los ingenios han ido condicionando su recepción de materia prima. En palabras de dos contratistas, que emplean distintos sistemas de cosecha:

... también tuvo que ver el factor ambiental, el ingenio no recibe caña quemada. Aunque podrían recibir caña entera cosechada en verde, es una cuestión de adecuar las instalaciones, te hacen esperar el camión 10 o 15 horas, dicen que es incómoda molerla, que los rendimientos son más bajos (Entrevista a NGO, 14/12/2017).

Para el ingenio, te diría en este momento, lo que mejor aporta la cosecha mecanizada es que prácticamente tenés una caña verde, donde acá tuvimos largas décadas de caña quemada en el campo, con el cual teníamos un perjuicio ambiental, por un lado, caña que ingresaba al ingenio con mucha ceniza (Entrevista a RBL, 17/07/2018).

Para el sector industrial la mayor desventaja de la cosecha en verde con máquinas integrales, sobre todo de los primeros modelos, fue el aumento del trash, integrado por el material vegetal sin contenido de sacarosa y la cantidad de tierra con se entregaba la caña. El trash también significa pérdidas por flete, porque se transporta material sin valor y,

además, se traduce en rendimientos fabriles menores, un 10% de trash genera una pérdida de casi 10 kilogramos de azúcar por tonelada de caña procesada (Romero *et al.*, 1988).

Con el incremento de la mecanización de la cosecha los ingenios también debieron adecuar sus instalaciones, hasta entonces diseñadas y construidas para recibir y moler caña entera, cortada, pelada a mano y despuntada; parámetros definidos a partir de la aplicación del Laudo Alvear, pero muy difíciles de cumplir con otro sistema de cosecha que no fuera el manual. Debido al empleo masivo de la quema para el pelado de la caña, los ingenios modificaron algunos de sus equipos. Hasta 1989 no hubo grandes cambios, pero comenzó una tendencia hacia la instalación de mesas de lavado y, hacia 1991, cinco de estos equipos lavaron el 26% de la caña molida y se previó la construcción de tres mesas más, en otros tantos ingenios (Cárdenas, Ruiz y Aso, 1992), lo que suponía contar con el suministro del agua necesaria. Como el sistema semimecánico incluye caña con una cantidad importante de tierra, la materia con mayor incidencia negativa para la molienda, la fábrica debió incorporar dispositivos desarenadores, tamices, ciclones separadores y algunos otros equipos para eliminar el material insoluble. El sistema integral casi no agrega tierra, pero sí una proporción de tallos inmaduros, hojas secas y verdes. La solución fue el lavado previo de la caña, cuando estaba entera, y sistemas de limpieza en seco, por corriente de aire forzado, para el sistema integral (Cárdenas y Diez, 1993).

Durante la segunda parte de la década de 1990, los ingenios comenzaron a otorgarle preferencia a la compra de caña trozada, cosechada por máquinas integrales, porque presentaba algunas ventajas sobre la caña entera y quemada. Incluso las fábricas que más dependían de la materia prima de los productores independientes fueron adecuando sus instalaciones para recibir caña cosechada en verde. Entre otras cuestiones, las industrias acondicionaron sus trapiches para caña trozada, que no necesita lavarse antes de su molienda y son una carga más sencilla de manejar en el canchón que los paquetes de tallos enteros o la caña larga a granel (Entrevista a EST, 10/04/2017). Cuando se consigue un ajuste eficiente la logística de transporte está ajustada, la caña trozada que recibe la fábrica es más limpia y fresca, y se muele con menos tiempo de estacionamiento que la entera (Entrevista a RBL, 17/07/2018). Además, no son necesarios el uso de los equipos desfibradores, previos al trapiche —que puede procesar la materia prima más rápidamente— y de

esta manera los rendimientos fabriles son mayores (Entrevista a RBA, 9/08/2017). En este sentido, Tucumán ha seguido la tendencia de los principales productores de azúcar del mundo, como Brasil.

Como se mencionó, la caña trozada se deteriora más rápidamente que la entera y el daño se incrementa en la medida que los trozos son de menor tamaño, pero al mismo tiempo porciones más pequeñas mejoran la economía del transporte, al cargar mayores volúmenes de materia prima por entrega. Según dos de los entrevistados, la búsqueda de una mayor eficiencia en el transporte de la finca al ingenio fue un factor determinante para reducir, o prohibir la entrega de caña entera. “Aunque la trozada se deteriora más rápido, el argumento es que se entrega muy sucia y estacionada. El volumen es más grande e incómodo de manejar... El ingenio dejó de recibir paquetes” (Entrevista a NGO, 14/12/2017).

Todo el deterioro por troceo es negativo y baja el rendimiento en la fábrica. El trozado de 30 centímetros era negativo, ahora el de cuatro o cinco centímetros es peor; pero nadie dice nada porque así se limpia mejor y el camión lleva dos toneladas más. ¿Pero el objetivo es tener azúcar o que el camión cargue dos toneladas más?, es una involución... Lo que va en el sentido de la eficiencia, va en contra de otros intereses (Entrevista a DSA, 7/12/2017).

La desregulación de la actividad azucarera, a partir de 1992, alteró el sistema de comercialización de la materia prima y se pasó de la maquila regulada por el Estado a un esquema similar, pero con acuerdo entre particulares, llamado maquila privada. De este modo los ingenios, sin las restricciones del cupo establecido para la compra de caña y la posterior elaboración de azúcar, se transformaron en activos compradores de materia prima, muchas veces con la intermediación de terceros y el empleo de las cosechadoras integrales de nueva generación. Para los entrevistados, el sistema de cosecha integral favoreció la compra de caña en pie (Entrevistas a RMP, 16/02/2017; RBA, 9/08/2017; NGO, 14/12/2017). Esta opción, para los productores cañeros, donde el ingenio cosecha con sus integrales o contratistas, es la forma más rápida para obtener dinero efectivo porque la operación es al contado. La venta de caña mediante el sistema de maquila individual o asociada, con un volumen acordado con el ingenio, supone un mejor ingreso económico pero la demora en el pago, o la entrega de las bolsas de azúcar para su comercialización puede ser de varios meses.

Por último, como en toda relación social asimétrica, y más allá de los costos extras que representa para las fábricas adecuar sus equipos para la caña a moler, el peso de la materia prima entregada, el contenido de sacarosa en el vegetal y el porcentaje de trash a descontar son determinados por los ingenios. En consecuencia, los resultados obtenidos, desde hace años, se convirtieron en una fuente permanente de conflictos que exceden la dimensión técnica, pero que influyen en ella.

He tenido grandes discusiones, nunca se sinceró el tema, ni desde el Estado. Se escribió mucho sobre la parte agronómica del cultivo, pero no te cuentan lo que es vox populi, cómo calculan el trash (Entrevista a NGO, 14/12/2017).

El ingenio te pone “a dedo” el trash de 10%, una mentira. Tanto se ha peleado por la cosecha integral en verde, las máquinas son muy eficientes limpiando la caña, entonces ¿por qué me carga 10% de trash, si tiene el 4? [...] ¿Cómo me descuenta el trash? En azúcar que dejo de cobrar (Entrevista a RMP, 16/02/2017).

En síntesis, la comercialización de la materia prima se ajustó a las necesidades de los ingenios que, en la búsqueda de una mayor eficiencia para el sector industrial del complejo agroazucarero, orientaron sus objetivos hacia la imposición del sistema integral de cosecha, para garantizar el volumen de caña a moler, sin contemplar la heterogeneidad del sector agrícola productivo. Como lo expresó un asesor técnico con más de 35 años de experiencia en la actividad azucarera: “La fábrica está acondicionada para los productores más grandes, los pequeños cañeros, si no se asocian, van a desaparecer por el avance tecnológico” (Entrevista a RBA, 9/12/2017).

## **La mano de obra y la mecanización de la cosecha en Tucumán**

Para el complejo azucarero la mecanización de la agricultura en general, y de la cosecha cañera en particular, se consideró un progreso en la medida que incrementó la productividad y disminuyó el esfuerzo humano, pero sin analizar sus consecuencias en el mundo laboral. En este sentido, fueron las organizaciones gremiales de los trabajadores, por lo menos hasta el golpe de Estado de 1976, quienes denunciaron el desempleo que generaría el uso creciente de las máquinas cosechadoras y actuaron en consecuencia; durante un período histórico conflictivo que estuvo

... marcado por un proceso de radicalización política y de auge de la militancia sindical de base que no se restringió a la Argentina, sino que tuvo proyecciones significativas en América Latina y en distintos puntos del mundo. En el marco de la Guerra Fría, al calor de los procesos de descolonización en importantes regiones de Asia y África, y de proyectos revolucionarios como el que triunfó en Cuba en 1959, se produjo el crecimiento de organizaciones políticas y sindicales que –con diversos lineamientos ideológicos– compartían una posición crecientemente contestataria y llamaban a producir cambios radicales en el orden económico, político y social (Basualdo, 2016: 12).

Más allá de las protestas gremiales en defensa de las fuentes de trabajo, es notable la escasez de documentación sobre la mano de obra ocupada por la agroindustria azucarera, tanto de empleados permanentes como temporales o trabajadores de ingenio y de surco. Además, la información disponible se presenta de manera dispersa y a veces con datos contradictorios (Nassif, 2015a). Una característica que también se extiende a la información existente sobre la pérdida de puestos de trabajo, causada por el proceso de mecanización.

Ya en 1963 la Federación Obrera Tucumana de la Industria del Azúcar (FOTIA), la organización gremial de trabajadores más importante de la provincia de Tucumán, había advertido que la mecanización de la actividad azucarera ocasionaba la disminución de los puestos de trabajo. En efecto, antes de 1940, para producir menos de 500.000 toneladas de azúcar se necesitó el empleo de 160.000 trabajadores, poco más de 20 años después, para producir el doble de azúcar el personal de cosecha no alcanzó a 64.000 personas, menos de la mitad de aquel número. Incluso la central gremial predijo la desaparición de algunos oficios, como el de carrero, debido a la generalización del transporte de caña en carros helvéticos y camiones, lo que efectivamente aconteció años después. En referencia a la cosecha, fue igual de crítica con la incorporación de maquinaria. Sobre este particular, sostuvo que en

... la zafra del '61 hizo su aparición en nuestro país la máquina cortadora de caña, que se completaba con la fumigación [quemada de la caña] en reemplazo de la pelada. [...] Ahora se anuncia la fabricación en el país y tal vez en nuestra propia provincia de una cosechadora ya probada, que corta, pela, despunta y apila. Su capacidad de producción diaria es de aproximadamente 200 surcos, según sean las condiciones

del terreno y el estado del cañaveral donde actúe. [...]. Tenemos así que la cosechadora reemplazaría a 117 personas (FOTIA, 1963: 8).

Probablemente la cosechadora mencionada haya sido una máquina construida en Santa Fe por Alarco, una empresa metalúrgica. El modelo se probó en los campos del Ingenio Mercedes, ubicado en las cercanías de Lules (*La Industria Azucarera*, 1964c). La capacidad de recolección indicada, equivalente a 17 toneladas por hora, suponía un desempeño teórico casi imposible de alcanzar con ese tipo de maquinaria –por ejemplo, implicaba descargar manualmente la tolva en donde se depositaban las cañas cortadas, cada pocos metros–. Con este tipo de innovaciones, la mecanización total de la zafra solo podría retardarse por la gran subdivisión de algunos predios, aunque “con las máquinas aparecerán sociedades, firmas o consorcios dedicados exclusivamente a cosechar o a cultivar por cuenta de terceros” (FOTIA, 1963: 10), es decir con la aparición de la figura del contratista.

Pocos años después, entre mediados de 1966 y 1967, las medidas tomadas por el gobierno de facto de Juan Carlos Onganía generaron, entre otros efectos, la eliminación de 40 a 50.000 puestos de trabajo, solo en la agroindustria azucarera, y la profundización de un proceso de concentración en dicha industria.

En lo referido al proceso de mecanización de la cosecha, FOTIA mantuvo su posición contraria al uso de las máquinas integrales. En junio de 1974, cuando participó del Primer Encuentro de Trabajadores Azucareros que se realizó en Tucumán, sostuvo “La oposición absoluta a la introducción de máquinas integrales, mientras no se adopten medidas para solucionar el grave problema de la desocupación. El trabajo de esas máquinas, en 8 horas, con solo dos operarios, desplaza a 260 trabajadores” (*Evita Montonera*, 1975: 9). Aunque la estimación era exagerada, desplazar 260 trabajadores –que cosechaban 350 toneladas de caña por jornal– implicaba, para la época, el empleo de dos máquinas integrales durante una jornada completa. La organización gremial continuó con sus protestas y, además de organizar una huelga que paralizó la zafra durante varias semanas en agosto de 1974, sus afiliados impidieron a los ingenios recibir caña recolectada por cosechadoras integrales (*Diario Noticias*, 1974). Los reclamos se reiteraron en septiembre del mismo año, luego de un congreso de delegados seccionales, cuando FOTIA reiteró que “Nos oponemos a la incorporación de la máquina porque produce desocupación y porque



su incorporación no ha sido dispuesta en una planificación que signifique el surgimiento de nuevas fuentes de trabajos industriales y agrícolas” (Diario *La Gaceta*, 10 de septiembre de 1974).

Otras veces, las protestas obreras se tradujeron en medidas de acción directa, dos cosechadoras integrales Massey Ferguson, las primeras que había adquirido el ingenio Concepción, fueron inutilizadas por los trabajadores mediante su vuelco en 1974 o 1975 (Entrevista a SCH, 13/12/2018). Hubo otras organizaciones políticas que, además de compartir la postura de la FOTIA respecto a la mecanización, tomaron medidas similares a las de los cosecheros mencionados y las estimularon de manera expresa, mediante la distribución de material escrito<sup>3</sup>. Otra fuente mencionó dos cosechadoras destruidas por un atentado, sin dar mayores precisiones al respecto (Mora y Araujo y Orlansky, 1978). Por último, en julio de 1976, un informe de la empresa de seguridad del ingenio Concepción mencionó el incendio de máquinas integrales en la Finca El Chilcal, propiedad del mismo establecimiento fabril (Basualdo, 2016). Es probable que la cantidad de cosechadoras dañadas o destruidas haya sido sobrestimada debido a su impacto público. Al respecto, ninguno de los fabricantes locales de maquinaria informó que sus máquinas hubieran sufrido atentados o sabotajes (Entrevistas a JBI, 18/05/2017 y RBL, 15/04/2018). Tampoco se puede descartar que algunas de las máquinas quemadas se hayan incendiado por falta de limpieza y un mantenimiento deficiente, debido a la inexperiencia de sus propietarios y operadores.

Las actividades de las organizaciones gremiales y políticas tucumanas prácticamente finalizaron los primeros días de febrero de 1975, cuando las fuerzas armadas iniciaron una vasta ofensiva militar, denominada Operativo Independencia, que concluyó un año después de iniciada la dictadura que implantó el terrorismo de estado en el país. En definitiva,

... las FF.AA. [Fuerzas Armadas] asumieron la tarea de disciplinar a la sociedad tucumana. Ello fue así porque la provincia de Tucumán no solo había sido el espacio donde se había asentado un frente de

---

<sup>3</sup> En agosto de 1974, la agrupación Montoneros realizó un atentado con explosivos a un taller, ubicado en la Banda del Río Salí, como resultado del ataque, se informó que una máquina fue dañada en forma parcial (Diario *La Gaceta*, 29 de agosto de 1974). En los primeros meses de 1975, la revista *Evita Montonera* (1975) informó la destrucción de 12 cosechadoras integrales y el incendio de otras dos más, es casi seguro que se trate del mismo atentado.

guerrilla rural; desde el cierre de once ingenios azucareros en 1966, se había convertido en un espacio de fuerte conflictividad política y sindical y de alta movilización política (Garaño, 2016: 148).

La organización de agricultores más representativa de la época fue la Unión de Cañeros Independientes de Tucumán (UCIT). Constituida en 1945, a partir de la fusión de otras agrupaciones de cañeros, inicialmente representó a la mayoría de los productores. Empero, a inicios de la década de 1960 y como consecuencia de las acciones de protesta, los cañeros grandes se separaron y formaron su propia entidad. De este modo, UCIT se convirtió en una asociación representativa de los pequeños productores cañeros (D. Mariotti, 2011). Aunque durante las grandes crisis de la agroindustria azucarera, entre 1956 y 1967, mantuvo una postura en defensa de la actividad, sus relaciones con FOTIA y el sector industrial —a veces conflictivas, otras veces de alianzas circunstanciales—, estuvieron signadas por los intereses opuestos de sus asociados, al mismo tiempo proveedores de materia prima y demandantes de mano de obra para las tareas del cultivo y la cosecha. El proceso o la forma de la mecanización y sus consecuencias no tuvieron gran interés para UCIT. Sin embargo, durante 1978 se manifestó partidaria de la importación de cosechadoras de caña de azúcar, a través de una nota dirigida a la Federación Agraria Argentina. La solicitud se fundó en la necesidad que tenían los cañeros de tecnificar sus explotaciones porque, año tras año, se enfrentaban con la escasez de mano de obra durante los períodos de zafra. También se señaló que la importación no afectaría a la industria nacional, quienes en los años previos no habían podido abastecer, en cantidad y calidad, a la demanda del mercado interno (Aldonate, 1978a). Afirmación que fue cuestionada por la Cámara Argentina de Fabricantes de Maquinaria Agrícola<sup>4</sup>, quien aseguró que las empresas argentinas, dedicadas al rubro de la caña de azúcar, habían cumplido con la demanda de los productores (Aldonate, 1978b).

El marco en donde se desarrolló la agroindustria azucarera durante la última dictadura no tuvo grandes cambios, por lo menos desde el punto de vista formal. La actividad continuó regulada por el Estado, mediante la asignación de cupos de producción y comercialización de

---

<sup>4</sup> El libro de actas de las reuniones de comisión directiva de UCIT, con fecha de 27 de junio de 1978, registra la recepción de la nota mencionada. En las actas sucesivas no se volvió a incluir el tema.

azúcar –controlada por la Dirección Nacional de Azúcar, ente autárquico con sede en Tucumán–, y el financiamiento de la industria estuvo a cargo de la banca oficial. De todos modos, el sistema de regulación estatal perdió eficiencia debido a la molienda de caña sin cupo, destinada a la producción de azúcar en “negro”, lo que significó menor precio de la caña (M. C. Bravo y Rivas, 2017). Por otro lado, durante este período hubo un avance significativo en la mecanización de la cosecha y una disminución en la cantidad de mano de obra requerida para esta tarea.

Es difícil establecer la cantidad de mano de obra desplazada por las innovaciones tecnológicas mecánicas en la producción de caña de azúcar. Además de los escasos datos al respecto, la información rara vez es comparable, entre otros motivos porque se refiere, en gran medida, a puestos de trabajo temporales y con una demanda variable a lo largo del ciclo productivo. En este sentido, es conveniente comparar la cantidad de jornales perdidos por la mecanización en vez de la cantidad de trabajadores, quienes en escasas ocasiones trabajaban durante todo el período de la zafra en el mismo establecimiento o bajo las mismas condiciones. Por otro lado, en la mayoría de las fincas existió un número importante de trabajadores no remunerados (González, 1972). Este grupo, formado por una población subocupada de 75.000 personas y constituido por los integrantes del grupo familiar de los pequeños productores (Bilbao, 1973), también se vio afectado por la adopción de maquinaria para la cosecha.

A poco de iniciado el proceso de tractorización tucumano Zappi *et al.* (1967) afirmaron que la mecanización del cultivo de caña, en cañeros de hasta 55 hectáreas, solo generaba un ahorro de mano de obra de 10%. Este estudio no analizó la etapa de cosecha porque todavía no habían difundido las máquinas cosechadoras. Un abordaje más integral de la cuestión se realizó a principios de la década de 1970 por Canitrot y Sommer (1972a) quienes, a pesar de lo dificultoso de algunos cálculos, estimaron la pérdida de puestos de trabajo para el período 1963-1969 y, de acuerdo con su origen, la atribuyeron a una mejora en los rendimientos del cultivo en el campo, en el proceso fabril, o debida al incremento de la mecanización. Los puestos de trabajo generados por la actividad azucarera en su conjunto –en el mes de agosto, cuando se produce el pico de ocupación–, disminuyeron un 35% –casi 40.000 trabajadores–, entre 1965 y 1969. Cabe resaltar, sin embargo, que la zafra

de 1965 fue récord y que, para la de 1969, ya se había producido el cierre de 11 ingenios. La pérdida de trabajo atribuida al incremento de la mecanización, representada en esa época por la incorporación del tractor, las cortadoras y las cargadoras de caña, sumado al empleo de herbicidas para el manejo del cultivo, fue del orden del 18%, unos 6.000 puestos, que afectó casi exclusivamente a los cosecheros temporales. La previsión para 1974 estimó que la disminución continuaría hasta abarcar entre 13.000 y 30.000 trabajadores más (Canitrot y Sommer, 1972b). Sin embargo, entre 1970 y 1974 la superficie cultivada con caña aumentó un 75% y fue difícil cubrir los requerimientos de mano de obra para la cosecha manual.

El impacto del cambio tecnológico sobre el nivel de empleo fue analizado nuevamente, durante 1974 y parte de 1975, por Mora y Araujo y Orlansky (1978). Este trabajo, encarado con una perspectiva más sociológica que económica, mencionó el papel de los gremios y sindicatos azucareros en la cuestión. Destacó también que, aunque el costo de una nueva tecnología resulta importante para su adopción, intervienen otros factores, como su disponibilidad, la información existente sobre ella, la predisposición cultural y educativa, las políticas al respecto y los intereses de los sectores sociales involucrados en la actividad. En primera instancia, la mecanización, incorporada en la etapa de cultivo, tuvo un efecto menos visible y afectó más a los empleados permanentes. Efectivamente, las fincas cañeras que dependían de la tracción a sangre y las labores manuales —una proporción cercana a los dos tercios del total—, necesitaron dos hombres con empleo permanente cada 1.000 surcos; en los establecimientos mecanizados esa cifra se redujo a la mitad. Con la mano de obra transitoria para cultivo sucedió algo similar. La estimación para 1974 —cuando ya se usaba el sistema semimecánico y se habían incorporado las primeras cosechadoras integrales— determinó, para una superficie mecanizada del 65% del total<sup>5</sup>, una reducción de entre el 40 y el 46% de los jornales de cosecha (Mora y Araujo y Orlansky, 1978).

En Tucumán, la pérdida de puestos de trabajo continuó durante la dictadura de 1976-1983 y se intensificó a partir del proceso de desregulación económica de los años 1990. No se encontró información confiable sobre la evolución de los puestos de trabajo, en parte por la

---

<sup>5</sup> Se consideró una superficie máxima a mecanizar del 65%. El restante 35% sumó el 20%, en manos de los minifundistas, quienes no podrían hacerlo, y el 15% de los cañaverales ubicados en terrenos no aptos para cosechadoras mecánicas.

dificultad de su clasificación en empleo temporal y permanente y, a su vez, contratados por industriales o por agricultores. Al mismo tiempo, la informalidad de los registros y el cobro a destajo complican aún más cualquier estimación; pero seguramente la disminución de los puestos de trabajo afectó más a los trabajadores temporales. Aunque no existen datos incuestionables, desde mediados de los años 1970 hasta la década de 1990 el número de zafreiros se redujo de 45.000 a menos de 15.000 (Giarraca, Bidaseca y Mariotti, 2001).

Para 1983 el total de puestos de trabajo en el complejo agroazucarero alcanzó a 56.000 (Delgobbo y Castillo, 1986), poco más de 10 años después la información suministrada por FOTIA, en 1996, dio cuenta de 28.000 empleos (Giarraca, 1999a). Dato comparable con el suministrado por González Lelong (1997), quien mencionó un total de 30.900 puestos para 1995, incluyendo trabajadores de surco y de ingenio. Cantidad que se redujo a 22.000 para 2003 (Viviani, 2003). La disminución de los puestos de trabajo continuó varios años más. En 2007, según un estudio del sector agroindustrial argentino, el complejo azucarero en su conjunto empleó a 25.700 personas (Lódola, Brigo y Morra, 2010), lo que permite inferir que en Tucumán rondaron las 18.000.

De todas maneras, aún con la imprecisa información disponible, se puede estimar una disminución de puestos de trabajo cercana al 80% en un período de 40 años. Las evidencias existentes vinculan este fenómeno, en una proporción muy variable, no solo con el incremento de la mecanización, sino con las profundas modificaciones que afectaron al sector, sobre todo desde el cierre de los ingenios en 1966 y 1967. Solo esta medida causó la pérdida de 50.000 empleos, a los que se sumaron otros 30.000 durante los siguientes 35 años, período en donde también influyeron las crisis económicas de los años 1980 y la desregulación de la década de 1990, que determinaron la reestructuración del sector agrícola y el industrial. Por otro lado, la oferta de mano de obra se fue reduciendo con el paso del tiempo, debido a la aparición de fuentes de empleo alternativas<sup>6</sup> o, incluso, por la caída de la demanda. En todo caso, la mecanización apareció como funcional a estos cambios de contexto, antes que una causa de los mismos, circunstancia que se vio favorecida por la dinámica de la industria metalmeccánica provincial.

---

<sup>6</sup> Es el caso de los empleos generados por la industria citrícola tucumana.

## El sector metalmecánico cañero de Tucumán

El volumen y la calidad de la maquinaria para cultivo, cosecha y transporte de caña de azúcar fabricada en la provincia, estimulada por la bonanza económica a inicios de la década de 1970, fue excepcional y no volvió a repetirse. Los establecimientos metalmecánicos, además de abastecer el mercado local y regional, exportaron varios de sus productos a países latinoamericanos. Las políticas económicas de la dictadura militar, entre 1976 y 1982, ocasionaron el cierre de varias de estas fábricas.

En Tucumán, las experiencias con cosechadoras tipo Luisiana fueron iniciadas por algunos ingenios, con máquinas importadas, durante la primera mitad de los años 1960 y abandonadas poco tiempo después, debido a que el desempeño de estas maquinarias no fue el esperado, en comparación con el nivel de calidad logrado por la cosecha manual. La oferta de modelos importados explica, en parte, la virtual ausencia de desarrollos locales, sin embargo se construyó una versión tucumana, la Humax –ver Figura 3–, fabricada por encargo y comercializada entre fines de la década de 1980 y los primeros años 1990, en una época de transición hacia el sistema integral de cosecha. No se encontró más información sobre la existencia de otras cosechadoras similares y de construcción local. Un factor a considerar fue que los establecimientos metalúrgicos que incursionaron en la fabricación de cosechadoras comenzaron con la construcción de cortadoras simples y continuaron, directamente, con la de máquinas integrales.

Los casos de Indal<sup>7</sup> y Java, las dos fábricas tucumanas de cosechadoras integrales y otros implementos fueron sobresalientes y sin comparación en el contexto latinoamericano de la época. Aunque en Brasil ya existía Santal, un establecimiento metalúrgico especializado en el sector azucarero desde inicios de los años 1960, su primer modelo de cosechadora integral fue fabricado bajo licencia Mizzi, de industria australiana. Al mismo tiempo, en Cuba se estaba diseñando la primera versión de la Libertadora, máquina fabricada por Claas unos años después en Alemania Occidental. Por esos años, el referente mundial en el diseño y fabricación de ese tipo de cosechadoras era Australia, que ya tenía más de dos décadas de experiencia en el desarrollo de esta maqui-

---

<sup>7</sup> Siglas de Industrias de Alberdi. Los galpones que pertenecieron a la fábrica actualmente están ocupados por un supermercado mayorista de comestibles.

naria y había contado con los estímulos de políticas estatales específicas. EE.UU., en cambio, se había dedicado a la producción de cosechadoras tipo Luisiana, más compatibles con su ambiente agroecológico y sistemas de cultivo.

**Cosechadora para caña de azúcar.**



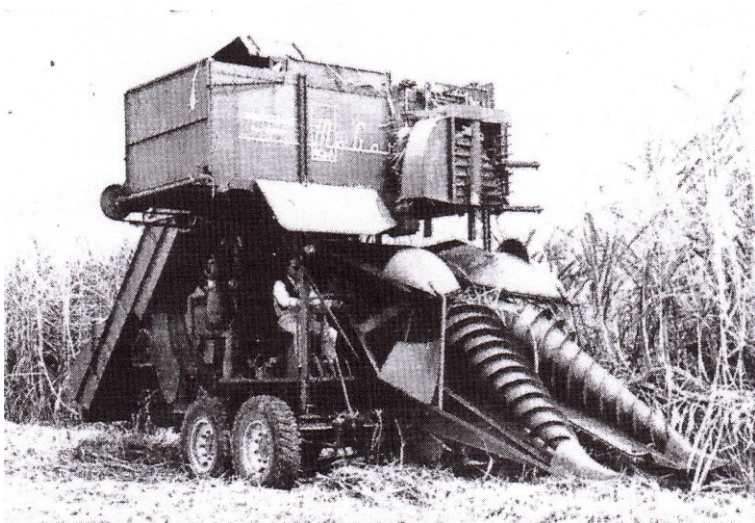
**HUMAX 4000**  
Pat. en tram. N.º 293.879

**La solución para su zafra.**  
*Liviana · Versátil · Fuerte y super económica*  
**CORTA, DESPUNTA Y APILA.**  
**Hasta 6 surcos en 1 para cosecha tipo Luisiana.**

- ★ Se monta en tractores desde 70 o más HP.
- ★ Corta, despunta y apila hasta 6 surcos en 1 y, en forma transversal al mismo.
- ★ Su brazo apilador tiene 4.000 mm. de longitud permitiéndole alcanzar el tercer surco con holgura.
- ★ Su despuntador es accionado mecánicamente mediante 2 robustas cajas en escuadra y un eje cardan de uso agrícola normal.
- ★ Su cortadora de base es una caja tipo SODE en escuadra con engranaje cónico en baño de aceite y está montada en 2 bandejas dispuestas en forma de paralelogramo indeformable.
- ★ Su altura de corte se comanda con un cilindro hidráulico sobre una base fija para evitar clavaduras del disco e los surcos muy desaparejos.
- ★ La boranda que traslada la caña consta de un sistema de regulación hidráulico de muy fácil accionamiento desde el puesto de comando.
- ★ El brazo apilador es de altura regulable, lo que le permite tomar a las cañas de diferente altura perfectamente equilibradas evitando posibles atascamientos, variando desde 1,100 hasta 1,7 mm. de altura en la caña.

Véala en:  
**Av. Roca 1832 - Tel. 24-2496**  
S.M. de Tucumán

Figura 3. Folleto de la cosechadora tucumana Humax 4000, tipo Luisiana  
Fuente: Archivo de Enrique Fernández de Ullivarri (2018).



**Figura 4. Cosechadora Magar en el Ingenio Tabacal**

Fuente: Centro Azucarero Regional del Norte Argentino (1964).

Existió además otra cosechadora integral de industria nacional La Magar –ver Figura 4–, una máquina apta para caña quemada cuyo prototipo fue probado con buenos resultados, por lo menos entre 1964 y 1978, pero que no se construyó en serie. Incluso, en distintas etapas de su desarrollo, el emprendimiento contó con el apoyo financiero de los ingenios San Martín del Tabacal y Ledesma (Centro Azucarero Regional del Norte Argentino, 1964; entrevista a RFU, 21/02/2019). De acuerdo con otro de los entrevistados, experto en mecanización cañera, el diseñador de esta máquina, que tuvo un desempeño aceptable y podía cosechar en verde con algunas limitaciones, intentó que fuera construida por una empresa tucumana pero el proyecto fracasó.

La Magar fue bastante buena, parecida a la Massey Ferguson, pero mejorada. Fabricada en San Francisco, donde no hay caña, la hizo un ingeniero joven que se le ocurrió agrandar el negocio familiar de trilladoras. La probó nada menos que en Ledesma, donde usaban la Massey Ferguson. [...] Además, con ciertas limitaciones, cosechaba caña verde, aunque dejaba caña caída. La trajo a Tucumán, a Givogri, para que la copiara, pero nunca pasó de prototipo (Entrevista a DSA, 7/12/2017).



El fabricante del prototipo fue la Metalúrgica Magnano, con sede en San Francisco –Córdoba–, una empresa fundada en 1938 y que, hasta comienzos de 1980 fabricó, entre otras máquinas y equipos, más de 600 cosechadoras autopropulsadas de granos, 2.000 sembradoras al voleo y 1.000 acoplados. En la década de 1960 incursionó en la fabricación de esta cosechadora integral para caña de azúcar (Bil, 2009; De León, 2014). Por sus características, esta máquina, contemporánea de los primeros modelos australianos, se adelantó varios años a otras similares.

La fábrica Indal, fundada en 1970 por Eoclides Birgi y Luis Marzoratti en la localidad sureña de Juan Bautista Alberdi, construyó y vendió más de 100 integrales entre 1971 y 1981, compitiendo en precio y servicio técnico con las cosechadoras importadas Claas. A pesar de las mejoras y el aumento de potencia de sus últimos modelos, aptos para cosecha en verde, no sobrevivió a la crisis económica de esos años y cerró sus puertas en 1982. Durante sus pocos más de 10 años de existencia también construyó implementos de cultivo, carros cañeros, cortadoras de caña e, incluso, cargadoras continuas que vendió a los ingenios de Jujuy. Su creación se vio favorecida por las regulaciones del Operativo Tucumán. De este modo, la familia Birgi, residente en Córdoba, se trasladó a Tucumán porque hubo un acuerdo previo para

... hacer una máquina cosechadora motriz, pero había que hacerla aquí, con un espacio físico que lo permitiera. Se hizo el negocio entonces y nos vinimos, trajimos algunas personas de Córdoba, porque aquí no había mano de obra, salvo la gente que estaba en los ingenios. A partir de ahí, el 5 o 6 de enero de 1970 vinimos al galpón con todo cocinado, la compra hecha, la gente de allá [...] Ahí nomás, en ese momento, se comenzó a hacer la primera máquina, la primera cosechadora, con las limitantes que había aquí y toda la importación cerrada, esas cosas; nosotros veníamos del sur, donde había mayor desarrollo del sector, se podían conseguir cosas, correas, motores, que acá no era posible (Entrevista a JBI, 18/05/2017).

La construcción de las integrales (Figuras 5 y 6) fue vista como una continuidad de las máquinas cortadoras de caña y seguramente estuvo influenciada por la experiencia de E. Birgi quien, además de haber trabajado en la fábrica de cosechadoras de granos Susana –una de las primeras del país–, había construido una cosechadora de maní para la firma Ochetti, mientras residió en Córdoba.

**PARA UNA COSECHA INTEGRAL:**  
**INDAL**

Una empresa tucumana que vende máquina y servicio, que trabaja desde hace 5 años para que usted tenga una zafra segura, sin contratiempos. Porque INDAL está siempre

**Desboquilladora.**  
al lado de su caña, desde que nace hasta que llega al canchón (desboquillando, cortando cepas, despuntando, cortando,

**Acoplado integral**  
y barandas desmontables.

**Niveladora de suelos.** pelando, cargando y transportándola hasta el ingenio).

**Cosechadora integral**  
Mod. ISA 165

Visitenos, no le daremos un folleto, le mostraremos las máquinas trabajando (entre otras cosas, tenemos 29 cosechadoras integrales en el surco). Y después, cuando tenga su INDAL, sabrá de la importancia de ser vecinos (cuando posea la capacidad técnica y rapidez de su servicio) porque para su reparación y consulta usted

**Figura 5. Productos fabricados por Indal a mediados de la década de 1970**  
Fuente: Archivo de la familia Birgi (2017).

Nota: La publicidad ofrece un “paquete” para la cosecha integral, compuesto por desboquilladora y niveladora, para preparar el suelo, el carro volquete para trasladar la caña y la ISA 165; el primer modelo tucumano de máquina integral.



**Figura 6. Cosechadora Indal ISA 221**

Fuente: Archivo de la familia Birgi, 2017.

Nota: Fue el modelo más avanzado de la fábrica, con un motor de mayor potencia y transmisión hidráulica tenía capacidad para cosechar caña en verde.

Todos los componentes de las cosechadoras de caña, excepto el motor y el equipamiento hidráulico, se fabricaron en Tucumán, lo que supuso una serie de inconvenientes que se fueron superando con el tiempo. Entre ellos, el traslado de las herramientas necesarias –pantógrafo, agujereadoras radiales, tornos pesados, equipos de soldar– y el montaje de un horno para el tratamiento térmico de los engranajes y otras piezas. “La opción era [hacerlo] Córdoba, pero se perdía tiempo” (Entrevista a JBI, 18/05/2017). Además de los problemas suscitados por la falta de equipamiento industrial y la necesidad de capacitar los recursos humanos locales para los distintos procedimientos, la fábrica tampoco escapó al clima político de la época. En parte de ese período, los motores adquiridos para las cosechadoras no se entregaban en óptimas condiciones. “Destapaba los cárteres y encontraba alambres, virutas, dejadas adentro o los dejaban sin junta para que se fundieran; porque saboteaban a la fábrica Fiat, fue algo muy comentado en su momento” (Entrevista a JBI, 18/05/2017).

Indal construyó dos modelos de cosechadoras e incluso adaptó uno de ellos para trabajar en terrenos con pendiente, que contaba con la posibilidad de regular su ancho de trabajo. La cosechadora ISA 165, luego de las pruebas de su prototipo en 1970, que incluyeron ajustes para adaptarse a las variedades de caña más comunes por entonces, “se fabricó entre 1971 y 1974, se presentó oficialmente en 1972, en serie de 15 o 18 por año. Después hicimos una con dos anchos de trocha, para maniobrar mejor en campos con pendiente” (Entrevista a JBI, 18/05/2017). La Indal 221, diseñada para la cosecha de caña quemada, pero que también podía cosechar en verde, mejoró apreciablemente su potencia y mecanismos hidráulicos, las principales falencias del modelo previo. Al igual que con la Magar, el ingenio Ledesma estuvo interesado en conocer su desempeño y la probó en sus cañaverales durante 1976 o 1977, aunque después la empresa agroindustrial optó por adquirir máquinas Massey Ferguson importadas de Australia. El establecimiento Indal fabricó,

... 120, 130 máquinas, en series de 15 o 20 por año, hubo algunas que absorbían las otras, las reprocessábamos, era una alternativa comercial para los que no tuvieran cómo pagar una nueva [...]. Recibíamos las cosechadoras de modelos anteriores, reprocessábamos la parte interna, armábamos el chasis y las entregábamos. Era una diferencia de precio importante, usábamos cortadores, pontones, cilindros; motor y chasis nuevos (Entrevista a JBI, 18/05/2017).

Las relaciones comerciales también posibilitaron el desarrollo y venta de otros productos, que no tenían una demanda importante en el mercado tucumano debido a las características de sus sistemas productivos.

Fabricamos niveladores de suelo, para sistematizar con curvas de nivel y que la máquina cosechadora rindiera. Después hicimos trasbordadoras<sup>8</sup> de caña, a veces reparábamos las que ya tenía el cliente, en años llovedores había zonas en donde no podían acceder los carros grandes, entonces hicimos estas máquinas, vendimos unas 15; pero para Jujuy, aquí no se usaron mucho (Entrevista a JBI, 18/05/2017).

---

<sup>8</sup> Este equipo integraba el sistema semimecánico de cosecha y permitía cargar la caña cortada, dispuesta en el suelo, al medio de transporte.

La empresa Java, creada entre 1965 y 1966, inició sus actividades con la fabricación de carros y otros implementos agrícolas para caña de azúcar. A mediados de los años 1970, construyó poco más de 10 cosechadoras integrales que no tuvieron las prestaciones esperadas, pero continuó en el rubro con la construcción de equipos de cultivo, carros volquetes y cargadoras, que fueron su mayor éxito comercial. Cerró sus puertas en 2004, cuando las consecuencias de las crisis económicas de 2001 y 2002 afectaron la sostenibilidad del emprendimiento. Su origen se debió a una sociedad familiar entre los hermanos Carlos y Eugenio Bleckwedel, que residían en Tucumán y tenían experiencia en la venta de equipos agrícolas e industriales, y el taller metalúrgico Inco<sup>9</sup>, ubicado en San Francisco, Córdoba.

[Java] nació cuando empezó el Operativo Tucumán y como consecuencia de que cerraron [los ingenios], cuando estaba latente una necesidad de hacer algo en la materia y ahí surgió, en el año 65, la creación de Java. Que era dos tercios de los talleres Inco de Córdoba, las cabezas con las que hice mayor amistad, a los que agradezco todos los conocimientos que me dieron, en la persona del ingeniero Taglioretti y su socio, el doctor Lamberghini, que era abogado y estaba más bien en la parte jurídica. Un tercio mi hermano y yo, y dos tercios Talleres Inco, ahí nace Java, en el 66. [Al nombre] lo eligieron los socios de Inco, porque iba a centrarse en productos para la caña de azúcar, y la isla de Java fue ancestralmente productora de caña... (Entrevista a CAB, 10/12/2018).

Las máquinas integrales construidas por Java fueron un fracaso y, en algún momento, pusieron en riesgo la continuidad de la empresa.

---

<sup>9</sup> Esta empresa comenzó sus actividades en 1959, y en 1962 conformó una sociedad entre Antonio Lamberghini, socio principal y presidente por aquel entonces, junto a José Emilio Taglioretti y la sociedad Canpa (Nicolini, Giletta y Lamberghini). Su objetivo era la compra de rezagos del ejército para fabricar acoplados. Dentro de los productos que desarrolló Talleres Inco, durante la gestión de José Emilio Taglioretti, varios tuvieron que ver con la mecanización de la cosecha de caña de azúcar. A lo largo de la historia, Inco produjo acoplados, picadoras de forrajes, enfardadoras, semirremolques, máquinas para la cosecha de la caña de azúcar, agujereadoras, partes para vagones de trenes, partes para tractores, etc. Los últimos productos agrícolas que se fabricaron fueron maquinarias para el cultivo de algodón, desarrollando equipos para la nueva tecnología de siembra y cosecha de este cultivo. Luego de soportar dos crisis económica, debidas a inundaciones en la zona aldononera, la empresa comienza a elaborar matrices y piezas de metal duro para Tantal (Comunicación personal con J. Taglioretti, 18/09/2019).

Un factor que debe considerarse es que se diseñaron para un ancho de labor de dos surcos, una innovación tecnológica difícil de lograr con resultados competitivos, incluso al día de hoy<sup>10</sup>. Con las cosechadoras

... nos embarcamos en un proyecto que nos complicó mucho, como éramos innovadores no la queríamos de un surco sino de dos. Empezamos con una de dos surcos, hicimos 10 máquinas y, al año siguiente a las 10 las reformamos, sin ningún pago, a un surco. Se sacó todo el segundo surco, se mejoró la estructura, y quedó una máquina ancha que cosechaba un surco. Nunca nos interesó ganar mucha plata o poca plata, sino el hecho de hacer algo, una innovación [...]. Cada rotura, un bulón que fallaba, era una máquina parada y no era una cargadora, era una cosechadora. Con las cosechadoras nos fuimos cavando un poco la fosa (Entrevista a CAB, 20/12/2018).

Los principales defectos de esta máquina se asociaron con su muy escasa maniobrabilidad, debida a su excesivo tamaño, y el bajo rendimiento, como lo reconocieron los técnicos entrevistados. “Comenzaron con el concepto del doble surco, directamente, entonces era una máquina inmanejable” (Entrevista a JBI, 18/05/2017); “... era una máquina enorme, que entraba en tres surcos. Una rueda era la que cortaba y la otra rueda en el tercer surco. Era un monstruo” (Entrevista a WZA, 10/04/2017); “... cuando tenía que doblar, 15 metros no alcanzaban para dar la vuelta” (Entrevista a DSA, 7/12/2017). Otro inconveniente que se sumó es que, en esos años, habían empezado a importarse integrales con mejores prestaciones.

Sin dudas, las mayores innovaciones de Java fueron los carros volquetes y las cargadoras de caña (ver Figura 7). Con estos dos equipos fue posible integrar el sistema semimecánico de cosecha que, en sus distintas versiones, se empleó desde entonces hasta la actualidad en Tucumán. Sus productos, cuyas bondades fueron reconocidas hasta por sus competidores directos, llegaron a exportarse a Bolivia, Uruguay y Paraguay. La idea de los carros surgió al observar que el sistema de carga en paquete era incompatible con las cortadoras de caña.

... el sistema de paquetes era el que demoraba todo el proceso. En ese

---

<sup>10</sup> En la década de 1990 tanto Claas como Cameco fabricaron cosechadoras de doble surco, sus prestaciones, comparadas con las máquinas tradicionales, no fueron las esperadas.

momento, creo que el ingenio Los Ralos y el Santa Lucía, habían comprado unas cortadoras despuntadoras y se vio que al transporte había que adecuarlo, tenían que hacerlo distinto. A tal punto que fueron los primeros clientes en comprarnos carros volcadores. Ideamos los carros de vuelco lateral, que en parte eran un poco copia [de los tradicionales]; pero la copia significaba que había que amarrar la caja y que pivoteara, el ingeniero Taglioretti hizo la innovación. Colocó la bisagra bastante más adentro, casi a la altura en donde estaba el chasis y, casi sin amarre, se conseguía el vuelco lateral y que se abriera la caja. Fue un aliciente bastante importante (Entrevista a CAB, 20/12/2018).

**JULIO  
AGOSTO**



**nunca mejor  
que ahora  
el precio  
y la  
finan-  
ciación.**



Venga y conversemos en  
Lules, flámenos y lo visita-  
remos.  
Al precio final llegaremos  
juntos.  
La alternativa para Ud.  
en Julio y Agosto  
será su Mejor Interés (r).

**JAVA**

LULES-TUCUMAN

**JAVA** S.A.C.I.F.I.A. y B.

Ruta 28 - Km. 9237 - OMIJANTA (4100) Tel. 8 - Mercedes - Uruguay - Télex 61913 GACET AR

**EQUIPOS PARA CARGA TRANSPORTE Y TRASBORDO DE CARA DE AZÚCAR  
A GRANDE.**



**BMA CARGADORA AUTOPROPULSADA**  
Equipada con el excelso KIT ANTITERRA.

**KIT ANTITERRA**  
Conjunto de Innovaciones técnicas compuesto de:

**TOPADORA FLOTANTE:** Copia automáticamente la configuración del terreno independiente del operador. Permite el rolado natural de las cañas al empuje de la topadora, reduciendo drásticamente el tener de impurezas minerales en esta operación. Evita el arrancamiento de cepos y otros daños al cultivo ocasionados por el uso inadecuado del operario.

**SINCRONIZADOR AUTOMÁTICO DE LA GARRA:** Hace que el bocado de caña sea tomado al nivel del terreno, impidiendo que la garras penetre en el suelo. Significa menos tierra agregada a las cañas cargadas, evitando arrancamiento de cepos y otros daños al cultivo.

**Figura 7. Cargadora autopropulsada y carros cañeros Java**

Fuente: Diario *La Gaceta*, 15 de julio de 1976 y *Avance Agroindustrial* (1987).

La cargadora, también parte del sistema semimecánico de cosecha, permitió incrementar la productividad y reemplazar la carga manual de los carros, una tarea riesgosa para los obreros. Los modelos de Java y posteriormente de Mancini hacia 1984 –una máquina diseñada localmente por el ingeniero agrónomo Domingo Sandoval, pero construida en Córdoba–, fueron los más reconocidos por sus prestaciones, aunque

también hubo ejemplares de otras fábricas tucumanas como Givogri y Caballero. En general, la vida útil teórica de estos equipos fue largamente sobrepasada, un indicador de su calidad constructiva y de la adecuación que tuvieron con el sistema semimecánico de cosecha. Incluso en la actualidad todavía existe una demanda no satisfecha de cargadoras, por parte de algunos contratistas y cooperativas, lo que determina un precio de venta elevado para los escasos ejemplares ofertados.

En el 70 empezó un poco el auge de las cargadoras, y eso duró 15, 20 años, hasta que ingenios como el Ledesma empezaron a hacer punta y compraron cosechadoras integrales [...]. El último modelo de cargadora fue el autopropulsado, un elemento de trabajo a prueba de balas, todavía hay muchas funcionando (Entrevista a CAB, 20/12/ 2018).

Diseñé la cargadora Mancini [...] y le gané un concurso a Cameco en Ledesma. [Llevamos] una sola máquina, se hacía por pedido, contra 17 Cameco. Solo dos maquinistas y un ayudante. La prueba era cargar durante 24 horas, recién al día 26 la pararon. Después de esa prueba vendimos 29 cargadoras, entre Jujuy y Tucumán, incluso exportamos a Paraguay [...]. Mancini la fabricó, pero con la importación el negocio no tuvo futuro y terminaron en el sector de maquinaria vial (Entrevista a DSA, 7/12/2017).

Los desarrollos de Java, al igual que los de Indal, fueron usados en los campos del ingenio Ledesma, también en los de San Martín del Tabacal, lo que permitió probar sus desempeños y realizar las modificaciones necesarias para construir equipos de gran calidad, como lo reconocieron los expropietarios de ambas empresas de maquinaria. Además, estas fábricas tucumanas debieron superar las limitaciones asociadas con la lejanía de los proveedores de componentes hidráulicos<sup>11</sup> y la poca formación de los recursos humanos locales quienes, en el mejor de los casos, contaban con alguna experiencia en el área industrial de los inge-

---

<sup>11</sup> “La hidráulica empezaba a despertar en la Argentina y teníamos la mayoría de los proveedores en Córdoba, de cuerpos de válvulas, bombas, mangueras de alta presión, cilindros hidráulicos, todo nuevo para la Argentina” (Entrevista CAB, 20/12/2018).

“Aquí no se fabricaban bombas hidráulicas a rodillos, eran con bujes, toda la hidráulica era con bujes. Con estas condiciones se hacía inviable fabricar algunas cosas, porque los bujes se deterioraban por calentamiento; por supuesto no nos dejaban importar, así era la cosa [...]. Lo destaco porque fue muy sacrificado hacer la máquina aquí” (Entrevista a JBI, 18/05/2017).



nios azucareros. Java llegó a emplear casi 200 personas e Indal unas 50, cantidades apreciables en el contexto laboral de la época.

Otras máquinas construidas en Tucumán fueron las cortadoras de caña, de gran aceptación por el sector productivo. A veces combinadas con mecanismos despuntadores, y funcionales al sistema semimecánico de cosecha, se comercializaron desde mediados de los años 60 hasta inicios de los 80. Tanto Indal como Java y MDB<sup>12</sup> se destacaron por la confiabilidad de sus equipos. Una noción de la cantidad existente de estas cortadoras es que en 1968 se probaron cinco modelos distintos, cuatro de transmisión mecánica y uno de transmisión hidráulica, que tuvieron un desempeño similar en la cosecha; pero se diferenciaron por sus precios de venta (Morín, 1970b).

Del dinámico y diverso sector metalmecánico tucumano subsistió, luego de sucesivas crisis económicas, solo una pequeña parte que fabrica, sobre todo, equipos de labranza, carros volquetes y acoplados para el traslado de la materia prima. Otros equipos más complejos, como carros autovuelcos y plantadoras, son construidos en Santa Fe y Córdoba. En el caso de las plantadoras también se construyeron algunos prototipos locales, pero el futuro de estos emprendimientos, iniciados alrededor de 2010, es difícil de predecir debido a los cambios de la política económica y la presencia de empresas trasnacionales con sucursales en Tucumán, que ofertan equipos similares, como Case y John Deere. Actualmente, en la provincia, no se fabrican máquinas cosechadoras para caña de azúcar.

## • El sistema de cosecha manual de caña de azúcar

El sistema de cosecha manual es, sin duda, el más antiguo y difundido en el mundo. En Tucumán, según Cross (1942, 1961), no tuvo cambios significativos entre 1880 y 1960, salvo la incorporación de algunos carros y tractores para trasladar la caña cortada en las fincas a los ingenios. La cosecha comprendía cuatro operaciones: corte, pelado, despuntado y cargado de la caña.

Primero se voltea la caña cortándola con un machete a flor de tierra, y luego, empleando un cuchillo grande, se toma cada tallo separada-

---

<sup>12</sup> El taller de MBD (Mattalia Díaz Bonomi), ubicado a unas 25 cuerdas de la zona céntrica de San Miguel de Tucumán, es actualmente la sede de una iglesia evangélica pentecostal.

mente y se deshoja (es decir quita las hojas y las vainas) y se “despunta”, cortando y descartando la parte superior verde e inmadura de la caña.

El acarreo se realiza en carros y carretas tirados por bueyes y mulas y en trenes Decauville que poseen algunos ingenios. [...]. Los cosechadores son pagados a razón de tanto por tonelada, por cuya suma la caña debe ser debidamente pelada, despuntada y entregada en brazadas “a la rueda”, al carrero parado dentro de un carro quien la recibe y la acondiciona en el mismo (Schleh, 1953: 52-53).

Para el corte o hachado el zafrero tucumano empleó, a diferencia de otros complejos azucareros, dos herramientas: un machete<sup>13</sup>, también llamado macheta o mocha<sup>14</sup> debido a su extremo romo –ver Figura 8–, para el corte del tallo y, para el deshojado posterior, un cuchillo más liviano, con una hoja de 35 centímetros aproximadamente, que se dejó de usar hacia fines de los años 1970. Eventualmente, el cosechero podía llevar una lima plana o una piedra de afilar.



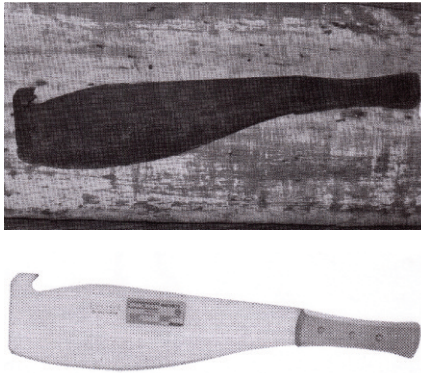
**Figura 8. Macheta empleada en Tucumán para la cosecha manual de caña**  
Fuente: Fotografía del autor (2018).

Con un peso aproximado de 500 gramos, la macheta tiene una longitud total de poco más de 54 centímetros y una hoja de 32 centímetros.

<sup>13</sup> “... los machetes fueron traídos al continente por los europeos, aunque no se conozcan las funciones específicas originales de los mismos. Sin embargo, es probable que tuvieran una función dual, como arma y como herramienta...” (Hernández Morales, 2014: 55).

<sup>14</sup> También llamada pacora y cuto en algunos países latinoamericanos. El nombre de mocha se emplea también en Cuba: “Desde que el machete o mocha tumba la caña hasta que se cierra el envase de azúcar...” (F. Ortiz, 1973: 55).

A veces, en el extremo delantero del contrafillo, presenta una escotadura que comúnmente se denomina gancho y sirve para deshojar la caña. La información sobre el origen y desarrollo de esta herramienta para la cosecha es imprecisa, pero se conoce que en algunos países productores de azúcar se la emplea desde hace más de 150 años –ver Figura 9–.



**Figura 9. Macheta usada en Luisiana alrededor de 1850 y su versión actual**  
Fuente: West Baton Rouge Museum (s/f); Imacasa (2017).

Aunque el uso de la macheta para el corte de la caña es muy frecuente en la mayoría de los países latinoamericanos, también se han utilizado otros diseños –ver Figura 10– que buscaban mejorar el desempeño de los cosechadores, al mismo tiempo que disminuir el esfuerzo físico realizado por estos.

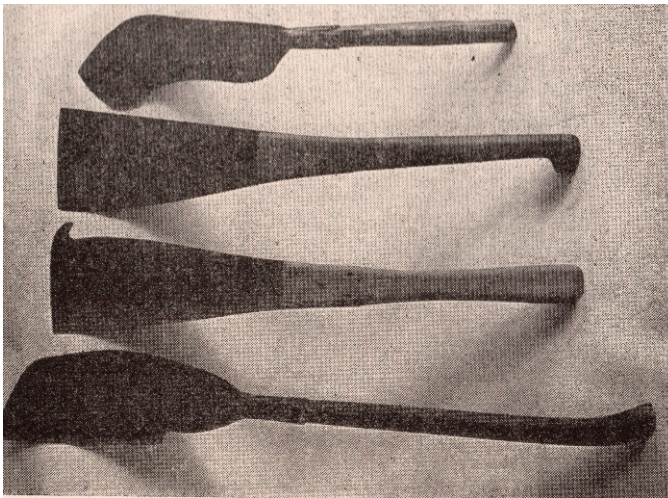


**Figura 10. Machete modelo australiano**

Fuente: Imacasa (2017).

Nota: Una macheta con mango largo y perfil angulado de 135° para facilitar el corte.

En Colombia, la macheta clásica se reemplazó por el machete “barrigón”, de hoja oblonga y afilado en todos sus bordes, luego fue el turno del “sable rojo”, similar a la macheta, pero más largo y pesado, todavía hoy el modelo de mayor aceptación. El último cambio fue, hacia finales de los años 1970, cuando la tercera parte de los cosecheros adoptó el machete australiano, con un diseño peculiar originado en el país homónimo (AUPEC, 1997). En Brasil, cuando la mecanización era incipiente, también se evaluaron diversas herramientas de corte manual empleadas en distintas regiones y países del mundo –ver Figura 11–, entre ellas las de Mauricio, Luisiana, Australia y nordeste de Brasil.



**Figura 11. Machetes evaluados en Brasil**

Fuente: Arroxelas (1973).

Nota: De arriba hacia abajo herramientas usadas en el nordeste de brasileño, Australia, Luisiana y Mauricio.

Los resultados de la prueba, medidos en toneladas hombre de caña quemada por jornada de ocho horas, fueron para cada modelo: Luisiana, 7,57; Australia, 7,52; Brasil, 4,56 y Mauricio, 4,34 (Arroxelas, 1973). Sin embargo, el mejor desempeño de algunos machetes no determinó su adopción por parte de los cosecheros. En Tucumán, con el propósito de mejorar la eficiencia del trabajo y disminuir el desgaste del obrero para las tareas posteriores al corte de las cañas –como el pelado, apilado

y cargado—, se realizó una evaluación sobre la eficiencia del trabajo de corte manual con el empleo de tres herramientas: la macheta tradicional, el machete australiano y la hachita<sup>15</sup> santafesina, con pesos de entre 560 y 710 gramos. El experimento no encontró diferencias significativas entre la macheta y el machete australiano, pero ambas fueron superiores al instrumento santafesino. La pequeña diferencia de rendimiento a favor del machete australiano se atribuyó a su diseño ergonómico y mayor peso. Por otro lado, la pericia de los cosecheros con la macheta, debido a su experiencia laboral previa, determinó que los rindes alcanzados fueran similares entre las dos herramientas (Fogliata y Morín, 1989).

El machete australiano<sup>16</sup> supuso una innovación. Aunque su origen y desarrollo es incierto, los cosechadores de ese país lo usaron de forma masiva desde finales de la década de 1950. Se trató de la modificación de un machete recto al que los obreros, mediante el calentamiento de la hoja, doblaron en ángulo. Este nuevo diseño, posteriormente de fabricación estándar, permitió trabajar más rápido y sin doblar tanto el cuerpo, aunque el despunte de la caña apilada debía hacerse con un machete común (Boileau y Thompson, 2011).

En lo referido a los otros modelos de machetes para cosechar caña, su diseño parece estar más ligado al uso y las costumbres de cada país, antes que a sus parámetros de eficiencia; además de otras razones relacionadas con las variedades de las cañas y las características de los sistemas de cultivo. En la India, por ejemplo, los cuatro machetes más empleados en la cosecha de caña, con un peso de entre 400 y 700 gramos, tienen una hoja corta y ancha similar a una media luna. Un estudio ergonómico al respecto propuso alivianar su peso y mejorar el agarre del mango, para que las herramientas fueran más confortables de usar por los cosecheros (Thiyagarajan, Kathirvel y Jayashree, 2013). En Tucumán no se han encontrado indicios de otras herramientas distintas del machete para el corte manual de caña y, prácticamente, la única que se emplea y comercializa es la macheta, casi siempre de procedencia colombiana<sup>17</sup>.

---

<sup>15</sup> Como su nombre lo indica, se trata de una herramienta muy similar a un hacha, de unos 45 centímetros de largo, pero con la cabeza más liviana.

<sup>16</sup> En Centroamérica se lo conoce también como modelo “colombiano”, porque lo fabricó y distribuyó una empresa de ese país.

<sup>17</sup> Marca Incolma (Industria Colombo Alemana). Es probable que la inexistencia de machetas argentinas se deba a la falta de interés de los fabricantes de herramientas, asentados mayormente en la región pampeana, por la producción azucarera (Entrevista a DSA, 7/12/2017).

Desde el punto de vista sociotécnico, el machete responde a un diseño industrial estándar. Por consiguiente, es el usuario quien debe adaptarse a la herramienta a partir de la experiencia laboral y el conocimiento tácito del cosechero. Sin embargo, sería posible introducir mejoras en el implemento, tanto por parte del mismo trabajador como por el fabricante. Una prueba de ello es un machete ergonómico diseñado en Colombia, que posibilitó un incremento del 11% en la cantidad cosechada por hombre (Potes, 1990; Iguarán Morales y Martínez Arce, 1991). De cualquier modo, todo cambio ocasiona inconvenientes y exige nuevos aprendizajes. El machete australiano, cuya longitud permite trabajar menos encorvado y concentra su peso en el extremo de la hoja cortante, es más eficiente en manos de personas de complejión robusta que de cosecheros con menor talla. Además, cuando las herramientas son específicas para una tarea, pierden su utilidad para otras labores como cortar leña, desmalezar o, en este caso, pelar caña, y su empleo puede ser resistido por los operarios (Weekes, 2004).

En Tucumán no hubo modificaciones o adaptaciones de herramientas para el corte manual de la caña. En la Figura 12, que abarca un período temporal de casi 50 años, se aprecia que la única diferencia en la tarea es el estilo de las prendas de ropa que visten los cosecheros, siempre destinadas a obtener la mayor protección posible, tanto de los factores climáticos como de la faena.



**Figura 12. Zafreiros cortando caña en los años 1960 y 2012**

Fuente: *La Industria Azucarera* (1965) y archivo de la AER INTA Monteros (2012).

Las operaciones de pelado, despuntado y carga de la caña constituyeron los pasos siguientes a su corte. Todas tareas realizadas sin solución

de continuidad, como si se tratara de una sola: se iniciaba con el corte y culminaba con el paquete de 3.000 kilos cargado sobre el carro. Esa

... era la [cosecha] manual, 1970 o 1972, la semimecanizada estaba haciendo su ingreso [...]. Mi abuelo y mi vieja eran cañeros, más que cañeros obreros del surco, pequeños productores de la zona de Leales y, obviamente, tenían que hachar, pelar, despuntar y cargar. Yo hice alguna de esas tareas con ellos, tenía ocho años (Entrevista a WZA, 10/04/2017).

Aunque en conjunto pueda parecer una faena simple, implicó un trabajo coordinado y un apoyo logístico considerable que, además, debía combinarse con el ingenio para coordinar la entrega de la materia prima<sup>18</sup>. Para la zafra se requería una cantidad abundante de mano de obra originaria de otras provincias, porque resultaba difícil que los productores de caña de azúcar –fueran independientes o ingenios– contaran con el personal suficiente en su zona<sup>19</sup>. La necesaria presencia de estos contingentes de trabajadores también ocasionaba otras demandas que debieron ser atendidas. En Tucumán

... los empleados transitorios, por lo menos en esta zona [departamentos Famaillá y Monteros], eran santiagueños, muy respetuosos, que venían a trabajar. Vivían en el monte, produciendo carbón, venían contentos. No había el gremialismo de ahora, no significa que se los explotaba, se pagaba lo que correspondía y la gente se iba con plata para el resto del año. De los santiagueños tengo el mejor recuerdo, muy respetuosos. En esos tiempos no había casas para la familia y, bueno, cortaban sunchos para hacer un rancho transitorio, por lo general venía la familia completa, salvo casos aislados como muchachos solteros de 20 o 25 años. Hacían un ranchito cerca de un alambrado o un terreno libre. Venían familias porque el hombre tenía su “barra”,

---

<sup>18</sup> Todo era manual, cortado, pelado, cargado arriba de los carros, primero los carros [de madera] venían de Santiago, después los helvéticos, mi hermano los llevaba al cargadero a las cinco de la mañana. La sacaban y la llevaban al tren, todas carradas de 2.500 o 3.000 kilos. Todos paquetes, colas de paquetes y a la cadena había que tensarla. Por ahí venían y no podías cargar porque no te habían traído cadenas o habían llegado tarde al reparto, y ya estabas jodido, tenías que esperar un día sin cargar, eso era una odisea a veces (Entrevista a RPO, 22/02/2017).

<sup>19</sup> En los ingenios de Salta y Jujuy, durante un largo tiempo los jornaleros fueron de origen boliviano.

su mujer y sus hijos. La “barra” pelaba una carrada por día y si había alguna urgencia podían acelerar el trabajo. Un hombre solo demoraba dos días en pelar una carrada (Entrevista a JTO, 11/10/2017).

Según Olmos (1993), un profesional con una larga experiencia como encargado de una finca del ingenio Ledesma y luego en el predio del INTA Famaillá, las necesidades de mano de obra para un frente de cosecha<sup>20</sup> manual, con una asignación de 500 toneladas diarias, era de 90 zafreiros y 17 personas más, que incluían jefes, tractoristas y auxiliares para tareas varias. La cantidad de 500 toneladas, una superficie promedio de entre 8 y 12 hectáreas, equivale a cinco y media toneladas de caña quemada por cosechero. La dotación total de 107 trabajadores es consistente con la información colectada y el testimonio de los entrevistados.

Para la cosecha manual la jornada se iniciaba con la llegada al cañaveral, a las cinco o seis de la mañana, y la asignación a cada trabajador de cuatro o seis surcos de 100 metros cada uno. Más allá de las condiciones de vida de los zafreiros, la colaboración de los otros miembros de la familia fue un factor determinante para la productividad, que podía elevarse al doble cuando la tarea de corte –la más intensa– quedaba reservada al cosechero y el pelado –que implicaba menos esfuerzo físico, pero era la tarea que más demoraba– al resto del grupo familiar. De esta manera, “un pelador adulto, joven y diestro, puede cortar hasta tres mil kilos por jornada. Si le ayudan su mujer y sus hijos, la cifra puede ascender a cuatro o cinco mil” (Facultad de Filosofía y Letras de la UNT, 1963: 39).

En lo referido al diseño de las plantaciones, en Tucumán fue muy común la división del predio en “tablones”, integrados de 200 o 300 surcos con un largo de 100 metros –una superficie equivalente a cuatro o cinco hectáreas–. “Los tablones están distanciados de 5 a 7 metros, para facilitar la circulación de la maquinaria. De 20 a 25 tablones integran una sección. Tres secciones forman un lote y de 3 a 4 lotes una colonia<sup>21</sup>” (Acevedo, 1981: 11). Los tablones con una superficie variable, depen-

---

<sup>20</sup> Denominación del conjunto de personas, equipos y maquinarias organizadas para la tarea de cosecha.

<sup>21</sup> Es decir que 25 tablones suman unas 100 hectáreas, 300 forman un lote, y entre 900 y 1.200 una colonia. En la actividad azucarera el significado de colonia se corresponde con una plantación de caña, cultivada por los colonos que residían en los alrededores. A diferencia del colono tradicional, el del sector azucarero tiene una dependencia laboral con el propietario de la tierra y entrega todo lo producido al mismo.



diente de las condiciones ambientales, la topografía y el sistema de cosecha modificaron el diseño tradicional, en donde cada tablón se componía de 100 surcos de 100 metros de largo –superficie equivalente a dos hectáreas–, la unidad empleada históricamente en la Argentina para el cultivo de caña (Schleh, 1953). Este diseño característico de los campos también servía para ubicar de manera rápida y precisa cualquier sector del cañaveral, sobre todo en establecimientos de gran tamaño. Además, la longitud del surco facilitaba el control de la tarea de los cosecheros.

La caña se cultivaba en parcelas o tabloneros cuya característica distintiva era el diseño en dameros de igual medida en el ancho. Todas las tablas sin excepción tenían 100 metros de ancho. Por esta razón la industria azucarera tiene arraigado el concepto de surco como una medida convencional equivalente a una línea de caña de 100 metros de caña, ya que fue el único diseño existente en los campos durante largo tiempo (Comunicación personal con Miguel Fernández de Ullivarri, 9 de junio de 2018).

Es probable que este diseño en damero, además de aumentar la eficiencia en el transporte de la caña cosechada, se haya usado para limitar un mayor desplazamiento de los obreros del surco. Parcelas de 100 metros de lado aseguraban un trayecto máximo de 50 metros con la brazada de caña al hombro, tanto para la plantación como para la cosecha<sup>22</sup>.

El rendimiento del cosechero era variable si se trataba de caña verde o quemada. Para el primer caso, una experiencia realizada 45 años atrás en el ingenio Cruz Alta determinó una productividad cercana a un tercio de tonelada por hora (Morín, 1975). En este sentido, las poco más de nueve horas que insume la confección de un paquete de caña de 3.000 kilos cargado en el carro paquetero fue, prácticamente, la base de todos los cálculos empleados en Tucumán para determinar el rendimiento individual de los obreros. Es decir, se calculó unas tres toneladas de caña diarias por hombre, aunque muchas veces el cosechero trabajaba con los integrantes de su familia o allegados, sobre todo en la tarea de pelado. De acuerdo con la productividad de las distintas variedades de caña de

---

<sup>22</sup> La distancia máxima de carga era de 50 metros, razón determinante para establecer los 100 metros antes mencionados. La plantación de caña también era manual por lo que estas distancias preestablecidas daban el marco que definía los sistemas de plantación. Todas las tareas de plantación eran manuales y la distancia máxima de acarreo de “caña semilla” era de 50 metros (Comunicación personal Miguel Fernández de Ullivarri, 9 de junio de 2018).

azúcar, el tiempo podía extenderse hasta 11 horas por paquete de tres toneladas, como lo demostró Morín (1970b), lo que determina unos 2.200 kilos por jornal de ocho horas, cantidad similar a la indicada por Fogliata (1995). Si la rutina de cosecha no incluía el pelado, el tiempo necesario para el trabajo se reducía casi un 70%, esto también explica la estrategia de los cosecheros que trabajaban con su grupo familiar.

Cuando se trataba de caña quemada, el rendimiento se elevaba a unos 5.000 kg/día. Si, además, el despuntado era poco exigente, el rendimiento aumentaba más todavía (Fogliata, 1995). Algunos autores, cuando calcularon costos de producción de caña de azúcar, difirieron de esta cifra y mencionaron rendimientos de 1.500 kilos por jornal (González Terán y Gargiulo, 1980), 1.200 kilos por jornal de ocho horas (Scandaliaris, Pérez Zamora y Martín, 1992) o cercanos a los 2.000 kilos (Scandaliaris, 1985). Diferencias debidas, muy posiblemente, a la productividad promedio de todo el personal para una jornada de ocho horas. Aunque tampoco pueden descartarse otras causas, como cañaverales tupidos o probablemente se tratara de personal contratado por jornal, en cuyo caso, como su ingreso monetario no dependía del volumen cosechado, el rendimiento por obrero tendía a disminuir. En definitiva

Un obrero, guapo, podía hacer tres toneladas por día, pero guapo, y lo cargaba al carro, tres mil kilos, normalmente solo. Había algunos que se organizaban con la mujer y hacían una tonelada más. Depende de los cojones que tuviera el que pelaba las cañas, a la hora que llegaba y se iba (Entrevista a RBU, 5/12/2018).

Este rendimiento diario por persona fue confirmado por un excosechero, quien recordó que, desde 1970, cuando tenía 18 años de edad, junto con sus tres hermanos menores, trabajaron durante varias zafras en la finca del INTA. Por entonces se trasladaban en bicicleta, a las tres de la mañana, desde la ciudad de Famaillá y cosechaban caña hasta el atardecer, con macheta y cuchillo pelador. La productividad alcanzada, en cañaverales sin quemar, fue de tres toneladas por día por persona, incluyendo corte, pelado y carga; para una asignación de seis surcos que se apilaban de a tres (Comunicación personal con Carlos Ruiz, 15 de febrero de 2019). De acuerdo con Weekes (2004), existen otras variables que inciden en la productividad de los cosecheros, ellas son: a) La cantidad y características de las hojas de la caña; b) La longitud y grosor del tallo; c) Cañaveral erecto o recostado; d) La cantidad de malezas, sobre todo de

enredaderas; e) El rendimiento del cultivo (tn/ha); f) El tipo de herramienta de corte utilizada; g) La idoneidad, el estado físico y la edad del cosechero; h) El sistema de pago por la tarea. Este listado incluye numerosas características del cultivo y agrupa en un solo ítem el factor humano –como la salud, el estado físico y la edad del cosechero–, todas variables que inciden directamente en la productividad del trabajo. Por ejemplo, los hombres de entre 20 y 40 años son más productivos que los de más edad quienes, además, tienen un mayor riesgo de quedar desempleados y sin posibilidades de reinserción laboral (Cano & Verginio, 2010).

En consecuencia, el rendimiento de los cosecheros en los distintos países es variable y oscila entre una tonelada por hombre por día, para caña verde y cargada a mano –como en Vietnam e Indonesia– a más de 10 toneladas por hombre por día, para caña quemada –como en Suazilandia, en el sureste de África–. Antes de la mecanización, los cosecheros australianos afirmaron alcanzar hasta 15 toneladas diarias por hombre, con caña quemada y cargada mecánicamente (Weekes, 2004). En Brasil, a inicios de la década de 1960, cuando la caña comenzó a ser quemada antes de la cosecha, la productividad, sin el obstáculo del follaje, se elevó de dos y media a cuatro toneladas por hombre por jornada. Hacia 1970, con la incorporación de las máquinas cargadoras, las tareas se dividieron entre cortadores y cargadores, y el rendimiento de los primeros alcanzó las 12 toneladas por hombre a principios de los 2000. Por supuesto que a costa de un gran esfuerzo por parte de los trabajadores, que continuaron cobrando por kilos cosechados (Laat, 2010). Para la misma época, en Guatemala, el rendimiento del personal, en cañaverales quemados y libres de piedras, alcanzó entre seis y siete toneladas de caña por hombre, por jornada de ocho horas (Donis García, 2014). En Colombia, país donde gran parte de la cosecha es manual, la productividad de los cortadores, durante una experiencia realizada en 1998 y 1999, alcanzó entre 2,5 y 3,2 toneladas hombre por día con caña cosechada en verde (Viveros *et al.*, 1999).

También en Tucumán, para el caso de caña quemada, se constataron rendimientos de más de 10 toneladas diarias por cosechero, aunque de manera excepcional (Entrevista a WZA, 10/04/2017). Cabe suponer que la práctica continua, la organización adecuada de las cuadrillas de cosecheros y la división de tareas, similar a la adoptada oportunamente en Australia y Brasil, hubieran permitido alcanzar un desempeño similar.

Había que sacrificarse, pero más hacías más ganabas; pero era un trabajo muy pesado. Trabajando full, hacías dos carradas por día, pero de sol a sol, más de 12 horas. Se pelaba caña por caña y tres toneladas no las vas a pelar en un rato. Todavía no se quemaba. [...]. Cuando tenía 14 o 15 años [fines de los años 1980] se empezó a hachar y quemar en el piso, después se despuntaba una por una. Primero se empezó a quemar la caña volteada, después parada; era más limpio, cuando se quemaba en el piso toda la ceniza quedaba encima de la caña. Cuando apilabas o braceabas tragabas toda la ceniza, te entraba en los ojos, quedabas negro. Cuando se quemaba parada, la caña largaba melaza y quedabas pegoteado entero (Entrevista a OCA, 10/12/2018).

A pesar de que el esfuerzo físico de los cosecheros fue uno de los motivos repetidamente mencionados para justificar la necesidad de la mecanización, los estudios sobre este tópico en la Argentina fueron escasos. La evaluación del trabajo de varios zafreros, que midió el ritmo cardíaco, el consumo de oxígeno y la fuerza de distintos grupos musculares, permitió conocer que la cantidad de energía consumida fue de 4.790 kilocalorías por carrada de 3.000 kilos caña (Leveroni *et al.*, 1971). El tiempo total empleado para la tarea, ocho horas y cincuenta y dos minutos, fue de una magnitud similar al promedio habitual de la época. Todas las tareas de la cosecha fueron catalogadas como intensas o muy intensas, de acuerdo con el método de Brouha<sup>23</sup>. Por otro lado, se verificó que la pérdida de peso corporal de un cosechero fue de unos tres kilos por tarea, aunque varió entre poco más de uno y cuatro, dependiendo de la complexión física de cada trabajador (Morín, 1970b). Aunque la disminución de peso es una medida indirecta y muy influenciada por el estado metabólico de cada individuo, ofrece un indicador del esfuerzo físico del cosechero<sup>24</sup>.

La cosecha manual, además, tiene otros inconvenientes derivados de las características de la especie vegetal. El corte de caña, que es la

---

<sup>23</sup> El procedimiento más empleado para medir esfuerzo físico, estima las consecuencias cardiovasculares para el organismo y se basa en una correlación entre la frecuencia cardíaca y el oxígeno consumido (Normand, 1997).

<sup>24</sup> En el área de las ciencias agrarias no se encontraron estudios más actuales que involucren a otros aspectos del bienestar laboral, o sobre los riesgos de una tarea en donde los cosecheros enfrentan las consecuencias de su exposición a la intemperie, altas temperaturas, peligro de insolación, consecuencias físicas debidas a las posturas y maniobras de trabajo, aspiración de polvillo u hollín, riesgo de deshidratación y de accidentes, entre otras afecciones de tipo profesional (F.L. Rocha, 2007).

tarea más intensa, obliga al trabajador a inclinarse sobre el surco, apartar los tallos con el brazo izquierdo y golpear la base de las cañas con la macheta, sostenida por el brazo derecho. Como se trata de una gramínea, el borde de sus hojas es áspero y cortante, una cualidad que en algunas variedades fue notable.

Cuando salió la [variedad] 63-90, todavía no se conocía el tupulo<sup>25</sup>, y la planté en la finca nueva. Con la primera cosecha viene una barra de San José que se subleva, cuando pregunto por qué, me dicen que estaban enjanados. Era una caña muy januda comparada con las variedades anteriores, muchos estaban medio enfermos porque las janas<sup>26</sup> irritan la piel; después las quemamos para pelarla (Entrevista a JTO, 11/10/2017).

Luego del corte de la caña se procedía a pelarla con el cuchillo y, seguidamente, casi con el tallo en el aire, de un tajo se hacía el despunte o descolado<sup>27</sup>, que eliminaba los tres o cuatro primeros entrenudos del extremo superior de cada caña. El despuntado se realizaba para eliminar la parte del vegetal con menor contenido de sacarosa y, al mismo tiempo, disminuía la proporción de trash y el peso transportado hasta en un 10% (Olmos, 1993). Para el pelado, los trabajadores con experiencia, el mismo cosechero o su personal de apoyo, necesitaban solo dos o tres pasadas. Por último, si la caña era muy larga, se cortaba por la mitad y luego se acondicionaba, tarea que consistía en colocar los tallos en forma perpendicular entre dos surcos. Hacia los años 1980 se dejó de emplear el cuchillo pelador para comenzar a realizar esta operación con la misma macheta. Igualmente, para ahorrar tiempo, también comenzó a aceptarse el despunte en conjunto de varias cañas.

El cosechero acondiciona dos surcos a cada lado, es decir que acondiciona cuatros surcos en una fila, dos de un lado, dos del otro. El despunte, a pesar de que el convenio estipula que es individual, caña por caña, se despunta en el suelo y en conjunto (Entrevista a EFU, 31/07/2017).

---

<sup>25</sup> El tupulo es el nombre común de una maleza trepadora que infestó numerosos cañaverales. Sus hojas pubescentes son muy irritantes y, en algunas zonas de Tucumán, su presencia es tan abundante que hace casi imposible la cosecha manual.

<sup>26</sup> Jana, del quechua, espina.

<sup>27</sup> La palabra despunte, o punteado, con la aparición del sistema semimecánico se transformó en descolado (Rosenzvaig, 1999).

Yo empecé apilando, acomodando caña, porque cuando se despuntaba la caña se desacomodaban, cuando me hice más grande empecé a hacer. En esa época se cortaba y pelaba tres surcos para un lado y tres surcos para otro. En la trocha limpia se apilaba, cargábamos a hombro [...]. La cosecha duraba mucho porque se pelaba, venía gente de Santiago que también trabajaba (Entrevista a OCA, 10/12/2018).

La carga del carro paquetero normalmente se realizaba con una cuadrilla de operarios, arriba del carro se encontraba el “recibidor”, que tomaba las brazadas de caña llevadas al hombro por sus compañeros de faena. Se requerían de unos 60 paquetes, de alrededor de 50 kilos, para completar un paquete estándar de 3.000 kilos, es decir 20 atados por persona. Sin dudas, una actividad con un esfuerzo y riesgo considerable, sobre todo cuando se debía caminar cargando la caña sobre una tabla de 40 centímetros de ancho, apoyada en el carro (Entrevista a NGO, 14/12/2017). Tarea que no varió con los años, como se observa en la Figura 13.



**Figura 13. Zafreos cargando caña, años 1960 y 2010. A la izquierda en un carro tipo Rosso Leones, a la derecha a granel**

Fuente: *La Industria Azucarera* (1966b) y archivo de la AER INTA Monteros (2012).

La recepción y armado del paquete de caña también suponía una serie de habilidades para la operación.

Antes los paquetes eran más largos, después se prohibieron porque los camiones salían a la ruta y había accidentes cuando se encontraban

de a dos. La carrada corta tenía tres metros. Un camión llevaba 12 o 14 paquetes. El armado dependía de la caña, a veces estaba torcida, entonces se cortaba en dos o tres partes, si era larga solo dos cortes y se acomodaba cola con cola. Esta caña era más fácil de cargar y armar el paquete. Con caña corta era más incómodo y hacía más fuerza, todo trabajo tiene su maña. Era más fácil cargar caña larga, levantar y girar el cuerpo, con la caña corta había que revolver... (Entrevista a OCA, 10/12/2018).

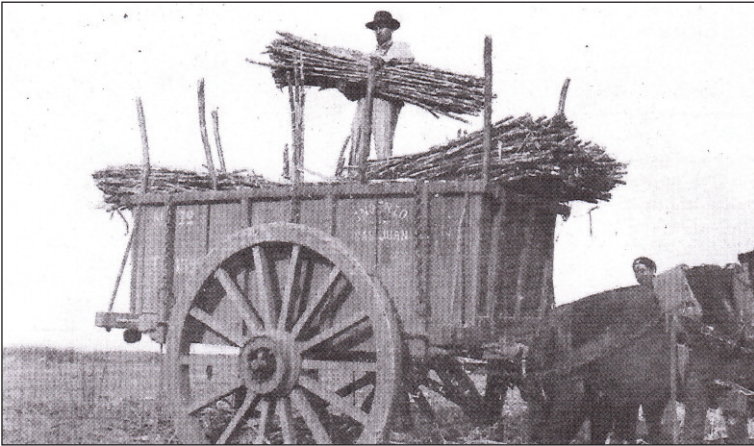
En conjunto, el sistema de cosecha manual tuvo algunas variaciones en los últimos 40 años. La mayor modificación fue en la operación de pelado cuando, desde mediados de los años 80, se impuso la práctica del quemado previo a la cosecha, como una medida destinada a bajar los costos del deshojado manual. Otra fue el despunte en conjunto, con las cañas ubicadas en la trocha. La carga manual no sufrió modificaciones salvo que, al principio, las brazadas de caña se reunían para conformar el clásico paquete con cadenas y, posteriormente, los tallos se transportaron a granel en los carros tipo java.

## **El transporte de la materia prima**

Como ya se estableció, la modalidad de transporte de la materia prima está asociada a la cosecha, en tanto ambas integran de manera estrecha una misma cadena productiva. Hubo establecimientos industriales, ubicados en el norte del país, que modernizaron tempranamente su sistema de transporte de caña. Tal fue el caso del ingenio La Esperanza en la provincia de Jujuy. Esta empresa empleó, desde los años 1960, un sistema de cosecha similar al hawaiano. La caña, luego de quemada en pie, se cortaba manualmente, posteriormente los tallos se apilaban con el uso de máquinas topadoras para ser cargados, con grúas autopropulsadas, a los camiones de transporte.

Tucumán, en cambio, tuvo un desarrollo del transporte con modificaciones más graduales y, durante un tiempo considerable, convivieron los primeros sistemas concebidos para el traslado de la cosecha manual y la mecanizada. Las carretas cañeras tradicionales, de madera y tiradas por cinco o seis mulas –como muestra la Figura 14–, fueron reemplazados paulatinamente, desde finales de la década de 1940, por carros metálicos, a veces llamados helvéticos, con cuatro neumáticos, durante largo tiempo arrastrados por animales de tiro y luego por tractores. Aun-

que como se observa en la Figura 15 el uso de las carretas continuó siendo masivo varios años más.



**Figura 14. Obrero cargando una carreta cañera en los años 1960**

Fuente: IDIA Suplemento (1962).



**Figura 15. Canchón del ingenio Concepción a fines de la década de 1940**

Fuente: *La Industria Azucarera* (1949a).

Nota: Se observa que toda la caña se transportaba en carretas de madera tiradas por mulas. Esta fábrica todavía es la más grande de Tucumán.



Entre los nuevos carros cañeros algunos tuvieron distintos diseños. Uno de los más difundidos fue el Rosso Leones<sup>28</sup> –ver Figura 16–, construido totalmente en metal y con sección transversal en U, lo que facilitaba el armado del paquete de caña.



**Figura 16. Zafreiros cargando varios carros paqueteros**

Fuente: IDIA Suplemento (1962).

Nota: El obrero con la macheta está recortando los tallos que exceden la medida convencional del paquete.

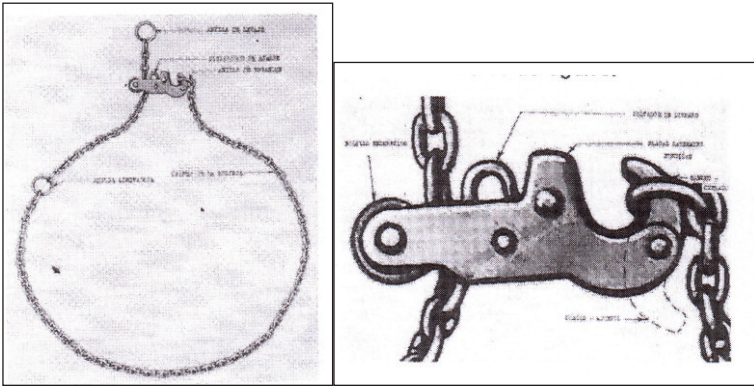
El carro paquetero convivió durante muchos años con el tipo Java, de vuelco lateral y diseñado para transportar caña entera a granel, introducido hacia 1967. Los motivos del extendido uso se vinculan, antes que con la resistencia al cambio con los condicionantes prácticos del contexto. Además de sencillos de construir y poco costosos para mantener, eran casi el único medio de transporte de materia prima con que contaban los pequeños y medianos productores cañeros (Moyano, 2014).

Para el sector agroindustrial azucarero la incorporación, alrededor de 1907, del sistema de cadenas para el enfardado de la caña fue, quizá, la innovación tecnológica más destacada de la primera parte del siglo XX.

---

<sup>28</sup> Empresa metalúrgica fundada en 1904, en la localidad de Leones, Córdoba. Entre 1957 y la primera parte de los años 1960 fabricó cientos de carros cañeros con un diseño innovador, además de silos y elevadores de granos, cerró sus puertas durante la primera parte de la década de 1980 (Peyrachia, 2016).

Hasta entonces, todas las labores de carga y descarga eran manuales, lo que significaba para los ingenios disponer de unos 20 obreros por turno para alimentar los molinos (Moyano, 2014). La utilización de eslingas<sup>29</sup> fue común en varias industrias, pero en ninguna con la característica de la azucarera, en donde el sistema de agarre permitía su desenganche de manera automática –ver Figura 17–. Aunque hubo varios fabricantes<sup>30</sup> del dispositivo, los diseños diferían poco entre sí (Reid, 1955).



**Figura 17. Cadena y sistema de agarre para paquetes de caña**  
Fuente: Reid (1955).

La confección de un paquete de caña se iniciaba acomodando en el carro vacío tres cadenas<sup>31</sup>, de cinco metros y diez centímetros de largo estándar y un peso total de unos 45 kilos (Fogliata, 1995), con argollas en sus extremos, para luego ir depositando sobre ellas las brazadas de caña necesarias, ordenadas “cola con cola”, hasta llegar a los 3.000 kilos de peso y tres metros de largo. Completada la carga, las cañas se ajustaban con un sistema de criquet con retén, el “gato”, que requería el empleo de una palanca ad hoc, la “chiva”, así llamada porque en uno de sus extremos tenía dos suplementos similares a cuernos. Finalmente, en

<sup>29</sup> Una cuerda gruesa con algún dispositivo para levantar cargas.

<sup>30</sup> Uno de los primeros fue la American Hoist and Derrick Co, de Saint Paul, Minnesota, EE.UU., compañía fundada en 1884. En su catálogo de 1897 ofreció sistemas de grúa para cargar caña de azúcar (American Hoist and Derrick Co, 1897).

<sup>31</sup> Las cadenas eran entregadas por el ingenio o los cargaderos, a razón de tres por paquete. Algunos productores poseían cadenas propias.

el cargadero o el ingenio, el paquete se elevaba con un aparejo de tres ganchos que, a su vez, colgaba de una grúa. En los ingenios, la tarea de desprender las cadenas, para que la caña cayera en el sistema alimentador del molino o trapiche, estaba en manos de un operario munido de una herramienta similar a una pica.

El número de animales de trabajo, insustituibles durante varios años para el sistema de cosecha manual, disminuyó en la segunda parte del siglo XX de manera notable. En 1960 la cantidad de caballos, mulas y bueyes representaban 96.394 cabezas, el 75% de ellas compuestas por mulas (Italconsult Argentina, 1967). En 1971, la dotación de tracción a sangre fue de 34.481 ejemplares. Cabe aclarar que, al mismo tiempo, había crecido la cantidad de vehículos de tracción mecánica y de carros helvéticos (Cámara Gremial de Productores de Azúcar de Tucumán, 1971). Aunque la cantidad de vehículos motorizados para el transporte de caña también disminuyó con el tiempo, esto se explica por el incremento de su capacidad de carga por unidad. Por su parte, los pequeños productores cañeros continuaron empleando carros y mulas para la entrega de la caña de azúcar.

La información disponible sobre la cantidad y el rendimiento de los animales que necesitó la agroindustria azucarera es escasa y con valores que variaron entre 0,35 y 0,60 o 0,65 mulas por hectárea (Schleh, 1947; Bital Buceta, 1954; Zappi *et al.*, 1967). Si bien la cifra de 0,60 mulares por hectárea cultivada resulta más ajustada a la realidad, el empleo de los animales para el cultivo y el transporte, unido a las demoras en la entrega de la caña —una situación muy común por entonces—, permite suponer que la dotación óptima fuera un promedio entre las cantidades citadas<sup>32</sup>. Otro inconveniente para realizar una estimación correcta reside en que los predios más pequeños debían contar con cinco o seis mulas para tirar de los carros —si llevaban la caña al ingenio—, aunque fuera una cantidad excesiva para realizar las labores de cultivo.

En el período de auge de la cosecha manual, entre el 60% y el 70% de la caña cosechada se entregaba a un cargadero —ver Figura 18—. Una instalación situada en las cercanías de las zonas productoras, concebida para el trasbordo de la materia prima en donde, una vez pesados los paquetes de caña, se cargaban nuevamente en vagones de ferrocarril o ca-

---

<sup>32</sup> El número de mulas variaba notablemente de acuerdo con la tarea. Surcar un campo requería de dos tiros de seis animales por jornada, 12 en total. En cambio, para una rastra liviana bastaban dos mulares (Entrevista a OCA, 10/12/2018).

miones para su entrega al ingenio. Estos centros de acopio o trasbordo, dependientes de los ingenios o de las organizaciones cooperativas de los productores, estuvieron ubicados estratégicamente a la vera de las vías férreas, o de las rutas principales, para facilitar el transporte. Su equipamiento se integró, básicamente, con una balanza, una grúa<sup>33</sup> para descargar y cargar la caña y el espacio necesario para estibar los paquetes, cuando no había disponibilidad de vehículos de transporte al ingenio.



**Figura 18. Cargadero ubicado en el INTA Famaillá, década de 1970**

Fuente: IDIA (1974).

Nota: En la imagen se observa el pesado de un paquete de caña.

Dos de los entrevistados, un contratista de cosecha y un cañero con más de 60 años de experiencia –y actual dirigente cooperativo–, destacaron la importancia de los cargaderos en los tiempos de la cosecha manual y su compleja logística de funcionamiento.

---

<sup>33</sup> Las grúas más simples obtenían su fuerza motriz mediante un sistema de malacate, movido por mulas.

La cooperativa tenía cuatro cargaderos, en ese entonces era muy importante, con grúas de giro completo cuando la mayoría era de medio giro. Permitían pesar la caña en la balanza y la cargaban en el camión o estibar los paquetes a la vuelta. Una grúa de medio giro bajaba 28 paquetes, una de giro completo el doble. Eran propiedad de la cooperativa, de hecho, todavía quedan en pie los cargaderos. Había que elegir el lugar, cerca de los caminos principales, de la ruta, a una distancia similar de todos los productores. Siempre fue un tema complejo... (Entrevista a NGO, 14/12/2017).

En ese tiempo se entregaba la caña en un vagón de ferrocarril, en el Kilómetro 5, camino a Río Colorado, generalmente al ingenio Baviera o al Fronterita, los dos tenían cargaderos en el Kilómetro 5. Mi papá hacía madrugar a los dos carreros que tenía a las tres de la mañana, porque si llegaba antes la flota de los Bartabhuru, el productor más grande de la zona, eran 18 carros. Para descargar el carro en el cargadero había que tener el espacio para acomodarlo y el vagón o el camión para el trasbordo (Entrevista a JTO, 11/10/2017).

Durante muchos años, el cargadero fue un eslabón esencial del sistema agroindustrial azucarero. Sobre todo, porque permitió organizar el abastecimiento de los ingenios e incrementar la eficiencia del transporte, debido a que los animales de tiro no debían recorrer más de cuatro o cinco kilómetros para entregar su carga. Al mismo tiempo, también se usaron como depósitos eventuales de materia prima para regular el ingreso de la materia prima a la fábrica<sup>34</sup>.

Para los ingenios, fue una preocupación permanente disponer de la cantidad suficiente de caña para programar su molienda, sobre todo los fines de semana y los días no laborables, cuando los cosecheros no trabajaban. Por ejemplo, el ingenio Concepción, a mediados de los años 1970, solía acumular semanalmente hasta 1.600 paquetes, 1.000 bajo techo y 600 al aire libre. “Los responsables del canchón se jugaban su prestigio con la estiba” (Entrevista a SCH, 13/12/2018). Pese a todos los recaudos el tiempo entre el corte de la caña y su molienda podía alcanzar hasta 90 horas, contra las poco más de seis del sistema integral

---

<sup>34</sup> Se decía “el ingenio se ha trancado” cuando tenía caña de sobra y dejaba de recibir, cuando se desocupaba recién mandaba los camiones a los cargaderos. Los que trabajaban ahí tenían que estar atentos a cualquier hora de la noche, o de la madrugada, cuando llegaba un camión se golpeaba con un fierro la pluma de la grúa, ese sonido era la señal para volver a cargar (Entrevista a OCA, 10/12/2018).

(Gargiulo *et al.*, 1986), circunstancia que ocasionaba una importante disminución en la cantidad de azúcar producido.

El número de cargaderos en Tucumán llegó a centenares en la segunda mitad del siglo XX y, durante el período 1974-1978, se incrementaron de 751 a 1.137 (Haro, 1979). Una cantidad que indica, al mismo tiempo, la recuperación de los niveles productivos luego de la crisis de 1967 y el uso preponderante del sistema de cosecha manual, dado que esta instalación solamente se usó para caña en paquete. Actualmente la red de cargaderos casi ha desaparecido, según un técnico con más de 30 años de experiencia en el cultivo de caña de azúcar, en el área de Simoca y Monteros, caracterizada por la presencia de minifundistas cañero, solo funcionan unos pocos (Entrevista a EST, 10/04/2017). Testimonio que coincide con un estudio reciente sobre los modos de comercialización de la caña por parte de pequeños productores: solo el 9% de ellos entrega caña en estos sitios, con el clásico paquete de tres toneladas (Proicsa, 2013).

## **El trabajo en el sistema manual de cosecha**

El sistema de cosecha manual se conformó a fines de 1930, a partir de la reglamentación del Laudo Alvear de 1928 (Fogliata, 1995). De acuerdo con las normas aprobadas, la caña de azúcar entregada debía reunir las siguientes condiciones: “Bien pelada, limpia y despuntada en el último canuto maduro, libre de raíces y tierra<sup>35</sup>”. A partir de esta premisa, las reglamentaciones laborales posteriores codificaron y detallaron las tareas intervinientes y su retribución monetaria; pero sin separar el conjunto de operaciones necesarias para realizarla: hachada, pelada y cargada por tonelada, hasta completar el paquete. Inclusive cuando los otros sistemas de cosecha ya habían irrumpido en el campo tucumano generando algunas modificaciones en las rutinas de trabajo. Entre ellas, la más importante fue la adopción de la quema, en reemplazo del pelado individual de cada tallo, seguida por la carga mecánica de los carros. Prácticas que posteriormente formaron parte del sistema semimecánico usado en Tucumán, una suerte de híbrido entre las dos modalidades de cosecha. Por otro lado, aunque el Decreto Nacional 2895 de 1949 es-

---

<sup>35</sup> Cita del Laudo Alvear, publicado por la Unión Cañeros Independientes de Tucumán (1956).

tableció que todos los trabajos a destajo debían percibir una retribución por lo menos igual al jornal básico, la remuneración del cosechero dependió de su productividad. Sobre este punto, uno de los profesionales entrevistados reflexionó lo siguiente:

... se paga a destajo y depende de la eficiencia de cada operario. La caña no paga mal, además no trabajan ocho horas, el trabajo es intensivo, pero en pocas horas, quizá la tarea se complete en tres o cuatro horas, sea plantación o cosecha. En esfuerzo físico, la plantación es menos dura. Históricamente se calculaba que tres o cuatro surcos de cien metros era el equivalente a un jornal (Entrevista a EFU, 31/07/2017).

En este sentido, la posibilidad de regular la tarea de cosecha, para percibir un pago similar al jornal regulado legalmente, fue una aspiración de los trabajadores que pocas veces se alcanzó. El modo más habitual de remuneración, y que todavía perdura, fue el pago a destajo.

#### • El sistema de cosecha semimecánico de caña de azúcar

La primera incorporación de un equipo para la cosecha mecanizada en Tucumán fue en 1961, cuando el ingenio Los Ralos adquirió una máquina tipo Luisiana, para usar sobre caña quemada. Además, la complementó con una cargadora de pinzas, similar a las empleadas actualmente. Con la incorporación de tres conjuntos más de maquinarias en 1962, se esperaba cosechar el 70% de sus cañaverales (Correch, 1962). Los modelos usados fueron idénticos a los descritos en la Figura 19.

En la misma época, los ingenios del norte, como Ledesma y La Esperanza (ambos ubicados en Jujuy) y Las Palmas (Chaco), también compraron equipos similares. Le siguieron otros ingenios tucumanos, entre ellos Santa Lucía, San Pablo, La Providencia, Lules, San Juan, Concepción y Corona, que también incorporaron equipos para mecanizar la cosecha. A pesar del monto significativo de la inversión, que implicaría además cambios en el sistema de transporte y en el proceso industrial de la materia prima, la mecanización se justificó por su menor costo (Correch, 1962). Con este tipo de máquinas, que en conjunto cosechaban y cargaban caña quemada entera, y que con el tiempo se convertirían en una de las opciones del sistema semimecánico de cosecha, se estimó que solamente dos hombres podrían realizar el trabajo de 200 cosechadores cortando y pelando, una previsión demasiado optimista

que finalmente no se cumplió. El nuevo procedimiento, además de disminuir los costos y acortar el tiempo de zafra, resolvía

... el problema de los braceros, que deben ser movilizados muchas veces desde provincias vecinas, como Catamarca y Santiago del Estero para Tucumán [...]. Estos obreros adventicios ocasionan muchos problemas, comenzando por los de alojamiento y alimentación, el transporte y la vigilancia... [...]. Todo esto desaparecerá con la cosecha mecánica, inclusive las inevitables complicaciones actuales de las leyes sociales, por su aplicación a sujetos de identidad indefinida, que se presentan un año sí y otro no, con documentación no del todo clara (Correch, 1962: 132).

# Cane Master

REDUCEN SUS COSTOS MECANIZANDO TOTALMENTE LA ZAFRA



Cosechadora de caña de azúcar "CaneMaster", auto-impulsada con motor diesel a peso motor sobre tractor. Capacidad de corte de 4 a 6 hileras en 8 horas de trabajo. Corta, despiesta y apila hasta ocho surcos de caña en una sola hilera para facilitar su carga sobre el camión con los cargadores "CaneMaster".

Cargadora "CaneMaster" modelo 900. Capacidad hasta 75 toneladas por hora. De fácil instalación sobre el tractor. Convertible en Zanjadora de excelente rendimiento. Simplicidad de operación. Máxima calidad.

Los equipos "CaneMaster" se han impuesto en muchos países del mundo, en base a su calidad y alto rendimiento libre de desperfectos mecánicos. Son equipos **PROBADOS** por el uso, con todos los adelantos de la técnica Norteamericana que garantizan una perfecta adaptabilidad a las condiciones de los cañaverales de Argentina.

Totalmente fabricadas en los Estados Unidos de Norteamérica por J. & L. Engineering Co. Inc., de Jeanerette, Louisiana.

Soliciten catálogos y la proyección de películas en colores mostrando estos equipos en acción.

<p>Representantes exclusivos en la República Argentina:</p> <p><b>GRANT Y CIA.</b></p> <p>SUIPACHA 745 - Buenos Aires Teléfono 31-6130</p>	<p>Distribuidores exclusivos en las provincias de Tucumán y Santa Fe</p> <p><b>BROMBERG Y CIA. S.A.C.</b></p> <p>Moreno 970 - Buenos Aires - Teléfono 37-1101 Congreso 156 - Tucumán - Teléfono 11847</p>
--	---

Figura 19. Cosechadora tipo Luisiana y cargadora de caña. Ambas de origen estadounidense

Fuente: *La Industria Azucarera* (1961).

Nota: La marca Cane Master fue conocida como J&L en el sector cañero.



Para la actividad cañera, integrada tanto por agricultores como por industriales, la contratación de cosecheros fue una cuestión conflictiva, sobre todo a partir de la vigencia de leyes nacionales<sup>36</sup> que regularon las condiciones de trabajo. Durante mayo de 1966 se realizó en Ginebra, convocada por la organización Internacional de Trabajo, la V Reunión de la Comisión del Trabajo de las Plantaciones. En representación del sector azucarero de la Argentina concurrió el asesor legal del Centro Azucarero Argentino (CAA) y el secretario del Sindicato Obreros y Empleados del Ingenio Ledesma. Durante el transcurso de la reunión, el asesor legal del CAA, luego de reseñar los modos de contratación, trabajo y condiciones de vida de los obreros temporales, destacó que, en comparación con los otros países convocados, la situación de la Argentina era la más progresista (*La Industria Azucarera*, 1966a).

Además de abordar la rebaja de costos y la disminución de los problemas que suponía reducir la contratación de cosecheros, a veces debido a la dificultad de conseguirlos, otras por los múltiples aspectos que involucraba su atención, asociados con fuertes prejuicios sociales o conflictos con las organizaciones gremiales de los trabajadores, una cuestión técnica debatida fue la quema del cañaveral, que exigía la aplicación del sistema semimecánico de cosecha. Práctica empleada masivamente por la mayoría de los países productores de azúcar pero que, en Tucumán, como ya se mencionó, tuvo escasa difusión y se adoptó varios años después.

Desde que el Laudo Alvear estableció en 1928 las condiciones de calidad para la caña entregada a los ingenios, estos, en ocasiones se negaron a recibir caña quemada, aun cuando la entrega fuera inmediata a la aplicación del fuego. Al respecto, ante un reclamo de la Unión de Cañeros Independientes de Tucumán, un informe del Centro Azucarero Regional sostuvo que la quema de caña, intencional o por accidente, afectaba seriamente el rendimiento fabril y, además, el fuego descontrolado no quemaba las hojas de manera uniforme. Sin embargo, recalcó que ante circunstancias especiales, como la escasez de brazos o la urgencia para cosechar, los ingenios podían disponer quemar una cantidad determinada de surcos, sin alterar la calidad de la materia prima (*La Industria Azucarera*, 1949b).

Como se advierte, los ingenios rechazaron la entrega de caña quemada salvo cuando tuvieron necesidad de materia prima, situación que

---

<sup>36</sup> Sancionadas durante el primer gobierno de J. D. Perón (1946-1952).

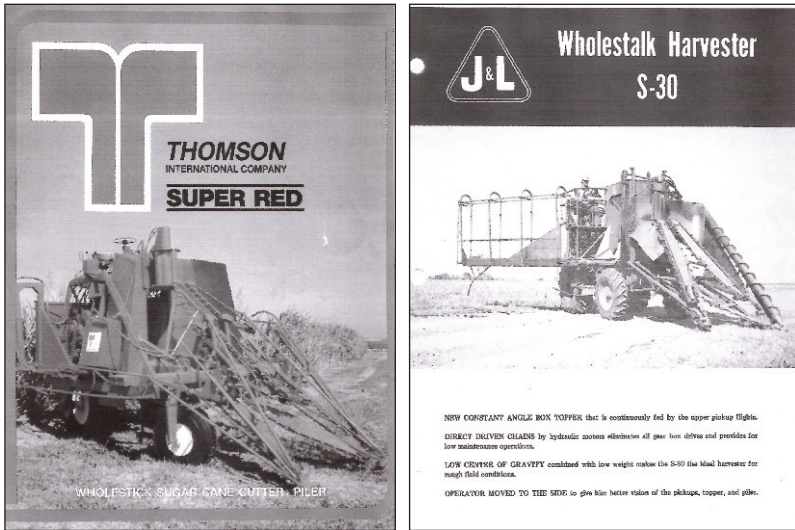
se estableció de acuerdo con sus criterios de producción. Cross (1961, 1962), un referente técnico indiscutido, siempre bregó por la entrega de caña limpia, aclarando que la quema no daba buenos resultados en Tucumán, salvo la realizada en la última parte de la zafra o después del período de heladas. Solo en esta época la maloja se encontraba en mejores condiciones para ser eliminada por el fuego. De todos modos, incluso la caña quemada correctamente obligaba a los ingenios a efectuar procedimientos de limpieza. Otro inconveniente de quemar los cañaverales fue la resistencia de los obreros para cosecharlos en esas condiciones, debido principalmente a su exposición al hollín y las cenizas (Cross, 1962). En consecuencia, esta práctica solo se justificó en el caso de escasez de mano de obra y sin desconocer las limitaciones de la maquinaria existente.

En 1963, los ingenios tucumanos emplearon 23 cosechadoras autopropulsadas, con sus respectivas cargadoras montadas en tractores. Los ingenios Los Ralos y Bella Vista sobresalieron de la lista, con cuatro equipos cada uno. Las máquinas empleadas, de fabricación norteamericana, únicas disponibles en el mercado tucumano, fueron nueve Thomson Special y 14 Cane Master –J&L–, similares a las de la Figura 20, que llegaron a 35 unidades en 1964 (Palma y García Posse, 1963; Cerrizuela y Hemsy, 1967). Ambas cosechadoras, autopropulsadas por motores diesel de entre 60 y 78 HP, cortaban y despuntaban la caña para apilarla cada seis surcos, de manera transversal al sentido de avance. La Thomson contaba con tres ruedas y necesitaba de un auxiliar, además del conductor, para regular mecánicamente la altura de corte. En cambio, la J&L, con cuatro ruedas, tenía un control hidráulico para el corte y solo requería de una persona para conducirla. Con este tipo de cosecha las cañas, cortadas y dispuestas en un entresurco, se quemaban con el auxilio de un lanzallamas para eliminar la maloja, aunque los resultados de esta práctica se evaluaron poco prometedores.

Las cargadoras empleadas, de igual marca que las cosechadoras, eran similares en su diseño y funcionamiento. Estaban montadas sobre un tractor de unos 35 HP y constaban de un dispositivo de empuje, tipo topadora, y un brazo con dos mandíbulas para recoger, elevar y descargar unos 250 kilos de caña de azúcar. Además, el mecanismo era hidráulico y manejado por el mismo tractorista.

De forma recurrente se mencionó el mayor contenido de trash que implicaba este método de cosecha, en comparación con la cosecha manual, aunque se aclaró que esta cuestión no constituía un problema en

los países que habían adoptado procesos mecanizados. Para Cross (1942), una causa de la demora en adoptar métodos de carga mecánica se debía a que la tarea de cosechar caña, pagada a destajo, estipulaba la entrega de la misma “a la rueda” del carro, a lo que agregó la carga desprolija por parte de los sistemas mecánicos, lo que reducía la capacidad efectiva de estos.



**Figura 20. Cosechadoras Thomson y J&L, mediados de los años 1980**

Fuente: Archivo de Enrique Fernández de Ullivarri (2018).

Nota: En el caso de la J&L, el folleto destaca su bajo centro de gravedad y la nueva posición del conductor.

Otro punto a destacar sobre el empleo de estas primeras cosechadoras mecánicas fue que el tiempo necesario para preparar al personal a cargo de las nuevas maquinarias era mayor al indicado por los proveedores porque, como sostuvieron dos especialistas, “... en algunos casos ni una extraordinaria buena voluntad y deseos de superación pueden improvisar una preparación racional y metódica del operario” (Palma y García Posse, 1963: 262). En relación con la fase industrial, también se hizo hincapié en la necesidad de contar con instalaciones para el lavado de la caña quemada, equipamiento solo presente en el ingenio Los Ralos.

Aunque los rendimientos alcanzados por ambas máquinas fueron

similares –alrededor de 200 toneladas por jornada de ocho horas de trabajo–, se consideró que el impulso a la mecanización de la cosecha era prematuro, debido a que el sector no había tomado en cuenta la necesidad de adaptar todo el sistema de cultivo, cosecha, industria y mercado a la nueva modalidad (Palma y García Posse, 1963). Aspectos que involucraban cuestiones técnicas, sociales y legales, entre ellos la preparación de los suelos, el diseño de las fincas, la organización de la cosecha y el transporte, la adecuación de los equipos industriales, el sistema de pago de la materia prima, la disminución de los puestos de trabajo temporales y la aparición de nuevos oficios. Pese a todo, el proceso de mecanización de la cosecha continuó su desarrollo, impulsado por el sector industrial y profesional. Pruebas del interés que despertaba fueron ciertas actividades de la época. Por ejemplo, en julio de 1964, durante unas jornadas técnicas sobre caña de azúcar –organizadas por la Facultad de Agronomía y Zootecnia–, se dieron detalles sobre el desempeño de una nueva cosechadora mecánica empleada en Brasil y un especialista explicó cómo se había mecanizado la cosecha en el ingenio Las Palmas de Chaco (*La Industria Azucarera*, 1964a). Además, en septiembre del mismo año, una de las empresas estadounidenses que había vendido maquinaria a varios ingenios, designó como técnico delegado para Sudamérica a un ingeniero agrónomo, docente universitario e investigador, que trabajaba en Tucumán (*La Industria Azucarera*, 1964b). También, en el ingenio Mercedes, se presentó una nueva cosechadora fabricada por Alarco SRL, una empresa de Santa Fe. Esta máquina –precursora de una cosechadora integral– despuntaba, cortaba, pelaba y apilaba en un cajón metálico la caña colectada, que dos obreros descargaban para depositarla sobre el suelo<sup>37</sup>.

Por su parte, Cerrizuela y Hemsy (1967), luego de una gira técnica a EE.UU., analizaron la mecanización del cultivo y la cosecha de caña de azúcar, comparando la situación del estado norteamericano de Luisiana y la provincia de Tucumán, debido a las similitudes ambientales y productivas entre ambos complejos azucareros. Además de mencionar la existencia de un marcado interés por la mecanización de la agricultura cañera, sobre todo en América Latina –fundamentado en la disminución de costos y la humanización del trabajo–, atribuyeron el proceso de mecanización de Luisiana a la modificación de su estructura productiva

---

<sup>37</sup> La prueba, realizada a principios de septiembre, fue presenciada por técnicos y cultivadores que quedaron bien impresionados, pero señalaron que requeriría de diversos perfeccionamientos para que su utilización fuera provechosa (*La Industria Azucarera*, 1964c).

que, entre 1937 y 1960, redujo el número de fundos cañeros de 10.260 a 2.547 y pasó de una superficie promedio por finca de 12 a 44 hectáreas. En cambio, en 1960, Tucumán registró 20.520 explotaciones cañeras, poco más del 86% de hasta 10 hectáreas y una superficie promedio de ocho hectáreas<sup>38</sup>. Entre los 18 equipos mecánicos para la cosecha, que describieron someramente, solo incluyeron dos de industria nacional: la Magar, ya mencionada, y una cortadora simple, fabricada por Java, montada sobre un tractor. También en 1967 estuvo disponible en el mercado argentino la cosechadora Massey Ferguson 515 (*La Industria Azucarera*, 1967). Esta máquina, montada sobre un tractor, fue pionera en la cosecha de caña trozada, sistema que comenzó a emplearse en Australia en 1956 y que solo 10 años después era de uso masivo en ese país. Su ventaja principal residió en eliminar la operación del cargado de caña, tarea insustituible con las cosechadoras de tallo entero (Davis, Norris y Whiteing, 2009). Concebida para trabajar con caña quemada, fue una antecesora de las máquinas integrales, importadas o construidas en Tucumán, utilizadas en la década de 1970.

Otra muestra del interés que despertó la mecanización del cultivo de caña, fue un programa de tres años que elaboró un grupo de investigadores de la Universidad Nacional de Tucumán en 1968, para lograr una reducción en los costos de la cosecha, actividad que implicaba el 50% de los gastos totales y que evaluaron como el problema fundamental de la producción de caña. Para esta iniciativa, se contó con el apoyo de varios fabricantes de equipos mecánicos y la coordinación de la Comisión Permanente de la Mecanización de la Caña de Azúcar, organismo formado por la misma universidad, el INTA, la Estación Experimental Agrícola de Tucumán, el Centro de Cañeros de Tucumán, el Centro Azucarero Regional de Tucumán, la Unión Cañeros Independientes de Tucumán y la Dirección Nacional de Azúcar. Entre otros ensayos, se propuso probar tres clases de equipos para cosecha, cortadora simple, cortadora apiladora y cortadora cargadora (*La Industria Azucarera*, 1968). Se desconoce si el plan de trabajo fue cumplido.

En lo referido a las cosechadoras tipo Luisiana, la información encontrada fue escasa. Un hecho ya advertido a fines de la década de 1980 para el sistema semimecánico de cosecha en general, a pesar de los años que tenía su desarrollo en Tucumán. Un hecho atribuido a que era visto

---

<sup>38</sup> Cabe aclarar que las superficies cañeras totales eran comparables, casi 114.000 hectáreas en Luisiana y unas 172.000 hectáreas en Tucumán.

como un sistema de cosecha complementario del manual (Olea, Scandaliaris y Roncedo, 1988). De todas maneras, las prestaciones de estas máquinas no cambiaron demasiado con el tiempo.

Estaba la variedad [de caña] 7679 que era muy quebradiza y tenía poco despunte, entonces la máquina no la agarraba bien y se caía o se quebraba, había muchas pérdidas. Pero con la 350 y la 357 andaban muy bien, en el [ingenio] San Juan había dos máquinas, pero no podías pasar de 1.000 kilos por surco porque empezaban los problemas, entre 800 y 1.000 kilos andaban bien, con las cortadoras pasaba lo mismo, la limitante de estas máquinas fue el tonelaje, por encima de 1.200 kilos eran poco eficientes. Por otro lado, eran mucho más baratas que las integrales, prácticamente son un tractor... (Entrevista a EFU, 31/07/2017).

Como se aprecia en el testimonio presentado, estas máquinas funcionaron bien en cañaverales de hasta 1.000 kilos por surco. Por encima de esa cifra, su desempeño se hacía menos eficiente. Si además se cosechaba en verde, como sucedió hasta la década de 1980, el rendimiento era todavía inferior. Aunque más baratas y fáciles de mantener que las integrales, para los pequeños productores continuó siendo más económico el corte manual. A pesar del tiempo transcurrido desde su fabricación, todavía quedan unos pocos ejemplares en condiciones de uso –ver Figura 21–, pero su empleo es casi simbólico.



**Figura 21. Cosechadora Thomson expuesta para su venta en Monteros, Tucumán, 2017**

Fuente: Fotografía del autor (2017).

Siguiendo una clasificación estricta, las cosechadoras tipo Luisiana, cuando se emplean junto con las cargadoras conforman un sistema mecanizado. Sin embargo, las posibilidades de recombinarlo con otras máquinas y tareas manuales, como sucedió en Tucumán, dieron por resultado varias versiones del sistema semimecánico de cosecha. Esta particularidad, que algunos calificaron de innovación local y otros, como el expropietario de Java, de adaptaciones de sistemas ya existentes (Fogliata, 1995; Acevedo, 1982), fueron empleadas de manera generalizada. Los ingenios Bella Vista y La Fronterita, hasta finales de década de 1980, emplearon ocho combinaciones distintas, desde la integrada solo por la cosechadora y la cargadora, hasta la formada por las tareas manuales de corte, despunte y apilado, y el uso de una cargadora continua –ver Figura 22–.



**Figura 22. Cargadora continua J&L R6**

Fuente: Archivo de Enrique Fernández de Ullivarri (2018).

Nota: Un modelo similar fue usado en los ingenios La Fronterita y Bella Vista, durante los años de 1980.

Esta máquina levantaba la caña apilada y quemada en el suelo, la trozaba y, mediante una corriente de aire forzado, la limpiaba para depositarla en el carro de transporte. Entre sus ventajas se destacaron el bajo porcentaje de trash que incorporaba, la capacidad para trabajar con surcos altos y su alta eficiencia de recolección, siempre que se hubieran empleado los jornales necesarios para acondicionar la caña cortada sobre el suelo. La principal desventaja fue que, para trabajar a capacidad plena,

necesitaba de tres o cuatro cosechadoras Luisiana en funcionamiento, para no transformarse en una opción antieconómica (Folquer y Martínez, 1988). El precio de venta, la necesidad de sistematizar el campo para su desempeño correcto y los altos costos de mantenimiento, también fueron señalados como obstáculos para la adopción de estas máquinas (Jaldo Álvaro, Ortiz y Biaggi, 2016).

En Tucumán también se optó por reemplazar las cosechadoras tipo Luisiana por las máquinas cortadoras, más económicas y de construcción relativamente simple. Instaladas sobre un tractor y con transmisión mecánica, empleaban la fuerza motriz del mismo. En 1964 sumaron 35 unidades, en 1972 ascendieron a 197 y, para mediados de los años 1970, llegaron a más de 670 ejemplares en toda la provincia (Canitrot y Sommer, 1972a; Morín, 1975). Incluso, varios modelos evolucionaron tecnológicamente y, de las cinco marcas disponibles en 1968, algunos incorporaron dos discos de corte, en vez de uno, y transmisión hidráulica, en vez de mecánica, lo que mejoró sus desempeños (Morín, 1970b).

Las primeras máquinas cortadoras fabricadas en Tucumán tuvieron algunos problemas de diseño, como su montaje en un solo modelo de tractor o el empleo de cajas de transmisión defectuosas. Pero luego de mejorar sus prestaciones se vendieron de a cientos. Seguramente, un factor técnico determinante fue su adaptación a los tractores Fiat, más baratos que el John Deere 730. Superada en parte la crisis de los años 1966 y 1967, las condiciones económicas existentes por entonces permitieron que un número considerable de cañeros, con fincas de tamaño mediano o pequeño, pudieran adquirirlas; como lo recordaron varios entrevistados.

Las cortadoras eran de fabricación local, mecánicas, conectadas por un cardan al tractor, Mattalia Díaz Bonomi, Jorge Audi, Ferreira, hacían cortadoras... (Entrevista a WZA, 10/04/2017).

[Vendimos] fácil 300 máquinas, si no más, muy seguro. Al ingenio Concepción 40 o 45 máquinas, después vendimos a particulares y había algunos que empezaron a instalarla en otros tractores, como el Fiat 700 alto, era el que mejor andaba porque necesitábamos despeje del suelo para que la caña quedara acordonada sobre el surco (Entrevista a JBI, 18/05/2017).

... compré un campo de 22 hectáreas y en Mattalia compré una cor-



tadora, cortaba la caña y el obrero la pelaba y la acondicionaba. La monté sobre el tractor que tenía mi padre, un Fiat 700, el de 40 HP no alcanzaba. Cortaba los dos campos. Con la cortadora la gente se ahorra la cortada, en época de mi padre 800 kilos por surco eran un buen rinde... (Entrevista a JTO, 11/10/2017).

La simplicidad de sus mecanismos y su bajo precio relativo también favorecieron su difusión. No sucedió lo mismo con las cortadoras des-puntadoras porque, además de su mayor complejidad mecánica, necesitaban tractores más potentes y su trabajo era desprolijo, en parte por el diseño inadecuado de los campos. Por lo tanto, el despunte continuó siendo, mayormente, una labor manual.

Con las adaptaciones efectuadas en los distintos períodos, el sistema de cosecha semimecánico dejó de emplear máquinas cortadoras hace muchos años y, el esquema actual, de modo casi exclusivo, se compone de: corte manual, ubicación de las cañas en la trocha —de modo transversal al surco—, quemado de la maloja, despunte y cargado a granel mediante el empleo de una cargadora.

Entonces cortan a mano, acomodan, queman, descolan y esperan la cargadora; ese es el sistema que hace la mayoría de las cooperativas, se prepara la cuota asignada, por ejemplo, para una, dos o tres rastras [conjunto de carros]. Corte manual, quema y cargada con máquina al volquete con la caña entera [...]. Aquí toda la vida ha sido así, se quema la cantidad asignada acostada, en el piso, no se quema caña en pie porque es una pérdida para el cañero (Entrevista a EST, 10/04/2017).

Toda la caña semimecanizada es quemada y casi el 100% es topada [empujada por la cargadora]. Por una cuestión de costo el cosechador no apila, acordona, y luego viene la pala topadora de la cargadora y empuja, entonces esa caña lleva cenizas y tierra (Entrevista a RBA, 9/08/2017).

Aunque las tareas para la cosecha semimecánica son las mismas, pueden ser realizadas de distinta manera. La mayoría de los contratistas de este servicio solo disponen de máquinas cargadoras y, unos pocos, se encargan de la tarea de corte manual con personal contratado y realizan el traslado de la materia prima al ingenio. En el caso de los pequeños productores, sobre todo los agrupados en organizaciones de tipo coo-

perativo<sup>39</sup>, se acuerda un cronograma de cosecha para esperar a la cargadora con la caña cortada, quemada, despuntada y acomodada en la trocha. Tareas casi siempre manuales que corren por cuenta de los mismos agricultores, salvo en los casos de productores que no poseen ninguna herramienta y equipo, porque se han descapitalizado durante las sucesivas crisis de la actividad.

Sin ninguna duda, la innovación técnica que sobresalió en el sistema analizado fue la máquina cargadora de pinza –ver Figura 23–, esencial para el esquema semimecánico y que, además de incrementar notablemente la productividad de la cosecha, mejoró las condiciones laborales de los cosecheros. La carga de las brazadas de caña de azúcar a los carros cañeros, además de riesgosa, es la tarea más intensa luego del corte manual.



**Figura 23. Máquina cargadora depositando caña en un carro tipo Java**  
Fuente: Archivo de la AER Monteros (2012).

---

<sup>39</sup> “Tenemos servicios de cosecha y flete. Es lo que más requieren los asociados... Al ser productores medianos a chicos, casi nadie tiene estructura para hacer la cosecha, traer la caña... La cooperativa les hace el servicio de cortarles la caña, con la máquina o con gente. La mano de obra está muy escasa. Antes se lo hacía con la familia, pero ya estamos grandes. En algunos casos se contratan cosecheros. Ahora tenemos cosecha mecanizada para los socios, pero en los lugares donde se puede entrar” (Entrevista a Beatriz Robles, 9/08/2017).

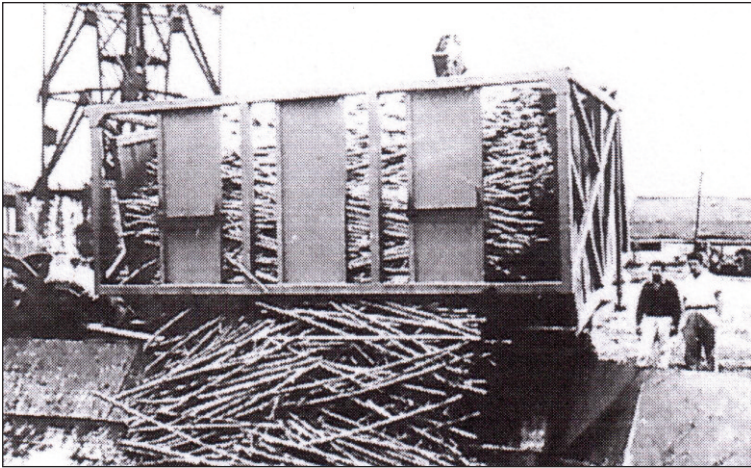
Las cargadoras, conocidas desde los inicios de la década de 1960, se adoptaron rápidamente debido a las ventajas de su uso. Ya en 1964 sumaron 40 unidades, que se incrementaron a 54 en 1970, parte de ellas de construcción local (Cámara Gremial de Productores de Azúcar de Tucumán, 1971; Morín, 1975). En la primera parte de la década de 1970, en Tucumán se fabricaron tres marcas diferentes de cargadoras mecánicas y dos de cargadoras hidráulicas (Olea, Scandaliaris y Roncedo, 1988). Básicamente, se componían de un brazo grúa, montado en un tractor, con dos pinzas o mandíbulas para tomar un “bocado” de cañas. A su vez, en la parte delantera, tenían un rastrillo para empujar y acomodar los tallos, con el fin de cargarlos a granel en un carro cañero. Su cantidad, asociada con el sistema semimecánico de cosecha, alcanzó a las 471 unidades en 2001 para disminuir a 101 ejemplares en 2011 (Indec, CNA, 2002 y Dirección Provincial de Estadística y Secretaría de Agricultura de la Nación, 2011).

Las mejoras técnicas introducidas por la industria metalmecánica cañera tucumana, permitieron la construcción local de modelos auto-propulsados de cargadoras –como los producidos por Java y Mancini en la década de 1980, reconocidos en el sector productivo por sus prestaciones– que, en algunos casos incorporaron mejoras como la transmisión hidráulica en lugar de los tradicionales sistemas de embrague mecánico. También se emplearon numerosas máquinas de construcción casi artesanal, fabricadas en pocas unidades, algunas todavía en funcionamiento a pesar de contar con varias décadas de uso. De todas formas, a pesar de que la cargadora de pinza continúa siendo imprescindible para los pequeños productores que emplean el actual sistema semimecánico, la disminución de su número se explica por la consolidación del sistema integral de cosecha y la consecuente restricción de la demanda de caña entera por gran parte de los ingenios. Hoy en día es razonable suponer que la mayoría de estas máquinas pertenezcan a empresas de servicios, ya sean de tipo cooperativo o comerciales.

## **El transporte de la materia prima**

Con el uso de las cargadoras de caña, los carros para el traslado de la materia prima con una capacidad de 3.000 kilogramos –peso del típico paquete de caña–, dejaron de ser funcionales para los volúmenes y pesos que podía manejar la cosecha semimecánica. Por lo tanto, hubo un im-

pulso para la fabricación de carros y cajas para camiones con mayor capacidad de carga y otro sistema de descarga.



**Figura 24. Carro Java descargando caña en la cinta transportadora al trapiche**  
Fuente: Archivo de la cátedra de Mecanización Agrícola, Facultad de Agronomía y Zootecnia. UNT (2019).

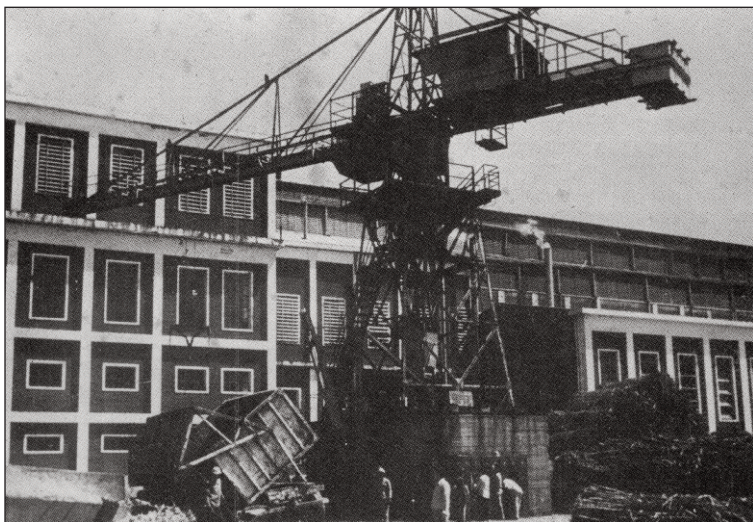
Sin duda, la mayor innovación fue el carro de vuelco lateral, conocido como Java<sup>40</sup>, similar al que se observa en la Figura 24. Construido por la empresa homónima y mejorado luego de varias cosechas en el ingenio Ledesma, tuvo como antecedente los carros Inco –que formaron parte de las primeras experiencias de adopción del sistema semimecánico–, adoptado por algunos ingenios tucumanos en 1963 y abandonado al poco tiempo debido, entre otros motivos, a la complejidad de las cosechadoras y el rechazo al pelado por fuego (Osa, 1992).

El carro de vuelco lateral para el transporte de caña a granel, comparado con el sistema de paquetes, permitió disminuir en un 25% el tiempo promedio entre la cosecha y la molienda. Además, simplificó la logística al evitar el paso por el cargadero, ubicado cerca de los frentes

---

<sup>40</sup> “Cuando empieza la semé, se pasa del paquete de tres metros de largo al primer Java de 4,5 metros, que fue avanzando de a un metro. 5,5; 6,5; 7,5; de allí a 8,60 y 9,20. Hay algunos todavía un poco más largos, te imaginás el tamaño, ya no podés cuartear con el mismo tractor” (Entrevista a NGO, 14/12/2017).

de cosecha. De todos modos, como se observa en la Figura 25, la convivencia entre los sistemas manual y semimecánico de cosecha continuó varios años más.



**Figura 25. Canchón de un ingenio en los años 1980**

Fuente: *Avance Agroindustrial* (1985a).

Nota: A la izquierda un carro Java descarga caña, a la derecha varios paquetes de caña para ser pesados.

Recién en 1988, casi el 85% de la caña entera y el 60% de la cosechada por máquinas integrales se trasladó en carros volquetes, mientras que el resto fue cargada en camiones (Scandaliaris *et al.*, 1988).

### **El trabajo en el sistema semimecánico de cosecha**

Como se estableció, dentro del sistema semimecánico más utilizado en Tucumán, el corte o hachado de la caña fue una tarea manual. La falta de mano de obra y su costo han sido, a lo largo del siglo XX, los motivos más frecuentemente citados para justificar la mecanización de la cosecha. Empero, este argumento también se empleó para explicar la disminución de la demanda de cosecheros, es decir, el proceso de mecanización fue visto, al mismo tiempo, como causa y efecto. En el

transcurso de distintos períodos, pueden encontrarse ejemplos en uno y otro sentido.

Me acuerdo que la probamos [a la cortadora] en lotes de la finca Lolita, saliendo de Tucumán, y había unos 150 cosecheros todos “enculados” y gritando cosas mientras nosotros regulábamos las máquinas, eso fue en 1968. Se instaló y probó la máquina, los tipos no la querían, pero andaba un avión; el dueño del ingenio dio la orden para usarla y, a la semana, la gente estaba chocha y no quería voltear más caña, solo pelarla. Claro, ganaba más pelando que cortando, un sacrificio de animal realmente, pero que se hacía así (Entrevista a JBI, 18/05/2017).

... la cosecha era semimecanizada, la cooperadora tenía 40 y pico de empleados permanentes y toda la actividad era semimecánica. Se acomodaba y se quemaba en cordones. En algún momento se usó una cortadora de caña, pero como a la gente no le rendía se dejó de usar, porque el dinero que se descontaba era muy importante. A la gente no le convenía solo alzar y acomodar (Entrevista a WZA, 10/04/2017).

Cuando en la cosecha se inició el cambio desde el sistema manual al semimecánico, y todavía no se quemaba la caña, para el obrero resultó más conveniente evitar el corte y dedicar su tiempo a pelar y cargar. Con la adopción de la cargadora y el pelado por quema, el balance se hizo desfavorable para la retribución económica del trabajador, quien tuvo que volver a realizar la operación de corte manual de la caña para mejorar su jornal.

Otro elemento a considerar fueron las condiciones de vida de los cosecheros que se trasladaban a Tucumán, porque en la medida que declinó el poder de los sindicatos, la preocupación por el bienestar de la mano de obra fue un tema de escasa prioridad.

De los santiagueños tengo el mejor recuerdo, muy respetuosos. En esos tiempos no había casas para la familia y, bueno, cortaban sunchos para hacer un rancho transitorio, por lo general venía la familia completa [...]. Venían familias porque el hombre tenía su “barra”, su mujer y sus hijos. La barra pelaba una carrada por día y si había alguna urgencia podían acelerar el trabajo (Entrevista a JTO, 11/10/2017).

... hubo que traer gente de otro lado porque aquí no había esa cantidad. Esa gente vivía, no en condiciones infrahumanas, pero dormían en el suelo, hacían un quinchado con el despunte para instalar el

fogón, la cocina, y protegerse del clima (Entrevista a NGO, 14/12/2017).

Los hachadores, para las fincas grandes había un capataz, se fichaba gente para toda la cosecha, a los menores se les permitía ayudar a contra turno del horario escolar, cuando en la zona había mano de obra se acordaba con esa gente para las tareas (Entrevista a EFU, 31/07/2017).

Aunque los relatos precedentes puedan parecer impropios en un contexto de respeto a los derechos laborales, en comparación con las primeras décadas del siglo XX no representan situaciones extremas de malestar. En todo caso se las consideraba normales para la época. En lo referido a la insuficiente cantidad de mano de obra, los entrevistados la relacionaron con las condiciones de la tarea y su escasa retribución, en comparación con otras fuentes de trabajo, sobre todo en la actividad citrícola.

... porque te dicen que nadie quiere cosechar, pero hay variedades con janas y tupulo es mandarlos a la hoguera, y el valor del trabajo bajó. Es obvio, buscan otras formas de ganarse la vida (Entrevista a DSA, 7/12/2017).

UATRE, que es el gremio de los cosecheros de limón, en los últimos 10 años consiguió acuerdos muy buenos para la cosecha, un básico por un número mínimo de maletas<sup>41</sup>, equivalente a un jornal, y de ahí en adelante un extra por productividad; con eso no se podía competir (Entrevista a RBA, 9/08/2017).

... hay muy poca gente que quiera trabajar en caña, los que quedan son gente grande, a los jóvenes no les gusta. Tienen la cosecha de limón también, con más beneficios que la de la caña, y después viene la de arándano. Eso se siente, a pesar de que la cosecha de limón también es pesada es distinta a cosechar caña que, en muchos casos, tiene menor rentabilidad para el obrero (Entrevista a EST, 10/04/2017).

Como se estableció, el sistema de cosecha semimecánico comenzó a ser utilizado en los primeros años de la década de 1960, reapareció luego de la crisis del período 1966-1967, se consolidó durante los años 1970 y 1980, cuando se importaron 50 cosechadoras tipo Luisiana

---

<sup>41</sup> Especie de bolso en donde el cosechero deposita la fruta que va colectando de los árboles.

(Osa, 1992) y, pese a la competencia de las primeras integrales, llegó a ser la forma de cosecha más difundida en Tucumán. Sin embargo, su implementación se dio en su versión más simplificada, que incluyó solamente la carga mecánica. El período de auge fue paralelo al creciente proceso de mecanización cañera, iniciado en los primeros años de 1970 y que continuó unos 10 años más. Su empleo declinó con la incorporación de la segunda generación de máquinas integrales, en el contexto de la desregulación de la actividad a partir de 1992. Sin embargo, dada la capacidad de adaptación a los distintos predios cañeros y su independencia relativa de los medios de transporte para la materia prima, continuó en uso sobre todo en el sector de los pequeños productores, aunque también tuvo buen desempeño en fincas de grandes dimensiones.

### • El sistema de cosecha integral de caña de azúcar

Unas de las primeras cosechadoras integrales en Tucumán fueron dos Massey Ferguson 201 –ver Figura 26–, importadas de Australia, usadas por el ingenio Concepción durante la zafra de 1973 (Chaila, 2018)<sup>42</sup>. A ellas se agregó una Claas, un modelo previo a la serie 1400 sin dispositivo despuntador, adquirida por Rufino Cossio para su finca cañera (Terán, 2019)<sup>43</sup>. Por entonces, los ingenios del norte del país ya empleaban varias integrales. Ledesma, en Jujuy, por lo menos 10 de la misma marca y modelo que la fábrica tucumana. La Esperanza, también de Jujuy, y San Martín del Tabacal, en Salta, dos y una máquina respectivamente, modelo Toft CH 364, construidas igualmente en Australia, que habían incorporado mejoras en sus circuitos hidráulicos (Humbert, 1974).

Solo un año después, en 1974, las máquinas integrales en Tucumán rondaron las 60 unidades, entre nacionales e importadas (Morín, 1975), un número similar al registrado por una investigación posterior, que estudió el efecto de la mecanización sobre el empleo de mano de obra (Mora y Araujo y Orlansky, 1978). El notable aumento en el número de este tipo de cosechadoras, en tan poco tiempo, permite inferir un creciente interés en la mecanización por parte del sector agroindustrial.

---

<sup>42</sup> Entrevista a SCH (13/12/2018), en ese momento empleado del Ingenio Concepción y estudiante avanzado de ingeniería agronómica. Actualmente profesor universitario, especialista en caña de azúcar.

<sup>43</sup> Comunicación personal con el ingeniero agrónomo César Terán, contratista de cosecha cañera y diseñador de maquinaria agrícola.



Ante este proceso, de indudable gravitación económica y social, un directivo del INTA anunció que la Estación Experimental de Famaillá tenía un plan de trabajo que permitiría obtener la información necesaria para asesorar a los productores cañeros sobre el sistema de cosecha más conveniente (*La Industria Azucarera*, 1976b).



**MF201: the ton-a-minute, dollar-a-ton cane harvester**

The facts and figures behind the MF 201 Cane Commander are as impressive as the machine itself. Introduced in 1969, the MF 201 has established a harvesting record unequalled by any other machine.

Over 100,000 units of the MF 201 have been sold in 150 countries. The MF 201 has been used for 20 years and has a proven track record. It is the most reliable and longest-lived harvester in the world. The MF 201 has a proven track record in 150 countries. It is the most reliable and longest-lived harvester in the world.

**MF201** is a complete cane harvester. It has a built-in cutter, a built-in chopper, a built-in conveyor, a built-in loader, a built-in unloader, a built-in stacker, a built-in trailer, a built-in engine, a built-in transmission, a built-in drive shaft, a built-in PTO, a built-in differential, a built-in axle, a built-in tire, a built-in wheel, a built-in hub, a built-in bolt, a built-in nut, a built-in washer, a built-in spacer, a built-in lock washer, a built-in cotter pin, a built-in cotter, a built-in pin, a built-in bush, a built-in sleeve, a built-in collar, a built-in flange, a built-in pulley, a built-in sheave, a built-in v-belt, a built-in timing belt, a built-in chain, a built-in sprocket, a built-in gear, a built-in pinion, a built-in worm, a built-in worm gear, a built-in bevel gear, a built-in spur gear, a built-in rack and pinion, a built-in planetary gear set, a built-in differential gear set, a built-in axle gear set, a built-in wheel hub gear set, a built-in tire bead seal, a built-in tire tread, a built-in tire sidewall, a built-in tire casing, a built-in tire bead, a built-in tire rim, a built-in tire valve, a built-in tire cap, a built-in tire plug, a built-in tire patch, a built-in tire repair kit, a built-in tire repair tool, a built-in tire repair kit, a built-in tire repair tool.

**MF** Massey Ferguson

The Sugar Annual, February 1973



**MF205 turns green cane into clean cane**

In Australia and other major producing countries, the MF205 cane harvester has proven its ability to harvest green cane economically. It has a built-in cutter, a built-in chopper, a built-in conveyor, a built-in loader, a built-in unloader, a built-in stacker, a built-in trailer, a built-in engine, a built-in transmission, a built-in drive shaft, a built-in PTO, a built-in differential, a built-in axle, a built-in tire, a built-in wheel, a built-in hub, a built-in bolt, a built-in nut, a built-in washer, a built-in spacer, a built-in lock washer, a built-in cotter pin, a built-in cotter, a built-in pin, a built-in bush, a built-in sleeve, a built-in collar, a built-in flange, a built-in pulley, a built-in sheave, a built-in v-belt, a built-in timing belt, a built-in chain, a built-in sprocket, a built-in gear, a built-in pinion, a built-in worm, a built-in worm gear, a built-in bevel gear, a built-in spur gear, a built-in rack and pinion, a built-in planetary gear set, a built-in differential gear set, a built-in axle gear set, a built-in wheel hub gear set, a built-in tire bead seal, a built-in tire tread, a built-in tire sidewall, a built-in tire casing, a built-in tire bead, a built-in tire rim, a built-in tire valve, a built-in tire cap, a built-in tire plug, a built-in tire patch, a built-in tire repair kit, a built-in tire repair tool.

**MF** Massey Ferguson

The Sugar Annual, February 1973

**Figura 26. Cosechadoras MF 201y MF 205**

Fuente: *The Sugar Journal* (1973), *Sugar y Azúcar Yearbook* (1978).

Nota: La primera, que solo cosechaba caña quemada, fue un éxito mundial de ventas por su desempeño. El modelo 205 podía colectar caña en verde, ambos modelos se usaron en Tucumán.

Además de la iniciativa mencionada, también se trabajó en la recolección de nuevos datos sobre los efectos de la quema del cañaveral en la calidad industrial de la caña de azúcar, afirmando que el mejor método era quemar la caña luego de cortada, entre otros motivos, porque la humedad ambiental hacía poco eficaz la quema de la caña en pie. Una práctica imprescindible en el caso de las primeras máquinas integrales, que solo cosechaban caña quemada. Como ya se expuso, la quema de los cañaverales fue resistida por los ingenios durante mucho tiempo, hasta que se impuso en forma masiva en los años 1980, debido a una cuestión de costos. Por otro lado, se destacaron también las in-

vestigaciones para la mejora genética, mediante el cultivo de tejidos, y los aspectos económicos de la mecanización de labores en la zafra (*La Industria Azucarera*, 1976c).

La mecanización fue una de las variables consideradas en los procesos de mejora genética y la obtención de nuevas variedades de caña. Por ejemplo, la presentación de la variedad Tuc 69-2 destacó su porte erecto y su adecuación a los sistemas mecanizados de cosecha (EEAOC, 1980). Algo similar ocurrió con la variedad Tuc (CP) 77-42, cuando se informó que, además de su alto contenido de sacarosa, era apta para la cosecha mecánica debido, entre otros motivos, a su porte y altura uniforme, lo que la hacía ideal para el despunte mecánico (J. Mariotti *et al.*, 1987), una operación con resultados irregulares cuando se hacía a máquina.

Sin embargo, los desarrolladores de nuevas variedades tuvieron una mirada crítica de la etapa de cosecha, sobre todo de la mecanizada, porque planteaba un límite al potencial de la mejora genética. Es decir, una cosecha incorrecta anulaba el incremento de sacarosa logrado por el proceso de selección varietal, porque disminuía la calidad fabril de los jugos. Un problema que se hacía más grave cuando los tallos habían sido quemados o estaban trozados mecánicamente. Otro inconveniente propio de las cosechadoras fueron las pérdidas por la cantidad de caña no recogida por las máquinas, una proporción cercana al 5% pero que, en casos extremos, podía elevarse hasta un 25%. Además, cualquiera de los sistemas mecanizados de cosecha implicaba un 10% de trash, porcentaje que podía subir a 20% o más (Fagalde y Mariotti, 1980), una cantidad muy superior al 1,5 o 2% incorporado por la cosecha manual. Se destacó, en cambio, el conocimiento logrado sobre los sistemas mecánicos de cosecha, incluidos los factores económicos, pero sin prestar igual atención a las consecuencias agronómicas de su aplicación, como la duración de las cepas, la compactación del suelo, la sistematización de las fincas y la necesaria complementación con los sistemas de transporte (J. Mariotti, 1983), reclamo que fue atendido pocas veces.

La escasez de técnicos especializados en la mecanización y la falta de trabajos científicos tecnológicos al respecto, fue una característica que se mantuvo a lo largo del tiempo, sobre todo comparado con la cantidad de información producida sobre el manejo agronómico del cultivo y la genética de la caña de azúcar. Esta insuficiencia de conocimiento académico no se correspondió con el dinamismo de los empresarios metalúrgicos tucumanos. En efecto, un conjunto de personas y

empresas que impulsaron el cambio tecnológico, muchas veces a riesgo de su patrimonio económico, conformaron un segmento notable en el diseño y la fabricación local de equipos para la cosecha. Entre ellos se destacaron Givogri, Mattalia Díaz Bonomi, Birgi y Bleckwedel, a los que se unieron los primeros usuarios de las máquinas cortadoras apiladoras J&L y Thomson y de las cargadoras montadas sobre tractores (Aguar Frangella, 1988). Durante la década de 1970 y parte de la de 1980, se fabricaron en Tucumán tres marcas diferentes de cargadoras simples y dos de cargadoras hidráulicas, varios modelos de cortadoras –de uno y dos discos–, carros cañeros, paqueteros y volquetes, trasbordadores de caña, equipos de cultivo, plantadoras, cargadoras, además de las máquinas integrales de Indal y Java. Cabe suponer que una mayor participación del sistema científico tecnológico provincial, en la etapa inicial de la mecanización, hubiera aportado una mejora significativa al desempeño de las primeras maquinarias.

**Cuadro 1. Evolución de los sistemas de cosecha cañeros en proporción de caña molida (1972-1980)**

Sistema de cosecha	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Manual	88,6	76,7	70,4	65,3	63,1	64,9	62,0	57,3	50,7
Semimecánica	11,4	20,5	23,9	26,6	25,5	23,2	20,0	23,4	26,7
Integral	0	2,8	5,7	8,1	11,4	11,9	18,0	19,3	22,6
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia con datos de Ponce y Haro (1979), Haro (1979) y Ponce (1981) para 16 ingenios.

De todas formas, como se observa en el Cuadro 1, el avance en la mecanización de la cosecha fue paulatino. En lo referido al sistema integral, las 60 máquinas integrales disponibles en Tucumán en la segunda parte de la década de 1970, solo hubieran cosechado alrededor del 19% de los cañaverales provinciales. Colectar toda la superficie cultivada hubiera requerido de unas 335 cosechadoras, trabajando en jornadas de 10 horas diarias en una zafra de 150 días (Morín, 1975). Pero incluso esta cantidad, cuando se compara con el desempeño efectivo alcanzado por las integrales, parece subestimada, por lo tanto, las más de 300 máquinas tampoco hubieran sido suficientes. En tal sentido, durante el pe-

río considerado, el rendimiento promedio de una máquina integral fue de entre 10 y 12 toneladas de caña por hora (Sandoval, 2018), cantidades que indican una productividad de entre 80 y 100 toneladas diarias por cosechadora. Valores que actualmente parecen reducidos, pero similares a los de Cuba y Brasil para la misma época (Feuer, 1987; Ripoli, Righi y Peixe, 1975) lo que implica, por otro lado, un proceso gradual de ajuste en la adopción del nuevo sistema.

Otra estimación de los volúmenes cosechados por cada sistema, no difiere demasiado con las cifras presentadas en el Cuadro 1. De acuerdo con Cerrizuela (1988) a inicios de los años 1980, la cosecha manual representó el 60%, 20% la semimecánica y la integral el 20% restante. Proporciones que indican un desplazamiento de mano de obra muy gradual o, en todo caso, que en este proceso tuvo mayor influencia el sistema semimecánico.

Una tercera fuente sostuvo igualmente que a principios de la década de 1980 había unas 160 máquinas integrales en Tucumán, pero aclaró que la cantidad cosechada con este sistema no superó el 25% del total (Fogliata, 1995), lo que implicó un uso poco eficaz de las cosechadoras. En 1988 se emplearon unas 100 máquinas, por lo menos durante 30 días por año, aunque la dotación existente en la Argentina superaba las 300 unidades (Aguiar Frangella, 1988), otro indicador de su poco uso y baja eficacia.

## **Cuadro 2. Cosechadoras integrales de caña de azúcar en la Argentina entre 1972 y 1987**

<b>Cosechadora</b>	<b>Tucumán</b>	<b>Salta y Jujuy</b>	<b>Litoral</b>	<b>Total</b>
<b>Claas</b>	121	17	3	141
<b>Toft</b>	15	3	1	19
<b>M. Ferguson</b>	20	15	0	35
<b>Java</b>	10	1	0	11
<b>Indal</b>	90	10	0	100
<b>Total</b>	<b>256</b>	<b>46</b>	<b>4</b>	<b>306</b>

Fuente: Aguiar Frangella (1988).

Como se aprecia en el Cuadro 2, es notable la cantidad de máquinas Claas e Indal que hubo en Tucumán entre 1972 y 1987, pero también aparecen las marcas Massey Ferguson –seguramente modelos 201 y

205– y Toft. De acuerdo con Olea, Romero y Scandaliaris (1993), también se importaron algunas cosechadoras Santal –brasileñas– y Massey Ferguson 305, aptas para cosecha en verde, de poca difusión en la provincia donde Claas fue la marca más vendida hasta los años de 1990.



**Figura 27. Cosechadora Claas 1400 en un cañaveral del ingenio Concepción**  
Fuente: Desarrollo Rural para Tucumán (1981).

El ingenio Concepción fue el primero en emplear el modelo Claas CC Libertadora o Libertadora 1400<sup>44</sup> en sus fincas, como se observa en la Figura 27. El reemplazo de las integrales Massey Ferguson se debió, en parte, a que las máquinas alemanas podían cosechar en verde con mayor eficiencia y contaban con mejor servicio técnico que las australianas (Entrevista a SCH, 13/12/2018).

El desempeño de las primeras máquinas cosechadoras utilizadas en Tucumán no fue el esperado. En efecto, una evaluación de cinco modelos de cosechadoras integrales –un total de 12 máquinas, probadas

---

<sup>44</sup> “Para la presentación de las cosechadoras Claas se realizó una ceremonia en el ingenio a la concurrieron, entre otros, las autoridades civiles y militares de la dictadura. Para la ocasión, el nombre de Libertadora, que las máquinas alemanas llevaban pintado en sus carrocerías, fue cubierto con pintura” (Entrevista a SCH, 13/12/2018). Por su parte, Edquist (1982) sostuvo que Claas, durante 1978, exportó más de 80 de estas máquinas a la Argentina. En Tucumán se vendieron, por lo menos, desde 1974.

durante 1978 en 10 zonas de la provincia—, sostuvo que: a) La eficiencia promedio de las cosechadoras integrales alcanzó valores entre 51% y 62%, para una eficiencia teórica máxima de 100%. b) La capacidad de trabajo varió entre 12 y 26 toneladas de caña colectadas por hora. c) El diseño de los cultivos fue inapropiado para que las cosechadoras operaran normalmente. d) La baja eficiencia se debió, en gran medida, a la poca organización para el mantenimiento de las cosechadoras, sumada a las pérdidas de tiempo por circular en callejones inadecuados para las maniobras, y el trazado de surcos con curvas de nivel (Sandoval, 1978). En consecuencia, la capacidad de trabajo y la eficiencia de las primeras cosechadoras integrales utilizadas en Tucumán se acercaron a la mitad de sus valores teóricos. Cabe destacar también que las diferencias de rendimiento variaban si la cosecha era de caña quemada o verde, condición que influía en el contenido de trash. La evaluación no incluyó las pérdidas de caña no colectada en el campo, cantidad que, con las primeras máquinas, era significativa.

Con todo, la comparación entre los rendimientos potenciales y los efectivamente alcanzados por las primeras cosechadoras, basada solamente en la cantidad de caña cosechada por hora en ensayos controlados, es una información parcial e incompleta. Si bien las máquinas disponibles en el mercado podían cosechar hasta 60 toneladas por hora, un cálculo realista de la capacidad de trabajo debe incluir necesariamente el tiempo insumido para el mantenimiento diario, el debido a las maniobras, el de espera del transporte y el de reaprovisionamiento. Por lo tanto, una máquina, en condiciones reales de producción trabaja al 50% de su eficiencia teórica, lo que resultaba en una productividad de poco más de 200 toneladas para una jornada de 12 horas, unas 17 toneladas de caña por hora (Manners, 1979). Lo mismo destacó uno de los cañeros y contratista entrevistado, estas cosechadoras “... hacían 150 o 200 toneladas en un buen día” (Entrevista a RPO, 22/02/2017). Una cifra promedio de entre 10 y 12 toneladas por hora fue, para la época, una cantidad razonable, aunque difícilmente haya cubierto los costos de la inversión.

El rendimiento de las primeras integrales mejoró cuando trabajaron en superficies extensas y sistematizadas para la cosecha mecánica, como eran las de los ingenios del norte del país. Sobre todo cuando se aplicaron herbicidas para desecar las hojas y mejorar la quema del cañaveral, casos en los que el rinde alcanzó hasta 40 toneladas de caña por hora

(Humbert, 1974). Igualmente, entre 1981 y 1983, el ingenio Río Grande de Jujuy, utilizando cosechadoras Claas, recolectó 25,4 toneladas de caña por hora de trabajo efectiva, un promedio diario de poco más de 300 toneladas diarias por máquina, es decir valores similares a los del Cuadro 3. La ventaja principal del sistema integral fue su costo, un 72% menor al del sistema semimecánico (Sant, 1992).

En cambio, las cosechadoras integrales usadas en Tucumán mantuvieron sus bajos rendimientos hasta los primeros años de 1990. La Compañía Azucarera Santa Lucía SA, con tres integrales Toft –de la serie 300– cosechaba unas 650 hectáreas por zafra, en promedio poco más de 200 hectáreas por máquina (*Avance Agroindustrial*, 1985b). Cantidad que supone 10 o 12 toneladas de caña por hora para cada cosechadora, una cantidad muy lejana al desempeño potencial de esta máquina que podía alcanzar un rendimiento tres veces mayor. La situación fue similar en el ingenio Santa Bárbara, propietario de cuatro máquinas Claas 1400 y una Indal que cosecharon, entre 1978 y 1987, entre 10 y poco más de 12 toneladas por hora cada una (Aguiar Frangella, 1988). En igual sentido, Giarraca y Aparicio (1991) sostuvieron, en su ya clásica investigación sobre el campesinado cañero, que en 1988 una integral cosechaba una hectárea cada cinco horas, un valor aproximado a 11 toneladas de caña por hora. La información disponible no permitió reconstruir una serie temporal con la cantidad exacta de cosechadoras empleadas en Tucumán. Empero, los indicios al respecto establecen que hubo un uso ineficiente de su dotación, una característica compartida con los tractores y los equipos de cultivo. Para Pérez Zamora *et al.* (1991) esta situación generó mayores costos operativos, debido a la significativa inversión que implicaba la adquisición de maquinaria y su bajo uso anual.

Sumado a los motivos económicos, hubo algunos otros que impidieron a las cosechadoras de primera generación un desempeño acorde con su potencial. Entre ellos sobresalieron: a) El costo de la mano de obra a veces fue muy bajo para el período 1973-1993 y compitió con el sistema integral. b) El sistema de comercialización y evaluación de la calidad de la materia prima favoreció la entrega de caña con poco trash, aunque estuviera estacionada, en contraposición a la caña fresca, pero con mayor porcentaje de trash. En consecuencia, fue más rentable entregar caña limpia que fresca. c) La mala operación de las cosechadoras ocasionó pérdidas de hasta 200 kilos de caña por surco –equivalente al

20% o más de su productividad—. Incluso con buenos maquinistas las pérdidas rondaron los 100 kilos por surco, una cifra demasiado elevada en comparación con los otros sistemas de cosecha. d) Los operadores inexpertos, el mantenimiento defectuoso y la falta de adecuación de los predios para la cosecha integral, determinó que numerosas máquinas trabajaran con un rendimiento muy bajo, en promedio 10 toneladas por hora (Scandaliaris *et al.*, 1993).

Con las políticas económicas de la década de 1990, la desregulación del sector agroindustrial azucarero, la paridad entre el peso y el dólar estadounidense y la eliminación de barreras para la importación, se produjo un recambio del parque de maquinarias que incluyó a las cosechadoras cañeras y determinó el resurgimiento del sistema integral, que no detuvo su expansión hasta 2006. Por entonces, en el mercado mundial, ofrecieron sus cosechadoras solo tres fabricantes, Austoft, Cameco<sup>45</sup> y Claas (Olea, Scandaliaris y Romero, 1993). En conjunto, los modelos de estas marcas fueron denominados cosechadoras integrales de segunda generación, debido a las mejoras en su desempeño que los diferenciaban de las máquinas de los años 1970 y 1980. Durante 1993, en los ingenios del norte operaron alrededor de 17 cosechadoras integrales de nueva generación y entre 15 y 20 en Tucumán, máquinas que justificaron su compra cuando el volumen previsto de cosecha por zafra fue de 30 o 40.000 toneladas por unidad (Scandaliaris *et al.*, 1993), cantidad equivalente a una superficie de por lo menos 500 hectáreas. Todas estas integrales ya incorporaron motores de entre 250 y 300 CV y tuvieron prestaciones muy superiores a las que integraron la primera generación<sup>46</sup>. Efectivamente, a partir de 1977, el desarrollo de las Toft 4000 y Toft 6000 implicó el reemplazo de los complejos accionamientos mecánicos por sistemas hidráulicos y, desde 1985, se fabricó la serie 7000 que permitió la cosecha de caña verde en cantidades comerciales (Austoft, s/f).

En esos años, la marca más difundida de cosechadoras integrales en Tucumán fue Cameco —ver Figura 28—, debido a que varios ingenios

---

<sup>45</sup> Siglas de Cane Machinery and Engineering Company. Empresa norteamericana fundada en 1965. Sus primeras cosechadoras de caña, tipo Luisiana, fueron una copia de las J&L comercializadas desde tiempo atrás. En 1998 fue adquirida por John Deere.

<sup>46</sup> “Las Austoft ya fueron más eficientes porque la descarga se movía, podías subir y bajar el despuntador, mayor velocidad de corte, mejor tratamiento de la caña cortada, mejor limpieza [...] Apareció la Austoft, que era australiana y le “pasó el trapo” porque era mucho más económica y más flexible, porque tenía todas estas innovaciones y la Claas se quedó atrás” (Entrevista a RMP, 16/02/2017).



que las habían adquirido, beneficiados por la desregulación de la actividad azucarera, establecieron un esquema de compra venta de máquinas usadas, que además solían intercambiar con ingenios de las provincias del norte. El precio de venta pactado podía abonarse en materia prima y servicios, tal como lo expresó un productor cañero y contratista de cosecha entrevistado.

... hubo un movimiento en los ingenios, que entregaba sus cosechadoras usadas a los productores para que las pagaran con caña o con azúcar. Así llegué yo a la Cameco del año 94 [...] ¿Cómo hacían los ingenios? Pagabas con caña o con servicios, los ingenios se aseguraban, los servicios de cosecha son muy costosos, se sacaban el problema de encima, era realmente muy engorroso, y tenían prestadores de servicios asegurados por un tiempo con este esquema de entregar la máquina contra pago de caña y servicios (Entrevista a RMP, 16/02/2017).



**Figura 28. Cosechadora Cameco usada en la zafra tucumana de 1992**  
Fuente: *Avance Agroindustrial* (1993a).

Con las integrales adquiridas a partir de 1992, en un contexto caracterizado por un relativo alto costo de la mano de obra, facilidades para la importación y los avances tecnológicos de los nuevos modelos, fue posible lograr un costo operativo incluso más bajo que el del sistema

semimecánico, situación que se mantuvo varios años y acrecentó la demanda de nuevas cosechadoras integrales. La productividad que se previó alcanzar con estos modelos, de acuerdo con los profesionales encargados de la cosecha, fue de 500 toneladas diarias para Tucumán y de 600, en el caso de Jujuy (*Avance Agroindustrial*, 1993b). Estos valores fueron similares a los obtenidos, para la misma época, en una prueba de dos máquinas Claas en fincas tucumanas (Romero *et al.*, 1993), aunque los porcentajes de pérdidas y trash fueron variables y dependientes del estado de los cañaverales.

Mediante la comparación y el ajuste entre varias fuentes, entre ellas volúmenes de caña entregados a los ingenios, encuestas a productores, datos censales y estimaciones de expertos, fue posible estimar la evolución en el uso de los sistemas de cosecha para el período 1970-2006, que se presenta en el Cuadro 3. Para la zafra de 1987, la proporción del cañaveral cosechado mediante el sistema integral no había variado demasiado respecto a los 10 años previos. Fue de 29,6% para el sistema manual, 50% para el semimecánico y 20,4% para el integral (Olea, Scandaliaris y Roncedo, 1988). Estos valores, comparados con los de 1980 (Ponce, 1981), evidencian una disminución de casi un tercio en el uso del sistema manual, un crecimiento del sistema semimecánico hasta casi duplicar su cifra, y un leve incremento de la cosecha integral.

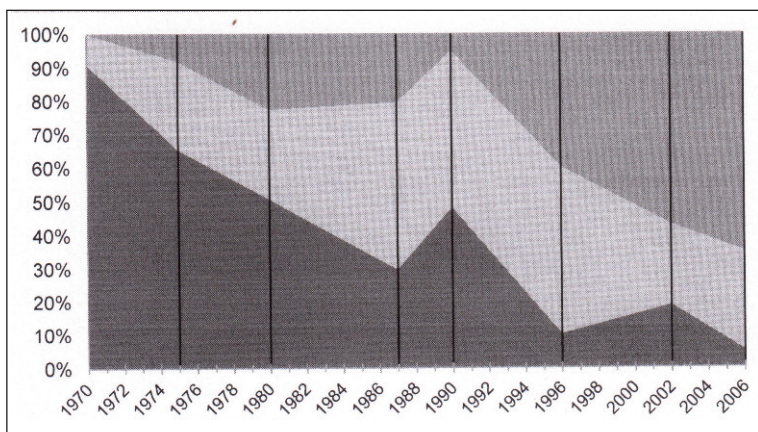
**Cuadro 3. Proporción de caña cosechada por el sistema manual, semimecánico e integral (1970-2006)**

Sist. de cosecha	1970	1975	1980	1987	1990	1996	2002	2006
Manual	91,0	65,3	50,7	29,6	48,2	10,0	18,5	5,0
Semimecánica	9,0	26,6	26,7	50,0	46,8	50,0	24,1	30,0
Integral	0,0	8,1	22,6	20,4	5,0	40,0	56,4	65,0
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de Ponce (1981), Olea, Scandaliaris y Roncedo (1988), Scandaliaris *et al.* (1992), International Finance Corporation (1996), Giarraca (1999b), Indec (2002), Vicini y Vicini (2010).

Como se observa en la Figura 29, durante un periodo de 10 años, que abarcó gran parte de la década de 1980, el sistema integral de cosecha detuvo su crecimiento e incluso redujo abruptamente su empleo.

Un motivo fue la crisis económica y productiva del país en general y del sector azucarero en particular, que se agudizó a partir de 1987 con la modificación la política cambiaria –peso dólar estadounidense– y la alteración de los precios relativos. Además, se agregó el efecto de la sequía de 1988 y 1989 sobre la productividad de los cañaverales. En consecuencia, muchas máquinas se dejaron de usar debido a los altos costos de los repuestos, los gastos de operación y el mantenimiento, en favor de los relativamente más económicos sistemas semimecánico y manual.



**Figura 29. Evolución de los sistemas de cosecha cañeros en Tucumán (1970-2006)**

Fuente: Elaboración propia con información de Ponce (1981), Olea, Scandaliari y Roncedo (1988), Scandaliaris *et al.* (1992), International Finance Corporation (1996), Giarraca (1999b), Indec (2002) y Vicini y Vicini (2010).

Sin embargo, como ya se mencionó, a partir de la desregulación del sector agroazucarero se inició un nuevo ciclo de mecanización que, con algunos altibajos, mantuvo una tendencia creciente hasta la primera década del siglo XXI. Una característica notable de este proceso fue que sumó, incluso, a una parte de los pequeños productores, hecho que ya había sido notado por Giarraca (1999b) y que también se verificó en la entrega de la materia prima. El ingenio Ñuñorco, establecimiento fabril que procesó gran parte de la caña de los pequeños y medianos productores del área central de Tucumán, reflejó este crecimiento del sistema integral y la consecuente disminución del sistema manual y semimecánico de cosecha. En el período 1991-1997, el sistema integral creció desde el 0 al

37%, mientras el manual disminuyó desde el 43 al 19% y el semimecánico desde el 57 al 44% (Macció, 1996; Desarrollo Rural, 1998).

Los datos disponibles de los Censos Nacionales Agropecuarios 1988 y 2002, ordenados por sistema manual, semimecánico y manual, e integral y combinaciones, confirmaron el crecimiento del sistema integral –aunque, en este caso, la proporción fue parcialmente sobreestimada, en desmedro del sistema semimecánico, por la existencia de productores que combinaron distintas modalidades de cosecha–. De cualquier manera, las cifras mostraron ser consistentes cuando se compararon con los restantes sistemas de cosecha empleados, el tamaño de las plantaciones y también se correspondieron con el resto de las estimaciones previas. El Cuadro 4 permite comprobar que los sistemas de cosecha empleados poseen una relación directa con la superficie de las fincas cañeras. Fueron las de mayor escala en donde más se incrementó la adopción del sistema integral. Por lo contrario, las más pequeñas continuaron usando, mayormente, el sistema manual; aunque una tercera parte lo reemplazó por el sistema semimecánico o el integral

#### **Cuadro 4. Proporción de sistemas de cosecha empleados por escala de superficie (1988 y 2002)**

Superficie (ha)	Hasta 15		15,1-50		50,1-100		Más de 100	
	1988	2002	1988	2002	1988	2002	1988	2002
<b>S. Cosecha</b>								
<b>Manual</b>	91,2	68,1	75,9	38,1	52,9	26,5	11,5	3,2
<b>Semimecánico</b>	7,7	25,7	21,1	43,5	40,0	36,3	47,4	19,0
<b>Integral</b>	1,1	6,3	3,0	18,0	7,1	37,1	41,1	77,8

Fuente: Elaboración propia con datos del Indec (1988, 2002).

La comparación intercensal entre el número de explotaciones agropecuarias y los sistemas de cosecha, ofrece cifras contundentes. La proporción de fincas que utilizaron el sistema manual de cosecha se redujo, entre 1988 y 2002, un 60% en promedio, mientras aumentó casi tres veces las que emplearon el sistema integral. Resulta razonable que el incremento del sistema integral se relacionara con un mayor número de integrales. Entre 1992 y 2002, el parque de estas cosechadoras se incrementó en 109 unidades que, sumadas a las ya existentes, arrojó un total de 190 máquinas. En cambio, la dotación de las cosechadoras de otros tipos no había sido renovada, 24 de las 28 máquinas existentes contaban

con 15 y más años de antigüedad. Por otro lado, las integrales con más de nueve años antigüedad, pertenecientes a la primera generación tecnológica, estaban en manos de pequeños y medianos cañeros (Indec, 1988, 2002). De todas formas, una característica de las integrales en Tucumán es que se continúan operando más allá de su vida útil programada, establecida en cinco años, hasta llegar a más del doble en algunos casos. Seguramente su alto precio de venta, unos 570.000 dólares estadounidenses en septiembre de 2018, es uno de los motivos de mayor peso.

### **Cuadro 5. Cantidad de cosechadoras integrales y tipo Luisiana empleadas en Tucumán (1960-2002)**

<b>Período</b>	<b>Cos. Integrales</b>	<b>Cos. Luisiana</b>
<b>1960-1974</b>	58	35
<b>1974-1982</b>	196	50
<b>1982-1992</b>	71	20
<b>1992-2002</b>	109	15

Fuente: Elaboración propia con información de Cerrizuela y Hemsy (1967), Mora y Araujo y Orlansky (1978), Aguiar Frangella (1988), EEAOC *et al.* (1991), Olea, Romero y Scandaliaris (1993) e Indec (2002).

La cantidad y tipo de cosechadoras empleadas en el sistema cañero de Tucumán durante el período 1960-2002, presentada en el Cuadro 5, refleja el empleo de los distintos sistemas de cosecha. Sin embargo, no representa un indicador confiable sobre su uso hasta mediados de la década de 1990. En repetidas oportunidades previas a esos años, cuando se alteró la relación entre los precios relativos, las máquinas integrales fueron dejadas de lado para retornar, con distintas combinaciones, a los sistemas manual y semimecánico. La situación se modificó desde principios del siglo XXI cuando, a partir de la recuperación económica iniciada en 2003, se comercializaron hasta 2018 unas 400 cosechadoras en todo el país. Alrededor de 300 de ellas ingresaron a la provincia, en donde solamente dos firmas industriales azucareras, el ingenio Concepción y el grupo Los Balcanes –integrado por tres ingenios–, son propietarias de casi 100 integrales, adquiridas en los últimos años.

## El transporte de la materia prima

Con el paso del tiempo y la mayor presencia del sistema de cosecha integral se desarrollaron los equipos autovolcadores para transportar la caña trozada dentro de los límites de la plantación. El cambio implicó el reemplazo parcial de los carros cañeros, que avanzaban de manera paralela a la cosechadora y recibían la caña trozada, por un transporte concebido para contener hasta 10 toneladas de tallos, montado sobre neumáticos anchos que reducían la compactación, y el mecanismo hidráulico necesario —conectado al tractor—, para volcar la carga en los carros de transporte y reiniciar inmediatamente el ciclo. Como cualquier otra innovación introducida en un esquema de tecnología eslabonada, el empleo de los autovuelcos supuso ventajas y desventajas. En efecto, se dispuso de una mayor capacidad de carga que con los carros cañeros y disminuyen la compactación de los suelos, pero, a la vez, necesitan de un tractor en condiciones para accionar sus mecanismos, vehículo que en la jerga cañera se llama “cuartero”<sup>47</sup>. En el balance de costo beneficio, muchos contratistas han optado por continuar con los carros cañeros tradicionales, práctica que, además, evita la operación de trasbordo de la materia prima del autovuelco a la caja del camión de transporte al ingenio. Como lo expresó un contratista:

¿Por qué no tengo autovuelco? Porque cuando voy a una finca y el canchón<sup>48</sup> está lejos o mal ubicado, el autovuelco tiene que hacer 2 o 3.000 metros entre carga y descarga, mientras tanto la cosechadora tiene que esperar detenida, debería cubrir ese espacio con otro tractor, otro autovuelco, más personal. No puedo tener autovuelcos y tractores por las dudas, para trabajar solo en fincas mal diseñadas; el autovuelco no es flexible (Entrevista a RMP, 16/02/2017).

De manera similar opinó un asesor técnico: “... es un paso que con-

---

<sup>47</sup> “[La cooperativa] Los Barriento recibió la integral, pero ya no alcanzó para el tractor “cuartero”. Hubo muchas reuniones con gente de Buenos Aires para explicarles por qué hacía falta el tractor, pero ellos lo veían como agarrar el teléfono y llamar un taxi. Habían visto un relevamiento de maquinaria y parecía que había tractores de más, pero el productor los necesita para su finca, no hay empresas de servicios. No podés entregar un autovuelco sin el tractor” (Entrevista a RBA, 9/08/2017).

<sup>48</sup> Terreno de la finca en donde se estaciona la maquinaria y los equipos, también es el lugar en donde se hace el trasbordo de materia prima cuando se usan autovuelcos.

sidero cuesta plata, si bien es muy beneficioso para el campo por la compactación, pero a su vez es caro” (Entrevista a RBL, 18/07/2018). La cantidad de carros volquetes disponible, la necesidad de contar con más tractores y el costo de los autovuelcos, no hace prever su empleo masivo, salvo en el caso de las grandes empresas contratistas e ingenios. Tampoco se mencionaron cuestiones vinculadas con el mantenimiento de la calidad del suelo que pudieran justificar su adopción. Con la práctica de cosecha en verde sucedió algo similar. Su adopción estuvo más vinculada con las regulaciones legales y las necesidades de los ingenios, antes que por la búsqueda para disminuir el impacto sobre el medioambiente. En todo caso, la quema de los cañaverales o de la maloja residual, realizada por la casi totalidad del sector productivo, entre inicios de los años 1980 y hasta finales del siglo XX, fue perdiendo impulso en la medida en que las integrales demostraron su capacidad para cosechar en verde, con un contenido aceptable de trash. A esta condición, se agregó la dificultad para lograr un quemado eficaz, debido al exceso de humedad, y la renuencia de algunos ingenios para trabajar con materia prima que se deterioraba rápidamente.

Las decisiones sobre el empleo o no de los autovuelcos son una manifestación de la compleja logística necesaria para usar el sistema de cosecha integral. Una cosechadora de este tipo, en promedio, tiene un depósito de 400 litros de combustible y 200 litros de aceite hidráulico por lo tanto su operación en cosecha, con un consumo de entre 40 y 50 litros de diesel por hectárea, implica disponer de los recursos financieros para la compra y la reposición de ambos fluidos. El mecanismo más empleado para obtener combustible es mediante la intermediación del ingenio, situación que acentúa la dependencia del agricultor cañero y el contratista.

Además, para el traslado de la cosechadora entre finca y finca debe disponerse de una plataforma y el camión adecuado. Las maniobras necesarias para la carga y descarga de la máquina son otro factor a tomar en cuenta porque insumen un tiempo considerable, sobre todo si los fundos son pequeños y de diseño irregular. Algo similar sucede con el trazado de los callejones y los espacios en los extremos de los surcos, necesarios para el desplazamiento y las maniobras de la integral. Además, si hay lluvias durante la zafra, un hecho habitual en Tucumán, la máquina carece de la superficie necesaria para funcionar correctamente. Al mismo tiempo, cada cosechadora requiere la asistencia de tres o cuatro

personas: operador, cuarteador, planillero y mecánico, además de un tractor y, como mínimo, un carro cañero y un camión para el transporte. Cuando el frente de cosecha trabaja las 24 horas, algo frecuente en algunos meses de zafra, la cantidad de personal se incrementa en dos o tres veces. Si la finca se ubica en una zona aislada será necesario disponer de una casilla para el refugio y el descanso del personal y la provisión de alimentos y agua potable para estos. Sin embargo, este sistema permitió reducir al mínimo la cantidad de mano de obra para la cosecha y, al mismo tiempo, el número de conflictos generados por los contingentes de cosecheros y sus grupos familiares a los que, incluso, durante muchos años fue necesario trasladar para la zafra –desde y hacia su lugar de residencia– y proveerlos de las condiciones materiales imprescindibles para su bienestar. Por otro lado, el sistema integral es económicamente costoso e implica una inversión importante de capital. Realizada la inversión en maquinaria y equipos la posibilidad de retornar a modalidades previas de cosecha es reducida, salvo situaciones extremas.



## Capítulo X. Conclusiones

Desde el punto de vista teórico, la investigación abordó el proceso de mecanización cañera mediante un diálogo entre los enfoques constructivistas y críticos de la tecnología, para ofrecer una explicación más integradora y compleja de la innovación tecnológica. En este sentido, la intención fue superar a la mayoría de los estudios clásicos, basados en identificar las causas de la adopción de tecnología, sin incorporar las características de los artefactos técnicos, las condiciones del contexto y las necesidades de los usuarios. Para ello, se reconstruyó la historia de los cambios ocurridos en los sistemas de cosecha de caña de azúcar y, al mismo tiempo, se los vinculó con las circunstancias sociales y económicas que contribuyeron a determinarlos; una tarea casi imposible si se hubiera recurrido a los enfoques lineales y mecanicistas sobre la tecnología. En cambio, con los enfoques constructivistas, se comprobó que las innovaciones tecnológicas del sector agrícola azucarero también estuvieron influidas por factores no técnicos y disputas en torno a su significado, por parte de quienes las utilizaron. De este modo, la adopción de los distintos sistemas de cosecha no se produjo, solamente, por sus cualidades técnicas sino como el resultado de un complejo interjuego de elementos sociales, políticos y económicos, como sucedió también en otros países productores de azúcar. Los cambios ocurridos en la cosecha de caña, durante el período estudiado, distaron de constituir una serie de etapas graduales y evolutivas, a veces definidas como avances y retrocesos, lo que supondría un proceso lineal de innovación tecnológica con inicio en el sistema manual y fin en el mecanizado, cuya máxima expresión se tradujo en la incorporación de la máquina integral.

La adopción de un sistema de cosecha tampoco significó la desaparición de su predecesor y pudieron coexistir, más o menos armónica-

mente, en la medida que se mantuviesen las modalidades de transporte adecuadas y las condiciones estipuladas para la comercialización de la materia prima; etapas o fases que conforman un sistema de jerarquía mayor. Una confirmación de la presencia de una tecnología de uso continuo, en donde cualquier modificación afecta al resto de los componentes sistémicos. Tampoco existe, técnicamente, un sistema de cosecha más eficiente que otro. En todo caso, cada modalidad de cosecha, junto con el transporte y la entrega del vegetal para su procesamiento, tiene su propia lógica de organización y los motivos de su reemplazo involucraron aspectos que excedieron las dimensiones técnicas, para abarcar factores sociales y económicos que se vincularon con los aspectos agrícolas, propios del cultivo.

El proceso de mecanización en caña de azúcar comenzó con la tarea de labranza en las primeras décadas del siglo XX. Las rastras con paquetes de discos y el uso de maquinaria pesada, y más compleja, registra antecedentes para la misma época, cuando algunos ingenios instalaron arados tirados mediante cables movidos por motores de vapor y emplearon los primeros tractores, impulsados por alcohol. Mejoras que, pese a todo, no prosperaron debido a la poca eficiencia de la maquinaria y la gran disponibilidad de mano de obra.

La incorporación de tractores más modernos, a partir de mediados de la década de 1960, incrementó la mecanización de la actividad cañera tucumana y tuvo una influencia directa en la cosecha. Su empleo permitió, además de agilizar las prácticas culturales, mejorar el transporte de materia prima durante el período de la cosecha manual y, posteriormente, integrarlo al sistema semimecánico de cosecha, como soporte y fuerza motriz de las máquinas cortadoras y cargadoras. El notable proceso de tractorización de todo el sector agricultor cañero se desaceleró en los inicios de la década de 1980. A partir de esos años la adquisición o el reemplazo de la maquinaria fue dificultosa, sobre todo para los pequeños productores, situación que no se alteró sustancialmente con el transcurso del tiempo. La obsolescencia de los tractores condicionó el uso de implementos agrícolas que necesitan fuerza hidráulica, como las cargadoras, que hubieran estimulado el reemplazo del sistema manual de cosecha por el semimecánico

La mejora en el transporte de caña —una etapa inseparable de la cosecha—, que además de los tractores y camiones incluyó a los contenedores de materia prima, atravesó por dos ciclos. El primero significó el

reemplazo del carro de madera, montado sobre dos grandes ruedas y tirado por tracción a sangre, por carros paqueteros con cuatro ruedas neumáticas, que podían ser tirados por mulas o tractores. El segundo ciclo de la mejora en el transporte se produjo con la innovación que representó el carro de vuelco lateral, conocido como Java, y los modelos similares, para el traslado de caña a granel. Por otro lado, los tractores que solían tirar los carros paqueteros o de vuelco lateral fueron paulatinamente reemplazados por camiones con acoplado y, a partir de fines de los años 1980, por semirremolques y carros acoplados, construidos para trasladar caña a granel. Una razón del cambio fue la mayor capacidad de carga, eficiencia y aptitud de estos vehículos para circular por rutas y caminos, lo que disminuyó el tiempo de entrega de caña a los ingenios e indirectamente mejoró la seguridad vial.

Los carros autovuelco fueron otro componente del sistema de transporte. Aunque su empleo permite atenuar los efectos dañinos sobre el suelo y posibilitan una carga más eficiente en las fincas, al mismo tiempo exige disponer de más cantidad de tractores, con sistemas hidráulicos apropiados para la tarea, y el consiguiente personal extra. Por lo tanto, su escaso nivel de adopción refleja un proceso de clausura tecnológica, en donde los productores, como grupo social relevante, acordaron la inexistencia o insignificancia del problema. Los primeros carros de metal para el transporte de caña empaquetada fueron construidos en su mayoría fuera de la provincia. Empero, en pocos años, varios establecimientos metalúrgicos locales comenzaron a fabricarlos. Sucedió lo mismo con los carros de vuelco lateral, lo que implicó un proceso reiterado de imitación y mejora, basado en el “aprender haciendo” que permitió, en varios casos, obtener productos de excelente calidad y duración.

La indagación sobre los carros cañeros puso de manifiesto la importancia de algunas innovaciones tecnológicas, consideradas de menor complejidad y obviadas en numerosos estudios, que son esenciales para el funcionamiento del sistema de cosecha. En este sentido, el contenedor de vuelco lateral, el carro tipo Java, demostró ser tan eficiente y adaptable en su empleo que formó parte de los sistemas de cosecha semimecánico e integral y todavía son usados de manera frecuente. Sin embargo, la mejora tecnológica en los medios de transporte no resolvió el uso que le dieron los ingenios como eventuales depósitos de caña en tránsito. Los conflictos por las demoras en la recepción de la materia

prima y los tiempos muertos ocasionados resultaron frecuentes en cada zafra, situación que se agravó cuando la caña estaba quemada o trozada. Una muestra del peso de las variables extra técnicas que incidieron sobre el sistema de cosecha empleado.

Durante el período analizado coexistieron en Tucumán los tres sistemas de cosecha: el manual, el semimecánico y el integral. Las herramientas o artefactos tecnológicos que mejor caracterizan a cada uno de ellos son, respectivamente, el machete, la cargadora de caña y la cosechadora integral. El sistema de cosecha manual, con más de 150 años de existencia, supuso una adecuación entre técnica y tarea basada en el conocimiento tácito, fruto de experiencia adquirida mediante la práctica. Esta modalidad tuvo algunas variaciones en los últimos 40 años, entre ellas la operación de pelado cuando, desde mediados de los años 1980, se impuso la práctica del quemado previo a la cosecha. Otra fue el despunte en conjunto de las cañas sobre la trocha. Los cambios y ajustes en las tareas lograron que la productividad del cosechero aumentara de una tonelada de caña por jornal, en los años 1950, a tres toneladas en los años 1970 –en caso de caña sin quemar– y a más de cuatro o cinco toneladas, en la década de 1980, cuando se trató de caña pelada por fuego. Una demostración de que también las tareas manuales formaron parte de un sistema tecnológico de uso continuo. De todos modos, el promedio de cinco toneladas de caña cosechada por jornada estableció un límite insuperable al rendimiento de los obreros del surco. Además, la disminución del número de cosecheros obstaculizó el aprendizaje de potenciales nuevos zafreiros.

El sistema de cosecha semimecánico, que incluyó varias combinaciones fue, junto con el manual, el más utilizado por el sector azucarero, desde su aparición a fines de la década de los años 1960, hasta su etapa de mínima expresión 30 años después, aunque resurgió de manera cíclica durante los períodos de crisis económicas –lo que indica sus menores costos operativos y su mayor capacidad de adaptación a los distintos sistemas productivos–. Con todo, paulatinamente se transformó solamente en un sistema de carga mecanizada, en donde el resto de las tareas continuaron siendo manuales, tal como todavía sucede en la actualidad. Por otro lado, disponer de una cortadora y una cargadora supone, además, disponer de dos tractores al mismo tiempo, un requisito inalcanzable para los pequeños cañeros. De la misma manera, la innovación tecnológica que significó la cosechadora tipo soldado fue

insuficiente porque resolvió la operación del corte de los tallos, pero no la del pelado y la carga de la caña. En este sentido, los argumentos del grupo de interés conformado por una parte del sector científico, que promocionaron el sistema semimecánico como el más adecuado para Tucumán, fueron insuficientes para un proceso sostenido de mecanización. Sin embargo, la versión tucumana del sistema semimecánico de cosecha, que combinó labores manuales con carga mecánica, se convirtió en un método de trabajo adaptado a las condiciones locales, lo que constituyó un caso de flexibilidad interpretativa.

En 1980, el volumen de caña de azúcar cosechada por las máquinas integrales solo fue de alrededor del 20% y se redujo apreciablemente en los años siguientes. La adopción del sistema de cosecha integral fue evidente a partir de la desregulación de la actividad azucarera en 1992. Esta variable económica, unida a la posibilidad de acordar con los ingenios la venta individual de materia prima, la facilidad para adquirir maquinaria importada y la adecuación de las instalaciones fabriles para recibir caña trozada, primó sobre las características tecnológicas de la innovación. Técnicamente, las cosechadoras integrales fueron concebidas para un cultivo voluminoso, grandes extensiones de cultivo, campos sistematizados y una logística articulada con los medios de transporte y la entrega a la fábrica. El sector azucarero de Tucumán, sin embargo, no cumplió con varias de esas condiciones: la existencia de un número importante de productores independientes de caña, la diversidad de tamaño de las fincas, la distribución espacial y el diseño de los predios, fueron los motivos principales de la relativa baja eficiencia en el uso de las máquinas integrales, comparada con su desempeño en otras regiones de la Argentina y del mundo.

Otro factor de índole económica, como las diferencias entre los costos operativos de los sistemas de cosecha explican, en parte, el reemplazo de unos por otros; aunque no fue el único considerado por los productores cañeros y otros usuarios. En las primeras etapas de la mecanización iniciada en los años 1970, cuando existió algún período de mejora relativa de las variables económicas, numerosos productores cañeros adquirieron maquinarias, pero la amortización y el mantenimiento no fueron acordes con sus capacidades económicas. Para los pequeños cañeros esta situación no volvió a repetirse, ni siquiera durante la época de desregulación económica de los años 1990, que favoreció al sector agrícola de tipo empresarial y los ingenios. Época en donde también

reapareció la posibilidad de vender la caña en pie con la cosecha a cargo del comprador —la mayoría de las veces asociado a un ingenio—, mecanismo que posibilitó a estas empresas conformar una suerte de economía de escala para un mejor aprovechamiento de sus cosechadoras. Esta modalidad de venta estimuló la aplicación del sistema de cosecha integral, incluso en predios de tamaño reducido donde su empleo fue ineficiente.

Las corrientes críticas que analizan las consecuencias sociales de la tecnología, sobre todo las que contribuyen a conformar relaciones de poder y subordinación, fueron valiosas para analizar los vínculos entre el sector industrial y el agrícola. El escenario característico de la agroindustria azucarera tucumana, caracterizado por la oferta atomizada de materia prima y una demanda concentrada en pocas fábricas, permitió a los ingenios avanzar en una serie de estrategias que incrementaron su control sobre el sector agrícola azucarero. Entre ellos, la cantidad de caña propia, el sistema de comercialización de la materia prima y la relación con sus contratistas de cosecha. Los cañaverales en propiedad de los ingenios forman parte de una estrategia productiva iniciada a fines del siglo XIX y reforzada a partir de los esquemas proteccionistas impuestos por los distintos gobiernos. La información disponible indica que 50 años atrás los ingenios solo controlaban, en promedio, entre el 25 y 30% de la superficie plantada. Hoy en día, con la actividad desregulada, la situación cambió y, pese a que no existe información confiable sobre este tópico, se estima que la proporción aumentó a más del 50%. La caña propia permite garantizar un nivel mínimo de provisión e iniciar la fabricación de azúcar para luego, en la medida de sus necesidades, decidir la compra de materia prima a terceros, incluidos los minifundistas. La producción de los pequeños cañeros —a veces solo tenedores de materia prima, como en el caso de los vendedores de caña en pie—, es de volumen escaso, pero útil cuando las condiciones climáticas impiden el uso de las máquinas integrales y complican el desarrollo de la zafra. En este sentido, al sector industrial siempre le conviene un exceso de oferta de caña de azúcar, lo que también disminuye el precio de compra. El panorama se completa con la fijación, por parte de los ingenios, de los requisitos de cantidad y calidad para la entrega de materia prima que incluyen: peso, tamaño —entera o trozada—, proporción de trash y contenido de sacarosa.

La relación que establecieron las industrias con sus contratistas de cosecha, en términos de poder y subordinación, fue evidente y sirvió

para incrementar el uso del sistema integral. El ingenio, cuando renueva su flota de maquinaria agrícola, es un proveedor frecuente de máquinas integrales para los prestadores de servicios de cosecha a quienes, además, suele financiar los gastos del combustible para la zafra. De este modo, el grado de independencia del contratista respecto a la empresa fabril que lo contrata es mínimo.

En la solución tecnológica al quemado de la caña se observó la influencia de los factores sociales y económicos. Hasta la década de 1970 el empleo del fuego, como etapa previa a la cosecha, fue rechazado mayoritariamente por los sectores científico tecnológico e industrial. Oposición basada en los efectos dañinos de la temperatura excesiva sobre los jugos de la caña y los mayores costos de procesamiento de la materia prima, debidos a las tareas de lavado y filtrado. Durante la década de 1980, ante el crecimiento de la mecanización, con máquinas que cosechaban más eficientemente en cañaverales quemados, el interés científico se desplazó al uso adecuado del fuego para el deshojado del vegetal y los ingenios fueron adecuando sus instalaciones para recibir caña quemada. Posteriormente, a mediados de los años 1990, cuando los nuevos modelos de integrales se mostraron aptos para la cosecha en verde y el sector industrial readecuó sus instalaciones, el problema de la quema fue superado, lo que además supuso una ventaja económica para las fábricas, porque la materia prima comenzó a entregarse sin residuos que disminuyeran la calidad del azúcar elaborado. Ante este escenario, los grupos de interés se abocaron al estudio de las ventajas de la cosecha en verde, las nuevas prácticas culturales asociadas y los usos posibles para los residuos vegetales generados. La prohibición legal de la quema de caña en 2005, fundada en los efectos nocivos sobre la salud pública y el medioambiente, culminó con la clausura tecnológica de este proceso de innovación. Sin embargo, de manera colateral, los pequeños productores que continuaron empleando el sistema semimecánico de cosecha no pudieron abandonar la práctica del quemado de los cañaverales y todavía la usan parcialmente. Aunque la caña entera que entregan complica la logística del ingenio, resuelve parcialmente la provisión eventual de materia prima. De todas maneras, si bien la mayoría de los ingenios establecen cuotas para la recepción de caña larga a granel, es difícil que esta modalidad desaparezca totalmente en el mediano plazo. Existe todavía una cantidad de pequeños cañeros que, debido al tamaño y la dispersión de sus fundos, no cuentan con otra opción de cosecha. Además, en

zonas muy alejadas y marginales, la caña de azúcar continúa siendo una producción rentable comparada con otros cultivos alternativos.

Aunque una consecuencia de los procesos de mecanización es la expulsión de mano de obra, en el caso estudiado fue imposible medir con certeza su influencia en la reducción de los puestos de trabajo de los cosecheros. Las cifras mencionadas de jornales o zafreros reemplazados por una cosechadora integral fueron variables y oscilaron, según las distintas fuentes, entre unos 100 hasta casi 400 obreros, sin que existiera un criterio unívoco para una comparación precisa. Tampoco se encontraron evidencias suficientes para suponer una planificación premeditada dirigida a expulsar mano de obra, atribuible al cambio de los sistemas de cosecha. En todo caso, la crisis socioeconómica estructural, originada por el cierre de 11 de los 27 ingenios tucumanos en 1966 y 1967, tuvo un efecto mayor sobre la disminución de la demanda de mano de obra que cualquier cambio tecnológico en el cultivo de caña, por lo menos hasta la desregulación del sector iniciada en 1992. Incluso cabe preguntarse si la incorporación de las primeras cosechadoras integrales fue estimulada por la escasez de cosecheros, situación que también favoreció la adopción del sistema semimecánico de cosecha. En el mismo sentido, la oposición de los trabajadores al empleo de las cosechadoras fue coyuntural y estuvo motivada por la defensa de sus fuentes laborales, antes que por una actitud contraria a la mecanización. Aunque se inutilizaron o destruyeron algunas máquinas, la mayor parte de los atentados se atribuyeron a integrantes de organizaciones políticas. Tampoco pudo descartarse que el incendio de algunas cosechadoras haya sido causado por la inexperiencia de los primeros operadores, un mantenimiento incorrecto o defectos propios de las primeras máquinas integrales. Otra causa que estimuló la mecanización, en relación con la mano de obra, fue la necesidad, por parte de los agricultores, de simplificar la logística que significaba atender los numerosos contingentes de zafreros, que incluían a sus familias, y disminuir los conflictos laborales y gremiales, generados cotidianamente durante el período de zafra.

La disponibilidad de maquinaria local también influyó en el aumento de las primeras etapas de la mecanización y los cambios en los sistemas de cosecha cañeros. En Tucumán, la industria metalmeccánica —con las limitaciones tecnológicas propias del contexto provincial y nacional— fabricó cosechadoras y otros equipos de reconocida calidad. Una iniciativa que incluyó formar una red de proveedores de autopartes y el



adiestramiento del personal dedicado a la tarea. Varios de los artefactos construidos, basados mayormente en la imitación y mejora de otros modelos preexistentes, luego de extensos períodos de prueba en condiciones reales de trabajo, obtuvieron la conformidad del sector productivo y en algunos casos se exportaron. La ausencia de políticas proteccionistas o incentivos específicos para este pujante sector industrial, a diferencia de lo sucedido en otros países azucareros como Australia y Brasil, unida a las reiteradas crisis económicas de la Argentina, impidieron su continuidad y desarrollo. Aun así, en Tucumán todavía existe un conglomerado social heterogéneo, integrado por diseñadores no profesionales de maquinaria agrícola, proveedores de repuestos, fabricantes de piezas de recambio a pedido y mecánicos expertos que, mediante una tarea casi artesanal, han logrado extender a más del doble la vida útil de las cosechadoras integrales o fabricar prototipos funcionales de plantadoras de caña. Una realidad que permite apreciar el potencial remanente de la metalmecánica provincial.

De manera complementaria, es probable que la temprana desaparición de maquinaria tucumana, diseñada para las características de su complejo azucarero, haya contribuido al crecimiento del sistema integral de cosecha basado en la adquisición de máquinas importadas. Cosechadoras que han incrementado su rendimiento operativo mediante la incorporación de mecanismos hidráulicos y componentes electrónicos, pero han variado poco su diseño desde que fueron concebidas a principios de los años 1960 y no modificaron su ancho de labor, ni disminuyeron su peso o el consumo de combustible de manera significativa. Por otro lado, se convirtieron en máquinas costosas de adquirir y complejas para operar y mantener, que requieren de personal especializado para obtener buenos rendimientos. Desde este punto de vista, la tecnología de las cosechadoras integrales tomó un “camino dependiente” bloqueando otros tipos de innovación que, incluso, pueden ser más eficientes; pero sin posibilidad de realización en el marco del paradigma dominante actual, orientado al predominio de las grandes máquinas que tienden a una industrialización del cultivo de caña. Una característica que estimula el incremento en la escala de los predios y la concentración de los recursos productivos, debido a que el sistema integral implica una inversión económica importante en maquinaria y la adecuación de los campos cultivados. Condiciones que obstaculizan el uso de modalidades más flexibles de cosecha.

En síntesis, el análisis del proceso de mecanización en la cosecha de caña de azúcar en el complejo agroindustrial tucumano, durante un período caracterizado por crisis socioeconómicas recurrentes, buscó dar cuenta de las diferentes variables que intervinieron en la configuración de los distintos escenarios productivos, y las alternativas tecnológicas encontradas para superarlos. Para ello recurrió a un enfoque sociotécnico, que demostró mayor capacidad explicativa que los fundados en visiones dicotómicas sobre la tecnología y la sociedad. Como en toda investigación, los resultados obtenidos podrán enriquecerse o refutarse cuando se cuente con un número mayor de indagaciones sobre casos similares, ya sean de Tucumán u otras provincias azucareras argentinas. Debido al notable crecimiento del área científica vinculada con estudios sociotécnicos, se prevé que ello será posible a corto plazo.

## Bibliografía

- Acevedo, Antonio (1981). “Sepa plantar”. *Desarrollo rural para Tucumán*, 1 (2): 11-19. Tucumán.
- Acevedo, Antonio (1982). “Superando crisis”. *Desarrollo rural para Tucumán*, 17: 40-43. Tucumán.
- AgSri (2012). *Sicas - Sistema de Caña de Azúcar Sostenible* (Manual para plantación). Hyderabad, India: AgSri.
- Aguar Frangella, Eloy (1988). “Cosecha mecanizada integral de caña de azúcar”. En *Eficiencia de cosecha y transporte de la caña de azúcar* (pp. 39-48). Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.
- Albaladejo, Christophe (2014). “¿Formar a los ingenieros agrónomos dentro de nuevos paradigmas o en la diversidad de los paradigmas en agricultura?”. En *La agroecología en Argentina y en Francia. Miradas cruzadas* (pp. 101-116). Buenos Aires: INTA.
- Aldonate, Julio (1978a, mayo 16). “UCIT: Importar cosechadoras”. Diario *La Gaceta*, 6.
- Aldonate, Julio (1978b, junio 15). “Panorama tucumano”. Diario *La Gaceta*, 7.
- Alemany, Carlos (2003). “Apuntes para la construcción de los períodos históricos de la extensión rural del INTA”. En *La extensión rural en debate. Concepciones, retrospectivas, cambios y estrategias para el Mercosur* (pp. 137-172). Buenos Aires: INTA.
- Allison, W. (1974). “A mechanical harvesting system without burning”. En *Proceedings. International Society of Sugar Cane Technologists* (pp. 1088-1095). [En línea] <http://www.issct.org/pdf/procee->

- dings/1974/1974%20Allison%20A%20Mechanical%20Harvesting%20System%20Without%20Burning.pdf [Consulta: 27 de agosto de 2018].
- Álvarez Abril, César (2011). “Breve reseña histórica de la ingeniería agronómica universal y la aplicación de las actitudes científicas en el ingeniero agrónomo”. *Revista Agricultura Tropical*, 34 (3, 4): 4-17. Colombia.
- Alves, Francisco (1991). *Modernização da agricultura e sindicalismo: As lutas dos trabalhadores assalariados rurais na região canavieira de Ribeirão Preto*. Tesis doctoral. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- Alves, Francisco (2006). “Por que morrem os cortadores de cana?”. *Saúde e Sociedade*, 15 (3): 90-98. San Pablo, Brasil.
- Amaya Guerrero, Romina (2016). *Incorporación de tecnología en la producción de soja: Paquete tecnológico, autonomía tecnológica y comercio internacional (1996-2010)*. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Quilmes. [En línea] <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/210> [Consulta: 17 de noviembre de 2020].
- American Hoist and Derrick Co. (1897). *Contractor's and Quarrymen's Sketchbook*. St. Paul, Minnesota. [En línea] <https://ia800802.us.archive.org/19/items/americanhoistder00amer/americanhoistder00amer.pdf> [Consulta: 7 de agosto de 2018].
- Arroxelas, J. de (1973). “Melhoria da produtividade no corte de cana”. *Brasil Açucareiro*, LXXXII (4): 37-45. Brasil.
- Atalla, Jorge (1975). “Receitas para o desenvolvimento da agroindústria açucareira”. *Anais do III seminário Copersucar da agroindústria açucareira*, pp. 27-36. Brasil.
- AUPEC (1997). “Un machete a su medida”. *Ciencia al día*. Colombia [En línea] [aupec.univalle.edu.co/informes/abril97/machete.html](http://aupec.univalle.edu.co/informes/abril97/machete.html) [Consulta: 11 de junio de 2018].
- Austoft (s/f). *Austoft Industries Archive*. [En línea] [http://bishop.slq.qld.gov.au/webclient/StreamGate?folder\\_id=300&dvs=1672064567842-928](http://bishop.slq.qld.gov.au/webclient/StreamGate?folder_id=300&dvs=1672064567842-928) [Consulta: 26 de diciembre de 2022].
- Avance Agroindustrial* (1985a). “Imagen del canchón de un ingenio”. *Avance Agroindustrial*, 5 (20). Tucumán.

- Avance Agroindustrial* (1985b). “Entrevista al Ing. Manuel Azar, jefe de campo en la Compañía Azucarera Santa Lucía SA”. *Avance Agroindustrial*, 6 (21): 7-9. Tucumán.
- Avance Agroindustrial* (1987). “Publicidad de la cargadora Java”. *Avance Agroindustrial*, 8 (31). Tucumán.
- Avance Agroindustrial* (1993a). “Imagen de una cosechadora Cameco”. *Avance Agroindustrial*, 13 (52). Tucumán.
- Avance Agroindustrial* (1993b). “Cosecha integral: Hablan los protagonistas”. *Avance Agroindustrial*, 13 (52): 19-23. Tucumán.
- Barker, Francis (2007). *An economic evaluation of sugarcane combine harvester costs and optimal harvest schedules for Louisiana*. Tesis de maestría. Louisiana State University. [En línea] [https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool\\_theses/221](https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool_theses/221) [Consulta: 31 de agosto de 2018].
- Bas, Carlos y Carllinni, Néstor (1989). *La actividad azucarera, evolución en la última década y sus perspectivas futuras. Provincia de Tucumán (Productos básicos regionales)*. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones.
- Basalla, George (2011). *La evolución de la tecnología*. Barcelona: Crítica.
- Basualdo, Victoria (2016). “Ingenio Concepción”. En *Responsabilidad empresarial en delitos de lesa humanidad: Represión a trabajadores durante el terrorismo de Estado: Vol. I* (pp. 35-66). Posadas: Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Misiones.
- Baucum, L. y Rice, R. (2006). *An Overview of Florida Sugarcane* (SS-AGR-232; Institute of Food and Agricultural Science). University of Florida. [En línea] <http://ufdc.ufl.edu/IR00003414/00001> [Consulta: 6 de agosto de 2018].
- Baucum, L.; Rice, R. y Schueneman, T. (2002). *An Overview of Florida Sugarcane* (SS-AGR-232; Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. [En línea] [http://mathscinotes.com/wp-content/uploads/2016/12/overview\\_of\\_florida\\_sugarcane.pdf](http://mathscinotes.com/wp-content/uploads/2016/12/overview_of_florida_sugarcane.pdf) [Consulta: 6 de agosto de 2018].
- Baxter, S. (1968). “Notes on the introduction of mechanical harvesting”. En *Proceedings. International Society of Sugar Cane Technologists* (pp. 1531-1541). [En línea] <http://www.issct.org/pdf/proceedings/1968/1968%20Baxter%20Notes%20on%20the%20Intro>

- duction%20of%20Mechanical%20Harvesti.pdf [Consulta: 28 de agosto de 2018].
- Benavides Okuda, Mayumi y Gómez-Restrepo, Carlos (2005). “Métodos en investigación cualitativa: Triangulación”. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, XXXIV (1): 118-124. Colombia.
- Bertello, Fernando (2018, marzo 13). “Con un fuerte perfil tecnológico, abre hoy sus puertas Expoagro 2018”. Diario *La Nación*. [En línea] <https://www.lanacion.com.ar/2116441-con-un-fuerte-perfil-tecnologico-abre-hoy-sus-puertas-expoagro-2018> [Consulta: 13 de marzo de 2018].
- Biaggi, Cristina (2018). *Análisis de la toma de decisiones en agriculturas familiares: La mecanización integral de la cosecha de la caña de azúcar en Tucumán*. Tesis doctoral. Buenos Aires: Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Bijker, W. (2005). “¿Cómo y por qué es importante la tecnología?”. *Redes*, 11 (21): 119-153. Buenos Aires.
- Bijker, W. (2013). “La construcción social de la baquelita: Hacia una teoría de la invención”. En *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología* (pp. 63-100). Bernal, Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- Bil, Damián (2009). *La industria argentina de maquinaria agrícola (1870-1975): Evolución y problemas de su desarrollo*. Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, UBA. [En línea] <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Argentina/iigg-uba/20110418043512/ji16.pdf> [Consulta: 23 de septiembre de 2019].
- Bil, Damián (2014). “Desarrollo y límites de la producción argentina de tractores (1955-1978). Su situación en el marco de la competencia internacional”. *Mundo Agrario*, 15 (28). La Plata.
- Bilbao, Santiago (1972). *El minifundio cañero de Tucumán. Seminario sobre las causas y análisis del problema del minifundio en la Argentina*. Informe interno. Famaillá, Tucumán.
- Bilbao, Santiago (1973). *Formas productivas de la provincia de Tucumán*. Informe interno. Famaillá, Tucumán: INTA.
- Bisang, Roberto (2003). “Apertura económica, innovación y estructura productiva: La aplicación de biotecnología en la producción agrí-

- cola pampeana argentina”. *Desarrollo Económico*, 43 (171): 413-442. Buenos Aires.
- Bital Buceta, Joaquín (1954). “La mecanización en el cultivo de la caña de azúcar”. *Hechos e Ideas*, XV (128): 627-643. Buenos Aires.
- Blanco, Javier; Parente, Diego; Rodríguez, Pablo y Vaccari, Andrés (2015). “Presentación”. En *Amar a las máquinas. Cultura y técnica en Gilbert Simondon* (pp. 9-12). Buenos Aires: Prometeo.
- Bliss, Lesmoir (1975). “Los sistemas de cosecha y su influencia en la cristalización de los azúcares”. En *Cosecha mecánica. Su incidencia en la calidad de la caña de azúcar* (pp. 53-60). Tucumán: Estación Experimental Agrícola Tucumán.
- Bliss, Lesmoir (1978). “La caña quemada y su influencia en la fabricación del azúcar”. *La Industria Azucarera*, LXXXV (978): 227-230. Buenos Aires.
- Boileau, Johanna y Thompson, Stephen (2011). “1950 Tweed Cane Cutter Knife”. Portal del gobierno de NSW, Australia. The Migration Heritage Centre. [En línea] <http://www.migrationheritage.nsw.gov.au/exhibition/objectsthroughtime/caneknife/index.html> [Consulta: 16 de marzo de 2018].
- Bonatti, Ricardo; Calvo, S.; Faya, F.; Giancola, S. y Jaldo, A. (2015). *Factores limitantes en la adopción de tecnologías ganaderas en la provincia de San Luis*. [En línea] [https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta\\_giancola\\_uba\\_nov2015\\_limitantes\\_adop\\_tec\\_ganad\\_san\\_luis.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_giancola_uba_nov2015_limitantes_adop_tec_ganad_san_luis.pdf) [Consulta: 11 de junio de 2018].
- Bongiovanni, Rodolfo y Giletta, Martín (2012). “Competitividad y calidad de los cultivos industriales: Algodón, caña de azúcar, mandioca, maní, tabaco, té y yerba mate”. En *Calidad y competitividad de los cultivos industriales: Caña de azúcar, mandioca, maní, tabaco, té y yerba mate* (pp. 1-10). Manfredi: INTA.
- Bragachini, Mario (2010). *Desarrollo industrial de la maquinaria agrícola y agropartes en Argentina. Impacto económico y social*. INTA. [En línea] <https://silo.tips/downloadFile/desarrollo-industrial-de-la-maquinaria-agricola-y-agropartes-en-argentina-impact> [Consulta: 30 de diciembre de 2022].
- Bragachini, Mario (2018). “Actualidad del sector agropecuario argentino”. En *Manual técnico de forrajes conservados* (pp. 26-32). Manfredi: INTA.

- Bravo, A. (1966). *La industria azucarera en Tucumán. Sus problemas sociales y sanitarios*. Tucumán: Edición del autor.
- Bravo, María (2017a). “Crisis azucarera, las «leyes machete» y la formación de la Estación Experimental (1895-1920)”. En *La agricultura: Actores, expresiones corporativas y políticas* (pp. 67-100). Buenos Aires: Imago Mundi.
- Bravo, María (2017b). “Crisis y colapso de la industria azucarera tucumana (1955-1966)”. En *La agricultura: Actores, expresiones corporativas y políticas* (pp. 165-206). Buenos Aires: Imago Mundi.
- Bravo, María y Rivas, Ana (2017). “La producción agrícola de Tucumán (1976-2001): Un espacio diversificado”. En *La agricultura: Actores, expresiones corporativas y políticas* (pp. 245-276). Buenos Aires: Imago Mundi.
- Brieger, Franz y Leite Banks, Willer (1977, septiembre). “Colheita mecanizada da cana de açúcar (Adequação da lavoura)”. *Brasil Açucareiro*, CX (3): 22-28. Brasil.
- Brieva, Susana y Juarez, Paula (2018). “Tecnología y Desarrollo/Teoría y Política. Aprendiendo perspectiva socio-técnica en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria”. En *Tecnología y Sociedad. Análisis de procesos de innovación y cambio tecnológico en diversos territorios rurales de Argentina* (pp. 20-33). Buenos Aires: INTA.
- Bruun, H. y Hukkinen, J. (2013). “Cruzando fronteras: Un diálogo entre formas de comprender el cambio tecnológico”. En *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología* (pp. 185-217). Berنال: Universidad Nacional de Quilmes.
- Buhl, Larry (2017, abril 20). “Maui despide la caña de azúcar y da la bienvenida a la agricultura sostenible”. Cadena alemana para el extranjero. Deutsche Welle - Global Ideas. [En línea] <http://www.dw.com/es/maui-despide-la-ca%C3%B1a-de-az%C3%BAcar-y-da-la-bienvenida-a-la-agricultura-sostenible/a-38467479> [Consulta: 29 de junio de 2017].
- Buzanell, Peter (1993). “The Louisiana sugar industry: Its evolution, current situation, and prospects”. *Sugar and Sweetener*, 18-44. EE.UU.
- CAFMA (1965). *Catálogo de maquinaria agrícola y repuestos de industria argentina*. Buenos Aires: Gráficas Aranel.



- Cámara Gremial de Productores de Azúcar de Tucumán (1971). *Censo de productores de caña de azúcar 1971. Provincia de Tucumán*. Tucumán: Estación Experimental Agrícola de Tucumán.
- Canitrot, Adolfo y Sommer, Juan (1972a). “Diagnóstico de la situación económica de la provincia de Tucumán”. Documento de trabajo. Buenos Aires: Instituto Torcuato Di Tella.
- Canitrot, Adolfo y Sommer, Juan (1972b). “Productividad y ocupación en la producción de azúcar en Tucumán”. *Económica*, 18 (3): 251-278. La Plata.
- Cano, Antonio y Vergínio, Cleber (2010). “Impactos da mecanização da colheita da cana no período de 2001 a 2006: Estudo de caso de uma unidade produtora em Fernandópolis-SP”. *Scientia FAER*, 2: 1-15. San Pablo, Brasil.
- Cap, Eugenio; Giancola, Silvina y Malach, Valeria (2010). “Las limitaciones de las estadísticas ganaderas en los estudios de productividad en Argentina: Las encuestas a informantes calificados como fuente complementaria de datos. El caso de la provincia de San Luis”. [En línea] [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwinjO3LxZf8AhW6qJUCHUaZBIMQFnoECA8QAQ&url=https%3A%2F%2Finta.gov.ar%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fscript-tmp-limitaciones\\_estadsticas\\_argentina.pdf&usg=AOvVaw29vmugisSG2k4a7ixw-X9I](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwinjO3LxZf8AhW6qJUCHUaZBIMQFnoECA8QAQ&url=https%3A%2F%2Finta.gov.ar%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fscript-tmp-limitaciones_estadsticas_argentina.pdf&usg=AOvVaw29vmugisSG2k4a7ixw-X9I) [Consulta: 26 de diciembre de 2022].
- Cap, Eugenio y González, Paz (2004). “La adopción de tecnología y la optimización de su gestión como fuente de crecimiento de la economía argentina”. [En línea] <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwidyuWwxf8AhUGpJUCHYh1BOYQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Finta.gov.ar%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fscript-tmp-potencialperfil.pdf&usg=AOvVaw0lNy-SAMkF-NTsRFISXqSF> [Consulta: 26 de diciembre de 2022].
- Carbonell, José; Brulh Terán, J.; Cerrizuela, E.; Scandaliaris, J. y Ponce, J.L. (1985). “Problemas en campo y fábrica originados por la cosecha mecánica y sus posibles soluciones”. *II Reunión Técnica Nacional de la Caña de Azúcar*, 59-69. Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes.

- Cárdenas, Gerónimo y Diez, Oscar (1993). "Influencia de la cosecha de caña de azúcar en el proceso industrial". *Avance Agroindustrial*, 13 (53): 11-14. Tucumán.
- Cárdenas, Gerónimo; Ruiz, Roberto y Aso, Gustavo (1992). "La mollienda de caña de azúcar en Argentina: Situación tecnológica actual". *Avance Agroindustrial*, 13 (49): 11-14. Tucumán.
- Carozza, Aldo (2007). "Mecanización de la recolección de los cereales". *Vida Rural*, 243 E, 14-19. España.
- Castillo, Pedro (1994). "El complejo agroindustrial azucarero. Transformaciones recientes y perspectivas ante la desregulación del sector". En *Estudios agroindustriales* (pp. 156-179). Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.
- Centro Azucarero Regional de Tucumán (1945). *Consideraciones acerca de la solución integral del problema azucarero*. Tucumán: CART.
- Centro Azucarero Regional de Tucumán (1949). "Memoria y balance del ejercicio 1948-49". *La Industria Azucarera*, LV (667): 635-650. Buenos Aires.
- Centro Azucarero Regional del Norte Argentino (1964). *El problema del azúcar en la Argentina. Soluciones económicas para beneficio de todo el país*. Buenos Aires: La Técnica Impresora.
- Cerrizuela, Edmundo (1977). *Cosecha de la caña de azúcar*. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán: Facultad de Agronomía y Zootecnia.
- Cerrizuela, Edmundo (1988). "Influencia del desarrollo agrotecnológico sobre la productividad de la caña de azúcar en la argentina". *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*, LXII, 13-35. [En línea] [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/29588/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/29588/Documento_completo.pdf?sequence=1) [Consulta: 30 de marzo de 2017].
- Cerrizuela, Edmundo (1989). "Caña de azúcar. Cosecha mecánica en verde ¿Pasado o futuro tecnológico?". *Cosecha. Revista Profesional Agropecuaria*, 5, 2-6. Tucumán.
- Cerrizuela, Edmundo y Hemsy, Víctor (1967). *La mecanización en el cultivo y la cosecha de la caña de azúcar*. N° 24, Publicación Especial. Tucumán: Estación Experimental Agrícola de Tucumán.

- Cittadini, Roberto y Pérez, R. (1996). “La importancia de comenzar entendiendo por qué el productor hace lo que hace: El caso del maíz para forraje”. *Visión Rural*, 18: 36-39. Balcarce, Buenos Aires.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe y Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (2000). *La economía cubana. Reformas estructurales y desempeño en los noventa*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Consejo Federal de Inversiones (1973). *Análisis y evaluación del plan de transformación agro-industrial de la provincia de Tucumán*. Informe Final N° 17, Serie Técnica. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones.
- Correch, José (1962). “Mecanización de la cosecha azucarera”. *La Industria Azucarera*, LXVIII (823): 131-137. Buenos Aires.
- Cortés, Fernando (1969). *El minifundio cañero en la provincia de Tucumán*. Tucumán: INTA, Secretaría de Agricultura de la Provincia de Tucumán y UNT.
- Cortes, Luis (ed.) (2016). *Universidades e empresas: 40 anos de ciência e tecnologia para o etanol brasileiro*. San Pablo, Brasil: Blucher.
- Coscia, Adolfo (1983). *Segunda revolución agrícola de la Región Pampeana*. Buenos Aires: CADIA.
- Cross, Williams (1929, junio). “El cultivo de la caña de azúcar en la República Argentina”. *La Industria Azucarera*, XXXV (428), 419-428. Buenos Aires.
- Cross, Williams (1942). *Notas sobre el progreso de la agricultura y las industrias agropecuarias de Tucumán. Durante los últimos sesenta años*. Boletín N° 36. Tucumán: Estación Experimental Agrícola de Tucumán.
- Cross, Williams (1959). “Discrepancia entre el descubrimiento científico y la práctica (continuación)”. *La Industria Azucarera*, LXIV (786): 145-151. Buenos Aires.
- Cross, Williams (1960). “Informe sobre la industria azucarera de la Argentina en los últimos 10 años (conclusión)”. *La Industria Azucarera*, LXVI (803): 434-436. Buenos Aires.
- Cross, Williams (1961). “La modernización de la industria azucarera”. *La Industria Azucarera*, LXVII (813): 219-233. Buenos Aires.

- Cross, Williams (1962). “Recapitulación de mis recomendaciones sobre la cosecha de la caña de azúcar en Tucumán”. *La Industria Azucarera*, LXVIII (829): 345-349. Buenos Aires.
- Cross, Williams (1966). “Factores que afectan el contenido de sacarosa y la pureza de los jugos de la caña de azúcar”. *La Industria Azucarera*, LXXII (870): 149-153. Buenos Aires.
- Dagnino, R. y Thomas, H. (2000). “Elementos para una renovación explicativa-normativa de las políticas de innovación latinoamericanas”. *Revista Espacios*, 21 (2). [En línea] <http://www.revistaespacios.com/a00v21n02/10002102.html> [Consulta: 1 de junio de 2018].
- Davis, R. y Norris, C. (2002). “Improving the feeding ability of sugarcane harvesters”. En *Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists*, Vol. 24, pp. 190-198. Brisbane, Queensland: Australian Society of Sugar Cane Technology.
- Davis, R.; Norris, C. y Whiteing, C. (2009). “A review of opportunities to improve the performance of sugarcane harvester”. Informe Final N° 6899/1, p. 160. Sugar Research and Development Corporation, Brisbane. [En línea] <https://elibrary.sugarresearch.com.au/bitstream/handle/11079/12632/FSA001%20Report%20%2819-03-2009%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consulta: 30 de diciembre de 2022].
- De la Cuesta Benjumea, Carmen (2003). “El investigador como instrumento flexible de la indagación”. *International Journal of Qualitative Methods*, 2 (4), Artículo 3. Alberta, Canadá.
- De León, Ernesto (2014). “Magnano”. *Pesados Argentinos*. [En línea] <http://pesadosargentinos.blogspot.com/search/label/Magnano> [Consulta: 23 de septiembre de 2019].
- Delgobbo, Alberto y Castillo, Pedro (1986). “Programa determinación de espacios diferenciados. Actividades productivas: Caña de azúcar”. *Consejo Federal de Inversiones*. [En línea] <http://biblioteca.cfi.org.ar/documento/actividades-productivas-cana-de-azucar/> [Consulta: 17 de julio de 2018].
- Delich, F. (1970). *Tierra y conciencia campesina en Tucumán*. Buenos Aires: Ediciones Signos.
- Denzin, Norman y Lincoln, Yvonna (1994). “Ingresando al campo de

- la investigación cualitativa”. En *Handbook of Qualitative Research*. Sage. [En línea] <http://www.ceil-conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2015/10/Denzin-Intro-Handbok.rtf> [Consulta: 13 de noviembre de 2019].
- Desarrollo Rural* (1998). “Caña de azúcar. Apuntando hacia la «competitividad»”. *Desarrollo Rural*, 3 (18): 5-10. Tucumán.
- Desarrollo Rural para Tucumán* (1981). “Imagen de una cosechadora Claas”. *Desarrollo Rural para Tucumán*, 1 (2). Tucumán.
- Diario *La Gaceta* (1974, agosto 29). “Atentado terrorista contra un taller en donde se arman cosechadoras integrales de caña”. San Miguel de Tucumán.
- Diario *La Gaceta* (1974, septiembre 7). “Fotia declaró paros progresivos”. San Miguel de Tucumán.
- Diario *La Gaceta* (1974, septiembre 10). “Fotia está en lucha por la reconstrucción nacional”. San Miguel de Tucumán.
- Diario *La Gaceta* (1975, julio 15). “Publicidad de la empresa Java”. San Miguel de Tucumán.
- Diario *La Gaceta* (1993, octubre 18). “Emilio Sidán ¿Cómo ser eficientes y justos?”. San Miguel de Tucumán.
- Diario *La Gaceta* (2004, enero 2). “El modelo australiano”. San Miguel de Tucumán. [En línea] <http://www.lagaceta.com.ar/nota/208030/rural/modelo-australiano.html> [Consulta: 24 de octubre de 2017].
- Diario *Noticias* (1974, agosto 23). “Levanta medidas la Fotia”.
- Dick, R. (1986). “Australian cane harvester research. Past, present and future”. En *Proceedings. International Society of Sugar Cane Technologists* (pp. 159-167). [En línea] <https://issct.org/wp-content/uploads/proceedings/1986/1986%20Dick%20Australian%20Cane%20Harvester%20Research%20-%20Past,%20Present%20and%20Future.pdf> [Consulta: 26 de diciembre de 2022].
- Dirección Provincial de Estadística y Secretaría de Agricultura de la Nación (2011). “Censo cañero provincial 2011”. Gobierno de Tucumán. [En línea] [http://www.estadistica.tucuman.gov.ar/archivos/8Sector%20Agropecuario/CensoCanero/REPORTE\\_fi nal\\_Censo\\_C2011.pdf](http://www.estadistica.tucuman.gov.ar/archivos/8Sector%20Agropecuario/CensoCanero/REPORTE_fi nal_Censo_C2011.pdf) [Consulta: 20 de octubre de 2020].

- Domínguez, Jorge y Hervás, Agustín (1970). *Cooperativas agropecuarias de trabajo. Una alternativa de solución para el problema tucumano*. Tucumán: Estación Experimental Regional Agropecuaria INTA Famaillá.
- Domínguez, Néstor; Orsini, Germán y Beltrán, Ana (2010). “La influencia del cambio tecnológico en el desarrollo de la región central argentina”. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNER*, 20. Entre Ríos.
- Donis García, Román (2014). *Eficiencia del corte manual de caña de azúcar a granel quemado y en verde limpio; ingenio el Baúl, Santa Lucía Cotzumalguapa Escuintla (2002-2003)*. Tesis de licenciatura. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Duncan, Richard (1959). “The mechanical harvesting of long crop in sugar cane”. En *Proceedings of International Society of Sugar Cane Technologists* (pp. 613-620). [En línea] <https://issct.org/wp-content/uploads/proceedings/1959/1959%20Duncan%20The%20Mechanical%20Harvesting%20of%20Long%20Crop%20Sugar%20Can.pdf> [Consulta: 26 de diciembre de 2022].
- Dye, Alan (1993). “Producción en masa del azúcar cubano, 1899-1929: Economías de escala y elección de técnicas”. *Revista de Historia Económica*, XI (3), 563-594. España.
- Edgerton, David (2004). “De la innovación al uso: Diez tesis eclécticas sobre la historiografía de las técnicas”. *Quaderns d'història de l'enginyeria*, VI, 1-23. España.
- Edquist, Charles (1982). “Technical change in sugar cane harvesting. A Comparison of Cuba and Jamaica (1958-1980)”. World Employment Programme Research (p. 93). Working Paper. International Labour Organisation. [En línea] [https://ideas.repec.org/p/ilo/ilowps/992196183402676.html#:~:text=http%3A//www.ilo.org/public/libdoc/ilo/1982/82B09\\_488\\_engl.pdf](https://ideas.repec.org/p/ilo/ilowps/992196183402676.html#:~:text=http%3A//www.ilo.org/public/libdoc/ilo/1982/82B09_488_engl.pdf) [Consulta: 27 de diciembre de 2022].
- EEAOC (1980). “Tuc 69-2. Una nueva variedad de caña de azúcar”. *Avance Agroindustrial*, 1 (1): 8-9.
- EEAOC, DNA, Geplacea y Unicos (1991). “Reconversión de la agroindustria azucarera en la Argentina. Situación actual y posibilidades futuras de la agricultura cañera” [Informe de circulación interna].

- Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.
- Egan, B. (1989). "Chopper harvesting in Australia". En *Proceedings. International Society of Sugar Cane Technologists* (pp. 37-39). [En línea] <https://issct.org/wp-content/uploads/proceedings/1989/1989%20Egan%20Chopper%20Harvesting%20in%20Australia.pdf> [Consulta: 28 de agosto de 2018].
- El Mundo Azucarero* (1954). "Escuela para operadores de tractor". *El Mundo Azucarero*, 42 (2). Nueva York.
- Enciclopedia de Ciencias y Tecnologías en Argentina (2010). "Trocha Decauville". *La enciclopedia de ciencias y tecnologías en Argentina*. [En línea] <https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Trocha> [Consulta: 26 de febrero de 2020].
- Escolá, F.; Bodrero, M. y Merigo, I. (2018). "De la problemática individual a la gestión colectiva de soluciones. Análisis socio-técnico del caso del ascenso de napas en Marcos Juárez, Córdoba (2012-2016)". En *Tecnología y Sociedad. Análisis de procesos de innovación y cambio tecnológico en diversos territorios rurales de Argentina*. Buenos Aires: INTA.
- Evita Montonera* (1975). "Fotia: 17 días de huelga". *Revista oficial de Montoneros*, Año 1 (2): 9-12.
- Facultad de Filosofía y Letras de la UNT (1963). "Educación y caña de azúcar. Seminario sobre los efectos de la zafra azucarera en la educación". Informe interno.
- Fagalde, F. y Mariotti, J. (1980). "Maduración y control de la calidad de la materia prima". *Avance Agroindustrial*, 1 (1): 8-9. Tucumán.
- Fanjul, R. (1971). "Two row sugarcane harvesting combine". En *Proceedings. International Society of Sugar Cane Technologists* (pp. 79-85). [En línea] <https://issct.org/wp-content/uploads/proceedings/1971/1971%20Fanjul%20Two-Row%20Sugarcane%20Harvesting%20Combine.pdf> [Consulta: 26 de diciembre de 2022].
- FAOSTAT (2019). "Sugarcane area harvested, yield and production quantity (Crops)". [En línea] FAO. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [Consulta: 24 de mayo de 2019].
- Favoretto, Thais (2014). *Máquinas de empobrecimiento: Impactos da mecanização do corte da cana sobre trabalhadores canavieiros em Ba-*

- rrinha-SP*. Tesis de maestría. San Pablo, Brasil: Universidade Estadual de Campinas.
- Feenberg, Andrew (1991). “Introducción: El Parlamento de las cosas”. En *Critical Theory of Technology* (traducción de Miguel Banet, 2000). New York: Oxford University Press.
- Feenberg, Andrew (2005). “Teoría crítica de la tecnología”. *Revista CTS*, 2 (5): 109-123. [En línea] <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92420507> [Consulta: 5 de abril de 2019].
- Feenberg, Andrew (2010). “Ten paradoxes of Technology”. *Techmé*, 14 (1): 3-15. [En línea] <https://www.sfu.ca/~andrewf/paradoxes.pdf> [Consulta: 11 de julio de 2019].
- Feenberg, Andrew (2013). “Del esencialismo al constructivismo: La filosofía de la tecnología en la encrucijada”. *Hipertextos*, 1 (1): 15-57. [En línea] [http://revistahipertextos.org/wp-content/uploads/2014/01/Hipertextos\\_no.1.15-58.pdf](http://revistahipertextos.org/wp-content/uploads/2014/01/Hipertextos_no.1.15-58.pdf) [Consulta: 12 de julio de 2019].
- Felipe, Nilce (2013). *Diagnóstico de los procesos comunicacionales desarrollados en la Mesa de Gestión Ambiental de Cruz Alta*. Tesis de maestría. Rosario: Universidad Nacional de Rosario.
- Fernández de Ullivarri, Roberto (1959). “Panorama de la industria azucarera argentina”. *Revista Argentina de Agronomía*, 25 (4): 179-194. Buenos Aires.
- Fernández de Ullivarri, Roberto (1962a). “Influencia de la distancia entre surcos en el rendimiento cultural y fabril de la caña de azúcar”. *IDIA Suplemento*, 8: 23-25. Buenos Aires.
- Fernández de Ullivarri, Roberto (1962b). “Porvenir de la industria azucarera tucumana”. *IDIA Suplemento*, 8: 8-15. Buenos Aires.
- Fernández de Ullivarri, Roberto y Kenning Voss, Guillermo (1966). “Caña de azúcar. Documento básico”. *IDIA*, 218: 17-43. Buenos Aires.
- Feuer, Carl (1987). “The performance of the Cuban sugar industry, 1981-85”. *World Development*, 15 (1): 67-81. [En línea] [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(87\)90102-1](https://doi.org/10.1016/0305-750X(87)90102-1) [Consulta: 7 de julio de 2017].
- Fogliata, Franco (1995). *Agronomía de la caña de azúcar. Tecnología, costos, producción: Vol. Tomo I*. Tucumán: El Graduado.



- Fogliata, Franco y Morín, Dimas (1989). “Valoración de distintas herramientas empleadas en la cosecha manual de la caña de azúcar”. *La Industria Azucarera*, XCVI (1054): 4-5. Buenos Aires.
- Folquer, Simón y Martínez, Horacio (1988). “Cosecha de caña de azúcar. Sistema tipo Luisiana”. En *Eficiencia de cosecha y transporte de la caña de azúcar* (pp. 63-68). Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.
- FOTIA (1963). “Fotia, sus sindicatos y afiliados”. Folleto.
- Fredo, Pablo y Caser, Denise (2017). “Mecanização da colheita da cana-de-açúcar atinge 90% na Safra 2016/17”. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, N° 12. Instituto de Economía Agrícola. [En línea] <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/AIA/AIA-35-2017.pdf> [Consulta: 31 de mayo de 2019].
- Fredo, Pablo; Vicente, María; Baptistella, Celma y Veiga, José (2008). “Índice de mecanização na colheita da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo e nas regiões produtoras paulistas, junho de 2007”. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, N° 3. Instituto de Economía Agrícola. [En línea] <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=9240> [Consulta: 31 de mayo de 2019].
- Garaño, Santiago (2016). “Las formas de represión política en el «teatro de operaciones» del Operativo Independencia (Tucumán, 1975-1977)”. En *Represión estatal y violencia paraestatal en la historia reciente argentina. Nuevos abordajes a 40 años del golpe de Estado* (pp. 124-154). La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación Universidad Nacional de La Plata.
- García Arregui, Anibal (2012). *La selva tecnológica. Sistemas Sociotécnicos y Antropología Simétrica en Comunidades Ribereñas del Bajo Amazonas*. Tesis doctoral. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Gargiulo, Carlos y González Terán, Carlos (1980). “Costos comparativos de diferentes sistemas de cosecha de caña de azúcar”. *Avance Agroindustrial*, 1 (3): 12-13. Tucumán.
- Gargiulo, Carlos; Scandaliaris, J.; González Terán, C.; Rodríguez Faraldo, M. y Muro, E. (1986). “Evaluación del manejo post-cosecha de la caña de azúcar en Tucumán”. Publicación Miscelánea 81. Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.

- Gaunt, J. (1965). "Considerations in the mechanical harvesting of sugar cane". En *Proceedings. International Society of Sugar Cane Technologists* (pp. 354-363). [En línea] <https://issct.org/wp-content/uploads/proceedings/1965/1965%20Gaunt%20Considerations%20in%20the%20Mechanical%20Harvesting%20of%20Su.pdf> [Consulta: 26 de diciembre de 2022].
- Gaunt, J.; & Zagorski, J. (1968). "Notes on the mechanization of the sugarcane harvest". En *Proceedings. International Society of Sugar Cane Technologists* (pp. 1522-1530). [En línea] <https://issct.org/wp-content/uploads/proceedings/1968/1968%20Gaunt%20Notes%20on%20the%20Mechanization%20of%20the%20Sugarcane%20Harve.pdf> [Consulta: 26 de diciembre de 2022].
- Gentil, Luiz (1977). "Brasil. O maior produtor de açúcar". *Sugar y Azúcar*, septiembre, 228-236. EE.UU.
- Giancola, Silvina; Calvo, S.; Roggero, P.; Andreu, M.; Carranza, A.; Kusza, J.; Salvador, M.; Di Giano, S. y Da Riva, M. (2014). *Causas que afectan la adopción de tecnología en la cría bovina en el Departamento Patiño, Formosa: Enfoque cualitativo*. Buenos Aires: INTA.
- Giancola, Silvina; Morandi, J.; Gatti, N.; Di Giano, S.; Dowlbey, V. y Biaggi, C. (2012). *Causas que afectan la adopción de tecnología en pequeños y medianos productores de caña de azúcar de la Provincia de Tucumán. Enfoque cualitativo*. Buenos Aires: INTA.
- Giannetti, R. (1994). "Las representaciones de la innovación tecnológica en perspectiva histórica". *Revista de Historia Industrial*, 6, 31-45. [En línea] <https://raco.cat/index.php/HistoriaIndustrial/article/view/62518> [Consulta: 30 de octubre de 2017].
- Giarraca, Norma (1999a). "Trabajos y trabajadores en la actividad cañera de Tucumán". *Estudios del Trabajo*, 17: 25-48. [En línea] <https://www.aset.org.ar/docs/Giarraca%2017.pdf> [Consulta: 18 de septiembre de 2019].
- Giarraca, Norma (1999b). "Transformaciones en la estructura social agraria cañera de Tucumán y las estrategias de los actores sociales". *Población & Sociedad*, 6 y 7: 285-316. Tucumán.
- Giarraca, Norma y Aparicio, Susana (1991). *Los campesinos cañeros:*

*Multiocupación y organización*. Buenos Aires: Facultad de Ciencias Sociales - UBA.

- Giarraca, Norma; Bidaseca, Karina y Mariotti, Daniela (2001). "Trabajo, migraciones e identidades en tránsito: Los zafreros en la actividad cañera tucumana". En *¿Una nueva ruralidad en América Latina?* (pp. 307-335). Buenos Aires: Clacso.
- Giberti, Horacio (1965). "Evolución del precio del tractor en los últimos 30 años". *Suplemento IDIA*, 14: 29-34. Buenos Aires.
- Glavich, Eduardo (2000). "Los Estudios CTS: una crítica marxista a los constructivistas y a los críticos". *Educação & Tecnologia*, 5 (2): 31-37. [En línea] <https://seer.dppg.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/7> [Consulta: 8 de abril de 2019].
- González Lelong, Andrés (1997). *Tucumán. Proyecto de estudio de la reconversión productiva del sector agropecuario (Etapa I)*. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones.
- González, María (1972). *El minifundio cañero en el área de Simoca (Tucumán)*. Tucumán: Estación Experimental Regional Agropecuaria Famaillá.
- González Terán, Carlos y Gargiulo, Carlos (1980). "Costo de producción de caña de azúcar. Mayo de 1980". *Miscelánea*, N° 67. Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes.
- González Terán, Carlos y Gargiulo, Carlos (1981). "Caña de azúcar. Criterios para la elección de sistemas de cosecha". *Avance Agroindustrial*, 2 (7): 17-19. Tucumán.
- González Terán, Carlos y Scandaliaris, Jorge (1988). "Evaluación económica de sistemas de cosecha de caña de azúcar". *Avance Agroindustrial*, 9 (33): 10-13. Tucumán.
- González, Williams y Hernández, Luis (2000). "Tecnología y técnica: Tres perspectivas". *Energía y computación*, IX (1): 6-19. Colombia.
- Goulet, Frederic y Giordano, Gabriela (2018). "Siembra directa y agricultura familiar. Controversias en el desarrollo de una innovación". En *Tecnología y Sociedad. Análisis de procesos de innovación y cambio tecnológico en diversos territorios rurales de Argentina* (pp. 75-89). Buenos Aires: INTA.

- Gras, Carla (1994). “Impactos sociales del cambio estructural en el agro tucumano”. *Revista de Idelcoop*, 21 (83). [En línea] [https://www.idelcoop.org.ar/sites/www.idelcoop.org.ar/files/revista/articulos/pdf/1994\\_148554613.pdf](https://www.idelcoop.org.ar/sites/www.idelcoop.org.ar/files/revista/articulos/pdf/1994_148554613.pdf) [Consulta: 10 de noviembre de 2020].
- Gras, Carla; Bidaseca, Karina y Mariotti, Daniela (2000). *Tucumanos y tucumanas. Zafra, trabajo, migraciones e identidad*. Buenos Aires: La Colmena.
- Gravois, Kenneth (2001). “Louisiana’s Sugarcane Industry”. *Louisiana Agriculture*, 44 (4): 4-5. [En línea] <https://www.lsugcenter.com/NR/rdonlyres/EEE54319-6A63-4A11-A681-7AFBDED29FD6/69272/2001fall1.pdf> [Consulta: 1 de agosto de 2018].
- Gutti, Patricia (2015). *La difusión de las innovaciones en las cadenas de valor basadas en procesos biológicos. Caracterización, patrones e interacciones a partir del caso de la caña de azúcar en Tucumán*. Tesis doctoral. España: Universidad Autónoma de Madrid. [En línea] [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/671807/gutti\\_patricia\\_noemi.pdf?sequence=1](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/671807/gutti_patricia_noemi.pdf?sequence=1) [Consulta: 13 de junio de 2018].
- Haro, M. (1979). “Los medios de transporte de la caña en Tucumán”. *La Industria Azucarera*, LXXXVI (990): 226-231. Buenos Aires.
- Hernández Morales, Byron (2014). *Arqueología Industrial de un objeto común: Una aproximación al estudio de los machetes de Guatemala*. Tesis de Licenciatura. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Humbert, Roger (1974). “Improving burns with desiccants as an to mechanical harvesting”. En *Proceedings XV congress of International Society of Sugar Cane Technologists* (pp. 1065-1073). Durban: Hayne & Gibson Limited.
- Hybel, Diego (2006). “Cambios en el complejo productivo de maquinarias agrícolas 1992-2004. Desafíos de un sector estratégico para la recuperación de las capacidades metalmecánicas”. INTI. [En línea] [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjs9K7k6Jf8AhVdjUCHW2QBBeQQFn-ECA4QAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.indargen.com.ar%2Fdokumentos%2Fmaquinaria\\_agricola%5B1%5D.pdf&usg=AOv-](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjs9K7k6Jf8AhVdjUCHW2QBBeQQFn-ECA4QAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.indargen.com.ar%2Fdokumentos%2Fmaquinaria_agricola%5B1%5D.pdf&usg=AOv-)

- Vaw07MhWfzJAH5fUJaYXsT09O [Consulta: 26 de diciembre de 2022].
- IDIA (1974). “Imagen de un cargadero”. *Revista IDIA*, 315/316. Buenos Aires.
- IDIA Suplemento (1962). “Imágenes de zafreros cargando carros”. *IDIA Suplemento*, 8. Buenos Aires.
- Iguarán Morales, José y Martínez Arce, Luis (1991). *Implementación de una herramienta ergonómica para la labor de corte de caña en el ingenio Central Castilla*. Tesis de grado. Colombia: Universidad Autónoma de Occidente. [En línea] [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKE-wiL\\_4a3xZz8AhXLrJUCHUBsAo0QFnoECAsQAQ&url=http%3A%2F%2Fred.uao.edu.co%2Fbitstream%2Fhandle%2F10614%2F2553%2FT0000846.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw0A-4ObrnENvKP7cNGCOHbT](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKE-wiL_4a3xZz8AhXLrJUCHUBsAo0QFnoECAsQAQ&url=http%3A%2F%2Fred.uao.edu.co%2Fbitstream%2Fhandle%2F10614%2F2553%2FT0000846.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw0A-4ObrnENvKP7cNGCOHbT) [Consulta: 28 de diciembre de 2022].
- Imacasa (2017). *Catálogo Internacional 2017*. El Salvador: Imacasa.
- Indec (1988). *Censo Nacional Agropecuario 1988. Resultados generales*. Provincia de Tucumán. Buenos Aires: Indec.
- Indec (2002). *Censo Nacional Agropecuario 2002. Provincia de Tucumán*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. República Argentina. [En línea] [https://www.indec.gov.ar/cna\\_index.asp](https://www.indec.gov.ar/cna_index.asp) [Consulta: 19 de noviembre de 2018].
- Indec (2019). “Censo Nacional Agropecuario 2002. Tucumán. Cuadros de resultados definitivos”. [En línea] [https://sitioanterior.indec.gov.ar/cna\\_index.asp?\\_ga=2.190517483.1139456551.1620850695-1058466022.1618787991](https://sitioanterior.indec.gov.ar/cna_index.asp?_ga=2.190517483.1139456551.1620850695-1058466022.1618787991) [Consulta: 12 de mayo de 2021].
- Industry Commision (1992). *The australian sugar industry* (Nº 19). [En Línea] <https://www.pc.gov.au/inquiries/completed/sugar/19sugar.pdf> [Consulta: 7 de junio de 2019].
- Instituto de Investigaciones Económicas (1956). *Problema Azucarero Argentino*. Buenos Aires: IAPI.
- Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (s/f). “Catálogo de inventores mexicanos. 1980-2000”. [En línea] <https://xdoc.mx/documents/catalogo-de-inventores-mexicanos-1980-2000-5fcdb92cb9827> [Consulta: 3 de septiembre de 2018].

- INTA (2014). “Proyecto Específico: Procesos socio técnicos de innovación en los territorios. Programa Nacional Territorios, Economía y Sociología, y Prospectiva y Políticas Públicas”. [En línea] <https://inta.gov.ar/proyectos/PNSEPT-1129043> [Consulta: 27 de diciembre de 2022].
- INTA y EEAOC (1995). “Proyecto Caña 2000”. Tucumán: Estación Experimental Agropecuaria INTA Famaillá.
- International Finance Corporation (1996). “Revisión de la industria del azúcar. Provincia de Tucumán, Argentina”. Informe final. Tucumán.
- Italconsult Argentina (1967). *Plan preliminar para el desarrollo de la provincia de Tucumán. Elementos para su estructuración*. Buenos Aires: Fiat Concord.
- Jaldo Álvaro, Mariana; Ortiz, Joaquín y Biaggi, Cristina (2016). “La trayectoria socio-técnica de la mecanización de cosecha de caña de azúcar en Tucumán”. *IX Jornadas de Sociología de la UNLP*, Enseñada, La Plata. [En línea] <http://jornadassociologia.fahce.unlp.edu.ar> [Consulta: 22 de abril de 2019].
- Jesus, Kátia y Torquato, Sérgio (2014). *Evolução da mecanização da colheita de cana-de-açúcar em São Paulo: Uma reflexão a partir de dados do Protocolo Agroambiental*. [En línea] <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1011561> [Consulta: 4 de junio de 2019].
- Kerr, Bill y Blyth, Ken (1993). *They're All Half Crazy. 100 years of mechanical cane harvesting*. Queensland: Canegrowers.
- King, Norman (1969). “Historical Review of Sugarcane Mechanisation in Australia”. En *Proceedings of The South African Sugar Technologists' Association* (pp. 93-98). South African Sugar Association. [En línea] [https://digitalcollections.qut.edu.au/1520/44/SASTA\\_Proceedings\\_of\\_the\\_43nd\\_Annual\\_Congress\\_1969.pdf#page=84](https://digitalcollections.qut.edu.au/1520/44/SASTA_Proceedings_of_the_43nd_Annual_Congress_1969.pdf#page=84) [Consulta: 21 de agosto de 2018].
- KPMG (2007). “The Indian Sugar Industry. Sector Roadmap 2017”. Informe de asesoramiento. India: KPMG.
- Kussler, Leonardo (2015). “Técnica, tecnologia e tecnociência: Da filosofia antiga à filosofia contemporânea”. *Kínesis*, II (15): 187-202. Brasil.

- Laat, Erivelton (2010). *Trabalho e risco no corte manual de cana-de-açúcar: A maratona perigosa nos canaviais*. Tesis doctoral. San Pablo: Universidade Metodista de Piracicaba.
- La Industria Azucarera* (1930). “Censo de variedades de caña de azúcar plantadas en la república en 1928”. *La Industria Azucarera*, XXXVI (442): 554-560. Buenos Aires.
- La Industria Azucarera* (1949a). “Imagen del ingenio Concepción”. *La Industria Azucarera*, LV (667). Buenos Aires.
- La Industria Azucarera* (1949b). “Los incendios de cañaverales en Tucumán”. *La Industria Azucarera*, LV (671): 101-106. Buenos Aires.
- La Industria Azucarera* (1959). “Zafra mecanizada en Luisiana”. *La Industria Azucarera*, LXV (794): 479-481. Buenos Aires.
- La Industria Azucarera* (1961). “Publicidad de Cane Master”. *La Industria Azucarera*, LXVI (807). Buenos Aires.
- La Industria Azucarera* (1964a). “Jornadas sobre caña de azúcar en Tucumán”. *La Industria Azucarera*, LXX (848), 237. Buenos Aires.
- La Industria Azucarera* (1964b). “Delegado técnico de la Thomson Machinery Co.”. *La Industria Azucarera*, LXX (850), 313. Buenos Aires.
- La Industria Azucarera* (1964c). “Ensayos con una nueva cosechadora argentina”. *La Industria Azucarera*, LXX (850), 320. Buenos Aires.
- La Industria Azucarera* (1965). “Imagen de zafreiros cortando caña”. *La Industria Azucarera*, LXXI (862). Buenos Aires.
- La Industria Azucarera* (1966a). “Se realizó en Ginebra la V Reunión de la Comisión del Trabajo de las Plantaciones”. *La Industria Azucarera*, LXXII (871): 183-187. Buenos Aires.
- La Industria Azucarera* (1966b). “Imagen de zafreiros cargando caña”. *La Industria Azucarera*, LXXII (876). Buenos Aires.
- La Industria Azucarera* (1967). “Publicidad de la cosechadora MF 515”. *La Industria Azucarera*, LXXIII (882). Buenos Aires.
- La Industria Azucarera* (1968). “Amplio plan de estudio de la mecanización de cultivos y zafra para reducir costos”. *La Industria Azucarera*, LXXIII (890): 25-26. Buenos Aires.

- La Industria Azucarera* (1974). “La mecanización de la producción azucarera en Cuba”. *La Industria Azucarera*, LXXXI (943): 196-198. Buenos Aires.
- La Industria Azucarera* (1976b). “El INTA y las zonas cañeras”. *La Industria Azucarera*, LXXXII (956): 474-476. Buenos Aires.
- La Industria Azucarera* (1976c). “Acción del INTA en la producción azucarera”. *La Industria Azucarera*, LXXXIII (957): 516-517. Buenos Aires.
- Laks, Jacobo (1960). *La verdad sobre la cuestión azucarera*. Buenos Aires: Editorial Documentos.
- Lawler, Diego y Vaccari, Andrés (2016). “Epistemología de lo artificial y tipos de artefactos”. En *Aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad* (pp. 55-78). México: Editorial de la UNAM.
- Leffingwell, Roy (1982). “Revolución en la mecanización de campo en la industria hawaiana”. *Sugar y Azúcar*, 77 (10): 75-78. EE.UU.
- Legendre, Benjamín (2014). “Sugarcane Harvesting in Louisiana”. HC&S Community Open House, Louisiana. [En línea] <https://pdfslide.net/download/link/sugarcane-harvesting-in-harvesting-in-louisiana-benjamin-l-legendre-increases> [Consulta: 30 de diciembre de 2022].
- Lenis, María y Moyano, Daniel (2007). “Discurso científico e innovación agrícola: La industria azucarera tucumana y la consolidación de la investigación científica (1906-1920)”. *Travesía. Revista de historia económica y social*, 9: 153-174. Tucumán.
- León, Carlos (1999). *El desarrollo agrario de Tucumán en el período de transición de la agricultura diversificada al monocultivo cañero*. Buenos Aires: Facultad de Ciencias Económicas - Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Leveroni, Alberto; Paterson, R.; Sánchez, F. y Guinle, A. (1971). “Evaluación del costo energético de la cosecha manual de la caña de azúcar”. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 48 (2): 41-47. Tucumán.
- Li, Sebastián y Bottaro, Hugo (2011). “Lana Linca: Innovación en extensión a partir de la revalorización de conocimientos tradicionales”. *VII Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales*, Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos



- Aires. [En línea] <https://www.dropbox.com/sh/rzkvlue94le9nkm/AACXWx3VAmI9o7dUOSezPeKca?dl=0> [Consulta: 4 de junio de 2018].
- Lódola, Agustín; Brigo, Rafael y Morra, Fernando (2010). “Mapa de cadenas agroalimentarias de Argentina”. En *Cambios estructurales en las actividades agropecuarias. De lo primario a las cadenas globales de valor* (pp. 53-75). Santiago de Chile: Cepal.
- Long, B. (1952a). “Progreso en la industria azucarera de Cuba, Florida, Louisiana, Hawaii y México”. *Actas Agronómicas de la Universidad Nacional de Colombia*, II (1): 49-52. Colombia.
- Long, B. (1952b). “Cultivo de la caña en plantaciones irrigadas en Hawaii”. *Actas Agronómicas de la Universidad Nacional de Colombia*, II (2): 120-125. Colombia.
- Ma, Shaochun; Karkee, Manoj y Scharf, Patrick (2014). “Sugarcane harvester technology: A critical overview”. *Applied Engineering in Agriculture*, 30 (5): 727-739. [En Línea] <http://dx.doi.org/10.13031/aea.30.10696> [Consulta: 23 de octubre de 2017].
- Macció, J. (1996). “Avances en la producción”. *Desarrollo Rural*, 1 (3): 6-7. Tucumán.
- Macció, Juan; Kersul, L.; Cusumano, C. y Martínez, G. (1992). *Procaña '95. Los cañeros de Tucumán, una alternativa para su reconversión*. Tucumán: Estación Experimental Agropecuaria INTA Famaillá.
- Maier, Emile (1949). “Mecanización de las labores en los cañaverales de Luisiana”. *La Industria Azucarera*, LIV (664): 560-570. Buenos Aires.
- Maldonado, Gabriela (2019). “Territorio y agriculturización en Argentina. Objetos, acciones y aconteceres”. *Estudios Rurales*, 9 (17). [En línea] <https://estudiosrurales.unq.edu.ar/index.php/ER/article/view/421/882> [Consulta: 27 de diciembre de 2022].
- Manners, Héctor (1979). “Mecanización”. *Boletín del Geplacea*, 12. México.
- Manuel-Navarrete, D.; Gallopín, G.; Blanco, M.; Díaz Zorita, M.; Ferraro, D. & Herzer, H. (2005). “Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extrapampeanas: Sostenibilidad, brechas de conocimiento e integración de políticas”. Cepal. [En línea] <https://re>

- positorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5656/1/S051013\_es.pdf [Consulta: 1 de junio de 2018].
- Manuel-Navarrete, D. & Gallopín, G. (2007). “Integración de políticas, sostenibilidad y agriculturización en la pampa argentina y áreas extrapampeanas”. Cepal. [En línea] [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6896/1/S0700336\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6896/1/S0700336_es.pdf) [Consulta: 1 de junio de 2018].
- Mariotti, Daniela (2011). *Estrategias sociales y acciones colectivas de la Unión de Cañeros Independientes de Tucumán. Una historia sobre la herejía, la infamia y lo profano*. Tesis doctoral. Buenos Aires: Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Mariotti, Jorge (1983). “Caña de azúcar. La Argentina es pionera en la investigación. Cosecha”. *Revista Profesional Agropecuaria*, 1: 10-14. Tucumán.
- Mariotti, Jorge (2008). “Investigación e innovación tecnológica como bases para mejorar la productividad y competitividad de la agroindustria de la caña de azúcar en Argentina”. *IDIA XXI. Cultivos industriales*, VIII (10): 119-122. Buenos Aires.
- Mariotti, Jorge; Levi, C.; Chavanne, E.; De Faveri, J. y Ahmed, M. (1987). “Una nueva variedad de caña de azúcar de la EEAO: Tuc (CP) 77-42”. *Avance Agroindustrial*, 8 (31): 15-18. Tucumán.
- Martínez de Ibarreta, Mariano; Posada, M. y Pucciarelli, P. (1994). “De la integración a la articulación. Sistematización de los principales enfoques y aportes para la formulación de una propuesta analítica”. En *Estudios agroindustriales* (pp. 7-43). Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.
- Marradi, Alberto (2002). “Método como arte”. *Papers. Revista de Sociología*, 67: 107-127. [En línea] <http://dx.doi.org/10.5565/rev/papers/v67n0.1668> [Consulta: 11 de noviembre de 2019].
- Mason, J.; Allen, J.; Foster, D. y Cullen, R. (1980). “Review of cane harvester performance”. En *Proceedings. International Society of Sugar Cane Technologists* (pp. 782-799). [En línea] <https://issct.org/wp-content/uploads/proceedings/1980/1980%20Mason%20Review%20of%20Cane%20Harvester%20Performance.pdf> [Consulta: 26 de diciembre de 2022].
- Matos Ramírez, Neeldes (2012). *Organización racional del complejo de*

*máquinas en la cosecha, transporte, recepción de la caña de azúcar en la empresa azucarera "Argentina"*. Tesis doctoral, Universidad Agraria de la Habana. [En línea] [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&ccd=&ved=2ahUKE-wifyOuX\\_Zn8AhVOuJUCHYfkA30QFnoECB0QAQ&url=https://www.docplayer.es/2F82289882-Organizacion-racional-del-complejo-de-maquinas-en-la-cosecha-transporte-recepcion-de-la-cana-de-azucar-en-la-empresa-azucarera-argentina.html&usg=AOvVaw1iPFGNLcyuqynwPI9\\_](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&ccd=&ved=2ahUKE-wifyOuX_Zn8AhVOuJUCHYfkA30QFnoECB0QAQ&url=https://www.docplayer.es/2F82289882-Organizacion-racional-del-complejo-de-maquinas-en-la-cosecha-transporte-recepcion-de-la-cana-de-azucar-en-la-empresa-azucarera-argentina.html&usg=AOvVaw1iPFGNLcyuqynwPI9_) [Consulta: 27 de diciembre de 2022].

- Medina, Esteban (1983). "La polémica internalismo/externalismo en la historia y la sociología de la ciencia". *Reis*, 23: 53-75. España.
- Medina, Manuel (1995). "Tecnología y filosofía: Más allá de los prejuicios epistemológicos y humanistas". *Isegoria*, 12: 180-196. España.
- Mejía Navarrete, Julio (2011). "Problemas centrales del análisis de datos cualitativos". *Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación*, 1 (1): 47-59. [En línea] <http://relmis.com.ar/ojs/index.php/relmis/article/view/43/46> [Consulta: 22 de noviembre de 2019].
- Méndez Calzada, Joaquín (1939). "El problema azucarero". Proyecto de ley de regulación de la producción e industria azucarera. Buenos Aires: Cámara de Diputados de la Nación.
- Mendizábal, Nora (2006). "Los componentes del diseño flexible en la investigación cualitativa". En *Estrategias de Investigación Cualitativa* (pp. 65-105). Barcelona: Gedisa.
- Ministerio de Desarrollo Productivo (2017). *Estrategia provincial para el sector agroalimentario-EPISA*. [En línea] <http://www.prosap.gov.ar/webDocs/EPISA%20Tucum%C3%A1n%20Resoluci%C3%B3n%202017%20-%20Estrategia%20sector%20agroalimentario.pdf> [Consulta: 15 de diciembre de 2019].
- Mitcham, Carl (1989). *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Barcelona: Anthropos.
- Mokyr, Joel (1987). "La Revolución Industrial y la Nueva Historia Económica (I)". *Revista de Historia Económica*, V (2): 203-244. España.

- Montecinos, Camila (1996). “La modernización agrícola: Análisis de su evolución”. Santiago de Chile: CET-CLADES.
- Montoya Suárez, Omar (2008). “De la Técnica griega a la técnica occidental y moderna”. *Scientia et Technica*, XIV (39): 298-303. Colombia.
- Montoya Suárez, Omar y Jaramillo, Ramón (2007). “El proceso de instrumentalización del conocimiento científico y sus implicaciones para la investigación y la praxis universitaria”. *Scientia et Technica*, XIII (37): 327-332. Colombia.
- Mora y Araujo, Manuel y Orlansky, Dora (1978). “Cambio tecnológico y empleo en la producción agroindustrial de azúcar en Tucumán”. Organización Internacional del Trabajo, Ginebra. [En línea] [https://econpapers.repec.org/scripts/redir.pf?u=http%3A%2F%2Fwww.ilo.org%2Fpublic%2Flibdoc%2Filo%2F1978%2F78B09\\_853.pdf;h=repec:ilo:ilowps:991795003402676](https://econpapers.repec.org/scripts/redir.pf?u=http%3A%2F%2Fwww.ilo.org%2Fpublic%2Flibdoc%2Filo%2F1978%2F78B09_853.pdf;h=repec:ilo:ilowps:991795003402676) [Consulta: 27 de diciembre de 2022].
- Morandi, Jorge y Bustos, Julio (2011). “Indicadores de desarrollo territorial: El caso de la caña de azúcar”. *V Jornadas Nacionales de Investigadores de las Economías Regionales y XII Encuentro Nacional de la Red de Economías Regionales*, La Pampa. [En línea] [http://www.ceur-conicet.gov.ar/archivos/transferecia/acta\\_con\\_indice\\_2011.pdf](http://www.ceur-conicet.gov.ar/archivos/transferecia/acta_con_indice_2011.pdf) [Consulta: 12 de junio de 2018].
- Moreno, Luis (2011). *Transição da colheita da cana-de-açúcar manual para a mecanizado no estado de São Paulo: Cenários e perspectivas*. Tesis de maestría. San Pablo: Universidade de São Paulo.
- Morín, Dimas (1970a). “Costo de producción del cultivo y cosecha de la caña de azúcar”. *Miscelánea*, N° 35. Tucumán: Estación Experimental Agrícola de Tucumán.
- Morín, Dimas (1970b). “Estudios vinculados con la cosecha manual y mecánica de la caña de azúcar”. *Miscelánea*, N° 36. Tucumán: Estación Experimental Agrícola de Tucumán.
- Morín, Dimas (1975). “Porcentaje de impurezas que acompañan a la caña cosechada mecánicamente”. En *Cosecha mecánica. Su incidencia en la calidad de la caña de azúcar*. Tucumán: Estación Experimental Agrícola Tucumán.
- Moyano, Daniel (2011). “La Escuela de Arboicultura y Sacarotecnia

- de Tucumán y su papel en el desarrollo agroindustrial de la provincia, 1880-1920”. *Travesía. Revista de historia económica y social*, 13: 229-246. Tucumán.
- Moyano, Daniel (2014). “El sistema de transporte cañero en la agroindustria cañera tucumana. Un análisis sobre los cambios y las innovaciones tecnológicas (1880-1914)”. En Rodolfo Richard Jorba y Marta Bonaudo (coords.), *Historia Regional. Enfoques y articulaciones para complejizar una historia nacional* (pp. 161-178). La Plata: Universidad Nacional de la Plata.
- Moyano, Daniel; Campi, Daniel y Lenis, María (2011). “La formación de un complejo científico-experimental en el norte argentino. La estación experimental agrícola de Tucumán (1909-1922)”. *Protohistoria*, 16: 1-18. Rosario, Santa Fe.
- Mumford, Lewis (1992). *Técnica y civilización*. España: Alianza Universidad.
- Narimoto, Lidiane (2015). *A gênese das gênesis instrumentais: O projeto no uso de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar e no Brasil e na Austrália*. Tesis doctoral, Universidade Federal de San Carlos. [En línea] <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3462/6827.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consulta: 22 de agosto de 2018].
- Nassif, Silvia (2015a). *Las luchas obreras tucumanas durante la autodenominada Revolución Argentina (1966-1973)*. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires - Facultad de Filosofía y Letras.
- Nassif, Silvia (2015b). “Ni trabajo ni diversificación agro-industrial. El impacto del cierre de los ingenios tucumanos durante la dictadura de la «Revolución Argentina» (1966-1973)”. *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*, 43: 93-124. Buenos Aires.
- Netz, Reviel (2013). *Alambre de púas. Una ecología de la modernidad*. Buenos Aires: Eudeba.
- Normand, Jean-Claude (1997). “La ergonomía en el trabajo físico”. *Medicina Legal de Costa Rica*, 13-14 (2-1-2): 85-89. [En línea] [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00151997000200010&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00151997000200010&lng=en&tlng=es) [Consulta: 30 de noviembre de 2018].
- Norris, C.; Hockings, P. & Davis, R. (2000). “Chopper systems in cane

- harvesters: A development of test facility”. *Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists*, 22: 244-249. [En línea] <https://www.assct.com.au/my-downloads/2000-pa-ag37/download> [Consulta: 24 de octubre de 2017].
- Nosotros* (1974). “Fiat Concord. 20 años de realizaciones”. *Nosotros*, 47:25-40. Buenos Aires.
- Nyko, Diego; Soares Valente, M.; Yabe Milanez, A.; Tanaka Ramos, A. y Pereira Rodrigues, A. (2013). “A evolução das tecnologias agrícolas do setor sucroenergético: Estagnação passageira ou crise estrutural?”. En *BNDES Setorial* (pp. 399-442). Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. [En línea] [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1503/2/A%20mar37\\_10\\_A%20evolu%c3%a7%c3%a3o%20das%20tecnologias%20agr%c3%adcolas%20do%20setor\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1503/2/A%20mar37_10_A%20evolu%c3%a7%c3%a3o%20das%20tecnologias%20agr%c3%adcolas%20do%20setor_P.pdf) [Consulta: 27 de diciembre de 2022].
- OCDE - Eurostat (2007). *Manual de Oslo. Directrices para la recogida e interpretación de información relativa a innovación* (Comunidad de Madrid; Consejería de Educación; Dirección General de Universidades e Investigación). Madrid: Elecé.
- OECD - Eurostat (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation* (4th Edition). OECD Publishing. [En línea] <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en> [Consulta: 29 de marzo de 2018].
- Olea, Ignacio; Romero, Eduardo y Scandaliaris, Jorge (1993). “Mecanización total de la cosecha de caña de azúcar en Tucumán. 30 años de historia”. *Avance Agroindustrial*, 13 (52): 7-11. Tucumán.
- Olea, Ignacio; Scandaliaris, Jorge y Romero, Eduardo (1993). “Las nuevas cosechadoras integrales”. *Avance Agroindustrial*, 13 (52): 16-18. Tucumán.
- Olea, Ignacio; Scandaliaris, Jorge y Roncedo, Manuel (1988). “Cosecha semimecanizada de caña de azúcar en Tucumán”. En *Eficiencia de cosecha y transporte de la caña de azúcar* (pp. 51-61). Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.
- Olmos, Horacio (1993). *La producción de la caña de azúcar* (5ª ed). Edición del autor.

- Ondo Misi, Sergio; Giancola, S.; Pellerano, L.; Calvo, S.; Balbuena, O.; D'Angelo, M.; Buschiazzo, M.; Di Giano, S.; Gatti, N. y Ferber, O. (2015). *Problemáticas de la innovación en la ganadería bovina de la provincia de Chaco: Enfoque cualitativo*. Buenos Aires: INTA.
- Ordoñez, Leonardo (2007). "El desarrollo tecnológico en la historia". *Areté. Revista de filosofía*, XIX (2): 187-209. Perú.
- Ortiz de D'Arterio, Julia (2007). "Agroindustria azucarera y movilidad territorial de la población en el Noroeste argentino durante el siglo XX y principios del XXI". *XI Jornadas Interescuelas/Departamentos de Historia*. Departamento de Historia, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Tucumán, San Miguel de Tucumán. [En línea] <https://www.academica.org/000-108/1006> [Consulta: 10 de noviembre de 2020].
- Ortiz, Fernando (1973). *Contrapunteo cubano del tabaco y del azúcar*. Barcelona: Ariel.
- Osa, José (1992). "Sistema de cosecha Luisiana". En *Bases para la reducción de costos en la cosecha y el transporte de la caña de azúcar* (pp. 65-70). Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.
- Osatinsky, Ariel (2012). "Estructura productiva, actividad azucarera y mercado de trabajo en Tucumán (1930-1970)". *Revista de Historia Americana y Argentina*, 47: 41-71. Mendoza.
- Paladini, María (1969). *La terminología de la zafra tucumana*. Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán.
- Palma, Ernesto y García Posse, José (1963). "Difunde la Cámara Gremial de Productores de Azúcar un informe acerca de la cosecha mecánica en Tucumán". *La Industria Azucarera*, LXIX (838): 259-262. Buenos Aires.
- Peixoto Alves, Aldo (1978, febrero). "Orientação geral para o cultivo de cana-de-açúcar (1a parte). Nos estados: Rio de Janeiro, Minas Gerais; Espírito Santo". *Brasil Açucareiro*, XCII (2): 29-37. Brasil.
- Pérez, Daniela; Fandos, C.; Scandaliaris, J.; Mazzone, L.; Soria, F. y Scandaliaris, P. (2007). "Estado actual y evolución de la productividad del cultivo de caña de azúcar en Tucumán y el noroeste argentino en el período 1990-2007". Publicación Especial, N°

34. Tucumán. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.

- Pérez López, Jorge (1991). *The Economics of Cuban Sugar*. University of Pittsburgh Press. [En línea] <https://books.google.com.ar/books?id=f-MxZ49JYVYC&pg=PA65&lpg=PA65&dq=claa+1400+libertadora&source=bl&ots=R0HO6QSdHZ&sig=hEly7WomIV2liptyr4ZYl7r7s5Q&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiXtMGU64rTAhVLhpAKHTFQAnMQ6AEIGDAA#v=onepage&q=claa%201400%20libertadora&f=false> [Consulta: 4 de abril de 2017].
- Pérez Zamora, Federico; Romero, E.; Martín, L.; Olea, I. y Scandaliaris, J. (1991). “Características del parque de maquinarias en el cultivo de caña de azúcar en Tucumán”. *Avance Agroindustrial*, 12 (46): 15-18. Tucumán.
- Peyrachia, Hugo (2016, mayo 3). “Hacedores de Leones: El Taller de Santiago Rosso”. Diario *Nuevo Día*. [En línea] <http://www.nuevodialeones.com/hacedores-de-leones-el-taller-de-santiago-rosso/> [Consulta: 12 de marzo de 2018].
- Pinch, T. y Bijker, W. (2013). “La construcción social de hechos y de artefactos: O acerca de como la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente”. En *Actos actores y artefactos. Sociología de la tecnología* (pp. 19-63). Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Piñeiro, Martín y Obschatko, Edith (1985). *Política tecnológica y seguridad alimentaria en América Latina*. Instituto de Estudios Peruanos. [En línea] <http://lanic.utexas.edu/project/laoap/iep/ddt008.pdf> [Consulta: 15 de marzo de 2019].
- Pollitt, Brian (1982). “The transition to socialist agriculture in Cuba: Some salient features”. *Bulletin Institute of Development Studies* (Sussex), 13 (4): 13-22. [En línea] [https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/123456789/10675/IDSB\\_13\\_4\\_10.1111-j.1759-5436.1982.mp13004003.x.pdf?sequence=1](https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/123456789/10675/IDSB_13_4_10.1111-j.1759-5436.1982.mp13004003.x.pdf?sequence=1) [Consulta: 4 de julio de 2017].
- Pollitt, Brian (2005). “The technical transformation of Cuba’s sugar agroindustry”. En *Reinventing the Cuban Sugar Agroindustry* (pp. 45-68). Lexington Books. [En línea] <https://books.google.com.ar/books?id=reSXX-8OMVwC&pg=PA49&lpg=PA49&dq=Massey+Ferguson+MF+201&source=bl&ots=sDkijZ>



HEvGt&sig=m6vW8bgjec2ldsem9sawXSNUbZI&hl=es&sa=X &ved=0ahUKEwj8rpiSn5jUAhXFcpAKHaa3BGI4ChDo-AQhMMAY#v=onepage&q=Massey%20Ferguson%20MF%20201&f=false [Consulta: 30 de mayo de 2017].

- Ponce, José (1981). “10 años de evolución. La cosecha de caña de azúcar”. *Desarrollo rural para Tucumán*, 1 (2): 8-10. Tucumán.
- Ponce, José y Haro, Mario (1979). *Incidencias económicas de la mecanización en la cosecha de la caña de azúcar*. Tucumán: Estación Experimental Regional Agropecuaria - INTA Famaillá.
- Ponce, José; Mijalchik, T.; Díaz, S.; Maccio, J.; Dadda, F.; Berman, H. y Romero, L. (1987). *Un marco de referencia para el desarrollo integral de un área cañera de la provincia de Tucumán*. Tucumán: Estación Experimental Agropecuaria Famaillá.
- Potes, Alberto (1990). “Diseño de un machete ergonómico para el corte de la caña de azúcar y su experimentación en central Castilla”. En *Memorias del III Congreso de la Sociedad Colombiaría de Técnicos de la Caña de Azúcar y I Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de America Latina: y el Caribe – ATALAC* (pp. 515-522). [En línea] [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiL\\_4a3xZz8AhXLRJUCHUBsAo0QFnoECBwQAQ&url=https%3A%2F%2Frepository.agrosavia.co%2Fbitstream%2Fhandle%2F20.500.12324%2F34985%2F51463.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw331U7gtLUIONd1vc9uXb4E](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiL_4a3xZz8AhXLRJUCHUBsAo0QFnoECBwQAQ&url=https%3A%2F%2Frepository.agrosavia.co%2Fbitstream%2Fhandle%2F20.500.12324%2F34985%2F51463.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw331U7gtLUIONd1vc9uXb4E) [Consulta: 29 de diciembre de 2022].
- Price, R. y Blyth, K. (1968). “A consideration of chopper and wholestalk mechanical harvest in Australia”. En *Proceedings. International Society of Sugar Cane Technologists* (pp. 1513-1521). [En línea] <https://issct.org/wp-content/uploads/proceedings/1968/1968%20Price%20A%20Consideration%20of%20Chopper%20and%20Wholestalk%20Mechani.pdf> [Consulta: 26 de diciembre de 2022].
- Procaña 95 (1992). “Zafra 1992. Economía de la cosecha”. Boletín de divulgación N° 1, p. 4. Tucumán: INTA y EEAOC.
- Programa Social Agropecuario (1997). “Cosecha y transporte”. *Pequeños Productores de Tucumán*, 1: 14-15. Tucumán.

- Proicsa (2013). *Características productivas de los pequeños productores de caña de azúcar de la Provincia de Tucumán*. Buenos Aires: Proicsa.
- Pucci, Roberto (2007). *Historia de la destrucción de una provincia*. Tucumán 1966. Buenos Aires: Ediciones del Pago Chico.
- Quintanilla, Miguel (1998). “Técnica y cultura”. *Teorema. Revista Internacional de Filosofía*, XVII (3): 49-69. España.
- Quintanilla Navarro, Ignacio (2006). “El cambio tecnológico: Cuatro apuntes desde la Filosofía”. *Revista Empresa y Humanismo*, IX (1): 141-164. España.
- Raccanello, Mario (2010). “Del Pampa a Pauny: El intenso medio siglo de la industria del tractor (1952-2002)”. *XXII Jornadas de Historia Económica*, Río Cuarto.
- Ragin, C. (2007). *La construcción de la investigación social. Introducción a los métodos y su diversidad*. Bogotá: Siglo del Hombre Editores.
- Ramírez Sánchez, Sandra (2007). “Metáforas tecnológicas y emergencia de identidades”. *Revista CTS - UNAM*, 3 (9): 33-52. [En línea] <http://www.revistacts.net/contenido/numero-9/metaforas-tecnologicas-y-emergencia-de-identidades/> [Consulta: 30 de octubre de 2017].
- Ramón, José (2004). *La epistemología de Khun, Lakatos y Feyerabend: Un análisis comparado*. Universidad nacional de la Patagonia. [En línea] <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjnl4WYjZr8AhVnt-JUCHWzeA-4QFnoECBwQAQ&url=https%3A%2F%2Ffiladd.com%2Fdoc%2Framon-jose-m-la-epistemologia-de-khun-lakatos-y&usq=AOvVaw3RJm8RribAoaRVaSjiLV4m> [Consulta: 27 de diciembre de 2022].
- Redes (1996). “La innovación tecnológica: Definiciones y elementos de base”. *Redes*, 3 (6): 131-175. Buenos Aires.
- Reid, H. (1955). “Empleo de cadenas en la recolección de caña de azúcar”. *El Mundo Azucarero*, 43 (5): 17-19. Nueva York.
- Ridge, Ross y Norris, Chris (2000). “Harvesting and transport”. En *Manual of canegrowing* (pp. 352-367). [En línea] <https://elibrary.sugarresearch.com.au/bitstream/handle/11079/15541/Chapter%2016%20Harvesting%20and%20Transport.pdf?sequence=36&isAllowed=y> [Consulta: 24 de octubre de 2017].

- Riera, S. (1999). "Prólogo". En *Introducción a la historia de las técnicas* (pp. 7-26). Barcelona: Crítica-Marcombo.
- Ríos, Arcadio (2014). *La agricultura en Cuba*. La Habana: Infoiima.
- Ripoli, Tomaz; Righi, José y Pexe, Carlos (1975). "Estudo comparativo entre três métodos de corte de cana de açúcar". *Anais do III seminário Copersucar da agroindústria açucareira*, 335-334. Brasil.
- Ripoli, Tomaz y Romanelli, Thiago (2010). "Mecanización del cultivo de la caña de azúcar". *Revista Agrotécnica*, 5: 82-85. España.
- Ripoli, Tomaz y Segalla Lazzarini, Antonio (1981). "O «push-rake» chega ao Brasil". *Brasil Açucareiro*, XCVII (1): 34-40. Brasil.
- Rocha, Fernanda (2007). *Análise dos fatores de risco do corte manual e mecanizado da cana-de-açúcar no Brasil segundo o referencial da Promoção da Saúde*. Tesis doctoral. Universidade de São Paulo. [En línea] <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/83/83131/tde-07012008-103708/publico/FERNANDALUDMILLAROSSI-ROCHA.pdf> [Consulta: 15 de marzo de 2018].
- Rocha, Rigel (2014). "Enfoque sociotécnico, hidrosocial y sacionatural". *Red andina de postgrados en gestión integrada de los recursos hídricos* (Paraguas). [En línea] [https://www.researchgate.net/publication/331196101\\_Enfoque\\_sociotecnico\\_hidrosocial\\_socionatural](https://www.researchgate.net/publication/331196101_Enfoque_sociotecnico_hidrosocial_socionatural) [Consulta: 30 de octubre de 2017].
- Rodríguez Duhalt, Luis (2006). "El comercio internacional azucarero. Presente y futuro de la caña: El caso de América". *XIV International Economic History Congress*, Helsinki. [En línea] <https://silo.tips/downloadFile/consecuentemente-los-esfuerzos-estabilizadores-a-nivel-mundial-con-el-convenio-i> [Consulta: 27 de diciembre de 2022].
- Rodríguez, Leonardo y Rodríguez, Paula (2013). "Complejidad de la innovación. Aspectos políticos y epistemológicos de la construcción de la novedad". *Información y Cooperación. Cuaderno Institucional*, 4 (2): 15-38. Venezuela.
- Romero, Eduardo; Digonzelli, Patricia y Scandalariis, Jorge (eds.) (2009). *Manual del cañero*. Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes.
- Romero, Eduardo; Leggio Neme, M.; Digonzelli, P.; Giardina, J.; Sanchez Ducca, A.; Fernández de Ullivarri, J.; Casen, S. y Tonatto,

- J. (2015). “La planta de caña de azúcar”. En *Guía técnica del cañero* (pp. 12-48). Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes.
- Romero, Eduardo; Pérez Zamora, F.; Olea, I.; Martín, L. y Scandaliaris, J. (1988). “Las pérdidas de azúcar por la cosecha y el transporte de la caña”. *Gacetilla Agroindustrial*, N° 16. Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes.
- Romero, Eduardo; Pérez Zamora, F.; Olea, I.; Scandaliaris, J. y Martín, L. (1993). “Evaluación de nuevas cosechadoras integrales”. *Avance Agroindustrial*, 13 (52): 24-28. Tucumán.
- Romero Wimer, Fernando (2010). “«Los fierros vienen marchando» ¿de dónde vienen?”. *Maquinaria agrícola y capital extranjero en el agro pampeano, 1976-2008. Documentos del CIEA*, 5: 91-117. Buenos Aires.
- Rosenberg, Nathan (1994). “Incertidumbre y cambio tecnológico”. *Revista de Historia Industrial*, 6: 11-30. España.
- Rosenberg, Nathan (2006). “Quão exógena é a ciência?” *Revista Brasileira de Inovação*, 5 (2): 215-271. [En línea] <https://doi.org/10.20396/rbi.v5i2.8648930> [Consulta: 17 de diciembre de 2020].
- Rosenzvaig, Eduardo (ed.) (1997). *La cepa. Arqueología de una cultura azucarera: Vol. Tomo segundo* (Universidad Nacional de Tucumán). Buenos Aires: Letra Buena.
- Rosenzvaig, Eduardo (ed.) (1999). *La cepa. Arqueología de una cultura azucarera: Vol. Tomo tercero* (Universidad Nacional de Tucumán). Buenos Aires: Letra Buena.
- Rumin, Cassiano; Navarro, V. y Periotto, N. (2008). “Trabalho e saúde no agrobusiness paulista: estudo com colhedores manuais de cana-de-açúcar da região oeste do Estado de São Paulo”. *Cader nos de Psicologia Social do Trabalho*, 11 (2): 193-207. Brasil.
- Sábato, Jorge (1975). “Empresas y fábricas de tecnología”. En *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-Tecnología-Desarrollo-Dependencia* (pp. 208-229). Buenos Aires: Paidós.
- Sabatté, Enrique; Fernandez Villegas, Juan y Rocha, Luis (1967). “Evaluación de la gestión empresaria de los ingenios”. En *Plan preliminar para el desarrollo de la provincia de Tucumán. Elementos*

- para su estructuración: Vol. II. Anexos* (pp. 128-157). Buenos Aires: Italconsult Argentina.
- Salassi, Michael y Champagne, Loni (1996). "Estimated costs of soldier and combine sugarcane harvesting systems in Louisiana". *Research Report* N° 703. Department of Agricultural Economics and Agribusiness. EE.UU.: Louisiana State University.
- Saldaña, Juan (2013). "La historiografía de la tecnología en América Latina: Contribución al estudio de su historia intelectual". *Quipu, Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología*, 15 (1): 7-26. México.
- Sandoval, Domingo (1978). "Informe final de mecanización". En *Incidencias económicas de la mecanización en la cosecha de la caña de azúcar* (pp. 49-63). Tucumán: Estación Experimental Regional Agropecuaria - INTA Famaillá.
- Sandoval, Domingo (2018, mayo 19). "Eficiencia en los sistemas de cosecha mecanizada de caña de azúcar". Conferencia en el banco Credicoop, San Miguel de Tucumán, Tucumán.
- Sant, Carlos (1992). "Hacia una mayor eficiencia de las máquinas integrales". En *Bases para la reducción de costos en la cosecha y el transporte de la caña de azúcar* (pp. 49-58). Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes.
- Santamaría García, A. (2005). "Tecnología y términos azucareros (siglo XIX)". En J. Cantero, *Los ingenios*. Colección de visitas de los principales ingenios de azúcar de la isla de Cuba. España: Ediciones Doce Calles.
- Santo, L.; Schenk, S.; Chen, H. y Osgood, V. (2000). "Crop profile for sugarcane in Hawaii" (p. 13). Hawaii Agriculture Research Center. [En línea] <https://ipmdata.ipmcenters.org/documents/crop-profiles/HIsugarcane.pdf> [Consulta: 29 de junio de 2017].
- Santos, Guillermo; Garrido, Santiago y Thomas, Hernán (2007). "Las viruelas y los procedimientos sanitarios para combatirla: Cuarentenas, inoculación y variolización". *I Jornadas Nacionales de Historia Social*, La Falda, Córdoba. [En línea] [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.9657/ev.9657.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.9657/ev.9657.pdf) [Consulta: 3 de abril de 2019].
- Santos, Sérgio (2011). *O cultivo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas*:

*Uma análise comparativa dos efeitos da mecanização no estado de São Paulo.* Tesis de maestría. Brasil: Universidade de Brasília.

- Sautu, Ruth (2003). *Todo es teoría. Objetivos y métodos de investigación.* Lumiere. Versión digital. [En línea] [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKE-wixtoj6lZr8AhXBuZUCHe\\_aBzsQFnoECBwQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.trabajosocial.unlp.edu.ar%2Fuploads%2Fdocs%2Ftodo\\_es\\_teoria\\_\\_objetivos\\_y\\_metodos\\_en\\_investigacion\\_\\_sautu\\_ruth.pdf&usg=AOvVaw2gkPwkEV6oanwB7u715rZp](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKE-wixtoj6lZr8AhXBuZUCHe_aBzsQFnoECBwQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.trabajosocial.unlp.edu.ar%2Fuploads%2Fdocs%2Ftodo_es_teoria__objetivos_y_metodos_en_investigacion__sautu_ruth.pdf&usg=AOvVaw2gkPwkEV6oanwB7u715rZp) [Consulta: 27 de diciembre de 2022].
- Sautu, Ruth; Boniolo, P.; Dalle, P. y Elbert, L. (2005). *Manual de metodología. Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos de investigación y elección de la metodología.* Buenos Aires: Clasco.
- Scandaliaris, Jorge (1982). “Avances recientes en la mecanización de la caña de azúcar”. *Avance Agroindustrial*, 3 (10): 15-19. Tucumán.
- Scandaliaris, Jorge (1985). “Ventajas e inconvenientes originados por la mecanización de la cosecha de caña de azúcar”. En *II Reunión técnica nacional de la caña de azúcar* (pp. 71-81). Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes.
- Scandaliaris, Jorge; Alonso, J.; Lazarte, A.; Sánchez Loria, R. y Muro, E. (1986). “Capacidad de producción de caña de azúcar en diferentes diseños de plantación”. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 63 (1): 145-164. Tucumán.
- Scandaliaris, Jorge; González Terán, C.; Olea, I. y Romero, E. (1993). “El retorno de las integrales”. *Avance Agroindustrial*, 13 (52), 3-6. Tucumán.
- Scandaliaris, Jorge y Muro, Enrique (1981). “Aspectos de la eficiencia de cosecha de caña de azúcar”. *Avance Agroindustrial*, 1 (4): 5-9. Tucumán.
- Scandaliaris, Jorge; Olea, I.; Romero, E.; Pérez Zamora, F. y Martín, L. (1992). “Cosecha y transporte de caña de azúcar. Bases para la reducción de costos”. *Gacetilla Agroindustrial*, N° 46. Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes.
- Scandaliaris, Jorge; Perez Zamora, Federico y Martín, Luis (1992). “Costos de la cosecha de caña de azúcar y posibilidades de re-

- ducción”. En *Bases para la reducción de costos en la cosecha y el transporte de la caña de azúcar* (pp. 1-12). Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.
- Scandaliaris, Jorge; Romero, Eduardo y Olea, Ignacio (1988). “Factores que determinan la eficiencia de la cosecha de caña de azúcar”. *Avance Agroindustrial*, 9 (33): 19-24. Tucumán.
- Scandaliaris, Jorge; Romero, E.; Olea, I.; Pérez Zamora, F. y Martín, L. (1988). “Eficiencia de cosecha y transporte de la caña de azúcar”. En *Eficiencia de cosecha y transporte de la caña de azúcar* (pp. 1-32). Tucumán: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.
- Scharinger, João (2018). “Colhedoras”. *Lexicar Brasil*. [En línea] <http://www.lexicarbrasil.com.br> [Consulta: 5 de junio de 2019].
- Schleh, Emilio (1947). *Compilación legal sobre el azúcar. Legislación nacional: Vol. Tomo XI* (Centro Azucarero Argentino). Buenos Aires: Ferrari Hnos.
- Schleh, Emilio (1953). *El azúcar en la Argentina*. Buenos Aires: Cesarini Hnos.
- Schmitz, Andrew y Moss, Charles (2015). “Mechanized Agriculture: Machine Adoption, Farm Size, and Labor Displacement”. *AgBioForum*, 18 (3): 278-296. [En línea] <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/48143/MechanizedAgriculture.pdf?sequence=1> [Consulta: 21 de agosto de 2018].
- Schumpeter, Joseph (2002). *Ciclos económicos: Análisis teórico, histórico y estadístico del sistema capitalista*. Prensas Universitarias. [En línea] <https://books.google.com.ar/books?id=VCe6D2nJgMsC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&cf=false> [30 de octubre de 2017].
- Scribano, Adrián (2008). *El proceso de investigación social cualitativo*. Buenos Aires: Prometeo.
- Secretaría de Estado de Gestión Pública y Planeamiento (2014). “Mapa del área cañera e ingenios de la provincia de Tucumán” -Vector-. [En línea] <http://geosplan.tucuman.gob.ar/wp-content/mapas/LED2014/LED-AreaCaneraIngenios-211014.pdf> [Consulta: 11 de noviembre de 2020].
- Sennett, Richard (2009). *El artesano*. Barcelona: Anagrama.

- Servaes, Jan (2000). “Comunicación para el desarrollo: Tres paradigmas, dos modelos”. *Temas y problemas de comunicación*, 10: 7-28. Facultad de Ciencias Humanas UNRC, Argentina.
- Serres, M. (1995). *Atlas*. Madrid: Cátedra.
- Shikida A., Pery; Junqueira P., C. y Sterchile W., S. (2007). “Mudanças no padrão tecnológico do corte de cana-de-açúcar: Uma análise preliminar do caso paranaense”. *Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR*, 8 (1): 7-32. Brasil. [En línea] <https://revistas.unipar.br/index.php/empresarial/article/view/2671/2035> [Consulta: 27 de diciembre de 2022].
- Silva, Eliane (2013). “Pioneira na cana”. *Globo Rural*. [En línea] <https://www.novacana.com/n/cana/maquina-agricola/desafios-colhedoras-cana-110613> [Consulta: 26 de diciembre de 2022].
- Simondon, Gilbert (2015). “Cultura y técnica”. En *Amar a las máquinas. Cultura y técnica en Gilbert Simondon* (pp. 19-34). Buenos Aires: Prometeo.
- Slutzky, Daniel (2016). “Estructura soioeconómica rural de Tucumán a mediados de la década del ‘60”. *Documentos del CIEA*, 11: 23-68. Buenos Aires.
- Solano Soto, Cristobal; Ponciano, N.; Azevedo, H. de y Souza, M. de (2017). “Factors limiting the implementation of mechanical harvesting of sugarcane in Campos dos Goytacazes, RJ, Brazil”. *Revista Ceres*, 64 (1): 40-46. [En línea] <https://doi.org/10.1590/0034-737X201764010006> [Consulta: 14 de septiembre de 2018].
- Special Committee on Mechanical Harvesting and Handling (1971). “Report of the Special Committee”. *Proceedings of International Society of Sugar Cane Technologists*, 1685-1710. [En línea] <https://issct.org/wp-content/uploads/proceedings/1971/1971%20Report%20of%20the%20special%20committee%20on%20mechanical%20harvesting.pdf> [Consulta: 26 de diciembre de 2022].
- Sugar y Azúcar Yearbook. (1978). “Publicidad de la cosechadora MF 205”. *Sugar y Azúcar Yearbook*, XLVI. Nueva York.
- Taire, Juan (1969). *Azúcar para el monopolio*. Tucumán: Signo.
- The International Sugar Journal (1945). “Mechanical Harvesters Save Louisiana’s Crop”. *The International Sugar Journal*, XLVI I (555).



- [En línea] [http://cybra.lodz.pl/Content/6656/InternSJ\\_v47\\_no555\\_1945.pdf](http://cybra.lodz.pl/Content/6656/InternSJ_v47_no555_1945.pdf) [Consulta: 1 de agosto de 2018].
- The Sugar Journal* (1973). “Publicidad de la cosechadora MF 201”. *The Sugar Journal*, 35 (9). Nueva Orleans, Luisiana.
- Thiyagarajan, R.; Kathirvel, K. & Jayashree, G. (2013). “Ergonomic intervention in sugarcane harvesting knives”. *African Journal of Agricultural Research*, 8 (6): 574-581. [En línea] <https://doi.org/DOI: 10.5897/AJAR12.1949> [Consulta: 15 de marzo de 2018].
- Thomas, Hernán (2010). “Los estudios sociales de la tecnología en América Latina”. *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*, 37: 35-53. Ecuador.
- Thomas, Hernán (2013). “Estructuras cerradas versus procesos dinámicos: Trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico”. En *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología* (pp. 217-262). Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Thomas, Hernán; Fressoli, M. y Lalouf, A. (2013). *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Toledo, Paulo; Yoshii, Regina y Otani, Malimiria (1991). “Avaliação do potencial de colhedoras de cana-de-açúcar no estado de San Pablo”. *Informações Econômicas*, 21 (6): 13-20. [En línea] <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/IE/1991/tec2-0691.pdf> [Consulta: 3 de junio de 2019].
- Torquato, Sérgio; Fronzaglia, Tomaz y Martins, Renata (2008). “Colheita mecanizada e adequação da tecnologia nas regiões produtoras de cana-de-açúcar”. *Congresso da Associação Brasileira de Pesquisa Tecnológica*, Brasília. [En línea] <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/855892> [Consulta: 3 de junio de 2019].
- Torres, Raúl y Ruiz, Orlando (1977). “Aspectos económicos de la cosecha mecanizada”. *La Industria Azucarera*, LXXIV (964): 106-111 y 131-136. Buenos Aires.
- Tort, María y Mendizábal, Nora (1980). “La fuerza de tracción en la agricultura argentina: Maquinaria agrícola y estructura agraria, el caso de las zonas cerealeras pampeanas”. Documento de trabajo N° 8. Buenos Aires: Centro de Estudios e Investigaciones Laborales - Conicet.

- Townsend, Ian (2004). “Bundaberg stops manufacturing sugar cane harvesters”. [En línea] <http://www.abc.net.au/am/content/2004/s1146132.htm> [Consulta: 10 de julio de 2017].
- Unión Cañeros Independientes de Tucumán (ed.) (1956). *Laudo Alvear*. Tucumán: Editorial Salesiana del Norte.
- United States Department of Agriculture - Economic Research Service (2018). “World sugar production, supply, and distribution”. [En línea] <https://www.ers.usda.gov/data-products/sugar-and-sweeteners-yearbook-tables.aspx> [Consulta: 27 de mayo de 2019].
- United States Department of Agriculture - Foreign Agricultural Service (2008). “World Sugar Situation – May 2008 (Tropical Products)”. [En línea] <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/z029p472x/f1881m299/td96k2959/sugar-05-15-2008.pdf> [Consulta: 22 de mayo de 2019].
- Valderrama, Andrés (2001). “De la innovación al uso: Algunas reflexiones en torno de la historiografía de la tecnología y su aplicación en Colombia”. *Revista de Ingeniería*, 14: 19-24. Colombia.
- Valderrama, Andrés (2004). “Teoría y crítica de la construcción social de la tecnología”. *Revista Colombiana de Sociología*, 23: 217-233. Colombia.
- Vallejo, Juan (2018). “Protocolos y resultados preliminares. Proyecto manejo de plantación mecanizada en caña de azúcar”. *CREA - Primeras Jornadas de Actualización Técnica en Caña de Azúcar*. [En línea] [https://drive.google.com/drive/folders/1vNp22EwnI\\_VbgD\]lsot\\_\\_TDxdrNGqddh](https://drive.google.com/drive/folders/1vNp22EwnI_VbgD]lsot__TDxdrNGqddh) [Consulta: 28 de agosto de 2019].
- Valles, Miguel (1999). *Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional*. Madrid: Síntesis.
- Vázquez Alonso, Ángel; Acevedo Díaz, J.; Manassero Mas, A. y Acevedo Romero, P. (2001). “Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia”. *Argumentos de razón técnica*, 4: 135-176. España.
- Vegara Carrió, Josep (1994). “Cambio tecnológico, análisis económico e historia. La aportación de Nathan Rosenberg”. *Revista de Historia Industrial*, 5: 11-38. España.
- Veiga Filho, Alceu (1998a). “Experiências históricas internacionais de mecanização do corte da cana-de-açúcar”. *Informações Econômicas*, 28

- (7). [En línea] <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ie/1998/tec2-0798.pdf> [Consulta: 19 de junio de 2017].
- Veiga Filho, Alceu (1998b). *Mecanização da colheita da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo: Uma fronteira de modernização da lavoura*. Tesis doctoral. San Pablo: Universidade Estadual de Campinas.
- Veiga Filho, Alceu (2002). “Origens da introdução da colhedora mecânica de cana em São Paulo: Alguns indícios históricos”. Secretaria de Agricultura e Abastecimento - Instituto de Economia Agrícola (IEA). [En línea] <http://www.iea.sp.gov.br/out//LerTexto.php?codTexto=109> [Consulta: 4 de enero de 2018].
- Vicini, Ernesto y Vicini, César (2010). *Mecanización del cultivo de caña de azúcar. Una mirada desde 1949 al 2050*. Córdoba: INTA.
- Viveros, C.; Luna, C.; Amaya, A.; Calderón, H. & García, L. (1999). “Corte manual verde limpio de caña de azúcar”. *Carta Trimestral*, 21 (3): 7-9. Cenicafé. Colombia.
- Viviani, F. (2003). *Provincia de Tucumán. Estudio sobre las modificaciones de la estructura del ingreso como consecuencia de cambios en el sistema productivo*. Informe final. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones.
- Weekes, D. (2004). “Harvest Management”. En *Sugarcane*. Second Edition (Glyn James, pp. 160-180). Oxford: Blackwell Publishing. [En línea] <http://base.dnsgb.com.ua/files/book/Agriculture/Cultures/Sugarcane.pdf> [Consulta: 30 de diciembre de 2022].
- Wegener, Malcom; Ou, Y.; Yang, D.; Liu, Q. y Zheng, D. (2013). “Mechanising sugarcane harvesting in China: A review”. *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol*, 28: 186-195. [En línea] <https://issct.org/wp-content/uploads/proceedings/2013/Agricultural-Engineering.pdf> [Consulta: 30 de diciembre de 2022].
- Wegener, Malcom y Yinggang, O. (2015). “Organization and profit-sharing in mechanized sugarcane harvesting: Is Australia’s experience relevant to China?”. *Agric Eng Int: CIGR Journal, Special Issue*, 110-129. [En línea] <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/3165/2054> [Consulta: 24 de octubre de 2017].
- West Baton Rouge Museum (s/f). “A South Louisiana Sugar Plantation Story”. [En línea] <https://artsandculture.google.com/exhibit/YgKi-wAPPIAx7Ig> [Consulta: 17 de marzo de 2018].

- Willcox, O. (1950). "La recolección mecánica de la caña". *La Industria Azucarera*, LV (676): 257-260. Buenos Aires.
- Winner, Landgon (1985). "¿Tienen política los artefactos?" Documentos CTS-OEI. [En línea] <https://www.oei.es/historico/salactsi/winner.htm> [Consulta: 5 de abril de 2019].
- Winner, Landgon (2016). "Decadencia y caída del tecnotriunfalismo". *Redes*, 22 (43): 127-142. Buenos Aires.
- Wolcott, H. (2004). "Mejorar la escritura de la investigación cualitativa". *Investigación y educación en enfermería*, XXII (2): 150-162. [En línea] <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1321689.pdf> [Consulta: 12 de noviembre de 2019].
- Wright Mills, C. (1961). "Sobre artesanía intelectual". En *La imaginación sociológica* (pp. 206-236). México: Fondo de Cultura Económica.
- Zappi, Carlos; Zuchini, O.; Núñez Aguilar, F. y Álvarez de Toledo, J. (1967). "Costo de producción de la caña de azúcar en Tucumán". En *Plan preliminar para el desarrollo de la provincia de Tucumán. Elementos para su estructuración: Vol. II. Anexos* (pp. 41-68). Buenos Aires: Italconsult Argentina.

## Colección Tesis

### Títulos publicados (disponibles en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/553>)

Mediatecas y canales cooperativos a partir de la Ley de Servicios de Comunicación Audiovisual. El caso de Mediateca Colsecor

**Patricia Denise Gualpa**

La politicidad popular entre el fin del ciclo kirchnerista y el inicio del gobierno de Cambiemos: hacia una pragmática de la gubernamentalidad

**María Luz Ruffini**

Lo que fue un paraíso, se tornó un infierno. Experiencias educativas de infancias en un hogar escuela de la ciudad de Córdoba durante la década de 1950

**Mariano Pussetto**

Biología sintética y producción de biocombustibles. Un análisis en el marco de la teoría crítica de la tecnología de Andrew Feenberg

**Ariel Goldraj**

Participación política femenina: escenarios, prácticas e identidades en el radicalismo y el peronismo (Córdoba, 1945-1955)

**Marina Inés Spinetta**

Con la gente adentro. Apuntes para pensar la inclusión social en la producción del hábitat. La experiencia de Bariloche

**Virginia Martínez Coenda**

¿Qué puede un espacio? Sacrificio ambiental y subjetividades disidentes en Ituzaingó Anexo (Córdoba, Argentina)

**Fernando Vanoli**

Reformas políticas en la Córdoba reciente (2001-2008): sus efectos sobre el sistema político-electoral provincial

**Nadia Kohl**

Escuela y niñez: conflictividades cotidianas y relaciones sociales en contextos de pobreza urbana

**Gustavo Enrique Rinaudo**

Las implicancias de la Unión Europea en la política exterior de España (1996-2004): el tratamiento de las migraciones en las relaciones bilaterales con Ecuador

**Silvana E. Santi Pereyra**

La palabra, la política, la vida. *Estética y política* en las trayectorias y producción intelectual de Eduardo Galeano y Francisco Urondo: 1955-1976

**Gabriel Montali**

*“Me voy para estudiar, estudio para volver”*. Un estudio sobre trayectorias educativas con jóvenes de una localidad del interior del sur cordobés: entre la universidad, el pueblo y el trabajo

**Carla Falavigna**

Editoriales literarias en el cambio de siglo: entre el mercado, la autogestión y el disfrute cultural

**Lucía Coppari**

Territorialidad y resistencias campesinas: el conflicto de Los Leones (Mendoza, Argentina)

**Gabriel Liceaga**

Literatura y narcotráfico en Colombia (1994-2011). La construcción discursiva de la violencia en la novela colombiana

**Vanessa Solano Cohen**

Escuela, Estado y sociedad: una etnografía sobre maestras de la Patagonia

**Miriam Abate Daga**

Oficialismo y oposición en gobiernos posneoliberales en el Cono Sur: los casos de Kirchner-Argentina y Tabaré Vázquez-Uruguay

**Iván Tcach**

Prácticas de resistencia de los productores familiares en el agro uruguayo

**Virginia Rossi Rodríguez**

Los lineamientos y estrategias del desarrollo del Banco Interamericano de Desarrollo 1960-2014. Análisis crítico

**Guillermo Jorge Inchauspe**

¿Qué es la escuela secundaria para sus jóvenes? Un estudio sociohermenéutico sobre sentidos situados en disímiles condiciones de vida y escolaridad

**Florencia D'Aloisio**

Estrategias de organización político-gremial de secundarios/as: prácticas políticas y ciudadanía en la escuela

**Gabriela Beatriz Rotondi**

“No era solo una campaña de alfabetización”. Las huellas de la CREAR en Córdoba

**Mariana A. Tosolini**

El turno noche: tensiones y desafíos ante la desigualdad en la escuela secundaria. Estudio etnográfico en una escuela de la provincia de Córdoba

**Adriana Bosio**

El Partido Nuevo de Córdoba. Origen e institucionalización (2003-2011)

**Virginia Tomassini**

La cirugía estética y la normalización de la subjetividad femenina. Un análisis textual

**Marcelo Córdoba**

La extensión rural desde la comunicación. Los extensionistas del Programa ProFeder del INTA en Misiones frente a sus prácticas de comunicación con agricultores

**Francisco Pascual**

Artes de hacer en Encuentros Culturales de la Provincia de Córdoba, 2010- 2013

**Florencia Páez**

Estados locales y alteridades indígenas: sentidos sobre la inclusión habitacional en El Impenetrable

**Cecilia Quevedo**

La integración de la Región Norte de San Juan y la IV Región de Chile (La Serena y Coquimbo)

**Laura Agüero Balmaceda**

Las formas de hacer política en las elecciones municipales 2007 de Villa del Rosario

**Edgardo Julio Rivarola**

Análisis de una estrategia didáctica y de los entornos digitales utilizados en la modalidad B-Learning

**Liliana Mirna González**

Enseñar Tecnología con TIC: Saberes y formación docente

**María Eugenia Danieli**

De vida o muerte. Patriarcado, heteronormatividad y el discurso de la vida del activismo “Pro-Vida” en la Argentina

**José Manuel Morán Faúndes**

Lógica del riesgo y patrón de desarrollo sustentable en América Latina. Políticas de gestión ambientalmente adecuada de residuos peligrosos en la ciudad de Córdoba (1991-2011)

**Jorge Gabriel Foa Torres**

El neoliberalismo cordobés. La trayectoria identitaria del peronismo provincial entre 1987 y 2003

**Juan Manuel Reynares**

Marxismo y Derechos Humanos: el planteo clásico y la revisión posmarxista de Claude Lefort

**Matías Cristobo**

El software libre y su difusión en la Argentina. Aproximación desde la sociología de los movimientos sociales

**Agustín Zanotti**

Democracia radical en Habermas y Mouffe: el pensamiento político entre consenso y conflicto

**Julián González**

Radios, música de cuarteto y sectores populares. Análisis de casos. Córdoba 2010-2011

**Enrique Santiago Martínez Luque**

Soberanía popular y derecho. Ontologías del consenso y del conflicto en la construcción de la norma

**Santiago José Polop**

Cambios en los patrones de segregación residencial socioeconómica en la ciudad de Córdoba. Años 1991, 2001 y 2008

**Florencia Molinatti**

Seguridad, violencia y medios. Un estado de la cuestión a partir de la articulación entre comunicación y ciudadanía

**Susana M. Morales**

Reproducción alimentaria-nutricional de las familias de Villa La Tela, Córdoba

**Juliana Huergo**

Witoldo y sus otros yo. Consideraciones acerca del sujeto textual y social en la novelística de Witold Gombrowicz

**Cristian Cardozo**

Género y trabajo: Mujeres en el Poder Judicial

**María Eugenia Gastiazoro**

Luchas, derechos y justicia en clínicas de salud recuperadas

**Lucía Gavernet**

Transformaciones sindicales y pedagógicas en la década del cincuenta. Del ocaso de la AMPC a la emergencia de UEPC

**Gonzalo Gutiérrez**

Estrategias discursivas emergentes y organizaciones intersectoriales. Caso *Ningún Hogar Pobre en Argentina*

**Mariana Jesús Ortecho**

Vacilaciones del género. Construcción de identidades en revistas femeninas

**María Magdalena Uzín**

Literatura / enfermedad. Escrituras sobre sida en América Latina

**Alicia Vaggione**

El bloquismo en San Juan: Presencia y participación en la transición democrática (1980-1985)

**María Mónica Veramendi Pont**



La colectividad coreana y sus modos de incorporación en el contexto de la ciudad de Córdoba. Un estudio de casos realizado en el año 2005

**Carmen Cecilia González**

“Se vamo’ a la de dios”. Migración y trabajo en la reproducción social de familias bolivianas hortícolas en el Alto Valle del Río Negro

**Ana María Ciarallo**

La política migratoria colombiana en el período 2002-2010: el programa Colombia Nos Une (CNU)

**Janneth Karime Clavijo Padilla**

El par conceptual pueblo - multitud en la teoría política de Thomas Hobbes

**Marcela Rosales**

El foro virtual como recurso integrado a estrategias didácticas para el aprendizaje significativo

**María Teresa Garibay**

“Me quiere... mucho, poquito, nada...”. Construcciones socioafectivas entre estudiantes de escuela secundaria

**Guadalupe Molina**

Biocombustibles argentinos: ¿oportunidad o amenaza? La exportación de biocombustibles y sus implicancias políticas, económicas y sociales. El caso argentino

**Mónica Buraschi**

Educación y construcción de ciudadanía. Estudio de caso en una escuela de nivel medio de la ciudad de Córdoba, 2007-2008

**Georgia E. Blanas**