

LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PARA LA POLÍTICA DE CTI

INFORME FINAL

Elaborado entre septiembre de 2018 y febrero de 2019

Tucumán

Este documento compuesto de cuatro tomos fue solicitado al Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI) por parte de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación. Toda la información aquí volcada ha sido coordinada desde el CIECTI y validada por las contrapartes provinciales pertinentes.

EQUIPO DE TRABAJO

Dirección: Fernando Porta (CIECTI) y Gustavo Baruj (CIECTI)

Consultores CIECTI: Pablo Moldovan y Diego Silva Failde

Contraparte provincial: Mariano Garmendia, Roberto Tagashira, Pablo De Las Heras

CONTENIDOS GENERALES

TOMO I: CARACTERIZACIÓN GENERAL Y MAPA PRODUCTIVO

TOMO II: NÚCLEOS PRODUCTIVOS ESTRATÉGICOS: IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO

TOMO III: ECOSISTEMA DE CTI PROVINCIAL: RELEVAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN

TOMO IV: LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PARA LA POLÍTICA DE CTI

INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objetivo realizar un aporte al diseño de una estrategia de política científica y tecnológica en la provincia de Tucumán. El desarrollo planteado no propone una visión de la ciencia y la tecnología aislada, sino que enmarca a la misma como una parte funcional del entramado social y económico. En este sentido, la capacidad analizada se concentra en la potenciación de la estructura productiva provincial y en la generación de respuestas concretas a las problemáticas que la misma presenta. Estas soluciones a la vez constituyen oportunidades para el abordaje de otras dificultades presentes en la provincia con potencial para mejorar las condiciones de vida provinciales.

El trabajo se divide en cuatro tomos. El **Tomo I** presenta una caracterización general del tejido productivo provincial. En el mismo se detalla la estructura económica de Tucumán, haciendo un breve repaso sobre las actividades presentes en la provincia, así como también su impacto en el empleo y el comercio exterior.

El **Tomo II** enfoca su estudio sobre sectores productivos estratégicos definidos a partir de un ejercicio de priorización realizado por las autoridades provinciales. En este caso, el análisis se concentra en cuatro actividades: el complejo sucroalcoquímico, el citrícola, el de energías renovables y el de software y servicios informáticos. El objetivo, es generar una base de información que sirva como insumo para la identificación de lineamientos estratégicos para la política científica y tecnológica de la provincia.

Por su parte, el **Tomo III** describe las principales instituciones científico-tecnológicas presentes en territorio provincial e identifica sus principales campos de acción, capacidades y vinculaciones con el entramado productivo.

Sobre la base de información presentada en los tomos anteriores, se confecciona el **Tomo IV**, donde se resumen las principales problemáticas y desafíos que deben afrontar los complejos productivos analizados y las formas en que las instituciones técnicas pueden aportar soluciones. De esta forma, se realiza una primera aproximación a una potencial agenda de política científica tecnológica que contribuya a superar los principales desafíos presentes en el territorio.

RESUMEN

Tucumán cuenta con destacadas capacidades científico tecnológicas y una importante trama de instituciones que la ubican, por lo general, por encima de la media nacional y con una incidencia relativa mayor a la que presenta su economía en el total nacional. En términos de especialización, aunque la provincia registra capacidades en todas las áreas del conocimiento, se destaca en particular su potencial en el campo de la biotecnología con aplicación en la agroindustria y la microbiología.

En términos productivos, la provincia tiene un perfil de especialización agro-industrial y turístico, si bien existen numerosas empresas en otros rubros. En tal sentido, los principales sectores industriales presentes, con la excepción del automotor, están vinculados al procesamiento de bienes primarios, cuyo cultivo se lleva adelante en la zona. Dentro del segmento de servicios de alto valor agregado, destaca el crecimiento del sector de software en los últimos años.

El **complejo azucarero** es uno de los más relevantes entre las actividades agroindustriales de la provincia. Se trata de una de las producciones más tradicionales de Tucumán, que posee un gran impacto económico y social, y cuenta con una amplia cobertura territorial. Los cambios en los patrones de consumo que afectan al azúcar, así también como algunos importantes desafíos ambientales, ubican a la actividad frente al reto de avanzar hacia algún grado de reconversión que permita un mayor desarrollo de producciones menos vulnerables. El desarrollo y promoción de la denominada **sucroalcoquímica** es uno de los espacios de oportunidades identificados. La fabricación y desarrollo de nuevos insumos y productos para las industrias química, farmacéutica y del plástico, entre otras, podrían aportar a la generación de valor y diversificación de la oferta del complejo.

El **complejo de energías renovables** ganó relevancia en la provincia, particularmente de la mano del potencial energético de la cadena de la caña de azúcar, aunque no sea la única fuente de biomasa disponible. El potencial bioenergético de Tucumán destaca en el total nacional, junto con las provincias del litoral. Si bien una parte del potencial bioenergético es actualmente aprovechado, queda un amplio camino por recorrer. Entre los desafíos principales están la mejora en la eficiencia de los procesos de combustión en usinas y de producción de bioetanol, el aprovechamiento de los Residuos Agrícolas de Cosecha (RAC) y avanzar en la implementación de una solución al problema de la vinaza.

El **complejo cítricola** limonero es el otro gran pilar de la agronidustria tucumana. Se trata de un sector con un fuerte peso en cuanto a superficie plantada, producción industrial, empleo y exportaciones provinciales. La mejora de procesos, la apertura de nuevos mercados, el aumento del valor agregado de la producción (tanto vía exportación primaria como industrial) y el control de las amenazas fitosanitarias presentes emergen como los principales retos.

Finalmente, el **complejo de software y servicios informáticos (SSI)** presentó en las últimas décadas un crecimiento destacado. A pesar de que su relevancia en la estructura económico provincial es aún modesta, su dinámica y perspectivas configuran un escenario promisorio para la actividad. En este caso, más allá de algunos desafíos comunes a otras regiones (formación de recursos humanos, el acceso al financiamiento, etc.), el perfil de especialización agroindustrial de Tucumán refuerza la necesidad de desarrollar una estrategia que permita maximizar las prestaciones a las cadenas productivas tradicionales de la provincia.

CARACTERIZACIÓN GENERAL Y MAPA PRODUCTIVO

Tucumán

TOMO I

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE ESTUDIOS EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (CIECTI)

INTRODUCCIÓN

El presente documento fue elaborado en el marco de un proyecto más amplio, cuyo objetivo consiste en generar una base de información que sirva como insumo para la identificación de lineamientos estratégicos para la política científica y tecnológica de la provincia de Tucumán. El enfoque propuesto asume que el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación no constituyen fines en sí mismo, sino medios de elevada potencia para generar respuestas concretas a los problemas sociales, productivos y ambientales presentes en el territorio. De esta manera, el estudio busca, a priori, identificar aquellas áreas de oportunidad en las que la política científica y tecnológica puede realizar un aporte al mejoramiento de la estructura productiva provincial que redunde a su vez en mejores condiciones de vida para la población.

Este capítulo ofrece, por lo tanto, una aproximación general a la situación de la estructura productiva de la provincia de manera que no debe ser entendido como un estudio acabado y definitivo. Se trata de una revisión general que busca captar las características más destacadas de la estructura productiva provincial e identificar problemáticas que puedan ser atendidas a partir del aporte de la política científica y tecnológica.

La provincia de Tucumán se ubica en la región Noroeste de la Argentina (NOA), cuenta con una superficie de 22.524 km², equivalentes al 0,6% del total nacional. Tiene una densidad poblacional de casi 70 habitantes por km², frente a una media nacional de apenas 15,9 (Indec). Se trata, por tanto, de una provincia *pequeña* en superficie, pero con una densidad poblacional alta respecto del promedio del país.

En términos productivos, la provincia tiene un perfil de especialización agro-industrial y turístico, si bien existen numerosas empresas en otros rubros. En tal sentido, los principales sectores industriales presentes, con la excepción del automotor, están vinculados al procesamiento de bienes primarios, cuyo cultivo se lleva adelante en la zona. Dentro del segmento de servicios de alto valor agregado, destaca el crecimiento del sector de software en los últimos años.

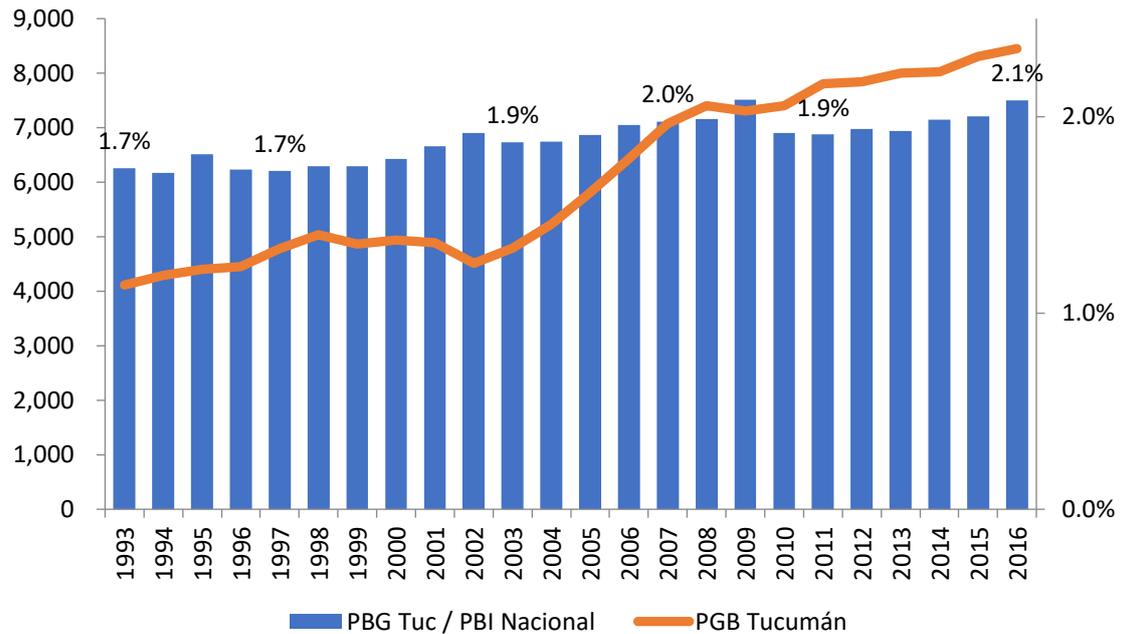
Entre las actividades agroindustriales de la provincia, sobresale la presencia de complejos integrados como el **Sucro-alcoholero** y el **Citrícola**, que abarcan desde la producción primaria a campo hasta productos industriales. En el caso citrícola, desde fruta fresca, jugos concentrados, aceites esenciales y cáscara deshidrata. En el caso del complejo **sucro-alcoholero**, se obtienen productos como azúcar cruda y refinada, melaza, bioteanol, bagazo como materia prima para la producción de papel y cogeneración eléctrica y otros subproductos. En ambos casos sobresale el potencial para la generación de bioenergía, ya sea a partir del procesamiento de los cultivos (como en el caso del etanol) o a partir del aprovechamiento de subproductos de la actividad agroindustrial (bagazo, RAC, etc.).

Son destacables también, otras producciones agrícolas con diferentes niveles de industrialización (frutilla, palta, tabaco) a las que se suman las producciones de arándanos, horatilizas y granos (soja, maíz trigo, poroto, garbanzo), y actividades manufactureras como la textil, calzado, autopartista y metalmecánica.

LA ECONOMÍA PROVINCIAL

El PBG de Tucumán en 2016 (último dato disponible) fue equivalente al 2,1% del PBI Nacional. El peso de la economía de Tucumán en el total de Argentina se ha mantenido casi constante desde 1993 hasta la fecha, en torno al 2% (ver Gráfico 1).

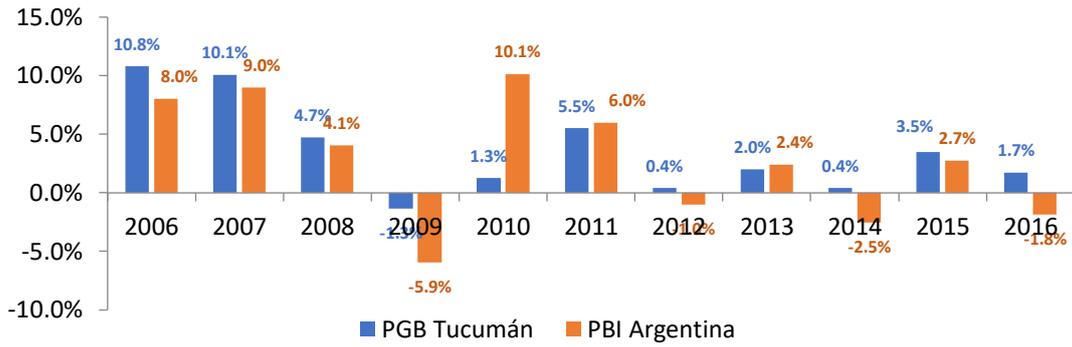
Gráfico 1 - PBG de Tucumán y participación en el PBI Nacional (millones de pesos de 1993).



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del INDEC y Dirección de Estadística de Tucumán.

Históricamente la actividad económica de Tucumán tuvo una dinámica similar a la nacional, manteniendo el mismo ciclo económico. Sin embargo, los últimos años la economía de Tucumán se mantuvo en crecimiento aun cuando a nivel nacional se registraron caídas en el PBI.

Gráfico 2: Tasa de crecimiento de PBI de Argentina y PGB de Tucumán. A precios constantes



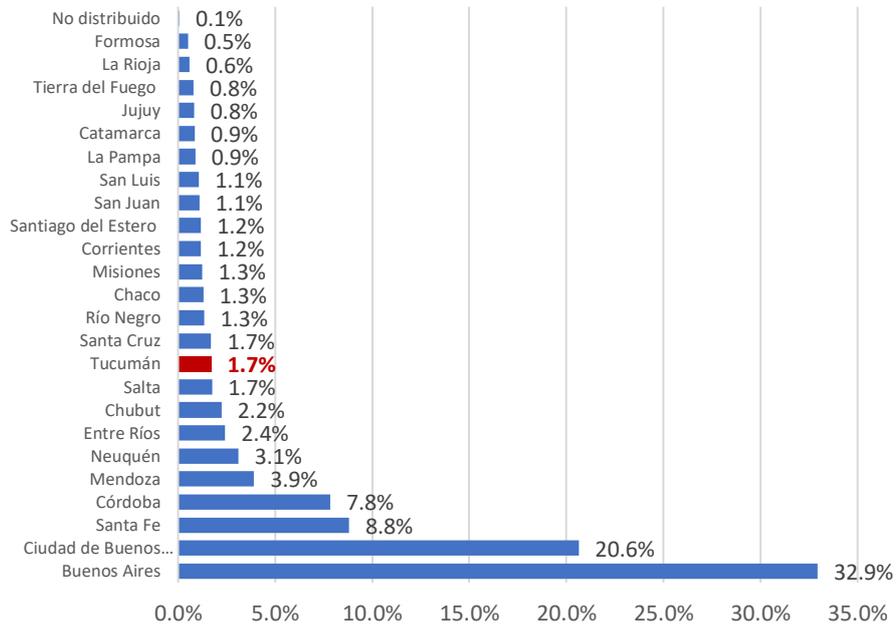
Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del INDEC y Dirección de Estadística de Tucumán.

En cuanto a la comparación con otras provincias, Tucumán es la décima provincia por su participación en el PBI, mientras que por cantidad de empleos es la sexta (datos de 2004). De esta manera, la provincia presenta un valor agregado por trabajador sensiblemente menor a la media nacional. En tal sentido, es importante recordar que Argentina es un país con una muy fuerte concentración territorial de la producción: 5 jurisdicciones (Buenos Aires, Capital Federal, Santa Fe, Córdoba y Mendoza) dan cuenta del 83% del PBI, mientras que las 14 provincias restantes explican apenas el 17%¹.

¹ Sobre este punto ver Oscar Centrángolo <https://alquimiaseconomicas.com/2017/07/10/que-sabemos-sobre-las-estructuras-productivas-regionales/>

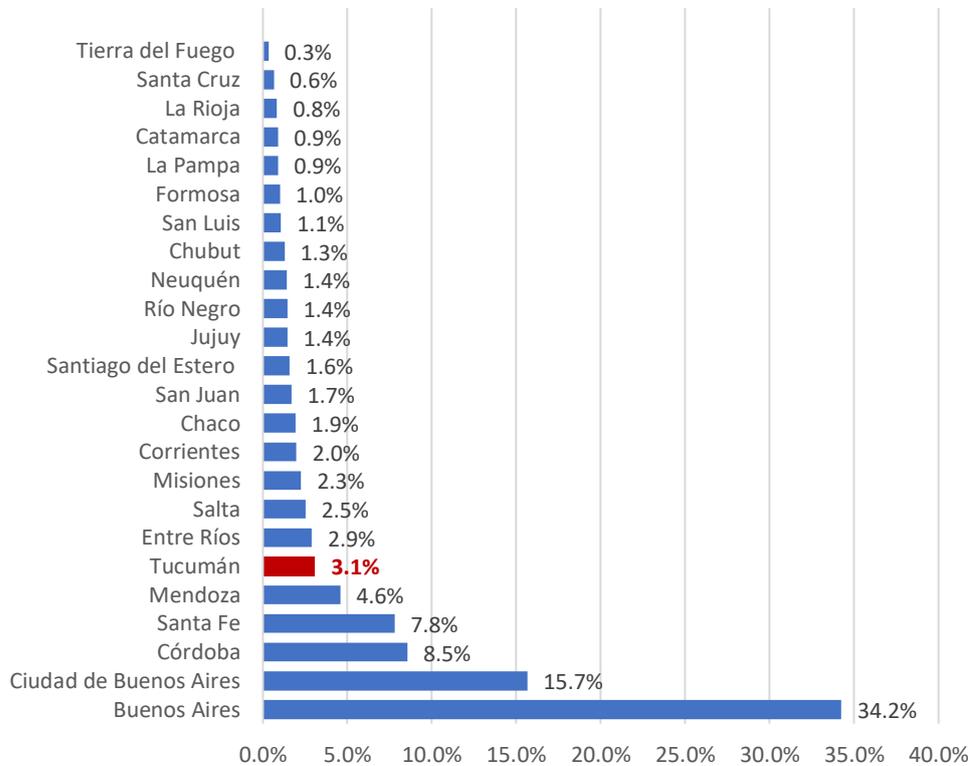
Gráfico 3 - PBG Provincial como porcentaje del PBI Nacional.

VAB a precios básicos, Impuestos Netos de Subsidios y PIB Provincial a p.m.. Datos de 2004.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del INDEC.

Gráfico 4 - Participación en los puestos de trabajo totales.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del INDEC.

En comparación con el PBI per cápita de la Argentina, el PBG per cápita tucumano ronda el 50% del total nacional, rango en el que se ubican la mayor parte de las provincias del norte argentino. Este nivel de producto por habitante se ha mantenido relativamente constante en las últimas dos décadas, oscilando en el 48% y el 55%.

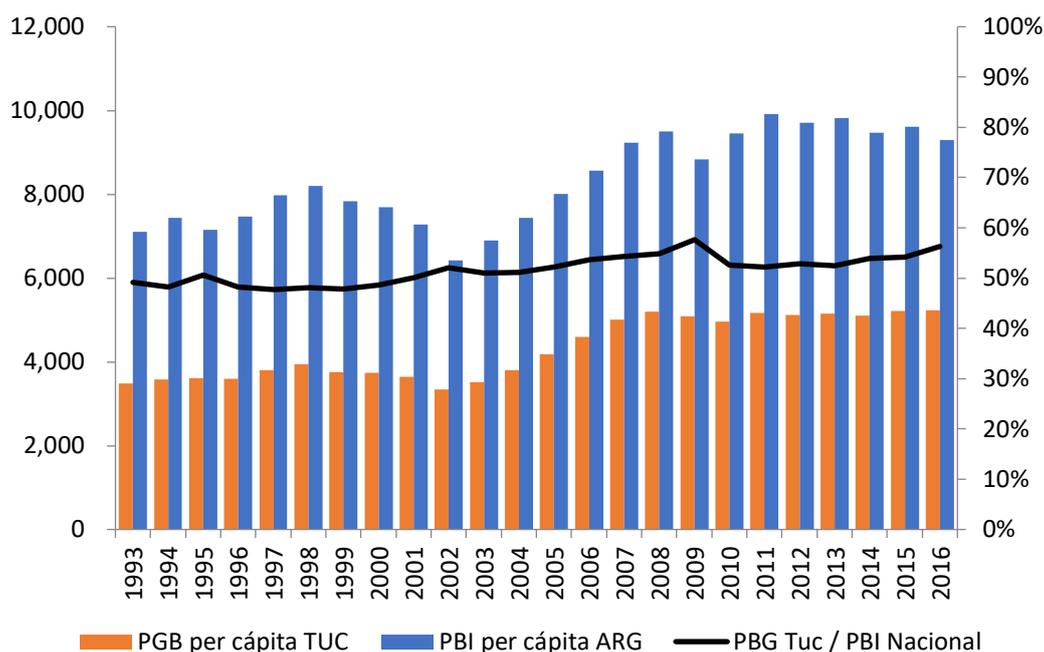
En términos de producto per cápita, se observa un estancamiento en los últimos casi 10 años, observable tanto a nivel provincial como nacional.

Tabla 1 - Ranking de PBG per cápita por provincia. Datos de 2009

JURISDICCION	PBG PER CAPITA COMO % DEL PBI PER CAPITA
SANTA CRUZ	311%
TIERRA DEL FUEGO	272%
CABA	262%
NEUQUEN	232%
CHUBUT	194%
SANTA FE	107%
LA PAMPA	106%
SAN LUIS	102%
TOTAL NACIONAL	100%
CORDOBA	93%
CATAMARCA	91%
MENDOZA	90%
RIO NEGRO	88%
BUENOS AIRES	87%
ENTRE RIOS	77%
LA RIOJA	71%
SAN JUAN	64%
SALTA	58%
SANTIAGO DE ESTERO	54%
JUJUY	50%
CHACO	49%
TUCUMAN	47%
MISIONES	47%
CORRIENTES	46%
FORMOSA	38%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del INDEC.

Gráfico 2 - PBG per cápita de Argentina y Tucumán (En pesos constantes de 1993).

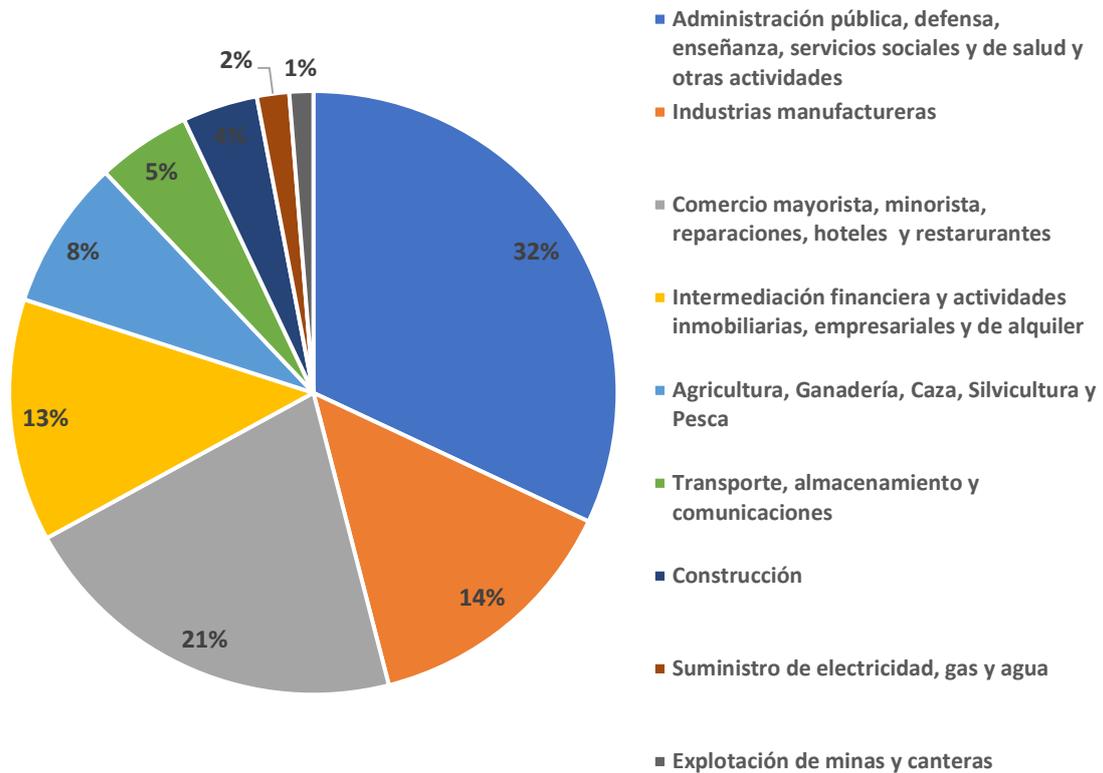


Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del INDEC y Dirección de Estadística de Tucumán.

Principales actividades económicas provinciales

Dentro de la actividad económica de Tucumán destacan 3 rubros, que aglutinan el 67% de la economía de la provincia. En primer lugar, la Administración Pública (donde se incluyen salud, educación, servicios sociales, defensa y seguridad, etc.), que por sí sola da cuenta de un tercio del PBG provincial. Le siguen el sector manufacturero, con cerca de un 20% de participación, junto con Comercio, Hoteles y Restaurantes, con una participación similar. El resto del PBG se distribuye en varios rubros, como puede observarse en el Gráfico 6.

Gráfico 3 - Participación sectorial en el PBG (2016).



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Dirección de Estadística de Tucumán.

En línea con la participación nacional, el sector de mayor importancia relativa es el de servicios, con un 65%, y dentro de éste, la administración pública. A nivel nacional, el peso de la administración pública es menor, cobrando mayor importancia los servicios de intermediación financiera y actividades inmobiliarias. En cuanto a las actividades primarias, la participación relativa en la provincia Tucumán supera a la del promedio nacional mientras que la industria es similar al promedio nacional.

Tabla 2 - Participación Sectorial del PBG de Tucumán comparada con total nacional

	Tucumán			Argentina		
	1993	2004	2012	1993	2004	2012
Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca	7%	12%	7%	5%	6%	4%
Explotación de Minas y Canteras	1%	2%	1%	2%	2%	1%
Industrias Manufactureras	18%	18%	16%	20%	18%	17%
Suministro de Electricidad Gas y Agua	2%	2%	2%	2%	3%	3%
Construcción	4%	3%	5%	6%	6%	6%
Comercio Mayorista, Minorista, Reparac., Hoteles y Restaurantes	15%	16%	22%	18%	16%	18%
Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	9%	9%	6%	7%	10%	13%
Intermediac. Financiera y Activ. Inmobiliarias, Empresariales y de Alquiler	13%	12%	13%	20%	19%	20%
Admin. Pública, Defensa, Enseñanza, Serv. Sociales y Salud, y Otras Actividades	29%	27%	27%	21%	21%	18%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

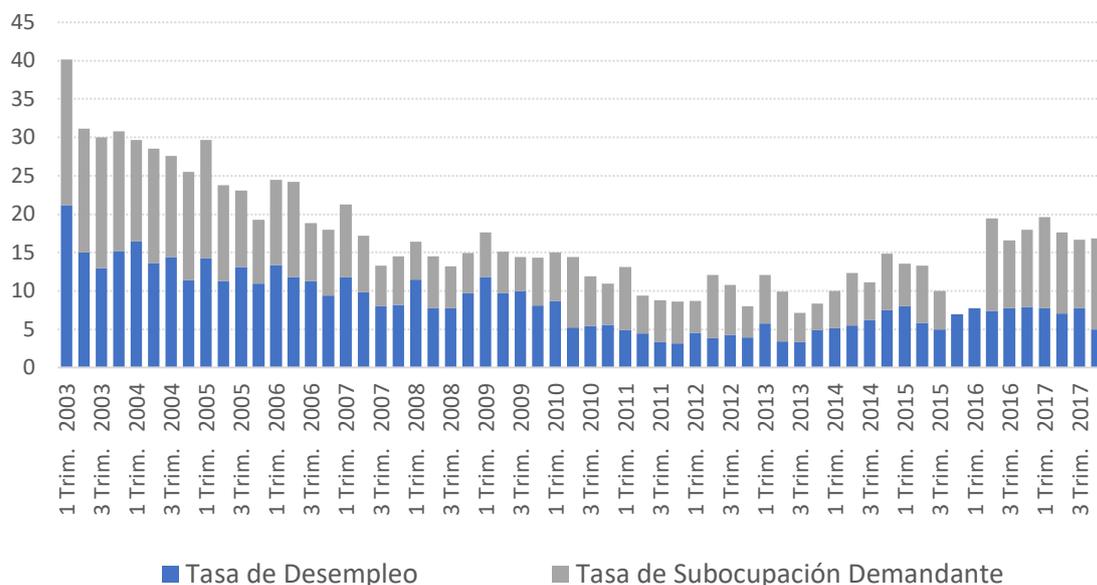
Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del INDEC y Dirección de Estadística de Tucumán.

Análisis de la estructura de empleo por actividades

Tucumán tiene unas 568 mil personas que trabajan o están buscando trabajo (MTEySS, 2018). Al igual que la región del NOA, la provincia presenta un mercado laboral con una menor tasa de desocupación que la nacional aunque con una mayor informalidad de sus asalariados.

En el 2017 el mercado laboral exhibió en Tucumán una tasa de actividad del 43,7%, similar a la de la región NOA, e inferior a la del país (45,9%). En el mismo período la desocupación fue del 6,9%, siendo dicha tasa menor al registro nacional de 8,4%.

Gráfico 4 – Tasa de desocupación y Subocupación en Tucumán. Datos Trimestrales. En porcentaje.

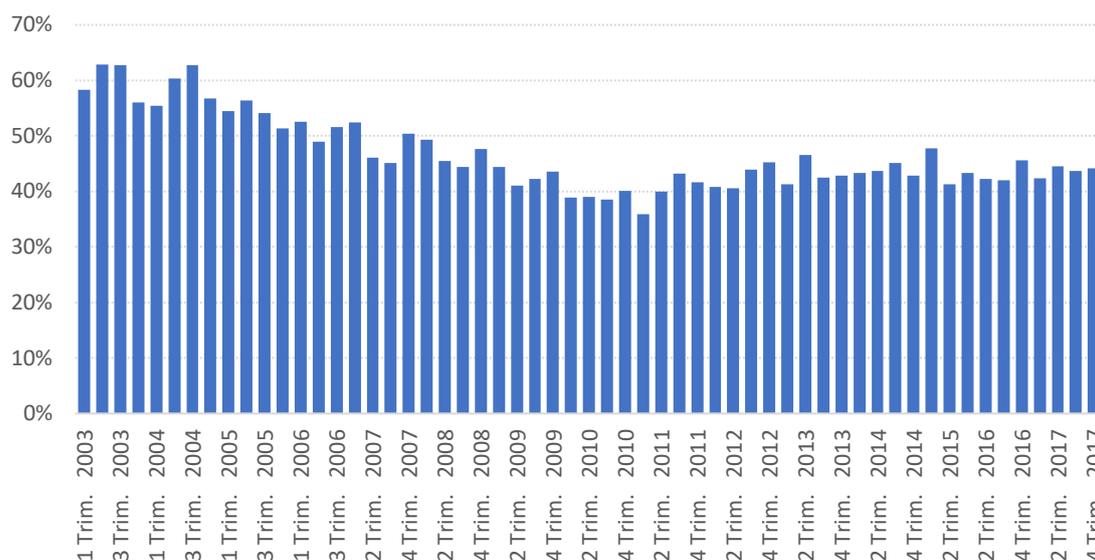


Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Dirección de Estadística de Tucumán (EPH).

Por otra parte, los datos disponibles para 2017 dan cuenta de que un 20% de los trabajadores presenta problemas de empleo. En tal sentido, si bien el mercado de trabajo en Tucumán arroja una tasa de desempleo moderada, del orden del 7% (datos de 2017, EPH), la tasa de subocupación demandante se encuentra en torno a los 11 pp, mientras que la tasa de subocupación no demandante es del 1,7%.

Los ocupados se caracterizan por ser mayoritariamente asalariados (73%), luego le siguen cuentapropistas (19%) y empleadores (5%). En los asalariados, cerca del 45% del empleo tucumano es informal, niveles altos y por encima de la media nacional (33,9%). Los niveles de empleo informal tocaron el máximo a principios del milenio, como consecuencia de la crisis de la convertibilidad. Desde entonces y hasta 2010 se registró una baja pronunciada, pero desde 2010 hasta la fecha se observa un nivel de informalidad estable en torno al 40-50%, con pequeñas oscilaciones estacionales.

Gráfico 5 - Tasa de informalidad de Tucumán. En porcentaje.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Dirección de Estadística de Tucumán (EPH).

El empleo privado en la provincia de Tucumán totalizó 182.400 empleos registrados en 2017 (último año disponible). La composición del mismo se presenta en la Tabla Nro 4. Destacan servicios (40%), comercio (19%), agricultura, ganadería y pesca (17%) e industria (15%).

Tabla 2 - Estructura del empleo privado (2017)

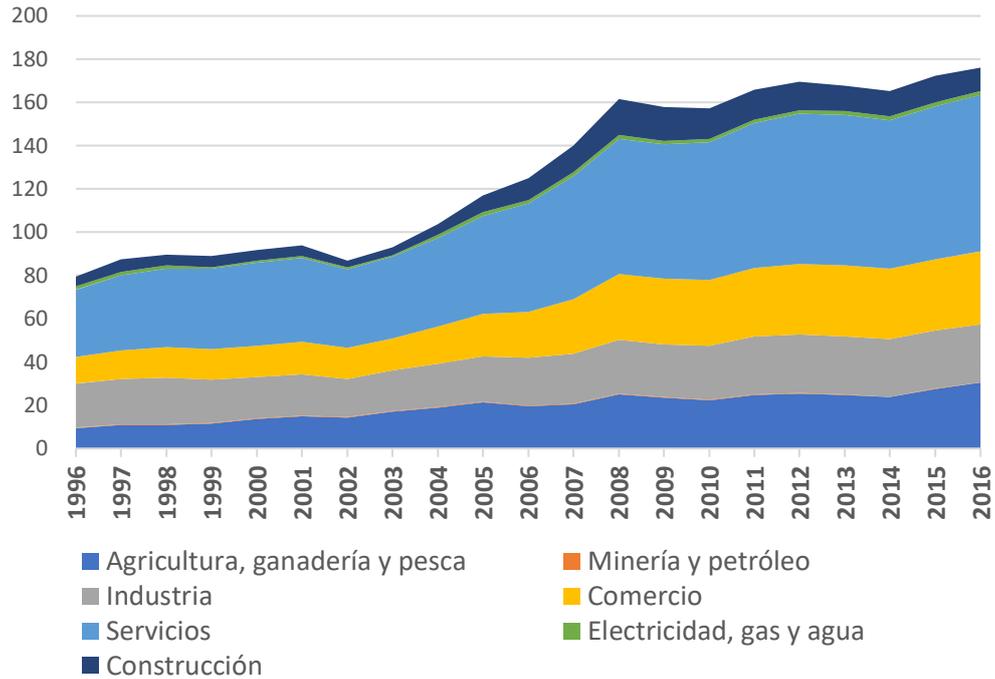
Sector	Empleados (en miles)	Empleados (%)
Agricultura, ganadería y pesca	33,7	18%
Minería y petróleo	0,2	0%
Industria	26,0	14%
Comercio	35,2	19%
Servicios	73,6	40%
Electricidad, gas y agua	1,8	1%
Construcción	11,9	7%
TOTAL Provincial	182,4	100%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial, MTEySS.

En cuanto a la evolución del mercado laboral, en los últimos 20 años la cantidad de empleos registrados se duplicó, si bien la participación de los principales rubros no tuvo cambios destacables (Gráfico 6).

La composición del empleo industrial se estructura en torno a un grupo definido e identificable de complejos productivos. Poco más de la mitad de estos empleos se dan en industrias procesadoras de productos primarios. Si tomamos en cuenta también al sector textil y al químico, estos 3 sectores dan cuenta del 75% del empleo industrial formal. El 25% restante se encuentra dividido en un amplio abanico de industrias, tal como se puede observar en la Tabla 5. Entre dichos sectores se encuentran la industria metalmecánica, automotriz, derivados del caucho y plástico, maquinaria y equipo, papel, muebles y maderas, entre otros.

Gráfico 6 - Empleo registrado del sector privado por sector (miles de empleos).



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial, MTEySS.

Tabla 3 - Composición del empleo manufacturero. En porcentaje

	1998	2002	2.016
Alimentos	54%	54%	56%
Productos textiles	6%	6%	12%
Productos químicos	4%	4%	8%
Otros productos de metal	4%	3%	5%
Otros minerales no metálicos	3%	2%	3%
Automotores	5%	4%	3%
Productos de caucho y plástico	3%	2%	3%
Papel	2%	4%	2%
Maquinaria y equipo	1%	2%	2%
Edición	2%	2%	2%
Metales comunes	0%	1%	1%
Cuero	11%	11%	1%
Muebles	2%	1%	1%
Madera	1%	1%	1%
Aparatos eléctricos	1%	0%	0%
Confecciones	0%	0%	0%
Instrumentos médicos	0%	s.d.	0%
Tabaco	s.d.	s.d.	s.d.
Productos de petróleo	0%	1%	s.d.
Maquinaria de oficina	s.d.	0%	s.d.
Radio y televisión	0%	0%	s.d.
Otros equipo de transporte	s.d.	s.d.	s.d.
Empleo industrial (en miles)	21.265	17.656	26.327

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial, MTEySS.

Caracterización de la estructura empresarial

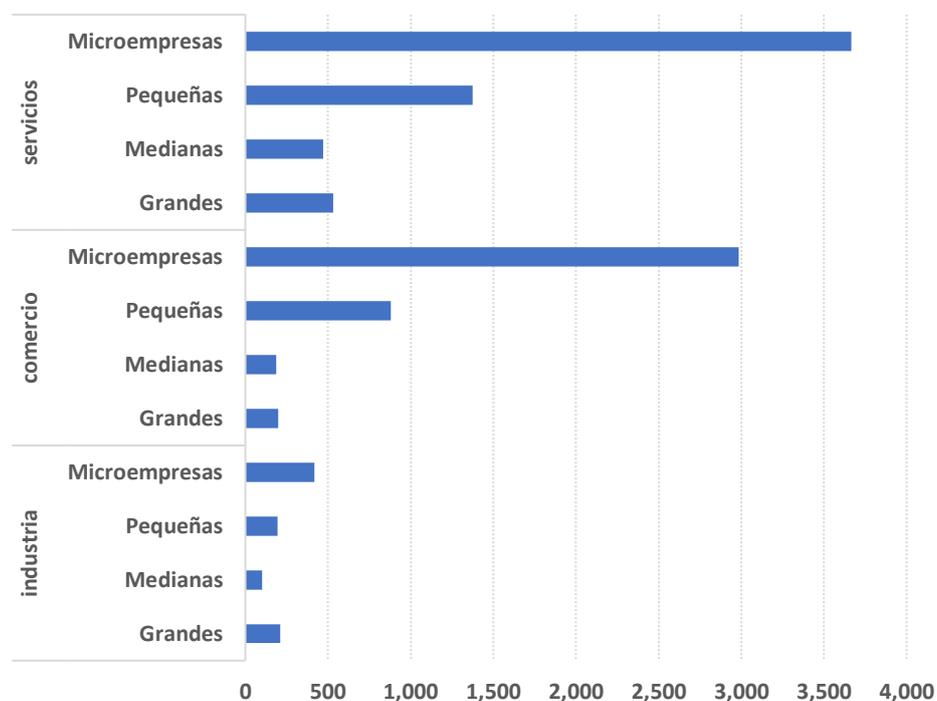
Tucumán cuenta con 13.505 empresas formales, siendo la 7° provincia con mayor cantidad de empresas de Argentina (2016). El número de empresas cada 1.000 habitantes, utilizado como indicador del desarrollo empresarial, es bajo ya que Tucumán solo cuenta con 8 empresas cada 1.000 habitantes. Si bien es levemente superior a provincias del NOA y NEA, está por debajo promedio nacional (14,6) y de las provincias con mayor nivel de desarrollo económico

El 54% de las empresas de Tucumán pertenece al sector de servicios, mientras que el sector de comercio explica el 38% y el sector industrial el 8% restante. Estos valores dan cuenta de una estructura similar al total nacional, pero con menor participación de la actividad manufacturera y mayor peso del comercio.

En el sector industrial destaca la fuerte participación de grandes empresas. Mientras que en Argentina el 8% de las firmas industriales se caracterizan como grandes empresas, en Tucumán este guarismo llega al 23%. En otras palabras, alrededor de 1 de cada 4 empresas industriales

tucumanas son grandes, lo que supone una estructura productiva donde predominan grandes firmas que actúan como ejes articuladores de toda la cadena, con fuerte peso en el complejo correspondiente. Esta dinámica puede observarse, por ejemplo, en los complejos del limón, el azúcar y automotriz, todos ellos caracterizados por una o varias grandes empresas que constituyen el corazón de la actividad.

Gráfico 7 - Cantidad de empresas por sector de actividad y tamaño.



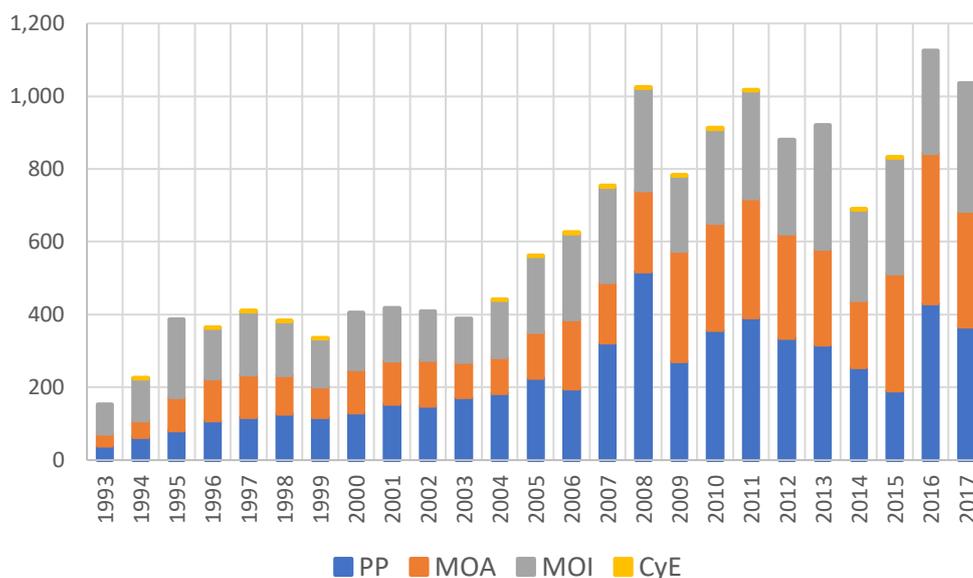
Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Dirección de Estadística de Tucumán.

Principales complejos exportadores provinciales

Las exportaciones de Tucumán alcanzaron U\$S 1.036 millones en 2017, representando del 1,77% del total de exportaciones de país. Las exportaciones se vienen incrementando en forma sostenida desde hace más de 20 años (Gráfico 11). Este crecimiento ha sido acompañado por el gobierno provincial, destacándose el rol del Instituto de Desarrollo Productivo de Tucumán (IDEP), un organismo de referencia en comercio exterior en la provincia. Entre las acciones para promover las exportaciones se encuentra la elaboración de una guía exportable, informes de inteligencia comercial y la organización de participaciones en ferias internacionales.

Al ser analizadas por grandes rubros, se observa que los Productos Primarios, las Manufacturas de Origen Industrial y las Manufacturas de Origen Agropecuario tienen las 3 una participación cercana a un tercio del total.

Gráfico 8 - Exportaciones de Tucumán. En millones de dólares corrientes.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del INDEC.

Las *frutas frescas* son el principal producto de exportación de Tucumán, con una participación en el total provincial del 22% en 2017. Le siguen en *productos químicos y conexos* con el 16%, *material de transporte terrestre* con el 15% y *preparados de hortalizas, legumbres y frutas* (13%). La Tabla 6 presenta un detalle para los últimos 4 años.

Tabla 4 - Principales productos de exportación. En millones de dólares corrientes y en porcentaje.

Rubros	2013	2014	2015	2016*	2017*	2017 en porcentaje
Frutas frescas	224	166	170	285	224	22%
Productos químicos y conexos	150	106	191	153	165	16%
Material de transporte terrestre	147	104	96	99	158	15%
Preparados de hortalizas, legumbres y frutas	113	101	164	152	135	13%
Azúcar, cacao y artículos de confitería	88	40	61	173	95	9%
Cereales	50	44	24	72	75	7%
Residuos y desperdicios de la industria alimenticia	51	36	87	75	72	7%
Resto	32	28	26	24	38,0	4%
Semillas y frutos oleaginosos	23	30	1	37	31	3%
Hortalizas y legumbres sin elaborar	12	14	16	31	29	3%
Máquinas y aparatos, material eléctrico	30	25	22	25	14	1%
TOTAL TUCUMAN	921	693	859	1.126	1.036	100%

*Datos Estimados

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del INDEC.

Actividades con perspectivas promisoras

Dentro de las actividades con perspectivas promisorias destaca la bioenergía, en particular a partir del aprovechamiento de los subproductos y residuos de la cañana de azúcar. El aumento de la eficiencia de las usinas existentes, la utilización del RAC (residuo agrícola de cosecha) y la potencialidad de aumentar la superficie plantada a partir de variedades transgénicas destinadas específicamente a la bioenergía constituyen todas áreas prioritarias de recursos disponible y no plenamente explotados. En este mismo sentido, el avance de la industria azucarera a una cadena sucro-alco-química de creciente valor agregado constituye un proceso de reconversión central para Tucumán, dado el peso de esta actividad. Se trata de un proceso en el que la provincia ha avanzado considerablemente, pero donde aún resta recorrer un largo camino.

Por otra parte, existe una base destacable para la constitución de un polo biotecnológico. Tal como se destaca en el estudio *Estrategia Provincial para el Sector Agroalimentario* del Ministerio de Desarrollo Productivo de Tucumán (2017), existe una amplia base de centros de formación de RRHH vinculadas al tema (UNT, UTN Tucumán, UN Santi Tomás de Aquino, U. San Pablo T, entre otras), así como institutos de investigación (INTA, INTI, CONICET y la EEOAC, entre otras) y empresas de biotecnología (Sygenta, Monstanto, Laboratorios San Pablo, Calsa, Bayer y Bagó) e importantes usuarios de insumos biotecnológicos (citrícolas, ingenios, Arcor). Esta base, constituye una plataforma para potenciales nuevas empresas de base biotecnológica vinculadas a la industria de alimentos y la salud humana y animal. Tal como se refleja en el Análisis del Ecosistema de CTI Provincial, la falta de articulación entre el sector científico y el sector privado, así como algunos problemas de financiamiento constituyen los principales limitantes.

En cuanto a actividades con ventajas de localización, la vitivinicultura (junto con el enoturismo) tienen ya una presencia destacada en la zona del Tafí del Valle y ofrecen un gran potencial para toda la economía de los Valles Calchaquíes. Existen en la actualidad productores con muy buen manejo de la tecnología de cultivo, así como diversas bodegas y hoteles especializados. Sobre la base de las excelentes condiciones agroecológicas existentes, existe un amplio potencial de mejora (en manejo de agua, infraestructura vial y financiamiento, entre otras cosas), con un impacto considerable sobre pequeños productores.

Finalmente, la diversificación de la actividad agroindustrial también es un desafío para la provincia. Existen ya iniciativas con diferentes niveles de penetración vinculadas a la producción de frutillas y de arándanos, así como de legumbres. Al mismo tiempo, la ganadería vacuna porcina y aviar tiene un potencial considerable de crecimiento en la provincia, razón por la cual recientemente fue aprobada por unanimidad una Ley Provincial de promoción de esta actividad. La misma abarca carne vacuna, de pollo, de cerdo, producción de huevos, leche y apicultura, e incluye diversos beneficios, en línea con aumentar el valor agregado de los cultivos de soja y maíz, entre otros, que ya se desarrollan localmente.

NÚCLEOS PRODUCTIVOS ESTRATÉGICOS: IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO

Tucumán

TOMO II

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE ESTUDIOS EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (CIECTI)

CONTENIDOS GENERALES

PRINCIPALES COMPLEJOS PRODUCTIVOS.....	3
COMPLEJO SUCROALCOQUÍMICO	4
COMPLEJO CITRÍCOLA.....	21
COMPLEJO DE ENERGIAS RENOVABLES.....	34
COMPLEJO PRODUCTIVO SOFTWARE Y SERVICIOS INFORMÁTICOS.....	48

PRINCIPALES COMPLEJOS PRODUCTIVOS

Los perfiles productivos de los complejos que se presentan a continuación tienen por objetivo aportar a un diagnóstico de la estructura productiva de la provincia de Tucumán que permita conocer los rasgos más relevantes de las actividades seleccionadas, su estado actual, sus fortalezas y debilidades y sus potencialidades a futuro.

En cada uno de los perfiles se incluye información respecto de las actividades productivas que componen cada complejo, la importancia que tienen dentro de la estructura económica provincial, sus vínculos intersectoriales, y sus características principales en términos de utilización de tecnología. Se busca, en cada caso, alcanzar un diagnóstico acertado respecto a los déficits y oportunidades para el mejoramiento productivo a partir de estrategias de base tecnológicas.

COMPLEJO SUCROALCOQUÍMICO

1. Resumen introductorio

La producción del complejo sucroalcoquímico es una de las más relevantes entre las actividades agroindustriales de Tucumán. Se trata de una de las producciones más tradicionales de la provincia, que posee un gran impacto económico y social, y cuenta con una amplia cobertura territorial.

El complejo involucra a un diverso conjunto de actividades desarrolladas a partir de la caña de azúcar y sus subproductos. Entre las más destacadas sobresalen la fabricación de azúcar cruda y refinada, la melaza, el alcohol, el bioetanol y el bagazo como materia prima para la producción de papel y la cogeneración eléctrica, entre otros varios subproductos. El complejo engloba no sólo a la fase primaria y un gran número de actividades industriales conexas aguas abajo, sino también un amplio conjunto de proveedores de materiales, insumos, bienes de capital y servicios.

En la provincia, así como en todo el país, la producción primaria de azúcar proviene exclusivamente del cultivo de la caña de azúcar. Tucumán es la principal productora nacional de azúcar (67% de la producción nacional), albergando 15 de los 23 ingenios registrados en el país. La producción se orienta principalmente a abastecer el mercado interno, exportándose los saldos excedentes. La industrialización del azúcar conlleva elevados riesgos ambientales, principalmente a partir de la generación de vinaza, cuyo tratamiento es uno de los grandes desafíos que enfrenta la actividad.

Además, desde hace algunos años, el consumo de alimentos con azúcar se encuentra afectado por las tendencias a la alimentación saludable, que recomiendan el reemplazo del azúcar por otro tipo de endulzantes de menor poder calórico. Según el Instituto de Desarrollo Productivo de Tucumán (IDEP), entre 2003 y 2013, la oferta nacional de azúcar redujo su participación en el mercado nacional en 4 puntos porcentuales en manos de otros productos endulzantes. En particular, Argentina presenta niveles de consumo por habitante superiores a la media mundial (entre 40 y 45 kilos por persona al año vs. 23-24 kilos a nivel mundial), que tienden a incrementar los riesgos asociados a la sustitución del azúcar por otros edulcorantes.

Por estos motivos, el complejo afronta el desafío de avanzar hacia algún grado de reconversión que permita un mayor desarrollo de producciones menos vulnerables. En este contexto se encuadran un conjunto de iniciativas y programas provinciales orientados a promover la industrialización y la agregación de valor a la caña de azúcar. El desarrollo y promoción de las bioenergías, es uno de los espacios de oportunidades en el que más se ha avanzado (el análisis del Complejo Energías Renovables cubrirá estos temas). Complementariamente, existen un conjunto de oportunidades menos exploradas en el campo de la bioeconomía, que se vinculan a la fabricación y desarrollo de nuevos insumos y productos para las industrias química, farmacéutica y del plástico, entre otras, que podrían aportar a la generación de valor y diversificación de la oferta del complejo.

Tucumán cuenta con una interesante trayectoria institucional en materia de investigación científica y tecnológica vinculada al complejo y sus problemáticas, que ofrecen sus capacidades para apalancar un proceso de este tipo. La Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes (EEAOC) fue la primera de su tipo en la región y cuenta con un gran trabajo acumulado, en particular vinculado al mejoramiento de variedades y técnicas de manejo de los cultivos que en los últimos años han incorporado nuevos campos de acción. Además, se destaca la presencia de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Famaillá, con un grupo de

investigación especialmente dedicado a la caña de azúcar¹, la red de institutos biotecnológicos del CONICET, los trabajos del INTI y los más recientes desarrollos de la Universidad San Pablo-T con un laboratorio de biotecnología (CIBA) especializado en caña. También cabe destacar el apoyo al sector a través el Programa para Incrementar la Competitividad de la Industria Azucarera (PROICSA) dependiente del Ministerio de Agroindustria de la Nación, un programa con acciones dirigidos a empresas del sector azucarero (ingenios y grandes productores) y a los pequeños productores cañeros.

2. Orígenes y evolución reciente de la actividad

La incorporación de la producción de caña de azúcar en Argentina se remonta a la influencia de los colonos españoles y jesuitas en la ocupación del territorio norte del país. Tucumán fue pionera en este proceso a partir de la instalación del primer trapiche de madera en la localidad de Lules por parte del obispo Colombres en 1821.

La producción provincial se concentró inicialmente en los alrededores de la capital, que además albergaba a los principales ingenios y destilerías de aguardiente. La llegada del ferrocarril en 1876 tendió a fortalecer la especialización de la provincia en la provisión de azúcar. Desde entonces, la expansión de la actividad se acrecentó hasta transformarse en el cultivo predominante, consolidando la provincia su carácter de proveedor de azúcar.

El temprano desarrollo productivo del azúcar implicó para Tucumán la formación de diversos polos de atracción para migrantes y la consolidación de los centros urbanos de la provincia. La economía provincial respondía principalmente a los vaivenes y evolución de los precios del azúcar y sus efectos sobre las áreas cultivadas.

Hacia la década de 1960, las sucesivas crisis de sobreproducción llevaron al establecimiento de un mayor grado de control sobre las cantidades producidas y los precios de comercialización por parte del gobierno nacional.

No obstante, el punto de inflexión se registró en 1966, cuando el gobierno de facto de Juan Carlos Onganía puso en marcha un programa de “racionalización” de la actividad (decreto ley 16.926). El nuevo régimen se propuso la reducción del número de ingenios y terminó por cobrarse la vida de 11 de los 27 establecimientos que por entonces se registraban en el país, con graves efectos también sobre los productores cañeros de la provincia. Las crisis de sobreproducción y los riesgos del monocultivo fueron la excusa para la puesta en marcha de un programa que buscó reducir la producción en la provincia de Tucumán y que contó con el apoyo de un conjunto de empresarios que vieron en el régimen una oportunidad para mejorar su posición relativa. Las medidas generaron trágicas consecuencias para la provincia, ocasionando la pérdida de más de 50 mil puestos de trabajo y la emigración de más de 200 mil tucumanos.

¹ Para mayor información respecto del entramado institucional de ciencia, tecnología e innovación vinculado al complejo ver Tomo III – Ecosistema de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Provincia de Tucumán.

Desde entonces, los gobiernos provinciales y nacionales impulsaron diversas iniciativas en pos de la diversificación de la economía provincial². Así, la producción de caña de azúcar comenzó a perder relevancia entre los cultivos de Tucumán, principalmente a mano de los cítricos.

La política de regulación de la actividad se mantuvo con sus matices hasta los inicios de la década del noventa cuando comenzó a gestarse la liberalización de la actividad. Tras un primer impulso aperturista y desregulador, el proceso de integración con Brasil (uno de los principales productores mundiales) condujo al establecimiento de un régimen especial para tratar el comercio intrazona de azúcar y proteger a los productores locales de las ventajas con que contaban sus pares brasileños. Al igual que en el caso del sector automotriz, el otro gran régimen de excepción que presentó el MERCOSUR, la voluntad de converger al libre intercambio entre los socios fue mutando a lo largo de los años, tornando permanente el esquema de transición³.

Los cambios regulatorios de estos años generaron importantes transformaciones en la estructura empresarial y en la organización de la actividad. En particular se registra un proceso de concentración de la producción primaria, el ingreso de capitales transnacionales al negocio y una mayor integración con los principales demandantes de azúcar (industria alimenticia) y alcohol, que impulsó cierta modernización de los métodos de producción primaria. Como resultante de este proceso, se registró un incremento de la productividad de los cañaverales en la provincia.

Aunque en la actualidad la mayor parte de la producción de caña se destina a la fabricación de azúcar consumida en el mercado interno, una proporción no menor de la producción se dedica a la fabricación de alcohol que es utilizado como insumo industrial o para la fabricación de bioetanol. Según estimaciones de USDA, la incidencia de la producción de azúcar cuyo destino es la fabricación de alcohol se incrementó desde el 14% al 22% del total entre 2013 y 2017.

En 2006 se sancionó en Argentina el Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles (Ley N° 26.093) y en 2006 el Régimen de Promoción de la Producción de Bioetanol (Ley N° 26.334) que establecieron incentivos fiscales para la producción de biocombustibles y un corte obligatorio para los combustibles consumidos en el mercado local hasta el año 2021. En 2009 comenzó el programa de bioetanol, que estableció un corte mínimo de 5% bioetanol en naftas y que fue aumentando hasta alcanzar el 12% en la actualidad. El régimen resultó un importante impulso a la producción de bioetanol en la provincia (ver apartado Bioenergía).

La creciente importancia que asume la fabricación de bioetanol y el potencial de cogeneración de energía eléctrica, hacen que la actividad del complejo se vea crecientemente afectada por la dinámica del sector energético.

² En 1975, el gobierno de Brasil puso en marcha el programa “Pró álcool” orientado a reemplazar el uso de gasolina por alcohol etílico y disminuir la dependencia respecto del petróleo en el contexto de shock de precios internacional. El programa permitió avanzar en el desarrollo de nuevos productos vinculados a la industria química.

³ En el año 1992 se estableció un régimen especial de derechos móviles de importación asociados a la evolución del precio internacional que complementa el arancel ad valorem. Dicho esquema se mantiene hasta la actualidad con algunas modificaciones.

3. El complejo en el contexto provincial

A grandes rasgos el complejo sucroalcoholero puede dividirse en dos fases productivas marcadamente diferentes: (i) la etapa de producción primaria, y (ii) la etapa industrial que combina la primera y segunda industrialización. En el caso de la producción primaria, cabe señalar que la zafra tiene un importante componente estacional, en tanto se realiza entre finales de los meses de mayo y octubre.

En lo que refiere a la etapa de primera industrialización, pueden diferenciarse dos grandes procesos, el primero vinculado a la elaboración de azúcar a partir del procesamiento de la caña y el segundo referido a la destilación de alcohol (Rocha; 2013).

En el caso de la producción de azúcar, la caña es procesada por los trapiches para extraerle el jugo azucarado. Dicho jugo es evaporado y cocinado a altas temperaturas, formando un "masa cocida" que contiene pequeños cristales de azúcar. La masa es posteriormente centrifugada para separar las mieles que serán utilizadas para la fabricación de alcohol de los cristales que conformarán el azúcar crudo. Este último puede ser posteriormente refinado y su principal destino es la industria alimenticia o el consumo directo por parte de las familias (la mayor parte del azúcar se procesa como azúcar blanco, mientras que un remanente se exporta en crudo)⁴.

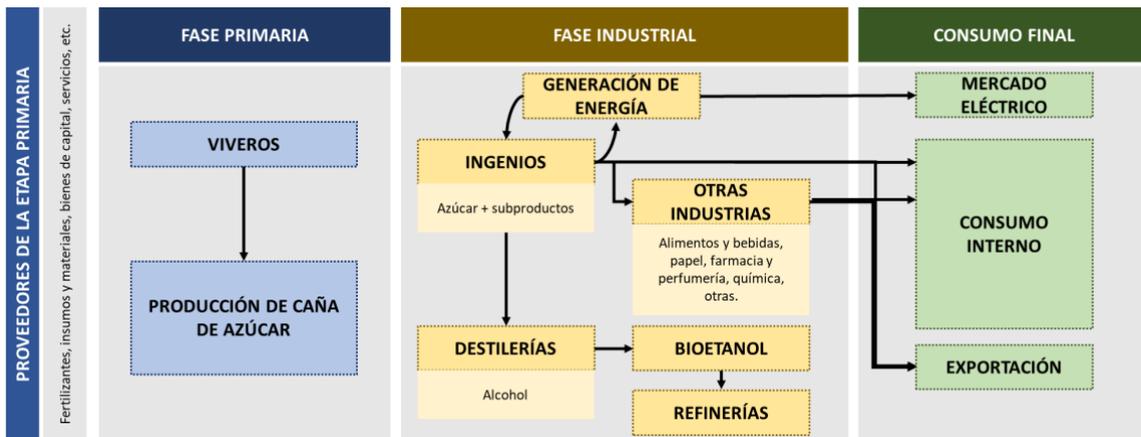
En el caso de la destilación de alcohol, la melaza es el principal insumo utilizado. El proceso se realiza por lo general dentro de las instalaciones de los propios ingenios azucareros. Posteriormente, a partir de un proceso de deshidratación realizado en una planta industrial específica, el alcohol puede transformarse en bioetanol y ser utilizado para su mezcla con combustibles.

El proceso productivo del azúcar y el alcohol genera un conjunto de subproductos y deshechos aprovechables. El principal y más importante es el bagazo que puede ser utilizado para la producción de papel, para su utilización para la generación de energía (biomasa) y como insumo para la producción de fertilizante, lubricantes y ladrillos, entre otros. La destilación de alcohol genera la vinaza (efluente contaminante) para el cual existen proyectos en curso para su aprovechamiento como fertilizante, extracción de potasio y para la generación eléctrica⁵ (Ministerio de Hacienda; 2016).

⁴ Elaborado sobre la base de información de la CAA.

⁵ https://www.clarin.com/rural/tucuman-ingenio-producira-energia-vinaza-bagazo_0_H1zlr0qGf.html

Esquema 1 - Cadena de valor del Complejo Sucrieroalcoquímico



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de Ministerio de Hacienda (2016)

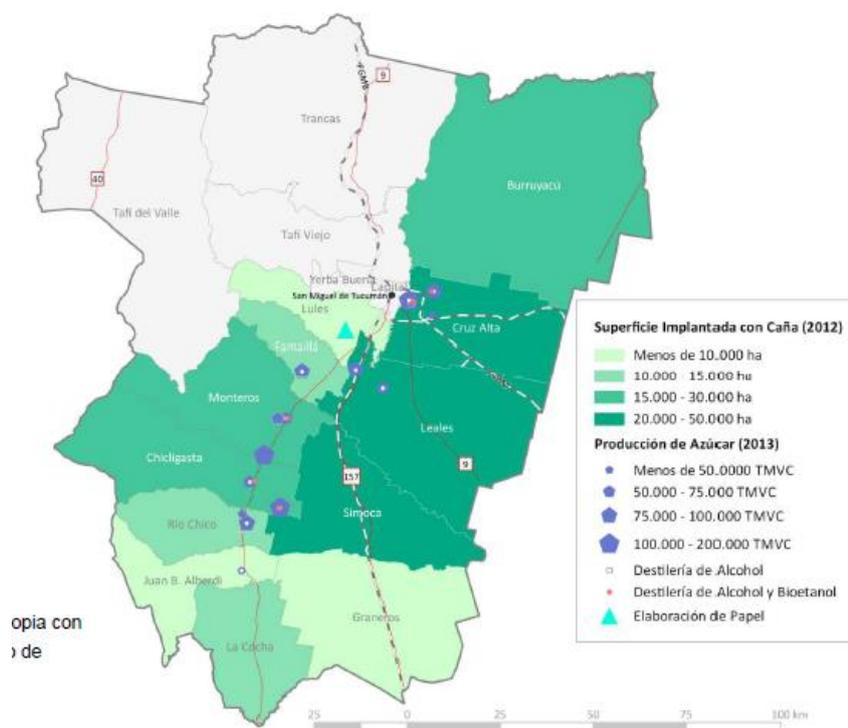
En términos geográficos la producción de caña en la provincia de Tucumán se concentra en los departamentos de Leales, Cruz Alta, Simoca y Burruyacú, en la franja centro - este de la provincia.

El cultivo en la provincia estuvo históricamente caracterizado por la relevancia que asumían los pequeños productores y los desarrollos cooperativos. En la actualidad el 91% de los productores de caña de azúcar poseen explotaciones de menos de 50 ha., ocupando alrededor del 28% de la superficie implantada de la provincia⁶. Estos productores funcionan de forma independiente y negocian su producción con los industriales del azúcar bajo el método de maquila (los ingenios pagan con un porcentaje del azúcar resultante).

Pese a los avances en términos de mecanización, la zafra en Tucumán continúa demandando una gran cantidad de empleo. Se trata de puestos de trabajo que tienen no sólo un carácter fuertemente estacional, sino también una alta incidencia de informalidad.

⁶ En la actualidad son los departamentos de Monteros y Simoca los que concentran la mayor cantidad de pequeños productores.

Mapa 1 - Área cañera e ingenios en la provincia de Tucumán.



Fuente: Ministerio de Hacienda (2016)

Según estimaciones realizadas a partir de imágenes satelitales, Tucumán cuenta con más de 273 mil hectáreas de tierra dedicadas a la producción de caña de azúcar en el año 2018. Las mayores áreas se concentran en los departamentos de Leales, Cruz Alta, Simoca y Burruyucá, que en conjunto concentran más del 63% del área total dedicada a caña de azúcar en la provincia. De estos cuatro, tan sólo Simoca presenta un incremento en la superficie dedicada a la caña respecto de 2017, en tanto los restantes departamentos arrojan caídas (INTA; 2018).

Tabla 1 - Superficie de azúcar a cosechar en la zafra 2018. Provincia de Tucumán.

DEPARTAMENTO	Rendimiento Bajo (ha) <56 t/ha	Rendimiento Medio (ha) entre 57 y 75 t/ha	Rendimiento Alto (ha) >76 t/ha	Total (ha)	Total departamento (%)
Leales	29.110	22.570	3.490	55.170	20%
Cruz Alta	20.100	24.120	3.280	47.500	17%
Simoca	25.770	10.880	4.460	41.110	15%
Burruyacu	15.360	15.130	1.280	31.770	12%
Monteros	13.670	7.300	1.490	22.460	8%
Chicligasta	9.670	5.500	1.760	16.930	6%
Río Chico	8.070	4.840	1.540	14.450	5%
La Cocha	6.030	4.350	570	10.950	4%
Famailla	5.130	4.480	1.060	10.670	4%
Lules	3.650	4.340	520	8.510	3%

J. B. Alberdi	3.650	2.760	860	7.270	3%
Graneros	3.380	1.790	800	5.970	2%
Tafí Viejo	260	150	80	490	0%
Yerba Buena	80	30	0	110	0%
Capital	80	20	0	100	0%
Total por Rendimiento (ha)	144.010	108.260	21.190	273.460	100%
Total por Rendimiento (%)	53%	40%	8%	100%	

Fuente: Fandos y col. (2018)

En los últimos tres años, la producción de caña de azúcar registró un rinde promedio de 58,5 toneladas por hectárea en Tucumán. En la provincia existe una alta variabilidad de rendimientos en los cañaverales incluso a cortas distancias. La EEAOC categoriza el área cosechable por niveles de rendimiento: nivel bajo (<56 t/ha), nivel medio (entre 57 y 75 t/ha) y nivel alto (>76 t/ha). Para el año 2018 el relevamiento satelital desataca que aproximadamente la mitad de la superficie cañera presentará niveles productivos bajos, mientras que en 2016 esa proporción era 40%.

Entre las causas de esta alta variabilidad se destaca la falta de renovación de los cañaverales en los porcentajes necesarios, registrándose una persistente cantidad de lotes de alta edad que tienen limitaciones para lograr altas producciones, producto del envejecimiento natural de las cepas. A su vez, la EEOAC destaca que la situación económica en algunos pequeños y medianos productores impide afrontar adecuadamente algunas de las labores culturales. Esta limitación determina retrasos en el crecimiento por la falta de fertilización o fertilización limitada y también un avance y competencia de las principales malezas que afectan al cultivo de la caña de azúcar. Otro hecho para recalcar es la presencia de la enfermedad denominada roya marrón. Otros informes señalan que la caída en el rendimiento promedio observado en las campañas recientes responde a que el crecimiento del área cultivada se localizó en las zonas este y norte de la provincia, donde las condiciones climáticas y de suelo no favorecen el mejor rendimiento de los cañaverales (DPET; 2015)

Por su parte, los ingenios suelen agruparse en las cercanías de las zonas de producción para un rápido procesado de la caña que evite la pérdida de contenido de sacarosa, aspecto que enfatiza la relevancia de la organización logística del negocio. Tal como se mencionó anteriormente, la provincia aloja a 15 de los 23 ingenios registrados en el país. Los volúmenes y la calidad del azúcar producido por cada uno son heterogéneo. En este sentido, cabe destacar el caso de aquellos ingenios que poseen acuerdos de provisión con la industria manufacturera (alimenticia o química), que son los que han avanzado en un mayor perfeccionamiento de los procesos productivos⁷.

A pesar de la mejora observada en los rendimientos de los ingenios tucumanos en los últimos⁸, la provincia continúa por debajo de los estándares de las otras provincias productoras del

⁷ Las empresas de golosinas y bebidas tienden a establecer los esquemas de regulación para la etapa primaria y el primer procesamiento (exigencias de Buenas Prácticas Agrícolas y Manufactureras).

⁸ Se define rendimiento al rendimiento de la producción azucarera como al cociente entre la producción total medida en TMVC y los kilogramos de caña molida en los ingenios. El rendimiento de los ingenios responde no sólo a la organización del proceso productivo, sino también a la calidad de la materia prima procesada.

norte del país. Mientras que Tucumán presentó un rendimiento fabril de 11,36% en su producción de azúcar de 2016, Salta y Jujuy alcanzaron un registro de 12,38%.

Tabla 2 - Producción y rendimiento de los ingenios de Tucumán. Año 2016.

	PRODUCCIÓN (TMVC)	RENDIMIENTO
Concepción	324,885	12.16%
La Providencia	160,678	11.36%
La Trinidad	148,537	10.81%
Leales	111,622	11.23%
Famailá (La Fronterita)	107,555	12.52%
Bella Vista	83,708	11.17%
La Florida	83,010	10.75%
Santa Rosa	72,926	11.48%
Ñuñorco	68,408	12.06%
Cruz Alta	63,228	9.41%
Santa Bárbara	59,605	12.02%
Marapa	57,133	11.79%
Aguilares	48,047	9.76%
La Corona	45,840	10.34%
San Juan	21,326	11.06%
Total Tucumán	1,456,507	11.36%
TOTAL NACIONAL	2,150,812	11.67%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de Centro Azucarero Argentino (CAA)

A pesar del elevado número de ingenios, los mismos se encuentran mayormente concentrados en un reducido grupo de empresas. Tan sólo 4 firmas concentran más del 58% de la producción provincial. El grupo Grupo Luque, adquirió recientemente el ingenio Concepción, el más grande de la provincia y segundo en importancia del país. A su vez, la empresa multinacional Atanor (Leales y Marapá) supo ser el mayor productor de azúcar del país. El alcohol generado por sus ingenios abastece la fabricación de productos tales como soda cáustica y fertilizantes en las plantas industriales del grupo en otras localidades del país y el exterior (Brasil). Además, la compañía cuenta con acuerdos de provisión de azúcar con la firma Coca-Cola. En el caso de Arcor, la producción del ingenio se utiliza para abastecer su producción de golosinas.

**Tabla 3 - % de la producción y cantidad de ingenios en Tucumán según grupo económico.
Año 2016.**

GRUPO	% DE LA PRODUCCIÓN PROVINCIAL	CANTIDAD DE INGENIO EN LA PROVINCIA
Grupo Atanor	33.89%	3
José Minetti & Cía. Ltda. S.A.C.I.	13.13%	2
Arcor S.A. I.C.	11.03%	1
Azucarera del Sur S.R.L.	10.20%	1
Cía. Azucarera Los Balcanes S.A.	10.04%	2
Las Dulces Norte S.A. Ingenio	5.01%	1
Otros	16.70%	5

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de CAA

En Argentina los ingenios generan parte de sus necesidades energéticas térmicas a partir de bagazo. Cuatro ingenios tienen turbinas de vapor que les permiten generar energía para sus propias necesidades y vender al sistema interconectado. La capacidad total es aproximadamente de 100 MW, al tiempo que otros ingenios tienen planes de inversión.

Tal como se refirió anteriormente, este mismo conjunto de empresas son las que dominan el mercado de alcohol. En la provincia existen 11 destilerías que producen alrededor de 450 mil m³ de alcohol 96°. El alcohol producido en la provincia se destina mayoritariamente a la producción de bioetanol, siendo Tucumán el principal productor de biocombustibles a partir de la caña de azúcar del país.

Las capacidades de producción asociadas a la fabricación de etanol se conocen generalmente como biorefinerías de primera generación. Según el documento de referencia sobre Biorefinerías del Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva 2020, *“se trata de industrias moderadamente intensivas en capital, que utilizan todavía insumos que compiten con la producción de alimentos y en la que el reciclado de desechos tiene todavía un carácter parcial”*. No obstante, la importancia y trayectoria del complejo marcan una oportunidad para avanzar hacia proyectos de biorefinación más ambiciosos.

En la provincia se emplaza la mayor planta deshidratadora de alcohol etílico de caña de azúcar de Argentina. La misma posee una capacidad de 200.000 litros de alcohol etílico anhidro por día (60 millones de litros anuales). Los cupos de mezcla de bioetanol (ya sea proveniente de azúcar como de maíz) y los precios son determinados por la autoridad de aplicación del régimen de promoción y entregados a las empresas productoras de nafta. En 2017, las autoridades nacionales decidieron la reducción del precio pagado por el bioetanol, en vistas de morigerar el impacto que tenía la suba internacional del precio del petróleo en el precio local de las naftas en el contexto de liberalización del mercado. La incertidumbre generada por el cambio de precios se transformó en una amenaza para los productores.

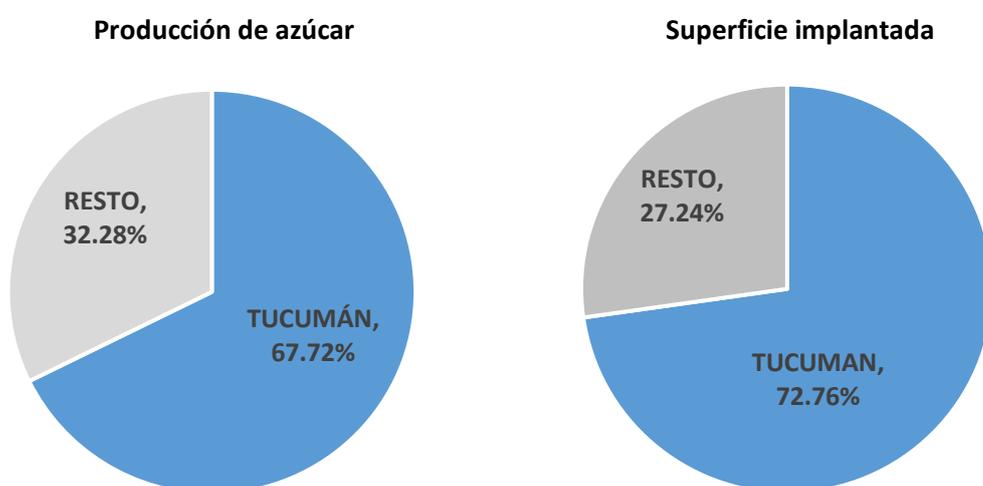
Por su parte, en el departamento de Lules se ubica Papelera Tucumán, que elabora papel a partir del bagazo. Se trata de la principal empresa provincial del sector, que elabora papel y cartón a partir de la combinación de bagazo con fibra de pino y eucalipto (Ministerio de Hacienda; 2016).

4. Información cuantitativa

Según información suministrada por la provincia, la producción de caña de azúcar representa el 40% del componente agropecuario del PBG provincial y el 24,1% del componente manufacturero. Ambas participaciones determinan aproximadamente una incidencia del 7,1% en producto bruto provincial.

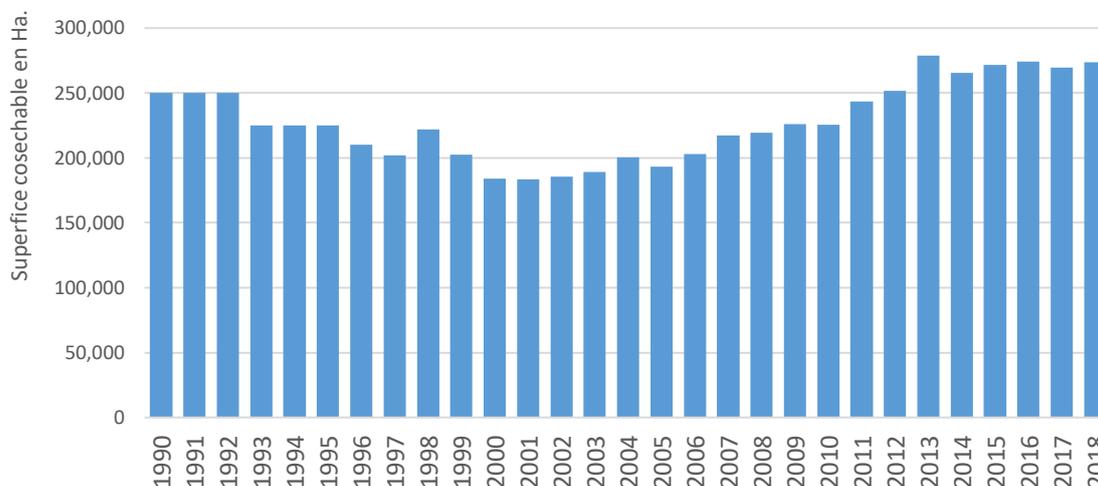
Tucumán presentó en 2018 una superficie implantada con caña de azúcar de más de 273 mil hectáreas, lo que representa más del 70% de la superficie total implantada con este cultivo en el país. La superficie dedicada a la producción de caña de azúcar en la provincia registró, además, un incremento de más del 40% respecto de los valores de 2004, más que duplicando el crecimiento de las otras provincias azucareras del país (INTA; 2018).

Gráfico 1 - Producción de azúcar (TMVC - 2016) y superficie implantada (ha. 2018)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de CAA e INTA (2018)

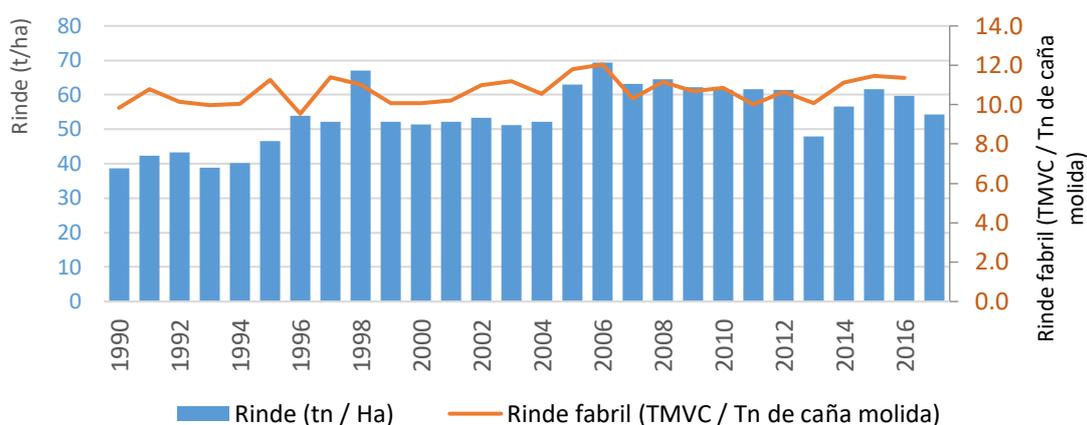
Gráfico 2 - - Superficie cosechable con caña de azúcar en Tucumán (hectáreas).



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de Dirección de Estadística de Tucumán y EEAOC

Históricamente Tucumán contó con 250.000 ha. sembradas con caña de azúcar, que comienzan a caer a partir del año 1992, hasta llegar a un piso de 180.000 ha. en los años 2000/1. Parte de la superficie liberada por el retroceso del área cañera, fue ocupada por la citricultura, que pasa de aproximadamente de 20.000 has. en 1990-1991, a 33.500 en 2002. Esta situación reviste fundamental importancia no tanto por el área cedida a otra actividad productiva, sino por la calidad de los suelos ocupados, fundamentalmente en zonas del pedemonte tucumano. A partir de ese año el área fue recuperando lentamente el terreno, superando en el 2018 las 270.000 ha.

Gráfico 3 - Rinde de producción de caña de azúcar por hectárea y rinde fabril

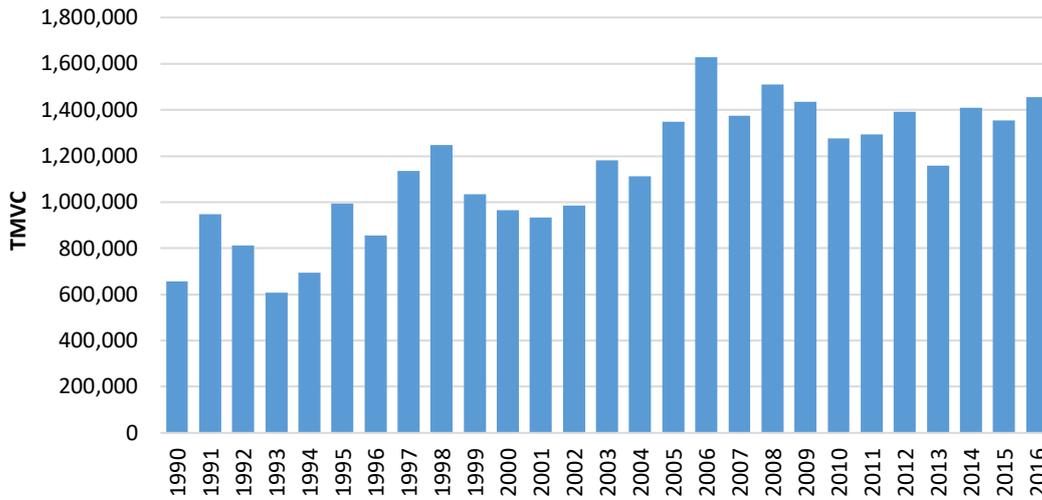


Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de Dirección de Estadística de Tucumán y EEOC

Durante las últimas décadas los rendimientos, tanto culturales como fabriles han crecido en la Provincia de Tucumán. Desde el año 2000 al presente, el rendimiento fabril ha crecido un 10%, pero lo más importante ocurrió en el sector primario. La evolución del rendimiento culturales mostró una tendencia creciente, pasando de una media de 42 tn/ha entre 1990 -1995 a un promedio de 56 tn/ha en los últimos cinco años.

Con una producción de azúcar que en 2016 superó los 1,4 millones de toneladas métricas de valor crudo (TMVC), la provincia es el principal productor del país, explicando el 67,7% de la producción total. En relación al 2015, la producción provincial presentó un crecimiento del 7,5%, siendo el segundo mayor registro de la última década. La participación de la producción provincial en los totales nacionales muestra una tendencia creciente que se mantiene prácticamente interrumpida en los últimos 10 años.

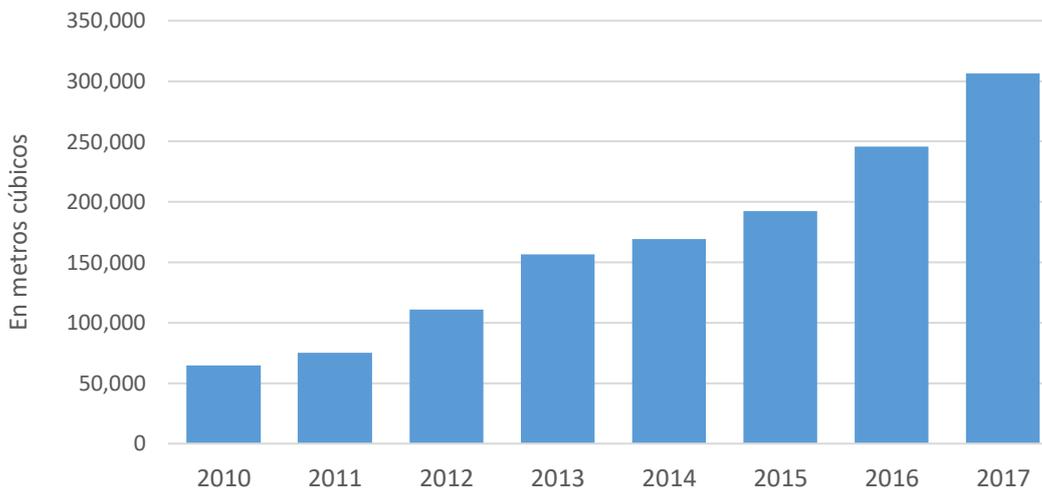
Gráfico 4 - Producción de azúcar de Tucumán (TMVC).



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de CAA

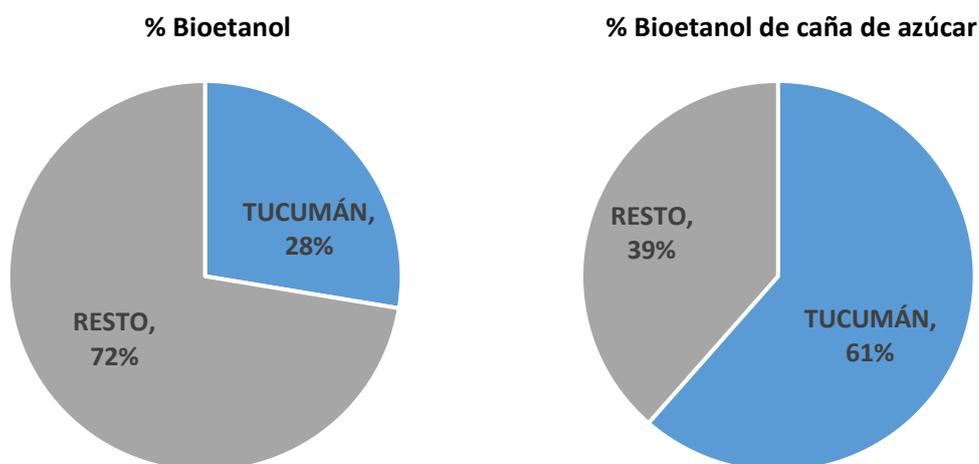
La producción de bioetanol sobre la base de caña de azúcar en la provincia arrojó en los últimos años un fuerte crecimiento. Tras alcanzar una producción inicial de casi 65 mil m³ en 2010, el volumen de producción alcanzó los 245.816 m³ en 2016 (+280% punta a punta). Tucumán representó en 2016 el 27,6% de la producción de bioetanol del país (61,4% si se considera sólo el bioetanol de caña de azúcar).

Gráfico 5 - Producción de bioetanol de caña de azúcar en Tucumán.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Ministerio de Desarrollo Productivo de Tucumán

Gráfico 6 - Participación de Tucumán en la producción nacional de bioetanol (2016)

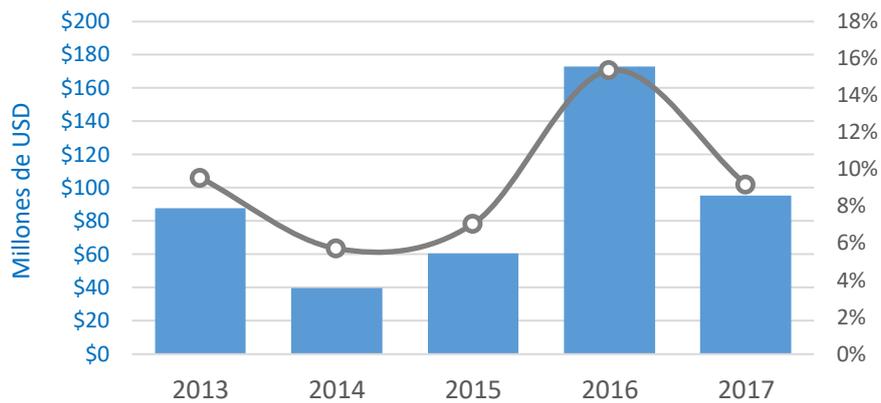


Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de Indec y Ministerio de Desarrollo Productivo de Tucumán

El empleo formal absorbido por el complejo alcanzó en 2017 los 8.822 puestos de trabajo. Los mismos se distribuyen entre: elaboración de azúcar (3.375), cultivos industriales (3.073), destilación de alcohol (1.211), y cacao, chocolate y confitería (1.164). La estacionalidad e informalidad imperantes en las etapas primarias del complejo, hacen pensar que dicho registro constituye solamente una cota inferior de la incidencia que estas actividades presentan en el empleo provincial. Estimaciones alternativas plantean que el complejo genera alrededor de 40.000 empleos, entre el sector primario, industrial, transporte y servicios de cosecha.

Las exportaciones de azúcar, cacao y artículos de confitería de la provincia de Tucumán muestran según la información del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) una importante variabilidad. Estos resultados son consistentes con el carácter complementario que asumen las exportaciones en el complejo, con las variaciones de los precios internacionales del azúcar y con la variabilidad de la producción asociada a factores climáticos. En los últimos 5 años, las exportaciones promediaron los 90 millones de dólares representando aproximadamente el 9,8% de las exportaciones provinciales. Los principales destinos de las ventas son Chile, Uruguay y Estados Unidos, país que ofrece a la Argentina una cuota de acceso preferencial.

Gráfico 7 - Exportaciones de azúcar y derivados



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de INDEC

5. Análisis Tecnológico

En la fase primaria, el desarrollo de variedades que permitan maximizar la eficiencia y el rendimiento de la caña producida juegan un importante papel. En este aspecto, los aportes e investigaciones realizados por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) y los esfuerzos de modernización desde la política pública han sido relevantes. En caso de que se autorice el cultivo de caña genéticamente modificada y resistentes a los plaguicidas implicará un cambio en las investigaciones y en las formas de manejo para los productores, con mayor incidencia de los rubros asociados a estos insumos.

En la actualidad la mayor parte de la siembra y cosecha se realiza de forma mecánica o semimecánica. Para 1988, el 90% del corte de caña en la cosecha se hacía de forma manual, lo que requería unos 50.000 jornaleros en la etapa agrícola (Cinquegrani y Aimaro, 2014). Las distintas etapas de mecanización de estos procesos condujeron a una disminución constante y sostenida de dicha cantidad de trabajadores, especialmente a partir de la década del noventa. En la actualidad la cosecha manual sobrevive en las pequeñas explotaciones y en ciertas superficies donde no es posible introducir los equipos. La aparición de empresas proveedoras de servicios permitió expandir la mecanización a un conjunto de plantaciones de menor tamaño relativo, donde las escalas productivas no necesariamente permitían la adquisición de los equipos.

A pesar de que la Argentina posee importantes capacidades dentro de su industria de maquinaria agrícola, los desarrollos vinculados a la producción de caña de azúcar son todavía muy incipientes y la mayoría de los equipos utilizados provienen de Estados Unidos y Brasil (Rocha; 2015). En el año 2007, el INTA inició el proceso de diseño de una cosechadora para pequeños productores cañeros que evite la quema durante la cosecha. El primer prototipo fue fabricado en 2009 por el Consorcio Metalmecánico de Tucumán, con el apoyo del Gobierno de la Provincia y el INTI. A partir de diversos aportes al rediseño, se construyeron entre 2011 y 2015 6 equipos más entregados a cooperativas locales. Los buenos resultados generados por el equipo permitieron la exportación temporaria de los mismos (INTA; 2016)

En lo referido a las tecnologías utilizadas en la etapa industrial, cabe señalar que los ingenios funcionan con tecnologías relativamente maduras (cargadoras, picadoras, molinos, evaporadores, clarificadoras, secadoras/empaquetadoras, cristalizadores, etc.). Un diagnóstico realizado recientemente por el Ministerio de Producción de la Provincia, destaca la “escasa

renovación tecnológica de los ingenios” y el predominio de tecnología obsoleta en los mismos. En particular, las calderas utilizadas resultan obsoletas y de baja eficiencia energética. El documento remarca la necesidad de avanzar en inversiones para mejorar la eficiencia de las mismas, en vistas de alcanzar no sólo la autonomía energética, sino también de generar un remanente que pueda entregarse a la red.

Aunque se trata también de equipamientos mayormente importados, existe en el país una interesante red de proveedores provinciales de repuestos y piezas para estos equipos. Los principales desafíos de esta etapa se vinculan a la disminución del daño ambiental y a la incorporación de procesos productivos sustentables.

En la fase industrial también se observan importantes heterogeneidades entre los productores. Existe mayor disponibilidad y más modernos equipos de producción entre los productores integrados, respecto de los pequeños y medianos productores. Una importante diferencia se observa también en las capacidades para el tratamiento y aprovechamiento de residuos. Los programas de reconversión industrial de la provincia buscaron atender esta situación.

6. Desafíos y oportunidades de intervención en el complejo

Oportunidades para mejorar la productividad de la fase primaria de producción

A pesar de los avances registrados en los últimos años, la fase primaria del complejo en la provincia presenta todavía importantes oportunidades para mejorar los rindes de producción a partir de la aplicación de técnicas y tecnologías de producción ya conocidas, así también como a través del desarrollo de nuevas investigaciones y desarrollos.

Perspectivas negativas para el consumo de azúcar.

La preferencia por alimentos con bajo contenido calórico explica la tendencia decreciente del consumo per cápita en los países desarrollados que amenaza. Estas tendencias, implican una importante amenaza sobre la producción.

Referencias Bibliográficas

- Cinquegrani, Mariano y Aimaro, Jorge (2014): **Análisis del sector Agroindustrial y su impacto en el empleo**. En Estudio, Análisis situacional y prospectivo de la producción y el empleo en Tucumán 2003-2013. Subsecretaría de Empleo, Gobierno de Tucumán.
- Coatz, Diego (2013): “Análisis de Diagnóstico Tecnológico Sectorial del Complejo Productivo Frutícola – Conservero -Juguero”. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Dirección de Estadística de la Provincia de Tucumán (2015); “Análisis del Sector Agropecuario”. Diciembre de 2015. Disponible en <http://estadistica.tucuman.gov.ar/archivos/8Sector%20Agropecuario/Informes/AGROPECUARIO.pdf>
- EPSA (2017); “Estrategia Provincial para el sector Agroalimentario”. Ministerio de Desarrollo Productivo de Tucumán.
- Fandos, C.; J. Scandaliaris; P. Scandaliaris J. I. Carreras Baldrés, F. J. Soria, J. Giardina, E. Romero (2018). “Área cosechable y producción de caña de azúcar y azúcar para la zafra 2018 en Tucumán”. Reporte Agroindustrial. Boletín electrónico (148). Disponible en www.eeaoc.org.ar
- FEDECITRUS (2018): “La actividad citrícola Argentina”.
- IDEP (2014), “Consumo de edulcorantes no Calóricos sintéticos”. Septiembre 2014. Disponible en <http://www.idep.gov.ar/estadisticas/908/informe:-consumo-de-edulcorantes-no-caloricos-sinteticos>.
- IDEP (2015), “El nuevo mercado de edulcorantes en la Argentina”. Junio 2015.
- INTA (2016); “58 años de aportes del INTA Famaillá para Tucumán y el país”. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Tucumán – Santiago del Estero. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-58_anos_de_aportes_del_inta_famailla_para_tucuman_y_el_pais.pdf
- Justo, Alicia y Rivera, Inés (2009): “Inserción de Argentina en el mercado mundial de cítricos”. Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales Nro. 1. Instituto de Economía y Sociología Rural, INTA.
- Ministerio de Economía y Finanzas Públicas (2011): “Complejo Citrícola: Limón”. Dirección Nacional de Programación Económica y Regional, Subsecretaría de Programación Económica, Secretaría de Política Económica.
- Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas (2016); “Informes Productivos Provinciales, Tucumán”. Ministerio de Hacienda. Dirección Nacional de Programación Económica y Regional y Dirección Nacional de Planificación Sectorial, Subsecretaría de

Programación Económica, Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo.

- MTEySS (2018): Provincia de Tucumán. Informe de diagnóstico laboral. Dirección General de Información y Estudios Laborales. Subsecretaría de Políticas, Estadísticas y Estudios Laborales. Disponible en: http://www.trabajo.gob.ar/downloads/estadisticas/informesprovinciales/InfDiagLab_2018ENE_Tucuman.pdf
- UIA (2007): “Cadena Cítricos en la Región Noroeste”. Documento de trabajo del 6to Foro Federal de la Industrial – Región Noroeste.
- Rocha S. (2013); “Análisis de Diagnóstico Tecnológico Sectorial del Complejo Azucarero”. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- INTA (2018); “Primer relevamiento del cultivo de caña de azúcar de la República Argentina a partir de imágenes satelitales para la campaña 2018”. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

COMPLEJO CITRÍCOLA

1. Resumen introductorio

El cítrico limonero es uno de los dos sectores agroindustriales (junto con el azucarero) que constituyen el pilar productivo tradicional de Tucumán. Se trata de un sector con un fuerte peso en cuanto a superficie plantada, producción industrial, empleo y exportaciones provinciales.

El sector creció notoriamente en las últimas 3 décadas, en el marco de un proceso de consolidación, concentración y tecnificación. La consecuencia de esto es un sector fuertemente concentrado en unas pocas firmas nacionales y extranjeras, con elevado grado de integración vertical (desde el cultivo hasta la exportación de subproductos), que presentan escalas productivas y tecnologías en el estado del arte mundial. Más aún, Argentina es actualmente líder mundial en la industria del limón, y Tucumán es el epicentro de esta industria.

El potencial del sector se vincula fundamentalmente con la mejora de procesos, la apertura de nuevos mercados, el aumento del valor agregado de la producción (tanto vía exportación primaria como industrial) y el control de las amenazas fitosanitarias presentes.

2. Orígenes y evolución reciente de la actividad

El origen de la actividad cítrica en Tucumán se remonta a la década de 1920, cuando productores de origen español e italiano comenzaron a producir en la zona de Tafí Viejo y Yerba Buena. En ese entonces Tucumán, que se había insertado al mercado mundial como exportadora de azúcar, tenía un marcado perfil monoproducto y una fuerte dependencia de dicha actividad.

Hacia 1950 la zona de plantaciones se extendió hacia Burruyacú y luego al área del pedemonte, desplazando zonas tradicionales de caña de azúcar. En la década de 1960 se producen importantes cambios con la instalación de varias plantas industriales, como Trapani y Citromax, en el marco de la introducción de nuevos varietales y portainjertos (Cinquegrani y Aimaro, 2014).

La producción de limones en Tucumán experimentó un crecimiento sostenido desde mediados de la década de 1980 hasta la fecha. Las exportaciones a los países centrales implicaron fuertes cambios cuantitativos y cualitativos en la producción primaria, impulsando un salto tecnológico en el campo (Tucumán, una provincia para invertir, 2009). Inversiones en tecnología de producto dieron lugar a un incremento considerable de la productividad, lo que combinado con un aumento del área plantada determinaron un incremento considerable del volumen de producción (Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, 2011). Acorde a los datos del Censo Cítrico Provincial de Tucumán, entre 1992 y 2005 la provincia casi triplicó la producción anual de limones, pasando de 530.000 toneladas a 1.498.406 toneladas. El volumen de producción se ha mantenido relativamente estable desde 2005 hasta la fecha (Dirección de Estadística de Tucumán, 2015).

En forma paralela al auge y consolidación del sector se produjo un proceso de concentración de la tierra y de desaparición de los pequeños productores. El aumento de la unidad económica mínima eficiente llevó a la cuasi desaparición de los minifundistas, de forma que actualmente los productores medianos (entre 50 y 300 hectáreas) y grandes (más de 300

hectáreas) dan cuenta de alrededor del 90% de la producción de limones de la provincia (Análisis de Diagnóstico Tecnológico Sectorial Frutícola, Conservero y Juguero, 2013).

El proceso de consolidación de la producción de las últimas décadas dio lugar a un sector caracterizado por grandes empresas con alto grado de integración vertical, tecnología de punta y fuerte inserción exportadora. Argentina es actualmente líder mundial del sector, habiendo dado cuenta del 19% de la producción mundial de fruta fresca y del 56% de la industrialización mundial (FEDECITRUS, datos de 2017). Tucumán es responsable del 78% de la producción nacional de limón, y por esta razón se encuentran allí las principales plantas de productos industriales derivados.

Las políticas públicas han acompañado el desarrollo del sector de diversas maneras. De una parte, políticas como el Programa Nacional de Sanidad Citrícola y el Programa Nacional de Prevención del Huanglongbing (HLB) cumplen un rol importante en combatir las amenazas fitosanitarias. Por otra parte, el Programa de Certificación de Fruta Fresca Cítrica (requisito para la exportación a la Unión Europea) y el Programa de Certificación Nacional de Cítricos, así como el Programa de Exportación de Cítricos a Rusia, constituyen iniciativas concretas de promoción del perfil exportador del complejo. Asimismo, en años recientes, los gobiernos nacional y provincial han realizado esfuerzos considerables por abrir el mercado estadounidense a las exportaciones locales.

3. El complejo en el contexto provincial

La superficie plantada de limón en Tucumán en 2017 fue de 39.180 hectáreas, equivalente a casi tres cuartos del total nacional. Los cultivos se extienden en una franja que cruza la provincia desde el noroeste hasta el sudoeste, desde los departamentos de Burruyacú hasta los de La Cocha. Como se observa en el mapa adjunto, las empresas emparadoras y las industrias asociadas se concentran en la zona periférica de San Miguel de Tucumán

Tabla 4 - Superficie plantada y producción cítricos en Argentina y en Tucumán.

Superficie plantada (hectáreas)				Producción (en toneladas métricas)			
Especie	Argentina	Tucumán		Especie	Argentina	Tucumán	
	Cantidades	Cantidades	Participación		Cantidades	Cantidades	Participación
Naranja	46.814	1.250	2,7%	Naranja	1.024.918	39.180	3,8%
Mandarina	29.546	350	1,2%	Mandarina	459.665	7.100	1,5%
Limón	53.744	39.180	72,9%	Limón	1.675.851	1.300.000	77,6%
Pomelo	4.850	100	2,1%	Pomelo	122.337	4.300	3,5%

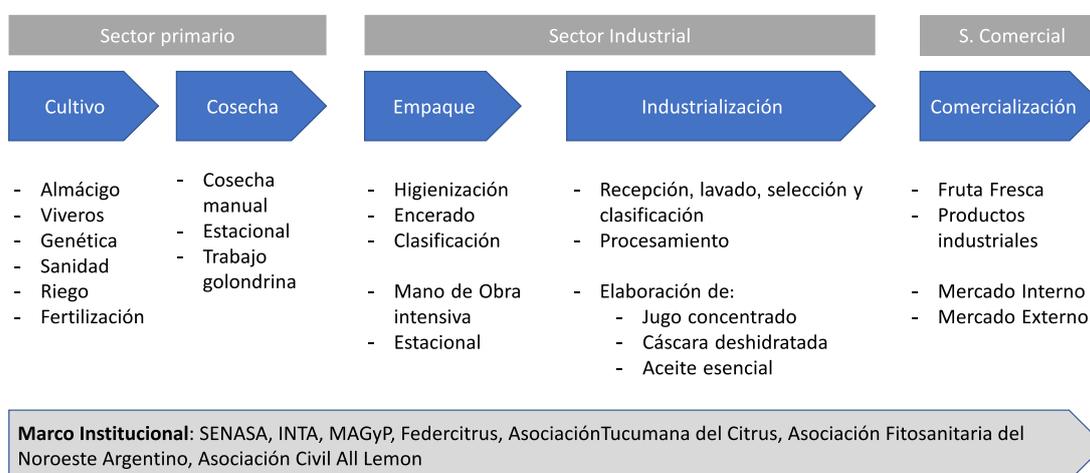
Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de FEDECITRUS

también desde lo comercial, en tanto las normas de los principales mercados de exportación son estrictas en términos fitosanitarios.

El perfil tecnológico del sector primario está fuertemente vinculado con las escalas de producción. Los productores de menor escala presentan una menor mecanización de la actividad, asesoramiento técnico-profesional escaso y suelen carecer de estructuras de comercialización desarrolladas. Los productores medianos tienen mayor mecanización y usualmente integran la etapa de empaque, si bien también venden a empacadoras y fábricas.

En términos de empleo, el carácter manual de la cosecha supone que durante dicho período la actividad requiera gran cantidad de mano de obra, que se contrata en forma temporal y es de baja calificación.

Esquema 2 - Cadena del Complejo Citrícola



Fuente: elaboración propia en base a UIA, Ministerio de Economía y Finanzas Públicas y entrevistas realizadas.

El sector industrial tiene dos eslabones principales: empaque e industria propiamente dicha. El empaque incluye la clasificación, el lavado, control de calidad, encerado y empapelado. Es una actividad mano de obra intensiva. Las plantas de mayor porte tienen un alto grado de tecnificación y estrictos controles de calidad y trazabilidad, en orden con las exigencias de los mercados de destino. Existen alrededor de 40 empaquetadoras en Tucumán.

Siete plantas industrializan cerca del 70% de la producción de limones, bajo estándares tecnológicos internacionales. Los productos industriales se destinan casi en su totalidad al mercado externo. Los productos industriales principales son:

- **Jugo concentrado:** se vende mayormente para la elaboración de gaseosas y otras bebidas. Argentina es el principal productor mundial.
- **Aceite esencial de limón:** se destina al sector de bebidas (como saborizante), así como al sector farmacéutico y cosmético. Cuatro empresas dan cuenta del 90% de las exportaciones, y tan solo 2 del 50%.

Cáscara deshidratada: de la cáscara se obtiene pectina, utilizado por la industria farmacéutica y alimenticia como aglutinante.

Las principales firmas industriales son San Miguel (capitales nacionales y extranjeros), Citrusvil (nacional), Citromax (capital norteamericano), Vicente Trepani (nacional), COTA (nacional),

Argenti Lemon (nacional) y Litoral Citrus (capitales nacionales). En todos los casos se trata también de grandes productores primarios, explotando cada una de estas empresas varios miles de hectáreas e integrando, asimismo, plantas de empaque.

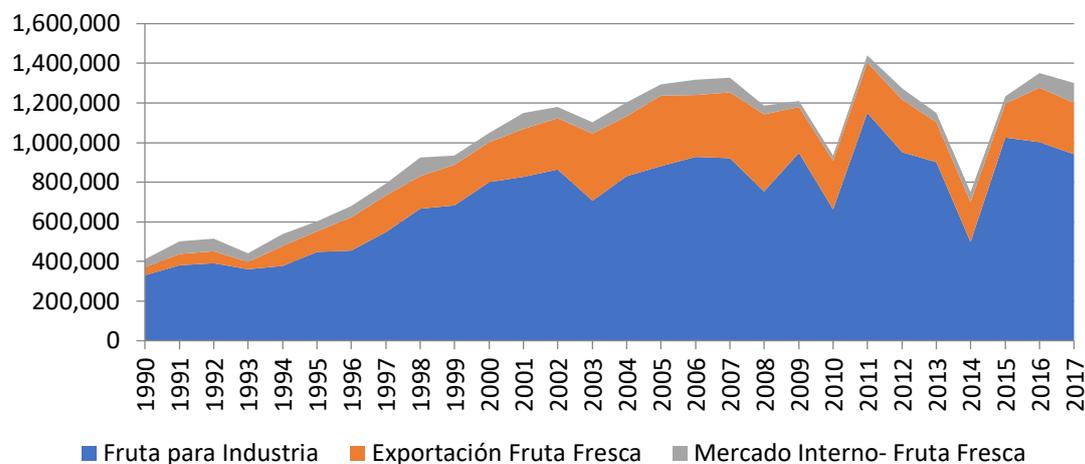
En cuanto al destino de la producción primaria, el 75% de la cosecha de limones se industrializa localmente, mientras que el 17% se exporta en fresco y el mercado interno absorbe apenas el 8% de la fruta fresca.

Tabla 4 - Producción Industrial de productos cítricos de Tucumán. En Tn. Métricas

Año	Jugo Concentrado	Cáscara deshidrata	Aceite esencial
1990	19.128	18.139	1.319
1991	22.040	20.900	1.520
1992	22.620	21.450	1.560
1993	20.849	19.771	1.438
1994	21.941	20.807	1.513
1995	26.009	24.664	1.794
1996	26.318	24.957	1.815
1997	31.881	30.232	2.199
1998	38.550	36.556	2.659
1999	39.623	37.574	2.733
2000	46.458	44.055	3.204
2001	48.037	45.553	3.313
2002	50.170	47.575	3.460
2003	41.006	38.885	2.828
2004	48.233	45.738	3.326
2005	51.075	48.433	3.522
2006	53.807	51.024	3.711
2007	53.511	50.743	3.690
2008	43.790	41.525	3.020
2009	54.984	52.140	3.792
2010	38.454	36.465	2.652
2011	61.480	58.300	4.240
2012	56.550	53.625	3.900
2013	61.000	50.126	6.234
2014	23.000	27.970	2.089
2015	58.000	55.000	4.000
2016	58.157	55.149	4.011
2017	55.100	52.200	3.800

Fuente: Federcitrus-Ministerio de Desarrollo productivo de Tucuman

Gráfico 9 - Destino de la producción primaria de Tucumán (2017).



Fuente: Elaboración en base a datos de FEDECITRUS

4. Información cuantitativa

El sector cítrico nacional, del cual Tucumán es el principal productor con más del 75% del mercado, tuvo en 2017 una producción total por un valor de USD 1178 Millones, equivalentes al 0,19% del PBI del país. En la Tabla 12 se observa la distribución del valor de producción por tipo de producto, desde fruta fresca hasta derivados industriales.

Por otra parte, al analizar la superficie que ocupa el cultivo de limón en el uso de la tierra a nivel nacional, los datos del CENSO Nacional Agropecuario de 2008 arrojan que la superficie de EAPs con límites definidos dedicados al cultivo del limón representan el 0,2% del total de tierras nacionales. La relación entre el peso del limón en el PBI y su participación en el total de tierras implantadas son indicadores del carácter intensivo del sector.

Tabla 5 - Valor de la producción del sector en el país. En millones de USD corrientes (2017).

	Mercado Doméstico	Exportación	Total
Fruta Fresca	378	319	697
Jugos Concentrados	33	167	200
Aceites Esenciales	-	201	201
Cáscara	-	80	80
Total	411	767	1178

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de FEDECITRUS

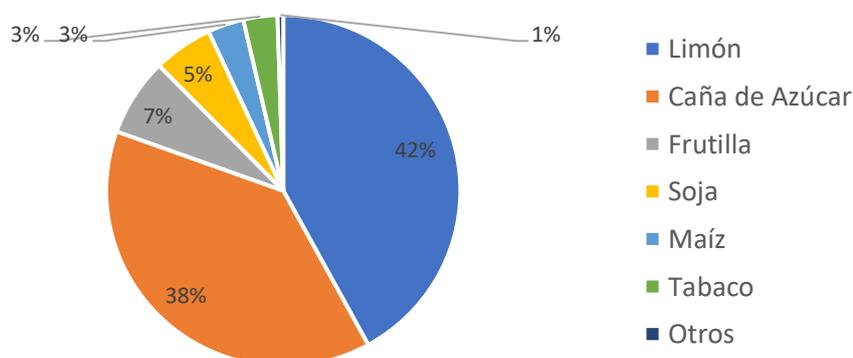
Tabla 6 - Superficie Plantada de limón por provincia (2017).

Provincia	Hectáreas	Participación
Tucumán	39.180	72,9%
Salta	8.009	14,9%
Corrientes	2.694	5,0%
Jujuy	1.834	3,4%
Misiones	786	1,5%
Entre Ríos	614	1,1%
Formosa	221	0,4%
Chaco	170	0,3%
Otras provincias	119	0,2%
Buenos Aires	76	0,1%
Catamarca	41	0,1%
Total Nacional	53.744	100%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de FEDECITRUS

El peso de la producción citrícola en Tucumán es destacable. Según el Censo Agropecuario de 2005, dos cultivos daban cuenta del 80% del valor agregado del sector agropecuario de Tucumán. Por un lado, el limón, principal cultivo de la provincia, con una participación del 42%; por otro el sector de caña de azúcar, con una participación del 38%. En el gráfico siguiente presenta un detalle de la participación de todos los cultivos provinciales en el valor agregado agropecuario de la provincia.

Gráfico 10 - Participación de los diferentes cultivos en el valor agregado del sector agropecuario



Fuente: Elaboración propia sobre la base del CENSO Agropecuario 2005

En términos de empleo a nivel nacional, la cadena citrícola emplea alrededor de 150.000 personas en todo el país. Como se observa en la Tabla 10, el 40% de dichos puestos son empleos transitorios, producto del carácter mano de obra intensivo y estacional de la cosecha (la demanda de mano de obra durante la cosecha se organiza en torno a cuadrillas del orden de las 50 personas, entre trabajadores golondrina tucumanos, de otras provincias y hasta de otros países). Si tomamos en cuenta que Tucumán tiene una Población Económicamente Activa de 568.000 personas, de las cuales 526.000 se encuentran ocupadas (MTEySS, 2018), encontramos que el empleo de la cadena citrícola es por demás significativo.

Del total de empleos estables (no estacionales), el 70% se concentra en la actividad primaria. Dentro de este segmento, el personal más capacitado es el de tractoristas, responsable de las aplicaciones de fertilizantes y productos fitosanitarios. En los viveros también se observan perfiles altamente capacitados, particularmente en las grandes explotaciones.

En cuanto al empleo de la cadena del limón en Tucumán, si bien no hay una estadística oficial respecto del empleo en la provincia y, en particular, de segmento limones, actores clave entrevistados para el presente trabajo estiman que existen entre 35.000 y 40.000 personas ocupadas en los distintos eslabones del complejo limonero (campo, cosecha, empaque e industrial).

Los sectores de empaque e industria demandan perfiles de mayor formación profesional, tanto a nivel de operarios como de ingenieros y otras profesiones liberales. Como se mencionó previamente, existe una fuerte concentración de las explotaciones agrícolas en manos de las principales firmas industriales, lo que supone un gerenciamiento profesionalizado en relación a la producción primaria, que normalmente trabaja dentro del segmento industrial.

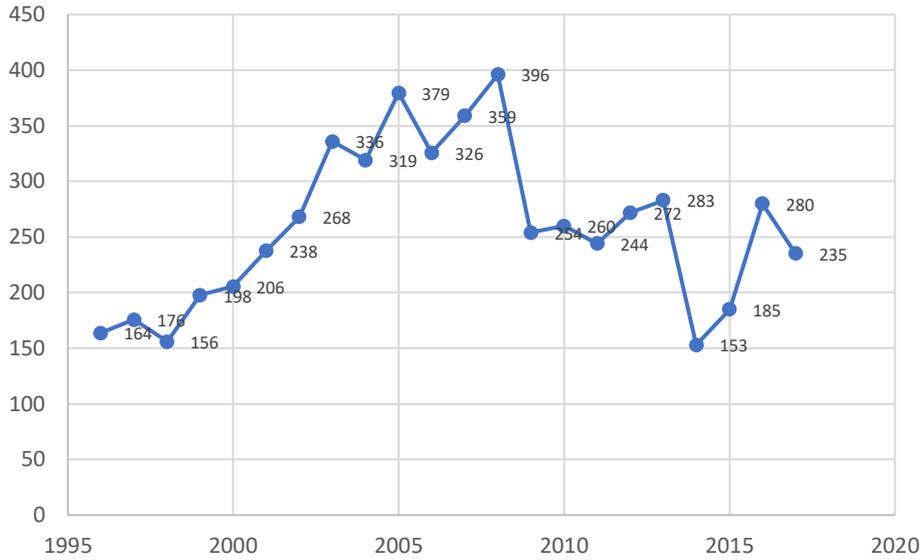
Tabla 7 - Empleos en el sector citrícola a nivel nacional (2017).

Producción primaria	123.150
Empleos permanentes	6.440
Viveristas	5.460
Poda, desmalezado y otras laboras precosecha	27.900
Cosecha	25.000
Empleos transitorios	58.350
Empaque - Empleos permanentes	22.100
Industria - Empleos permanentes	4.600
TOTAL	149.850

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de FEDECITRUS

Las exportaciones de fruta fresca en 2017 fueron de 235 mil toneladas métricas. Rusia, España, Holanda e Italia fueron los principales destinos. Si se observa la serie histórica (Gráfico 10), se aprecia un crecimiento sostenido desde el inicio de la serie en 1996 hasta 2008, año en que explotó la crisis financiera internacional. En 2009 se produce una fuerte caída (-35%) y a partir de entonces y hasta la fecha las exportaciones se han mantenido en un nivel relativamente estable en torno a las 250 mil toneladas (con dos años particularmente malos, 2014-2015).

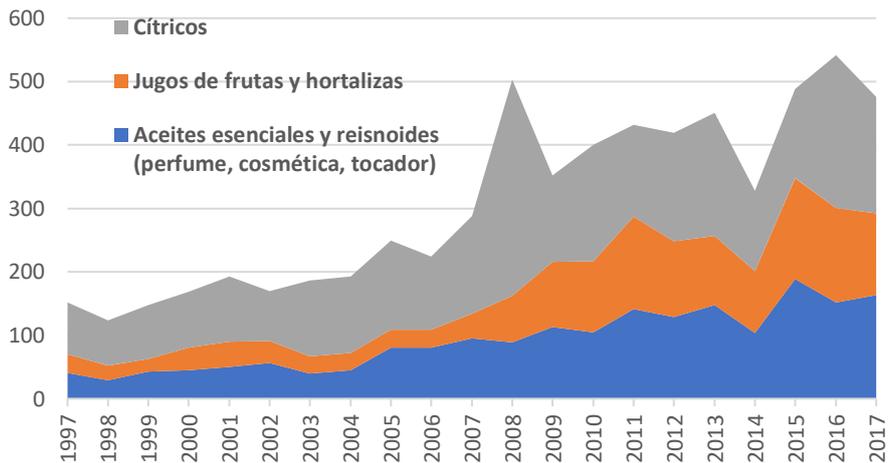
Gráfico 11 - Exportaciones de Limón de Argentina en miles de Tn. Métricas.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de FEDECITRUS

Al observar la evolución del valor de las exportaciones tucumanas vinculadas a la producción del complejo del limón (Gráfico 11), se observa un crecimiento sostenido a lo largo de los últimos 20 años. Este crecimiento se encuentra tanto en los productos primarios como en los industriales, donde es aún más marcado. Si tomamos las 3 partidas principales vinculadas al complejo limonero, tal como se observa en el gráfico, las mismas dan cuenta del 46% las exportaciones provinciales de 2017⁹.

Gráfico 12 - Exportaciones provinciales de Tucumán. Productos Seleccionados en millones de USD corrientes.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de INDEC

⁹ Calculado sobre la base de una apertura a 4 dígitos en el Nomenclador Común del Mercosur.

5. Análisis Tecnológico

Argentina es el principal país en cuanto a industrialización del limón, lo que conlleva la existencia de plantas productivas de escala y tecnología en estado del arte, con equipamiento y rendimientos similares a sus competidores en Estados Unidos y Brasil (Coatz, 2013).

En cuanto a tecnologías empleadas, la etapa de cultivos presenta una alta complejidad en virtud de los niveles de calidad y sanidad requeridos por los mercados de destino. En el segmento de empaquetadoras, por su parte, hay dos tecnologías dominantes: frío convencional (que permite hasta 9 meses de conservación) y por atmósfera controlada (que permite hasta 12 meses de conservación). Asimismo, entre las plantas empaquetadoras existe una heterogeneidad tecnológica vinculada no solo a los sistemas de procesos (húmedo y seco), sino también a la incorporación de electrónica, lo que permite automatizar la clasificación de la fruta por color, calidad, tamaño y forma, permitiendo la estandarización de productos y la reducción de tiempos (y costos) de trabajo (Coatz, 2013).

En los últimos diez años algunas de las principales firmas del sector han avanzado en la incorporación de plantas anaeróbicas de tratamiento de efluentes. Esto, además de reducir los niveles de contaminación y los olores, ha posibilitado transformar la carga orgánica de los efluentes industriales en energía eléctrica (que es comercializada a través del Mercado Eléctrico Mayorista) y energía térmica (utilizada en calderas). Adicionalmente, este tipo de tratamientos ha posibilitado el fertirriego. De este modo, la inversión en plantas anaeróbicas ha permitido el cierre ambiental de los ciclos productivos, transformando los efluentes industriales en energía y fertilizante. La firma Cistrusvil fue la primera industria de procesamiento de limones del mundo en incorporar esta tecnología.

En cuanto a los esfuerzos de I+D y políticas públicas, los mayores esfuerzos están orientados a problemas de índole fitosanitario. El control de plagas resulta cada vez más importante en función tanto de las crecientes barreras fitosanitarias de los mercados de exportación como, también, por su efecto sobre el aspecto de la fruta fresca y su consecuente pérdida de valor comercial. Sobre estos temas y sobre el control de plagas en particular destaca la participación de SENASA junto con el INTA, Universidades y organismos provinciales y asociaciones de productores

6. Desafíos y oportunidades de intervención en el complejo

- **Amenaza de agentes fitosanitarios**

La enfermedad HLB (Huanglongbing) constituye el principal problema fitosanitario y la principal amenaza para la cadena del limón (y cítrica en general), siendo que no existe cura conocida y su impacto mortal sobre las plantas, además del severo impacto que tendría sobre el acceso a los mercados de exportación.

Por otra parte, la Cancrosis y la Mancha Negra son las principales plagas y enfermedades cuarentenarias que afectan la producción de cítricos argentinos, con fuerte impacto sobre los rendimientos y la calidad de la fruta. Los principales destinos de exportación establecen fuertes restricciones para evitar la propagación de las mismas, lo que implica que las frutas deben provenir de lotes libres de síntomas.

- **Equilibrio ente el control de enfermedades y el volumen de agroquímicos**

Los Límites Máximos de Residuos (LMRs) se encuentran cada vez más regulados a nivel internacional, debido fundamentalmente a que los residuos de productos fitosanitarios son potencialmente tóxicos para la salud humana y animal. Legislaciones como la de la Comisión del Códex Alimentarius, pero también la de ciertos países desarrollados y en desarrollo, y aún también clientes de porte como grandes cadenas multinacionales de supermercados, imponen criterios cada vez más exigentes que suponen un desafío creciente y permanente para los productores.

En este contexto, cumplir con la cambiante normativa internacional en materia de residuos de productos fitosanitarios se constituye en un desafío necesario para competir en los mercados de exportación.

- **Completar la cadena de valor local**

En términos de la cadena de valor, hay un eslabón ausente en la industria del limón en Tucumán: la extracción de pectina. La pectina es una sustancia derivada de la cáscara del limón que se emplea en la industria alimenticia para dar consistencia a gelatinas y mermeladas, teniendo también usos en la industria cosmética y farmacéutica.

- **Incremento de la productividad de la producción primaria**

Aumentar la productividad de la producción primaria constituye uno de los principales desafíos de la cadena del limón. Incrementar el rinde por hectárea y, en particular, el porcentaje de fruta con destino embalable resulta necesario para el aumento del volumen de exportación y un mayor retorno económico. Cabe mencionar que la necesidad de aumentar los rindes se ve acrecentada por la presión que los nuevos desarrollos inmobiliarios ejercen sobre las (mejores) tierras de cultivo tradicionales.

Referencias Bibliográficas

- Castro, Mara; Cendón, María Laura y Ghezán, Graciela (2010): La cadena global del limón. Su dinámica y sus formas de coordinación en torno a las exigencias de calidad. Asociación Argentina de Economía Agraria.
- Cinquegrani, Mariano y Aimaro, Jorge (2014): **Análisis del sector Agroindustrial y su impacto en el empleo**. En Estudio, Análisis situacional y prospectivo de la producción y el empleo en Tucumán 2003-2013. Subsecretaría de Empleo, Gobierno de Tucumán.
- Coatz, Diego (2013): “Análisis de Diagnóstico Tecnológico Sectorial del Complejo Productivo Frutícola – Conservero -Juguero”. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- EPSA (2017); “Estrategia Provincial para el sector Agroalimentario”. Ministerio de Desarrollo Productivo de Tucumán.
- FEDECITRUS (2018): “La actividad citrícola Argentina”.
- Justo, Alicia y Rivera, Inés (2009): “Inserción de Argentina en el mercado mundial de cítricos”. Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales Nro. 1. Instituto de Economía y Sociología Rural, INTA.
- Ministerio de Economía y Finanzas Públicas (2011): “Complejo Citrícola: Limón”. Dirección Nacional de Programación Económica y Regional, Subsecretaría de Programación Económica, Secretaría de Política Económica.
- Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas (2016); “Informes Productivos Provinciales, Tucumán”. Ministerio de Hacienda. Dirección Nacional de Programación Económica y Regional y Dirección Nacional de Planificación Sectorial, Subsecretaría de Programación Económica, Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo.
- MTEySS (2018): Provincia de Tucumán. Informe de diagnóstico laboral. Dirección General de Información y Estudios Laborales. Subsecretaría de Políticas, Estadísticas y Estudios Laborales. Disponible en: http://www.trabajo.gob.ar/downloads/estadisticas/informesprovinciales/InfDiagLab_2018ENE_Tucuman.pdf
- UIA (2007): “Cadena Cítricos en la Región Noroeste”. Documento de trabajo del 6to Foro Federal de la Industrial – Región Noroeste.
- Rocha S. (2013); “Análisis de Diagnóstico Tecnológico Sectorial del Complejo Azucarero”. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

- INTA (2018); “Primer relevamiento del cultivo de caña de azúcar de la República Argentina a partir de imágenes satelitales para la campaña 2018”. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

COMPLEJO DE ENERGÍAS RENOVABLES

1. Resumen introductorio

El sector de energías renovables ganó relevancia en la actividad de la provincia, particularmente de la mano del potencial energético de la cadena de la caña de azúcar, si bien no es la única fuente de biomasa disponible. Este proceso ha generado un creciente grado de aprovechamiento industrial de los cultivos tradicionales de la provincia, complejizando y potenciando las cadenas de valor ya existentes. El proceso también ha generado desafíos ambientales que hoy ocupan un lugar importante en la agenda pública.

El potencial bioenergético de Tucumán destaca en el total nacional, junto con las provincias del litoral, donde las plantaciones de madera y los residuos de aserraderos constituyen el otro gran polo de biomasa seca del país. Si bien una parte del potencial bioenergético es actualmente aprovechado, queda un amplio camino por recorrer. Entre los desafíos principales están la mejora en la eficiencia de los procesos de combustión en usinas y de producción de bioetanol, el aprovechamiento de los Residuos Agrícolas de Cosecha (RAC) y avanzar en la implementación de una solución al problema de la vinaza.

2. Orígenes y evolución reciente de la actividad

La matriz energética mundial presenta una fuerte dependencia del uso de combustibles fósiles. Esta circunstancia, ha incrementado las señales de alerta debido al problema de sustentabilidad que esto plantea en el mediano plazo, tanto en términos de la disponibilidad del recurso como de la sostenibilidad medio-ambiental. Como respuesta a esto, en las últimas décadas se incrementó el peso de las energías renovables, una tendencia que en los últimos años ha ido ganando importancia en Argentina.

En el caso de Tucumán, la generación de energía renovable es de larga data, como consecuencia del fuerte peso de la industria azucarera y la práctica tradicional de quema de bagazo en calderas. El proceso industrial para la obtención de azúcar a partir de la caña comienza con la molienda, cuyos sub-productos son (i) un jugo a partir del cual (a través de diversos procesos) se obtiene azúcar y (ii) el bagazo, que es el residuo fibroso de la caña una vez que se han eliminado los jugos. Dado que el proceso de obtención de azúcar requiere grandes cantidades de energía (en particular, de calor), la quema del bagazo en calderas es una práctica habitual de la industria azucarera¹⁰, que de este modo soluciona un problema ambiental (la disposición final del bagazo) y obtiene la energía necesaria para su proceso productivo.

Si bien la utilización del bagazo en calderas es una práctica tradicional, en los últimos 15 años la provincia ha experimentado un fuerte crecimiento en cuanto a generación de energía y combustibles en base a biomasa, y resta aún explotar un gran potencial, en un marco en que

¹⁰ El otro uso habitual del bagazo es la fabricación de papel.

actores tanto públicos como privados ven en este campo uno de los gradientes más prometedores de desarrollo provincial en las próximas décadas.

En 2009 el ingenio La Providencia fue el primero en generar energía eléctrica a partir del bagazo de la caña de azúcar, con una potencia instalada de 11 MW. Al año siguiente, en 2010, entró en funcionamiento una central de generación en el Ingenio Santa Bárbara, con una potencia térmica de 16 MW y una generación eléctrica de 10,8 GWh anuales. En el mismo año, 2009, entró en funcionamiento la primera planta de biogás de la provincia, en la empresa Citrusvil. Utilizando como sustrato el efluente líquido de su planta industrial de procesamiento de limones, Citrusvil genera en torno a 33.000 m³ diarios de biogás con un contenido de metano del orden del 60%, siendo su uso actual la quema en calderas como reemplazo de gas natural (FAO, 2016).

El crecimiento reciente del uso de la biomasa estuvo motivado por 3 drivers principales: (i) la promoción de biocombustibles por parte del Estado Nacional, en particular de bioetanol, (ii) el reciente impulso a la energía eléctrica renovable, a través del programa RenovAR y (iii) consideraciones de tipo medioambiental. En forma paralela, estos tres factores fueron acompañados por políticas públicas a nivel provincial. Se desarrollan a continuación estos 3 drivers:

▪ **Leyes 26.093/2006– Promoción de la producción de Bioetanol**

El **bioetanol** es un biocombustible de primera generación, es decir basado en materia prima comestible. El mismo se obtiene principalmente a partir de la caña de azúcar, la remolacha y el maíz. En Argentina, si bien existen emprendimientos en base a maíz en Córdoba, San Luis y Santa Fe (como por ejemplo la Planta de la Asociación de Cooperativas Argentinas en Río Cuarto), en el NOA la producción es llevada adelante por ingenios azucareros que integran la producción.

El desarrollo del sector de bioetanol tiene como hito fundamental la ley 26.093 del año 2006, reglamentada por el Decreto 109/2007 y complementada por la Ley 26.334 de 2008. A través de esta ley se promovió el consumo y la producción de bioetanol, biogás y biodiesel. El eje central de la política de desarrollo del sector fue la generación de demanda a partir de la obligación de las refinerías a cortar las naftas con bioetanol (originalmente 5%, pero el porcentaje ha ido aumentando hasta alcanzar el 12%), junto con un conjunto de incentivos promocionales que favorecieron la competitividad de la oferta. Entre los beneficios se encuentran la devolución de IVA, la amortización acelerada y exenciones impositivas, entre otros. La política de promoción se estructura a partir de la asignación de cupos y la fijación de precios por parte de la autoridad de aplicación (el ex - Ministerio de Energía y Minería) (Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, 2018).

En Tucumán, con excepción de Arcor, todos los ingenios han invertido en la producción de bioetanol, siendo el principal destino la venta en el mercado interno a refinerías, que lo utilizan para cortar las naftas. El impacto sobre el sector ha sido tal que la elaboración de bioetanol empuja una reconfiguración del sector de la caña, desplazando la producción de azúcar.

▪ **Programa RenovAR**

La Ley 27.191 de 2015, aprobada por unanimidad en ambas cámaras, fue reglamentada en 2016, y establece el mandato de incorporar un 20% de generación de energía eléctrica renovable no convencional en el SADI a 2025, de manera escalonada.

Para incentivar el desarrollo de estos proyectos la Ley, y luego la reglamentación (RES N72/2016) establece una serie de incentivos fiscales. Adicionalmente, para el efectivo cumplimiento del mandato de la ley se establecieron 2 herramientas:

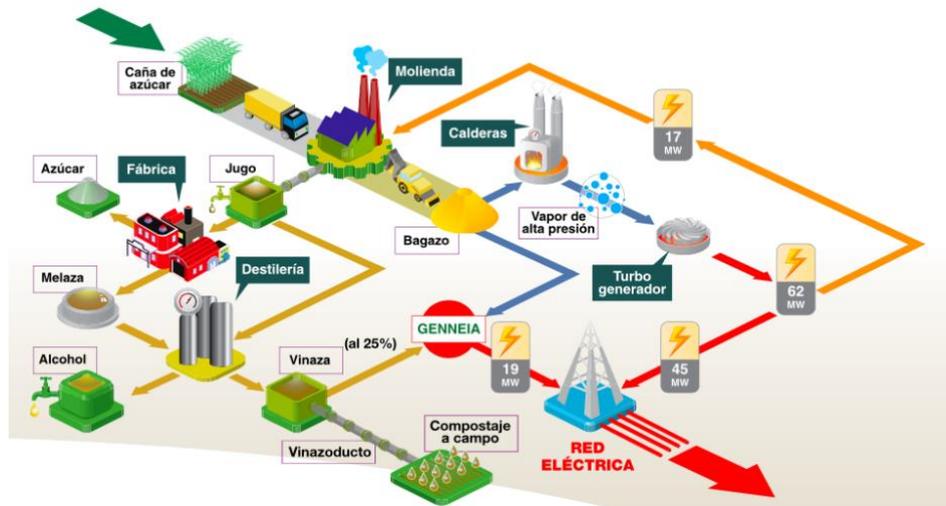
- I. La creación de un mercado a término de contratos privados (MATER, reglamentado en 2017) en el que los Grandes Usuarios (más de 300 kWh medios de consumo) tienen la opción de realizar contratos a término con generadores renovables para cumplir el mandato de la ley, que es obligatorio para este segmento de la demanda;
- II. La realización de licitaciones en cabeza de CAMMESA, orientadas a cumplir la parte del mandato de las distribuidoras (no obligadas por la ley a contratar su demanda renovable), de los usuarios de menos de 300 kWh, y de los Grandes Usuarios de más de 300 kWh que no opten por contratar en el MATER. Estas licitaciones se denominan PROGRAMA RENOVAR.

Se realizaron dos Rondas del Programa Renovar en 2016 y 2017, y ha sido anunciada una tercera para marzo de 2019. En términos generales, el Renovar ofrece a los adjudicatarios la posibilidad de firmar un contrato de abastecimiento con CAMMESA por un plazo de 20 años, en el marco del cual CAMMESA se compromete a comprar toda la energía que el generador entregue a la red durante la duración del contrato, con un precio de la energía ya acordado, en dólares. A este incentivo de demanda se le suman un conjunto de beneficios fiscales (devolución anticipada de IVA, amortización acelerada del impuesto a las ganancias y exención del impuesto sobre la distribución de dividendos, entre otros).

El resultado de ambas rondas de Renovar fue la adjudicación de más de 5.000 MW de proyectos renovables, incluyendo proyectos en Tucumán. Por un lado, la Compañía Azucarera Los Balcanes, tiene dos proyectos en marcha: uno es a partir de bagazo y vinaza para la generación de 19 MW y el otro de cogeneración a partir de bagazo y eventualmente chips de madera, con una potencia de 62 MW, de los cuales 45 MW son para la venta a la Red (EEAOC, 2017). El primero de estos proyectos fue realizado junto con Genneia (ver figura 1) y se enmarca dentro de la propuesta de “vinaza cero”, lo que supone una solución rentable y sostenible a un problema ambiental de relevancia para la industria azucarera.

Por otra parte, la empresa Citrusvil adjudicó un proyecto de 3 MW de potencia de biogás, lo que le permitirá transformar sus residuos líquidos en energía eléctrica que será vendida a la red, además de fertilizante para riego de sus plantaciones de limón. En el caso específico de Citrusvil, el programa RenovAR sirvió de impulso para la inversión en la limpieza (desulfuración) del biogás, en la planta de generación y en la obra eléctrica de conexión con la Estación Transformadora, en tanto la planta de biogás propiamente dicha era pre-existente, habiéndose realizado con motivos medio-ambientales. Sobre este punto, vale la pena destacar que se trata de la primera planta de biogás en el mundo con este sustrato.

Esquema 3 - Proyectos de Co-Generación del Ingenio La Florida (Compañía Eléctrica Los Balcanes).



Fuente: EEAOC

▪ Factores Medioambientales

Si bien existe una amplia gama de problemas medio-ambientales que Tucumán podría mejorar a partir de proyectos de generación energética en base a biomasa, la solución al problema de la vinaza constituye el más importante de ellos. Al respecto, en su documento "Alternativas para el aprovechamiento de la vinaza con sub-producto de la actividad sucroalcoholera", la EEAOC presenta un conjunto de alternativas técnicas para enfrentar este problema. Entre las mismas destaca el uso de biodigestores anaeróbicos y la quema en caldera, en ambos casos obteniendo energía, fertilizante y agua, y dando solución a uno de los más serios problemas medio-ambientales de la provincia. Cabe destacar que cualquier de estas alternativas supone fuerte inversiones, siendo ésta su principal restricción de factibilidad.

El desafío del tratamiento de la vinaza también ha sido analizado en forma conjunta, a nivel nacional, por las autoridades del sistema científico-tecnológico y de medio ambiente (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2017).

3. El complejo en el contexto provincial e información cuantitativa

El desarrollo del sector de energías renovables en base a biomasa ha destacado como un vector estratégico para el desarrollo de la provincia de Tucumán en el marco de las entrevistas realizadas con actores clave. En este sentido, acorde a la metodología Wisdom elaborada por la FAO (FAO, 2009), Tucumán es la provincia con mayor oferta de biomasa seca del país. Esto es así principalmente por los productos derivados de la caña de azúcar: el bagazo y el RAC (residuo agrícola de cosecha). Las otras provincias que destacan son Córdoba (Maní), Corrientes-Misiones (residuos de aserraderos y de la actividad forestal) y Mendoza (vid). En la misma línea, la producción de bioetanol presenta un gran potencial, particularmente frente a la posibilidad de utilizar variedades transgénicas y cultivos complementarios (sorgo

principalmente), expandiendo la frontera agrícola y los rindes de las tierras ya cultivadas, sobre la base de cultivos con fines puramente energéticos. En este sentido, en 2017 la 22% del Valor Bruto de Producción de la cadena azucarera correspondió al bioetanol, lo que es indicativo del peso sobre el complejo productivo (MINEM 2018).

Para relevar el complejo en el contexto provincial la presente sección se divide en dos partes. En la primera de ellas se detalla el potencial biomásico, utilizando para ello el estudio de FAO (2016), que aplica la metodología Wisdom a la provincia. La segunda parte analiza la generación y perspectivas del bioetanol.

Si bien existen diversas fuentes de energía biomásica en la provincia de Tucumán, la cadena de la caña de azúcar constituye el corazón de la oferta disponible. Acorde a la EEAOC, la cantidad de energía teórica que puede obtenerse de una tonelada de caña de azúcar utilizando el bagazo el RAC, el alcohol y la vinaza, es equiparable a la energía que puede obtenerse de un barril de petróleo (EEAOC, 2011).

I. Balance Biomásico de Tucumán¹¹

Existen diversos mapas elaborados por FAO utilizando la metodología WISDOM (Mapeo de Oferta y Demanda Integrada de Dendrocombustibles - *Woodfuels Integrated Supply/Demand Overview Mapping*) para relevar el potencial energético de fuentes de biomasa. Los recursos biomásicos bajo esta metodología se dividen en 2 sub-grupos:

- i. biomasa seca: se denomina así a la biomasa que en forma natural tiene una humedad menor al 60%, lo que la torna factible de quemar en calderas, gasificación o pirólisis. En el caso de Tucumán, este tipo de biomasa proviene casi exclusivamente de la industria azucarera (del bagazo y del RAC), aunque también existe disponibilidad de residuos de bosques nativos, arbustales y pastizales, tabaco, cítricos y forestaciones.
- ii. biomasa húmeda: se denomina así a la biomasa que en forma natural tiene más de un 60% de humedad, siendo factible obtener energía de la misma a partir de procesos biológicos, obteniendo biogás. En el caso de Tucumán, este tipo de biomasa proviene de las actividades ganaderas intensivas (efluentes de feedlots, tambos y granjas porcinas), de la industria azucarera (vinaza) y del efluente industrial de las plantas de industrialización del limón.

Por otra parte, esta metodología diferencia entre Oferta Directa e Indirecta. La **Oferta Directa** es aquella que se encuentra en campo, lo que supone una gran dispersión territorial y por ende elevados costes logísticos. Un ejemplo de este tipo de biomasa es el RAC, que se encuentra disperso en las miles de hectáreas de caña que se cosechan cada año. La **Oferta Indirecta** es aquella que resulta de un proceso de transformación industrial, lo que conlleva su concentración espacial. Ejemplo de esto es el bagazo.

Si bien no es tema central del presente estudio, la Metodología Wisdom identifica también las fuentes de **demanda** de energía biomásica. Por el fuerte peso que tiene en la provincia, merece destacarse el caso de los ingenios, que mayormente usan el bagazo en caldera para la

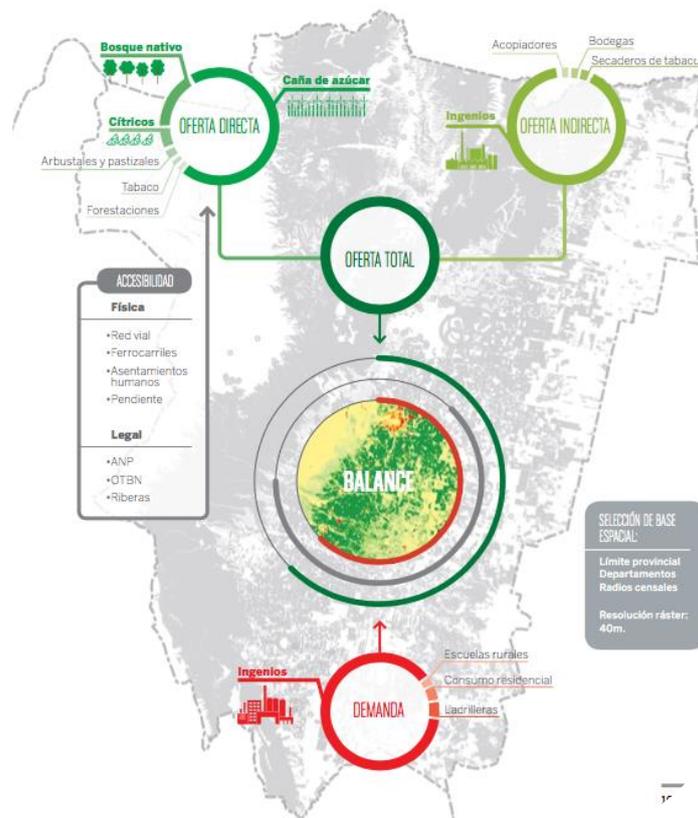
¹¹ Esta sección se basa en FAO (2016).

generación de calor para su propio proceso productivo. Dado que los ingenios consumen prácticamente toda la biomasa indirecta ofertada, no existe un excedente significativo utilizable. Como se verá más adelante, la mejora tecnológica en la eficiencia de las calderas permitiría casi triplicar la energía generada, lo que supondría un excedente muy significativo respecto de las necesidades de autoconsumo de los ingenios.

El Balance Biomásico de Tucumán, bajo esta metodología, se resume en el Esquema 4. Las Tablas siguiente detallan la oferta directa e indirecta de biomasa seca, por Departamento y Tipo. En cuanto a la Oferta Directa, el 75% proviene de la caña de azúcar (el RAC) y se concentra en los Departamentos de Burruyacú, Cruz Alta, Leales y Simoca. En cuanto a la Oferta Indirecta, el peso de la caña de azúcar (el bagazo) es cercano al 100%, se concentra mayormente en Cruz Alta, Chicligasta, Leales y Monteros, donde están los ingenios. La consecuencia de este análisis es que el desarrollo del potencial biomásico seco de Tucumán está casi exclusivamente ligado a la industria azucarera.

En cuanto a la biomasa húmeda, cerca del 90% de la oferta está dada por el tratamiento anaeróbico de la vinaza, que es un subproducto altamente contaminante de la producción de bioetanol. Acorde a FAO (2016), la biomasa húmeda de la provincia tiene un potencial energético de 40,486 toneladas equivalente de petróleo por año. Este número no incorpora el potencial de la industria cítrica, donde como fuera mencionado ya existen experiencias provinciales.

Esquema 4 - Balance de Potencial Biomásico de Tucumán



Fuente: FAO (2016)

Tabla 9 - Biomasa Seca: Oferta Directa en Tucumán

Departamento	Oferta Directa (Tn/año)						Total	Aporte Relativo
	Cultivos				Formaciones Nativas			
	Caña de Azúcar	Cítricos	Forestaciones	Tabaco Virginia	Bosque Nativo	Arbustales y Pastizales		
Burruyacú	130.828	30.370	1.158	-	59.348	6.089	227.792	14,4%
Cruz Alta	209.181	4.540	36	-	1.764	568	216.089	13,7%
Chicligasta	77.880	5.731	222	-	9.816	861	94.510	6,0%
Famaillá	41.562	8.583	1.299	-	1.741	2.022	55.207	3,5%
Granaderos	30.652	-	101	-	41.369	7.219	79.342	5,0%
Juan B. Alberdi	35.743	2.253	75	-	7.076	806	45.953	2,9%
La Cocha	49.720	3.126	31	-	12.569	1.633	67.080	4,2%
Leales	257.716	-	71	-	44.053	7.970	309.809	19,6%
Lules	38.682	5.371	819	-	3.623	1.417	49.912	3,2%
Monteros	92.491	6.895	201	-	10.902	3.740	114.229	7,2%
Río Chico	59.488	2.446	27	-	2.741	603	65.305	4,1%
Capital	997	15	-	-	-	-	1.012	0,1%
Simoca	154.930	-	11	-	31.749	6.011	192.702	12,2%
Tafí del Valle	-	-	-	-	61	1.967	2.028	0,1%
Tafí Viejo	3.508	11.845	591	-	4.342	1.456	21.741	1,4%
Trancas	-	-	-	274	30.870	2.124	33.268	2,1%
Yerba Buena	897	2.962	67	-	1.139	365	5.429	0,3%
Subtotal	1.184.273	84.137	4.709	274	263.162	44.852	1.581.407	100,0%
Aporte Relativo	74,9%	5,3%	0,3%	0,0%	16,6%	2,8%	100,0%	

Fuente: FAO (2016)

Tabla 10 - Biomasa Seca: Oferta Indirecta en Tucumán

Departamento	Oferta Indirecta (Tn/año)				Total	Aporte Relativo
	Ingenios	Secaderos de Tabaco	Acopiadores	Bodegas		
Burruyacú	-	-	-	-	-	0,0%
Cruz Alta	1.154.278	-	-	-	1.154.278	30,5%
Chicligasta	590.123	-	-	-	590.123	15,6%
Famallá	272.379	-	-	-	272.379	7,2%
Granaderos	-	653	-	-	653	0,0%
Juan B. Alberdi	142.152	1.095	162	-	143.408	3,8%
La Cocha	-	1.941	597	-	2.538	0,1%
Leales	473.519	-	-	-	473.519	12,5%
Lules	-	-	-	-	-	0,0%
Monteros	840.687	-	-	-	840.687	22,2%
Río Chico	303.452	14	-	-	303.466	8,0%
Capital	-	-	-	-	-	0,0%
Simoca	-	-	-	-	-	0,0%
Tafi del Valle	-	-	-	29	29	0,0%
Tafi Viejo	-	-	-	-	-	0,0%
Trancas	-	-	-	-	-	0,0%
Yerba Buena	-	-	-	-	-	0,0%
Subtotal	3.776.589	3.703	759	29	3.781.080	100,0%
Aporte Relativo	99,9%	0,1%	0,020%	0,001%	100,0%	

Fuente: FAO (2016)

II. Bioetanol en base a caña de azúcar

El bioetanol en base a caña de azúcar es el biocombustible que ofrece mayor potencial de explotación en el mediano y largo plazo en Argentina, en tanto existen recursos disponibles y una demanda creciente a nivel mundial, con área total estimada para el cultivo de caña rondaría las 435.000 ha (Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva 2020, 2011). Adicionalmente, existe un potencial derivado de dos fuentes alternativas cuyo uso está siendo crecientemente considerado, el sorgo y las variedades transgénicas de caña. En lo que respecta al sorgo, la EEAOC y el INTA se encuentran desde hace tiempo dedicando esfuerzos al desarrollo de este cultivo con fines energéticos. En el caso de Tucumán, se presenta como una alternativa tanto para la producción de bioetanol como de biomasa seca, y tiene la particularidad de que puede ser implantada en suelos que no compiten con la caña de azúcar. En cuanto a las variedades de caña transgénicas, que aún no están aprobadas por las autoridades argentinas, existen variedades con capacidad de resistencia a la sequía a ciertas condiciones de suelos que permitirían incorporar tierras hoy improductivas (de Tucumán y de otras provincias del NOA), aumentando de esta manera la frontera agrícola con fines

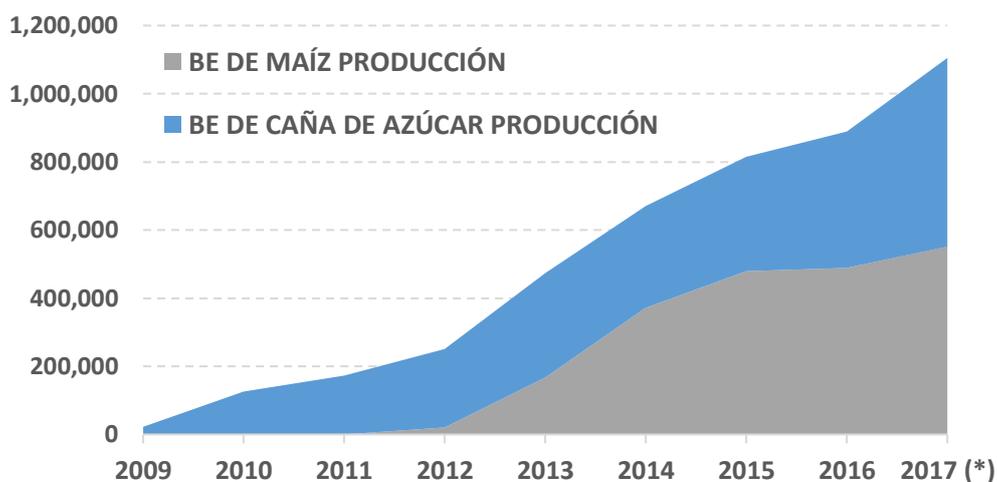
energéticos. Estimaciones privadas consideran que utilizando caña transgénica podría pasarse de las 400.000 has existentes de caña a cerca de 2.000.000 de has.

Como puede observarse en los gráficos siguientes, la producción de bioetanol ha crecido en forma sostenida desde 2009 hasta la fecha. La restricción más importante al crecimiento de esta industria está dada por las altas inversiones requeridas y por el efecto altamente contaminante de la vinaza, para la cual también existen diversas aplicaciones pero que requieren inversiones adicionales (EEAOC, 2011).

En una primera etapa, entre 2009 y 2012, la producción de bioetanol se realizaba únicamente en base a caña de azúcar. Desde 2012 hasta la fecha se observa un aumento creciente en el peso del bioetanol en base a maíz. Tucumán (28% del total nacional) y Córdoba (35% del total nacional) son actualmente los principales productores, cada uno en base a un sustrato diferente.

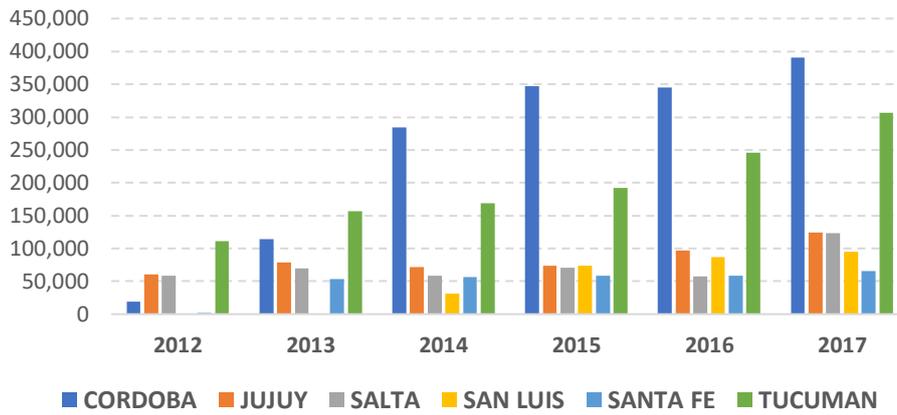
En cuanto a las empresas productoras de bioetanol en base a caña de azúcar, existen 10 bio-distilerías en Argentina. De estas, 7 se encuentran en Tucumán, 2 en Salta y 1 en Jujuy, lo que da cuenta de la importancia de Tucumán en este rubro (ver Tabla 11). En cuanto a la estructura empresarial, existe una clara integración con los ingenios, lo que supone una estructura altamente concentrada y con preeminencia de capitales locales.

Gráfico 13 - Producción de Bioetanol en Argentina (m3), según fuente.



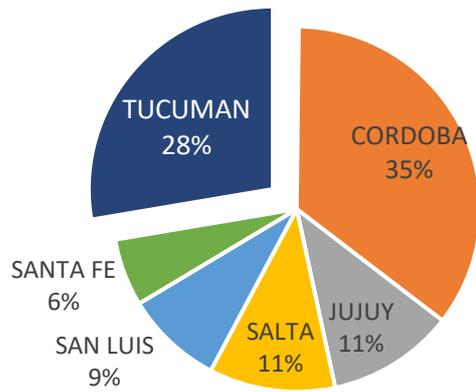
Fuente: Secretaría de Energía y Minería

Gráfico 14 - Producción de Bioetanol por provincia (m3).



Fuente: Secretaría de Energía y Minería

Gráfico 15 - Distribución provincial de la producción de Bioetanol por provincia en 2017 (%).



Fuente: Secretaría de Energía y Minería

Tabla 8 - Empresas productoras de bioetanol de caña, por Provincia.

EMPRESAS PRODUCTORAS DE BIOETANOL DE CAÑA	
EMPRESA	PROVINCIA
Bioenergía La Corona S.A.	Tucumán
Bioenergía Santa Rosa S.A.	Tucumán
Bio Ledesma S.A.	Tucumán
Biotrinidad S.A.	Tucumán
Compañía Bioenergética La Florida S.A.	Tucumán
Energías Ecologicas del Tucuman	Tucumán
Fronterita Energía S.A.	Tucumán
Rio Grande Energía S.A.	Jujuy
Bio San Isidro S.A.	Salta
Alconoa S.R.L.	Salta

Fuente: Secretaría de Energía y Minería

III) Otras energías renovables

Entre otras energías renovables que tienen potencial en la provincia cabe destacar la generación fotovoltaica, los pequeños aprovechamientos hídricos y el impacto que pueda tener la reglamentación de marco regulatoria para generación distribuida.

La potencia solar fotovoltaica instalada en la provincia de Tucumán, principalmente en zonas aisladas, es del orden de los 100KW, generando una energía eléctrica del orden de los 360MWh/año. La localidad de Amaicha del Valle posee un excelente nivel de irradiación solar, por lo que es un lugar estratégico para la instalación de plantas solares fotovoltaicas destinadas a la generación de energía eléctrica, existiendo estudios respecto de la factibilidad de la instalación de parques solares.

La Provincia considera importante el desarrollo de los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos con el objetivo generación hidroeléctrica, la regulación de los ríos y el aprovechamiento del recurso agua en las cuencas de los ríos: Gastona-Medina (Proyecto Original: Potrero del Clavillo), con una potencia estimada de 240MW, Angostura-Los Sosa, con tres (3) aprovechamientos de 10MW c/u, y la recuperación de la C.H. Lules, con una potencia estimada de 7MW. Tucumán, con la concreción de los aprovechamientos hidroeléctricos mencionados, podrá incorporar a su oferta unos 1.000 Gwh/año, acentuando su perfil exportador de energía eléctrica.

En el 2016 fue sancionada por la Honorable Legislatura de la Provincia de Tucumán, la Ley "Generación distribuida de energía eléctrica basada en energías renovables en el sector residencial, comercial e industrial". Esta Ley establece que los usuarios de energía eléctrica que dispongan de un sistema de generación distribuida de energía eléctrica, basado en el uso de fuentes renovables de energía, podrán inyectar a la red de distribución, la energía que de esta forma generen y deberán sujetarse a las condiciones técnicas que establezca la reglamentación.

4. Análisis Tecnológico

En términos tecnológicos, la generación de energía en base a biomasa tiene 2 vectores diferenciados de desarrollo: la producción del recurso primario (el sustrato) y el procesamiento industrial del mismo.

En lo que refiere a la producción del recurso primario, los avances tecnológicos provienen de las bio-ciencias, si bien hay también esfuerzos orientados a la optimización de los costos de recolección, conservación óptima (particularmente de humedad) y logística. El desarrollo y la identificación de variedades óptimas de caña de azúcar y sorgo, en el caso de Tucumán, constituyen el principal desafío. En este rubro aplican desarrollos tradicionales de mejoramiento genético, prueba y error con diferentes variedades de cada especie para mejorar rindes según el objetivo buscado. Bio-tecnología, genética y optimización de procesos (siembra, cosecha, recolección) constituyen los principales desafíos. En el caso de la caña de azúcar y el sorgo, que constituyen los cultivos energéticos con mayor presencia y potencial en Tucumán, tanto la EEAOC como el INTA tiene líneas de investigación orientadas específicamente a bioenergía. Recursos como ser los cítricos o el tabaco no son cultivados con fines energéticos, y por tanto los esfuerzos de desarrollo están orientados a otros fines, como por ejemplo mejorar los rindes o la calidad del producto final.

En cuanto al procesamiento industrial, debe diferenciarse entre biomasa seca, húmeda y bioetanol. En el caso de la biomasa seca, las nuevas plantas de generación de energía sobre la base de sub-productos de la cadena del azúcar tienen como referencia a Brasil y, en segundo lugar, a India. Se trata de dos países donde la cadena del azúcar tiene un fuerte peso (en Brasil hay cerca de 30 veces más usinas sobre la base de azúcar que en Argentina) y que tienen ya una trayectoria importante en generación de energía. La consecuencia de esto es que la ingeniería tiende a ser comprada afuera, al igual que una parte importante del equipamiento. Dentro de los bienes de capital destacan las calderas, un segmento donde Brasil tiene fuertes capacidades y una escala muy superior a la que sería factible desarrollar localmente, por el tamaño del mercado del azúcar en el país vecino. En el caso de las turbinas, el otro bien de capital principal, se trata de un mercado altamente concentrado en unas pocas empresas multinacionales (i.e. Siemens), con altas barreras a la entrada. Los proveedores locales se ocupan principalmente de las obras de menor complejidad tecnológica (estructuras metálicas, tuberías, bombas) y de tareas de mantenimiento.

Algo similar ocurre en biomasa húmeda, donde Europa y en menor medida Estados Unidos tienen miles de plantas de biogás ya en funcionamiento desde hace más de una década, lo que ha dado lugar a proveedores especializados con amplia trayectoria. El resultado es que los tecnólogos de estos emprendimientos son mayormente europeos (lo que corresponde a todo el segmento de biogás, no solamente al caso de Tucumán), así como también los proveedores de equipos (agitadores, bombas, etc.). En el caso de los motores no existe fabricación en el país, si bien sí existen firmas locales que realizan paquetizados en el caso de los moto-generadores.

En el caso del bioetanol a partir de caña de azúcar, el proceso productivo puede partir de dos materias primas diferentes. En un caso, se produce a partir de un sub-producto del azúcar, la melaza. Ésta es generada a partir de la molienda de la caña, y permite obtener alrededor de 1 metro cúbico de etanol por cada 10 toneladas de azúcar producida. La alternativa es la

utilización del jugo de caña, que también se genera en la molienda, pero en este caso no se produce azúcar, sino que se destina íntegramente a generar etanol. Bajo este esquema se obtienen aproximadamente 85 litros de etanol por cada tonelada de caña procesada (PWC, 2011). La diferencia fundamental es que en el segundo caso no se trata de la utilización de un residuo sino de cultivos realizados con fines puramente energéticos.

La ingeniería y la provisión de equipos para el caso de bioetanol si tiene una fuerte presencia local. Existen firmas locales con capacidad y experiencia en el diseño de plantas productivas, y existen proveedores locales de diseñar plantas, como ser columnas y tamices moleculares. Empresas importantes dentro del rubro, como Di Bacco, son de la provincia de Tucumán.

En el caso de la biomasa seca y del bioetanol, si bien los principales componentes electromecánicos no son fabricados en Tucumán (ni en el país), el mantenimiento de equipos contribuye significativamente al desarrollo del sector local de metalmecánica, al tiempo que potencia sus capacidades.

5. Desafíos y oportunidades de intervención en el complejo

Ineficiencia de las usinas en los ingenios

Las tecnologías empleadas en la mayoría de los ingenios fueron originalmente desarrolladas antes de la década de los 1960s, en un marco en el que los ingenios no estaban interconectados con la red eléctrica. En consecuencia, el diseño de calderas se orientó a lograr un equilibrio entre la cantidad de bagazo que debía ser procesado y las necesidades energéticas de la planta, de forma de que no sobre energía (dado que no había posibilidad de venta) ni bagazo (que constituye un residuo en caso de no ser utilizado como combustible). Esto supone niveles de eficiencia en torno a 35 kW por cada tonelada de caña molida, cuando equipos de última generación permiten obtener en torno a 120 kW por Tn de caña molida. Si tomamos en consideración, adicionalmente, que los ingenios demandan grandes volúmenes de gas natural para su funcionamiento, la posibilidad de modernizar la tecnología de conversión permitiría que los mismos pasen de ser grandes consumidores a grandes proveedores energéticos.

Recursos energéticos sub-aprovechados

Existe un inmenso potencial energético actualmente desaprovechado en el uso del Residuo Agrícola de Cosecha como biomasa seca para la generación de energía. Su utilización supone por un lado un desafío técnico y, por otro, social, en tanto es un residuo que se encuentra disperso entre gran cantidad de cañeros medianos, pequeños y grandes.

Desafíos de la producción de bioetanol

La producción de bioetanol tiene 3 etapas principales: Fermentación, Destilación y Deshidratación. Existen oportunidades de mejorar la eficiencia energética del proceso en relación a los estándares actuales de funcionamiento de las plantas de bioetanol en Tucumán. En los últimos años varios ingenios ya han avanzado en este sentido.

Referencias Bibliográficas

- EEAOC (2011): “Biocombustibles en la Argentina y Tucumán, cifras de la industria en el período 2009- 2011”. Reporte Agroindustrial, Boletín Nro 52.
- EEAOC (2013): “Alternativas para el aprovechamiento de la vinaza como subproducto de la actividad sucroalcoholera”. Revista Avance Agroindustrial 34-2.
- EEAOC (2017): “Camino de la Biomasa. Una Experiencia Guía en Tucumán”. Revista Avance Agroindustrial 39-1.
- FAO (2009): “Análisis del balance de energía derivada de la biomasa en Argentina”. Metodología Wisdom. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Buenos Aires.
- FAO (2016): “Análisis espacial del balance energético derivado de biomasa. Metodología Wisdom. Provincia de Tucumán”. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Buenos Aires.
- Ministerio de Economía y Finanzas Públicas (2018): “Informes de Cadenas de Valor: Azucarera”. Subsecretaría de Programación Microeconómica, Secretaría de Política Económica.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2017): Análisis de información científica-tecnológica relacionados con la producción y tratamiento de vinaza sucro alcoholera: estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia estratégica. Miguel Leonel Guagliano, Nancy Verónica Pérez, Adriana Sanchez Rico *et al.* - 1a ed . - Buenos Aires.
- Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva 2020 (2011): “El potencial de la bioeconomía y las biorrefinerías en la Argentina”. Secretaría de Planeamiento y Políticas, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Documento de Referencia para el trabajo en la mesa de implementación del Núcleo Socio-Productivo Estratégico “Biorrefinerías: bioenergía, polímeros y compuestos químicos”.
- PWC (2011): “Biocombustible”. Análisis Sectorial Nro 2. PwC Argentina Research and Knowledge Center. Oficina Rosario.

COMPLEJO PRODUCTIVO SOFTWARE Y SERVICIOS INFORMÁTICOS

1. Resumen introductorio

A lo largo de las últimas tres décadas el sector de Software y Servicios Informáticos (SSI) ha tenido un crecimiento destacado en Argentina, habiendo alcanzado en la actualidad un nivel de empleo superior a complejos tradicionales como el automotriz, en una tendencia que ha sido acompañada por la provincia de Tucumán.

A modo indicativo, mientras que en 1996 en Tucumán había 2 firmas de SSI por cada 100, en la actualidad ese valor se ha cuadruplicado, existiendo 8 firmas de SSI por cada 100 empresas industriales. En términos de empleo, entre 2002 y 2017 la cantidad de trabajadores registrados del sector en la provincia creció ocho veces, pasando de 131 empleados a 1105. Si bien esta cantidad de trabajadores representa el 0,6% del total del empleo registrado de la provincia, se trata de una actividad en fuerte crecimiento, con niveles salariales superiores a la media, elevados niveles de calificación y externalidades positivas sobre el resto del entramado productivo, todo lo cual da cuenta de la importancia creciente del sector. En esta dirección, y en el marco de una fuerte concentración del sector de SSI en unas pocas provincias, Tucumán puja por ingresar dentro de este grupo.

El acelerado crecimiento del sector de SSI en Argentina y en la provincia de Tucumán es indicativo por sí mismo del potencial que tiene en términos de desarrollo productivo. El presente capítulo aborda la situación general del complejo en la provincia y los desafíos y oportunidades que se presentan, destacándose dentro de ellos las políticas de fomentos de formación de recursos humanos, el acceso al financiamiento, la conveniencia de definir un perfil de especialización y una estrategia acorde y las ventajas de buscar articulaciones para desarrollos asociados a las cadenas productivas tradicionales de Tucumán.

2. Orígenes y evolución reciente de la actividad

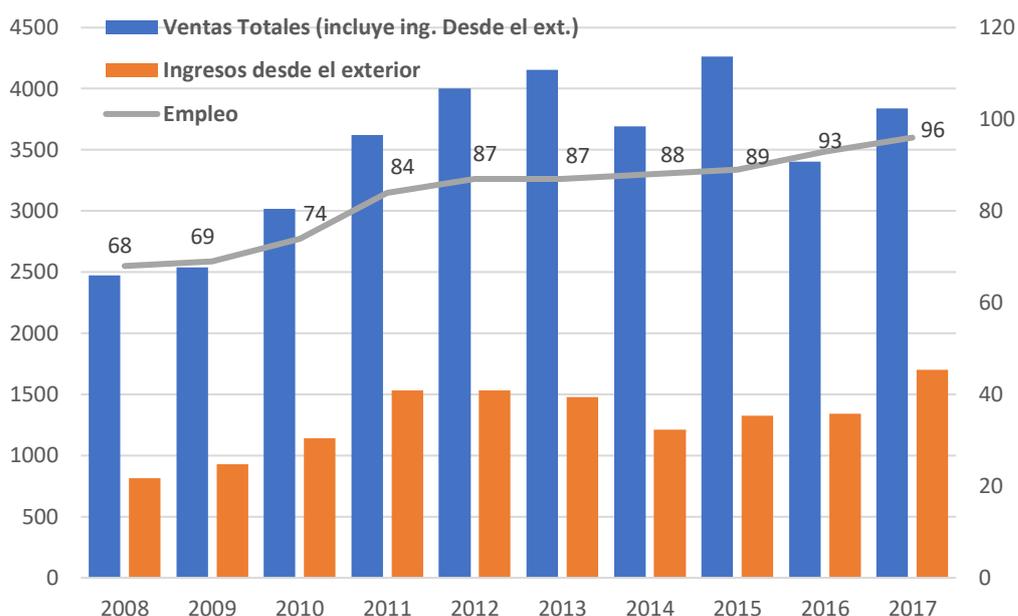
La industria de Software y Servicios Informáticos en Argentina nació y se desarrolló, en sus inicios, con una estrategia orientada al mercado interno. Durante los años noventa, en el marco de la apertura económica, las privatizaciones de empresas públicas y el ingreso de inversión extranjera directa, se produjo un proceso de transnacionalización y modernización tecnológica de diversos sectores del entramado productivo local, el cual dio impulso al sector. En este contexto, el sector de SSI tuvo un fuerte crecimiento, destacando las empresas de servicios públicos privatizadas y el sector financiero como dos de los motores principales del desarrollo del sector de SSI (López, 2003).

El nuevo ciclo económico iniciado luego de la crisis de la convertibilidad dio lugar a un fuerte desarrollo del sector, con una dinámica de crecimiento del empleo, las ventas y las exportaciones sensiblemente superior a la media nacional en dicho período. Tal como sostienen Pereira et al (2016) "Nadie preveía que algo más de una década después [del comienzo del nuevo milenio] el empleo en el sector iba superar el empleo en el complejo

automotriz (un 8% más), en diversos sectores primarios (servicios agrícolas), industriales (bienes de capital, cuero y calzado, madera, muebles, siderurgia) y de servicios (electricidad, gas y agua) y que habría casi alcanzado el mismo nivel de empleo de sectores que tenían un quantum notablemente superior a fines de los años noventa (bancos, seguros y servicios inmobiliarios)”. En tal sentido, en los últimos casi 20 años el sector de SSI no solamente ha sido una de las actividades económicas más dinámicas del país, sino que también ha llegado a alcanzar un lugar prominente en la estructura productiva argentina.

La dinámica virtuosa del sector de SSI fue acompañada por un set de políticas públicas de tipo vertical, que tuvieron un impacto significativo en la evolución de la actividad. En particular, La Ley de Promoción de la Industria del Software en 2004, junto con el FONTAR y el FONSOFT fueron pilares de la dinámica de crecimiento e innovación. Al respecto, Pereira et al (2016) concluyen a partir de estudios econométricos la existencia de evidencia respecto de que dichos programas públicos ayudaron a crear un grupo de empresas caracterizadas por una conducta innovadora más dinámica, habiendo tenido un impacto significativo en el despegue de la actividad en la post-convertibilidad.

Gráfico 16 - Ventas, exportaciones y empleo del sector de SSI en Argentina (en millones de USD y miles de empleados registrados).



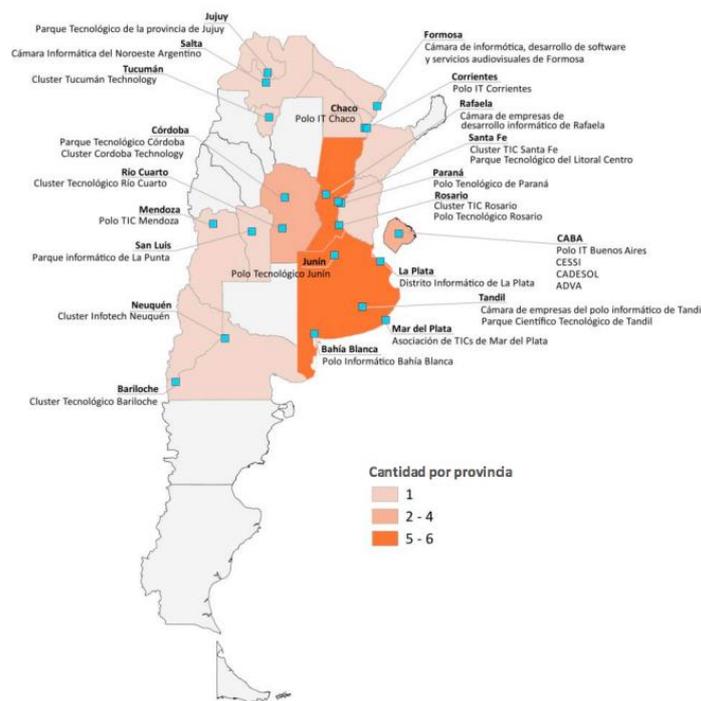
Fuente: elaboración propia en base a datos de OPSSI

Por las características técnico-productivas de la actividad, el sector de SSI se ha desarrollado a lo largo de casi todo el país, existiendo nodos productivos y clústers en diversas provincias. En tal sentido, Argentina se ha transformado en un polo regional (internacional) de desarrollo del sector, a la par que se han desarrollado nuevos focos en diversas localidades del interior del país, tal como puede observarse en los dos mapas presentados a continuación. En el caso de la provincia de Tucumán, el proceso se vio favorecido por la existencia de carreras de informática

y computación en tres centros de educación superior (la Universidad Nacional de Tucumán, la Universidad Tecnológica Nacional y la Universidad Santo Tomás de Aquino), que dieron lugar a los recursos humanos fundamentales para el despegue de la actividad (Ministerio de Producción de la Nación, 2006). Según información recogida, egresan anualmente de carreras informáticas y sistemas unos 40 / 50 personas en la UTN -FRT, 20 / 30 en la UNT y cercano a 10 en UNSTA.

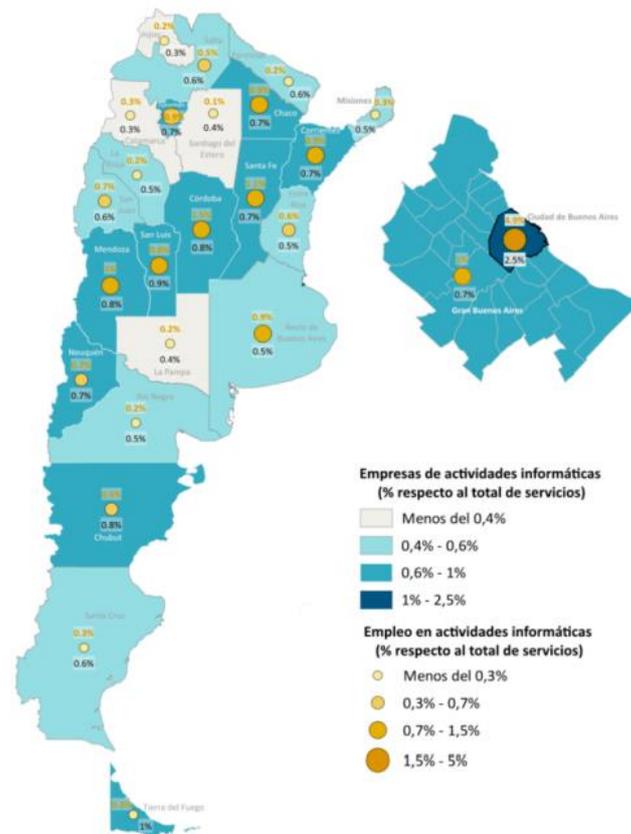
El sector de SSI en Tucumán ha crecido hasta tener algo más de 40 empresas, las cuales se nuclean en torno a dos asociaciones empresarias: (i) el Clúster Tecnológico Tucumán (CTT) (ii) la Asociación de Empresas Tucumanas de Tecnología de la Información (AETTI).

Mapa 3 - Localización de cámaras, polos y clusters de software y servicios informáticos



Fuente: Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas (2016).

Mapa 4 - Distribución de empresas y el empleo asalariado privado registrado en actividades informáticas.



Fuente: Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas (2016).

3. El complejo en el contexto provincial e información cualitativa

El sector de SSI es intensivo en empleo, siendo los costos laborales responsables del 75% de los costos totales de las firmas (OPSSI, 2018). Se trata, además, de trabajo calificado: el 64% de los trabajadores posee formación universitaria, siendo el 43% profesionales en sistemas (OPSSI, 2018). La disponibilidad de recursos humanos calificados constituye el elemento clave para el desarrollo del sector y se ubica, en consecuencia, como uno de los pilares de cualquier política de promoción del sector. Sobre este punto, existe un consenso en la literatura respecto de la necesidad de estimular los niveles de calificación de la mano de obra, particularmente en un marco en que la fuerte demanda conlleva una temprana inserción laboral de los estudiantes universitarios, cuya contrapartida es que una porción importante de los mismos no termine sus estudios y/o no realicen estudios de posgrado. Al respecto, Ramos (2012) destaca que la reducida cantidad de perfiles con estudios de posgrado (maestría y doctorado) se constituye como un limitante para el desarrollo de procesos y productos de mayor complejidad, aunque también destaca la existencia de visiones que enfatizan la importancia del *learning by doing* en el sector de SSI como un factor que relativiza este fenómeno.

En términos de remuneraciones, el sector destaca por las buenas condiciones de trabajo. La remuneración promedio de los trabajadores registrado del sector de SSI es un 40% superior al promedio nacional, y si tomamos como referencia al conjunto de la industria manufacturera,

un 15% mayores. Si tomamos el caso específico de Tucumán, el diferencial es de +43% respecto a la media y + 37% respecto de la industria manufacturera en la provincia.

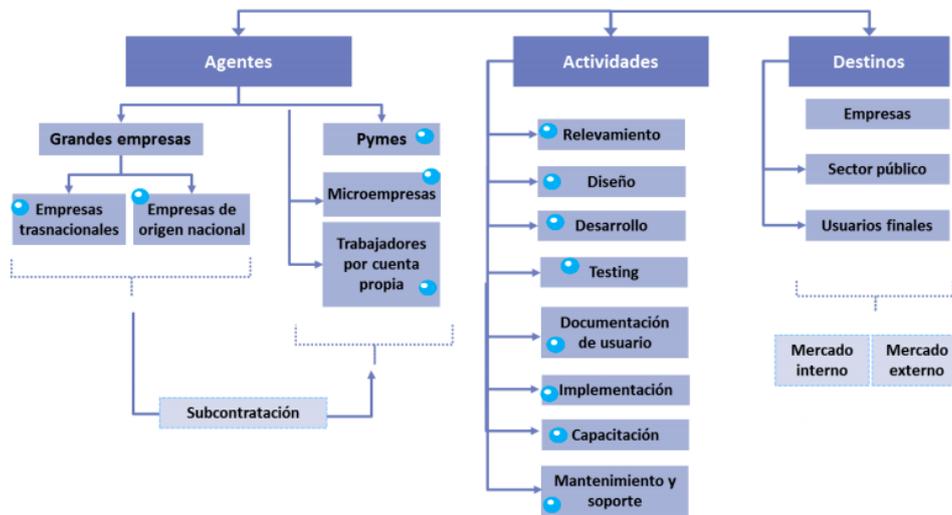
Por otra parte, con la excepción de equipos de hardware vinculados a la informática y las telecomunicaciones, casi no existen tecnologías “duras”, siendo que estos bienes están disponibles en el mercado para todos los actores de la cadena (Ramos, 2012).

En términos de estructura de la cadena de valor, existen dos grandes segmentos en el sector: software y servicios informáticos. El desarrollo de software se realiza bajo diferentes modalidades: (i) empaquetados, que no requieren customización y apuntan al mercado masivo; (ii) software embebido en productos de hardware y maquinaria de diverso tipo, y (iii) software a medida, realizado según los requerimientos de cada cliente (Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas, 2016).

El universo de empresas que desarrollan software es muy heterogéneo, tanto en términos de tamaño como de capacidades. No obstante, destacan dos grupos dentro del desarrollo de software en el país: software para gestión de empresas (con el consecuente impacto positivo sobre la productividad de diversos otros sectores) y para la producción de videojuegos (López, 2003).

El otro gran segmento de la cadena de valor son las empresas que se dedican a los servicios informáticos, incluyendo el diseño, testeo, mantenimiento, y capacitación, entre otros. La división entre desarrollo de software y servicios informáticos es, no obstante, difusa, en tanto numerosas actividades pueden ser conceptualizadas de ambas formas según el enfoque adoptado.

Esquema 5 - Cadena de valor del software y servicios informáticos



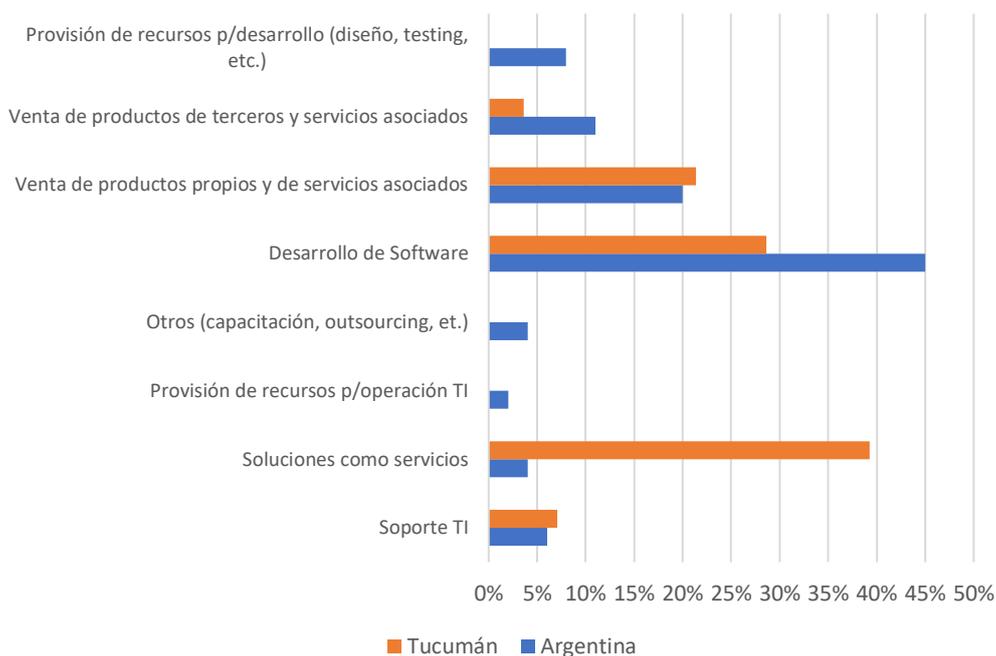
● Eslabón con relevancia nacional.

Fuente: elaboración propia con base en Nahiriñak (2011).

Fuente: Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas (2016).

El Gráfico siguiente presenta el perfil de especialización de las firmas de SSI en Argentina y en Tucumán, en función del peso de las diversas actividades en las ventas del sector. La venta de soluciones como servicios es la principal actividad de las firmas de la provincia, con una participación del 39% de las ventas, muy por sobre el 4% a nivel nacional. Por su peso absoluto y por contraposición a la media nacional, dicha actividad de servicios informáticos da cuenta del perfil de especialización sectorial de la provincia. Las otras dos actividades que destacan son desarrollo de software (29% de las ventas) y venta de productos propios y servicios asociados (21%). Estas tres actividades explican el 89% de las ventas del sector de SSI de Tucumán.

Gráfico 17 - Participación de las distintas actividades en el total de ventas



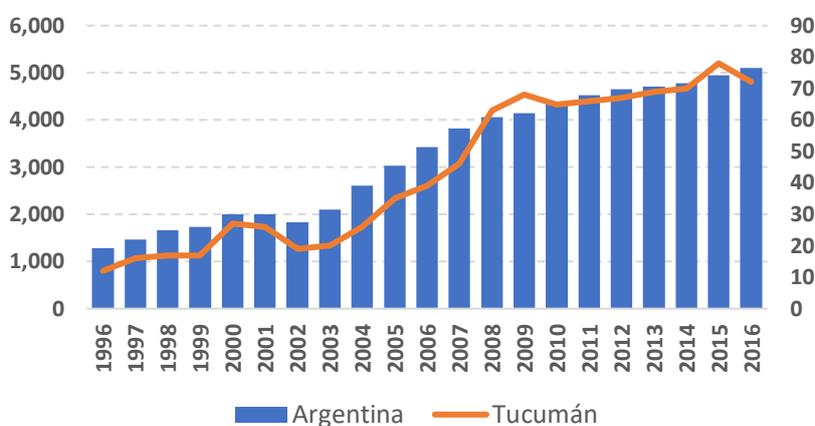
Fuente: elaboración propia en base a OPSSI e IDEP.

En términos de ubicación geográfica, las firmas de SSI de la provincia está fuertemente concentradas en la ciudad capital y alrededores, tal como puede apreciarse en el Gráfico Nro XX. Al respecto, tanto las tres universidades con carreras vinculadas al sector como los clusters CTT y AETTI se encuentran en la capital, lo que resulta explicativo de este fenómeno.

Como fuera previamente mencionado, existen dos clústers de SSI en la provincia. En el caso del Cluster Tecnológico Tucumán, el mismo surge de una iniciativa del Instituto de Desarrollo Productivo de Tucumán, a partir de un relevamiento de empresas de TIC en la provincia que fuera parte del “Programa de Fortalecimiento Institucional, Productivo y de Gestión Fiscal Provincial”, en 2007. El clúster cuenta actualmente con cerca de 30 socios, incluyendo grandes firmas como Globant y Everis, firmas medianas como Censys y un gran número de pequeñas empresas.

La cantidad de empresas de SSI en Tucumán ha crecido ininterrumpidamente en los últimos 20 años, tal como puede observarse en el Gráfico siguiente. La evolución de esta variable ha tenido una evolución muy similar a lo acontecido en el país. La participación de las firmas de SSI en el total de las firmas tucumanas entre 1996 y 2016 más que se duplicó, pasando del 0,2% al 0,5%; si tomamos de referencia el universo de firmas manufactureras el crecimiento es aún mayor: mientras que en 1996 había menos de 2 firmas de SSI por cada 100 empresas industriales, en 2016 dicho valor es de 8 en 100. De las 72 firmas de SSI existentes en la provincia acorde a los datos del Ministerio de Trabajo, el 74% son microempresas, 21% son pequeñas, 4% medianas y apenas el 1% grandes. En síntesis, el universo de firmas de SSI en la provincia no solo ha crecido ininterrumpidamente, sino que ha ido ganando participación en la estructura productiva provincial, principalmente a partir del surgimiento de numerosas microempresas.

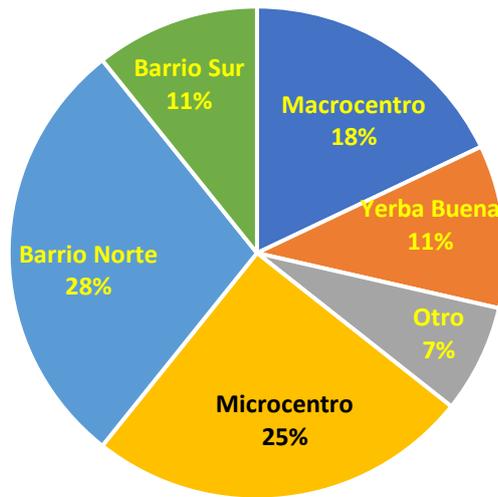
Gráfico 18 - Cantidad de firmas de SSI



Fuente: elaboración propia en base a OEDE.

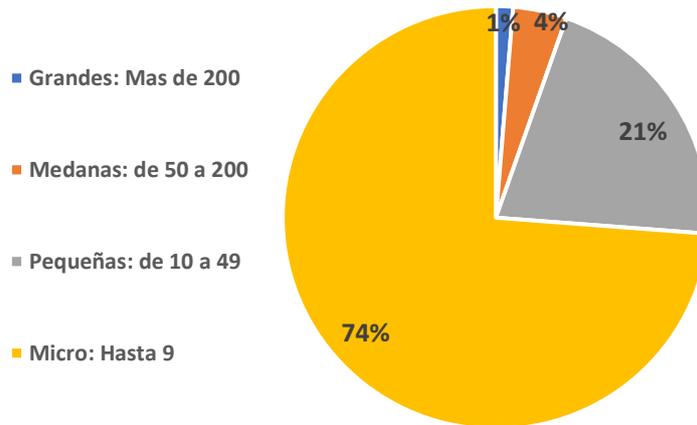
A la par del crecimiento en la cantidad de empresas, el empleo en el sector ha aumentado en forma constante en las dos últimas décadas. Tal como puede observarse en el Gráfico Nro 21, entre 1996 y 2017 el empleo registrado del sector se multiplicó por 6, frente a un crecimiento del total del empleo registrado que creció un 87% en igual período. Como consecuencia de esta dispar evolución, la participación del sector en el empleado formal del país pasó del 0,38% al 1,48% en igual período. En cuanto a la distribución territorial del empleo, Capital Federal y Gran Buenos Aires dan cuenta del 78% de los puestos de trabajo, seguidos por Córdoba (6,3%) y Santa Fe (4,4%). En estas tres jurisdicciones se concentra cerca del 90% del empleo sectorial. La provincia de Tucumán, por su parte, tiene un total de 1.105 empleados registrados (promedio de 2017, datos de OEDE), que representan el 1,14% del empleo registrado del sector nacional.

Gráfico 19 - Ubicación geográfica de las firmas de SSI en Tucumán



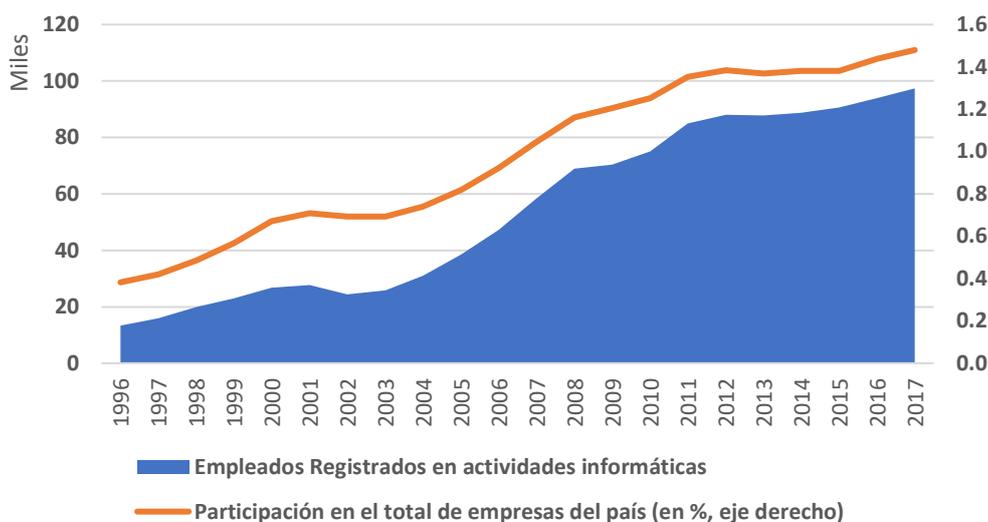
Fuente: elaboración propia en base a IDEP.

Gráfico 20 - Distribución de Empresas de SSI según Tamaño (Total Nacional)



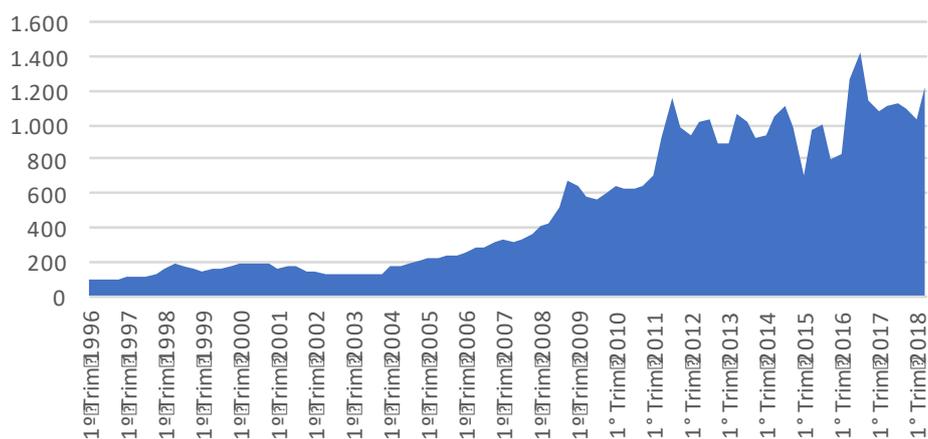
Fuente: elaboración propia en base a OEDE.

Gráfico 21 - Empleo en el sector SSI (Total Nacional)



Fuente: elaboración propia en base a OEDE.

Gráfico 22 - Empleo en el sector SSI de Tucumán



Fuente: elaboración propia en base a OEDE.

4. Análisis Tecnológico

SSI es un sector intensivo en conocimiento donde las tecnologías duras, entendidas fundamentalmente como bienes de capital, tiene un impacto muy secundario. En tal sentido, las tecnologías empleadas se vinculan primordialmente con los lenguajes de programación utilizados y, además, con la complejidad de los desarrollos que las firmas llevan adelante. El Gráfico Nro 23 detalla los lenguajes de programación utilizados por las firmas de SSI de Tucumán. Como puede observarse, las empresas trabajan con múltiples lenguajes, siendo .NET, MySQL, SQL y HTML los más utilizados.

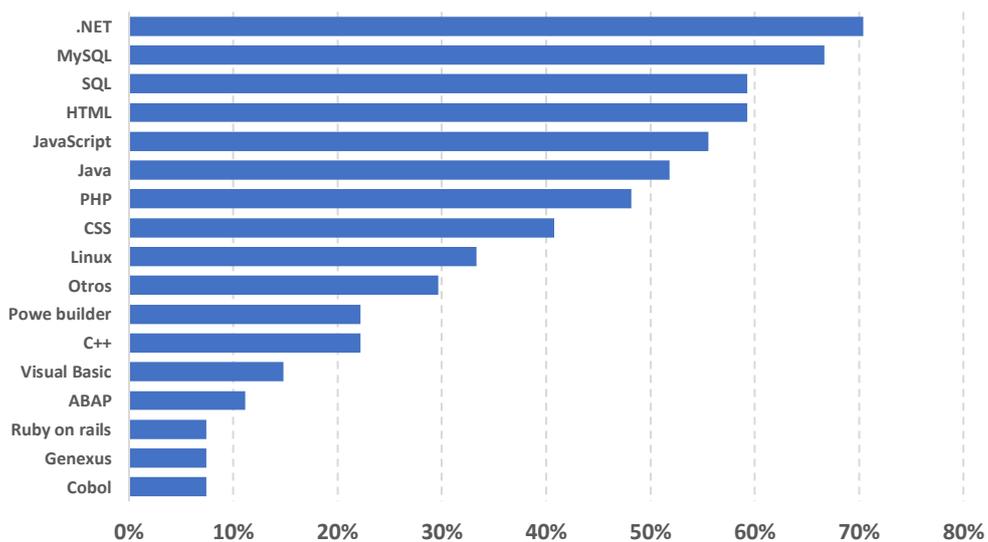
En cuanto a la formación de los trabajadores, las principales carreras de grado vinculadas al sector son ingeniería en sistemas, en computación y en informática, así como licenciatura en

sistemas. Son pocos los trabajadores con estudios de posgrado, ya sea maestría o doctorado. No obstante, hay un reconocimiento internacional a la capacitación en el puesto de trabajo como una de las formas principales de aprendizaje por parte de los trabajadores del sector, tanto por la adquisición de capacidades formales como por capacidades de trabajo en grupo, negociación y gestión de proyectos, entre otras (López, 2013).

Por otra parte, muy pocas firmas tienen certificaciones de calidad. La norma más difundida es la ISO 9001, que certifica gestión de calidad. El gráfico Nro 24 presenta un detalle de las certificaciones, destacándose que casi el 80% de las firmas no poseen ningún tipo de certificado.

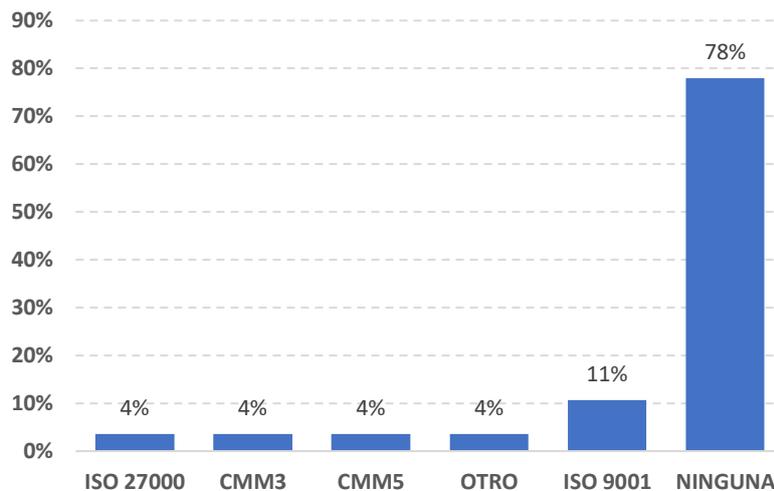
En cuanto a la brecha de productividad respecto de los estándares internacionales, Ramos (2012) sostiene que existe evidencia para afirmar que Argentina está alineada con las mejores prácticas globales, no habiendo brechas de productividad relevantes respecto del resto del mundo, siendo la buena formación de recursos humanos y el correcto manejo de las principales tecnologías las principales causas del fenómeno.

Gráfico 23 - Idiomas de programación utilizados por las firmas de SSI de Tucumán



Fuente: elaboración propia en base a IDEP.

Gráfico 24 - Porcentaje de empresas tucumanas de SSI con certificación de calidad



Fuente: elaboración propia en base a IDEP.

En cuanto a la heterogeneidad intra-empresarial, el sector de SSI en Argentina está compuesto por tres tipos de firmas (sin considerar emprendimientos unipersonales y microemprendimientos, que tienen un peso importante en el caso de la provincia de Tucumán), a saber:

1. Un grupo pequeño de grandes empresas, en su mayoría extranjeras, que tienden a prestar servicios para grandes clientes;
2. Empresas nacionales que desarrollan software y venden en el mercado interno y externo;
3. Un abanico amplio y heterogéneo de firmas nacionales que desarrollan software y venden servicios informáticos en el mercado local, en su mayoría sin un perfil de especialización claro.

El desarrollo del sector de SSI en el país ha sido acompañado de diversas **políticas de promoción**. En el año 2003 se declaró a la producción de software como actividad industrial, a través de la Ley Nro. 25.856, lo que habilitó al sector de acogerse a los diversos beneficios impositivos y crediticios propios de la industria. Al año siguiente, en 2004, se sancionó la Ley de Promoción de la Industria del Software (Ley Nro. 25.922), que creó un régimen fiscal específico para la actividad. Los beneficios de esta ley son el otorgamiento de un bono fiscal por hasta el 70% de las contribuciones patronales y la desgravación del 60% del impuesto a las ganancias. Para acceder a estos beneficios, que originalmente eran por 10 años y que fueron prorrogados hasta 2019, las firmas deben cumplir con al menos dos de las siguientes condiciones: realizar actividades de investigación y desarrollo, poseer alguna norma de calidad reconocida aplicable a los productos software, o realizar exportaciones. Del total de empresas de Tucumán únicamente tres cuentan participan en el régimen.

El FONSOFT (Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software) constituye otra de las políticas destacadas específicas para el sector. Creado en 2004 a partir de la Ley de Promoción de la Industria del Software, el FONSOFT tiene por objetivo desarrollar la innovación en el

sector de las TICS, a partir de un conjunto de herramientas financieras orientadas a los siguientes fines: otorgamiento de becas, apoyo a emprendedores, aportes no reembolsables (ANRs) y créditos de exportación. A través de estas herramientas la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica financia proyectos de certificación de calidad y desarrollo de nuevos productos, entre otros. Para obtener estos beneficios las firmas deben presentar proyectos en convocatorias, que deben ser evaluados y aprobados por la ANPCyT. Tucumán se ha destacado en la adjudicación de proyectos especialmente en las líneas orientadas a emprendedores y becas de finalización de carreras de grado. En 2016 el Ministerio de Producción lanzó el programa PRESOFT, a través del cual, empresas jóvenes (de hasta 2 años de antigüedad) que no están inscriptas en el régimen de promoción pueden acceder a ANRs y créditos blandos del BICE.

La formación de recursos humanos, pilar fundamental para el desarrollo del sector, también ha recibido un fuerte impulso público.

El Plan 111 Mil ha sido la iniciativa del gobierno nacional más importante para la formación de recursos humanos para el sector. Su objetivo era formar en cuatro años a 100.000 programadores, 10.000 profesionales y 1.000 emprendedores, a través del entonces Ministerio de Educación, conjuntamente con el Ministerio de Producción de la Nación. En Tucumán se ha promovido la inscripción de jóvenes al plan, alcanzando el tercer lugar en cantidad inscriptos a nivel nacional después de Buenos Aires y Córdoba. El objetivo era lograr entre 1.500 y 1.700 inscriptos, distribuidos en 55 comisiones en Escuelas Técnicas, Universidades Nacionales, Municipios y Entidades de la Sociedad Civil de diferentes localidades.

El programa EMPLEARTEC, las becas Ctrl+F y las becas Ctrl+A, impulsadas por el Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social junto con la CESSI, han sido centrales en este sentido. La Fundación Sadosky también ha tenido un rol importante en este sentido. Iniciativas como el Desafío Dale Aceptar, orientado a promover las TICS en colegios secundarios, son un ejemplo de ello.

Por último, el programa Conectar Igualdad, a través de la distribución de notebooks a docentes y alumnos de escuelas de todo el país, ha fomentado el cierre de la brecha digital, permitiendo en consecuencia el desarrollo de capacidades digitales de amplias capas de estudiantes de bajos recursos.

Como se mencionó previamente en este trabajo, Pereira et al (2016) dan cuenta a partir de evidencia econométrica del impacto positivo que las políticas públicas han tenido en el desarrollo reciente del sector.

Por último, existen diversas políticas de fomento a nivel provincial. Se han identificado iniciativas en CABA, Buenos Aires, Córdoba, San Luis y Santa Fe.

5. Desafíos y oportunidades de intervención en el complejo

Escasez de mano de obra calificada

La escasez de recursos humanos calificados constituye uno de los principales desafíos y oportunidades para el desarrollo del sector, tanto a nivel nacional como provincial.

Necesidad de una visión estratégica provincial para el sector.

A pesar de su gran creciente relevancia en la trama productiva provincial y su gran potencial para movilizar y absorber recursos humanos de mayor calificación, no existe aún una definición respecto del rumbo estratégico que se busca imprimir a la actividad desde la política pública.

Dificultades para el acceso al financiamiento

Si bien existen herramientas de financiamiento específicas para el sector, la falta de activos propios de esta actividad productiva, así como el bajo desarrollo del sistema financiero en el país dificultan el acceso de las pymes a líneas de financiamiento.

Referencias bibliográficas

- Barletta, Florencia; Pereira, Mariano; Robert, Verónica y Yoguel, Gabriel (2013): Argentina: Dinámica reciente del sector de software y servicios informáticos. Revista de la CEPAL N° 110.
- CIECTI (2016): El sector de Software y Servicios Informáticos: dilemas de crecimiento y desafíos de política pública. Policy Brief #3, Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- IDEP (2016): Caracterización del sector de Tecnologías de comunicación e información en la provincia de Tucumán – II Encuesta. Instituto de Desarrollo Productivo de Tucumán.
- López, A. (2003). La Industria del Software y servicios informáticos en la Argentina: diagnóstico y perspectivas. Estudio 1.EG.33.4: "Estudios de competitividad sistémica", Componente B: La Sociedad de la Información, servicios informáticos, servicios de alto valor agregado y software.
- López, A. (2013): Análisis de Diagnóstico Tecnológicos Sectorial. Software y Servicios Informáticos. Secretaría de Planeamiento y Políticas, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- López, Andrés y Ramos, Daniela (2008): La industria del software y servicios informáticos argentina. Tendencias, factores de competitividad y clústers. Documento del Proyecto "Desafíos y Oportunidades de la Industria de Software en Brasil y Argentina". PEC B-107. FLACSO – IDRC.
- Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas (2016): Software y Servicios Informáticos. Informes de Cadenas de Valor, Año 1 Nro. 12. Dirección Nacional de Planificación Sectorial y Dirección Nacional de Planificación Regional, Subsecretaría de Planificación Económica, Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo.
- Ministerio de Producción de la Nación, Secretaría de Integración (2016): Complejo de Software y Servicios Informáticos. Secretaría de Integración Productiva, Subsecretaría de Integración de Políticas Productivas.
- Nacleiro, Alejandro, et al (2010): Sistema productivos locales. Políticas Públicas y Desarrollo Económico. Subsecretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y Desarrollo Regional, Ministerio de Industria y Turismo. Proyecto PNUD ARG/05/024.
- OPPSI (2018): Reporte anual sobre el Sector de Software y Servicios Informáticos de la República Argentina. CESSI.

- Pereira, Mariano; Barletta, María Florencia y Yoguel, Gabriel (2016): El desempeño del sector de software y servicios informáticos en la Argentina: evidencia microeconómica sobre los programas públicos de apoyo. Revista de la CEPAL N° 120.

- Ramos, Daniela (2012): Complejo productivo Software y Servicios Informáticos. Cuadros de Situación Tecnológica, CIECTI.

ECOSISTEMA DE CTI PROVINCIAL: RELEVAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN

Tucumán

TOMO III

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE ESTUDIOS EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (CIECTI)

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PRESENTACIÓN.....	3
EL ECOSISTEMA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE TUCUMAN	4
FICHAS INSTITUCIONALES	12
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN (UNT).....	13
CONCEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS (CONICET).....	19
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROINDUSTRIAL OBISPO COLOMBRES (EEAOC).24	
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA).....	30
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL (INTI)	33
UNIVERSIDAD SAN PABLO - TUCUMÁN (USP-T).....	35
SÍNTESIS Y CONCLUSIONES.....	38
BIBLIOGRAFÍA.....	39

PRESENTACIÓN

El trabajo presenta un relevamiento y caracterización de los actores que conforman el sistema de CTI provincial a partir de la revisión de la información existente. En particular se presentan aquellas áreas/dependencias más relevantes del sistema y se identifican sus capacidades y recursos.

Para la elaboración del documento se realizaron entrevistas con informantes clave y se contó con la colaboración de los equipos técnicos de la SIDETEC de la provincia.

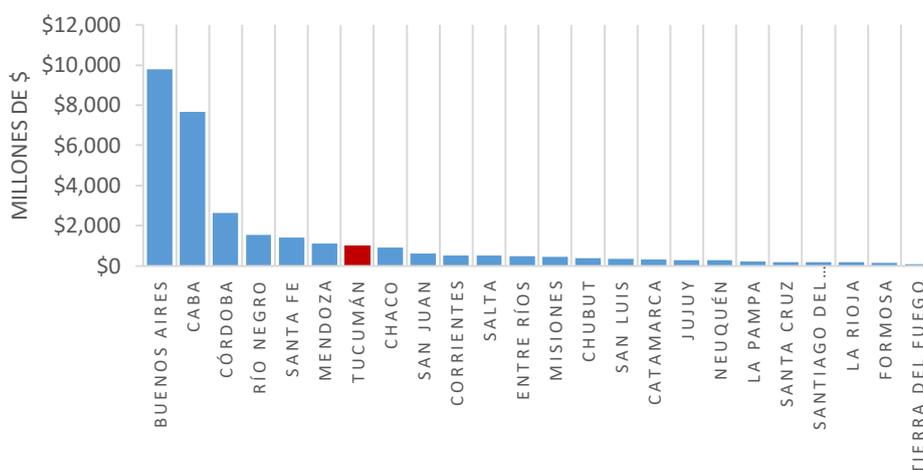
EL ECOSISTEMA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE TUCUMAN

El ecosistema de ciencia, tecnología e innovación (CTI) de Tucumán es el más importante de la Región Norte de Argentina, estableciéndose como un importante núcleo de referencia para el país. Cuenta con capacidades científico-tecnológicas en casi todas las áreas del conocimiento, aunque con una marcada especialización en áreas de biotecnología aplicadas a la agroindustria y la microbiología.

Al igual que en el resto de las provincias, el desempeño y la evolución de la función ciencia y tecnología se encuentra estrechamente vinculado a los presupuestos y esfuerzos de instituciones nacionales. Sin embargo, en Tucumán, sobresale también la presencia de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, una institución centenaria financiada a través del presupuesto provincial y tasas al sector agroindustrial, que se ha convertido en una referencia nacional e internacional no sólo por sus resultados, sino también por su modelo de gestión.

En términos generales, la provincia se caracteriza por presentar una inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) en relación al PBG superior al promedio nacional. Aún así, los gastos en actividades de ciencia y tecnología (ACyT)¹ o en I+D se ubican lejos de los registros de los distritos que en el país concentran la mayor infraestructura e inversión científica y tecnológica.

Gráfico 1 - Inversión en Actividades de Ciencia y Tecnología por provincia (2015)²



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del SECYT

¹ Según la definición de la Dirección Nacional de Información Científica del SCYT, las Actividades Científicas y Tecnológicas (ACyT): son aquellas actividades sistemáticas que están estrechamente relacionadas con la generación, el perfeccionamiento y la aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos. Comprende tanto la Investigación y Desarrollo (I+D) como otras actividades tales como la formación de recursos humanos en CyT, la difusión de CyT y los servicios científicos y tecnológicos (bibliotecas especializadas, museos, traducción y edición de literatura en CyT, el control y la prospectiva, la recopilación de datos sobre fenómenos socioeconómicos, los ensayos, la normalización y el control de calidad, los servicios de asesoría así como las actividades en materia de patentes y de licencias a cargo de las administraciones públicas, etc.).

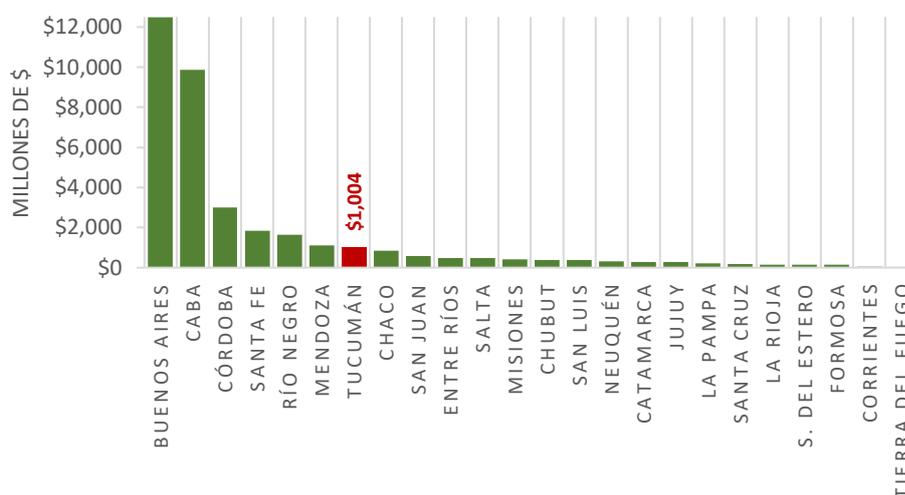
² En organismos públicos, educación superior y entidades sin fines de lucro.

La inversión anual en actividades de ciencia y tecnología (ACyT) de organismos públicos, educación superior y entidades sin fines de lucro alcanzó en 2015 los \$998 millones. En este rubro, Tucumán ocupa el séptimo lugar en el ranking nacional y representa aproximadamente el 40% de los gastos realizados en las provincias del NOA.

La participación provincial en el total de la inversión nacional en ACyT se ubicó en los últimos años en el orden del 3,5%. Estos niveles, más que duplican la incidencia del PBG provincial en el total nacional (1,5%) y marcan un contraste respecto de las capacidades económicas de la provincia.

La inversión exclusiva en actividades de Investigación y Desarrollo (I+D)³ de la provincia alcanzó en 2015 los \$1003,7 millones (108,2 millones de dólares). Estos registros ubicaron a Tucumán con un 3,09% de la inversión en I+D nacional y con el 43% del total del NOA. En términos de su producción, en 2014 la inversión en I+D representó 1,35% de su PBG, superior a la relación nacional de 0,62%

Gráfico 2 - Inversión en Investigación y Desarrollo en millones de pesos (2015)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del SECYT

En términos de recursos humanos dedicados a investigación y desarrollo, Tucumán cuenta con indicadores levemente por encima de la media nacional. La provincia registraba hacia 2015 un total de 2.765 personas dedicadas a investigación y desarrollo (personal equivalente a dedicación jornada completa) que en relación a su población eran 1,67 personas por cada mil habitantes (1,54 es la media nacional). En términos de su Población Económicamente Activa (PEA), Tucumán cuenta con 3,2 investigadores (EJC) por cada mil, frente al 3 por cada mil a nivel nacional. Del total de personal, un poco más de la mitad corresponde a investigadores, un 21% a becarios de investigación y el 26% restante a técnicos y personal de apoyo.

³Según la definición de la Dirección Nacional de Información Científica del SCYT, Investigación y Desarrollo (I+D) se entiende como el conjunto de trabajos creativos llevados a cabo en forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de éstos para derivar nuevas aplicaciones. De esta manera, la I+D comprende investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental.

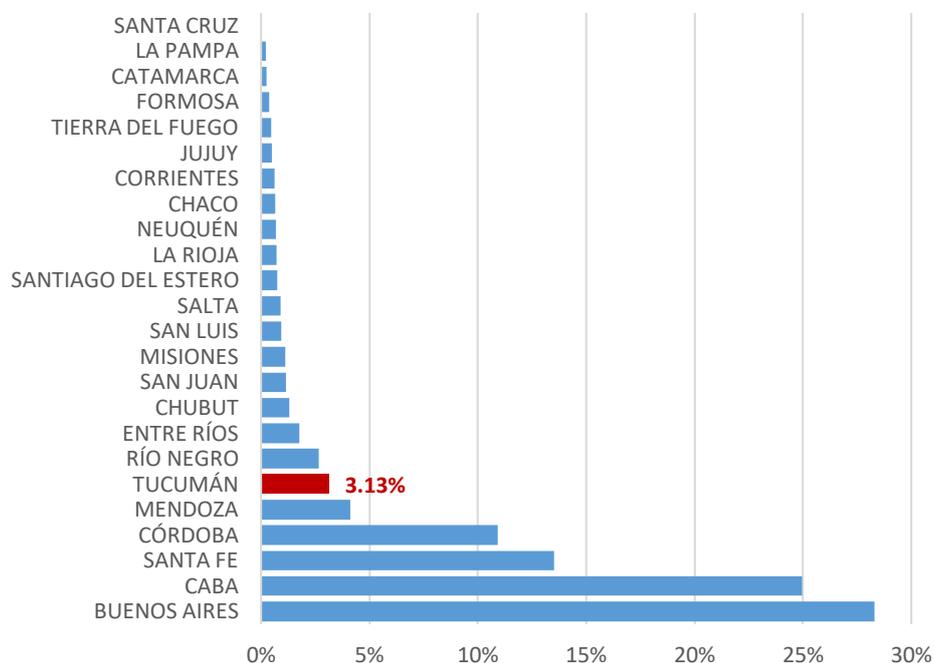
Tabla 1 - Cantidad de personas dedicadas a Investigación y Desarrollo Equivalentes a Jornada Completa (EJC) al 31 de diciembre de 2015

	Organismos públicos, educación superior y entidades sin fines de lucro	Empresas
Investigadores EJC	1392	47
Becarios de investigación EJC	560	
Técnicos y Personal de apoyo	707	59
Total	2659	106

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del SECyT

La capacidad para captar y movilizar fondos de los principales programas de apoyo nacionales, son también una muestra de las capacidades del ecosistema de CTI provincial. En relación a la adjudicación de proyectos de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT), Tucumán accedió entre 2012 y 2016 al 3,13% de los fondos adjudicados. Esta incidencia se condice con la relevancia demográfica de la provincia y se encuentra por encima de la importancia económica de la provincia medida a través de las estimaciones de PBG.

Gráfico 3 - Montos adjudicados por ANPCYT según provincia. Años 2012-2016



Fuente: Elaboración propio sobre la base de datos de ANPCYT (2017), "Informe de adjudicaciones por provincia 2016"

En particular, la provincia sobresale en el contexto nacional por su alta participación en las líneas vinculadas al FONSOFT y el FONARSEC. Contrariamente, Tucumán presenta una menor

participación relativa entre los instrumentos del FONTAR⁴ y una incidencia en línea con los promedios para el FONCYT.

Tabla 2 - Proyectos y montos adjudicados ANPCYT por Fondo entre 2012 y 2016.

	TUCUMÁN		NACIONAL		TUCUMÁN / NACIÓN	
	Proyectos	Monto	Proyectos	Monto	Proyectos	Monto
FONCYT	205	82.736.030	6.776	2.787.993.744	3,0%	3,0%
FONTAR	41	49.271.390	3.404	4.944.744.092	1,2%	1,0%
FONSOFT	150	70.086.541	2.425	566.303.616	6,2%	12,4%
FONARSEC	12	115.964.169	205	1.878.473.760	5,9%	6,2%

Fuente: Elaboración en base a ANPCYT (2017), "Informe de adjudicaciones por provincia 2016" y resoluciones de ANPCYT

Una situación similar se registra en lo referido a la captación de proyectos de investigación del CONICET, en donde Tucumán alcanza con 82 proyectos en ejecución en 2017, una participación del 4% del total (ubicándose quinta en el ranking nacional), muy por encima de la incidencia económica de la provincia. Además, en el distrito se radican 15 Institutos de Investigación CONICET (5,4% del total nacional), que se han destacado en 2016 a partir de la prestación de Servicios Tecnológicos de Alto Nivel (STAN) con una incidencia del 6,1% del total nacional

PRINCIPALES INSTITUCIONES

La importancia del ecosistema de CyT de Tucumán se explica por una larga trayectoria de instituciones dedicadas a la enseñanza superior y a la investigación científica tecnológica en la provincia. Se inicia con la creación de instituciones de origen provincial como la Estación Experimental Obispo Colombes, la Universidad de Tucumán y la Fundación Miguel Lillo a las que se suman posteriormente, instituciones nacionales como las Estaciones Experimentales Agropecuarias del INTA, las unidades ejecutoras CONICET en un primer término y luego de doble dependencia, y más recientemente delegación INTI.

⁴ La baja participación de Tucumán en los desembolsos de FONTAR podría asociarse a las dificultades que presenta la provincia para movilizar fondos destinados a I+D del sector privado.

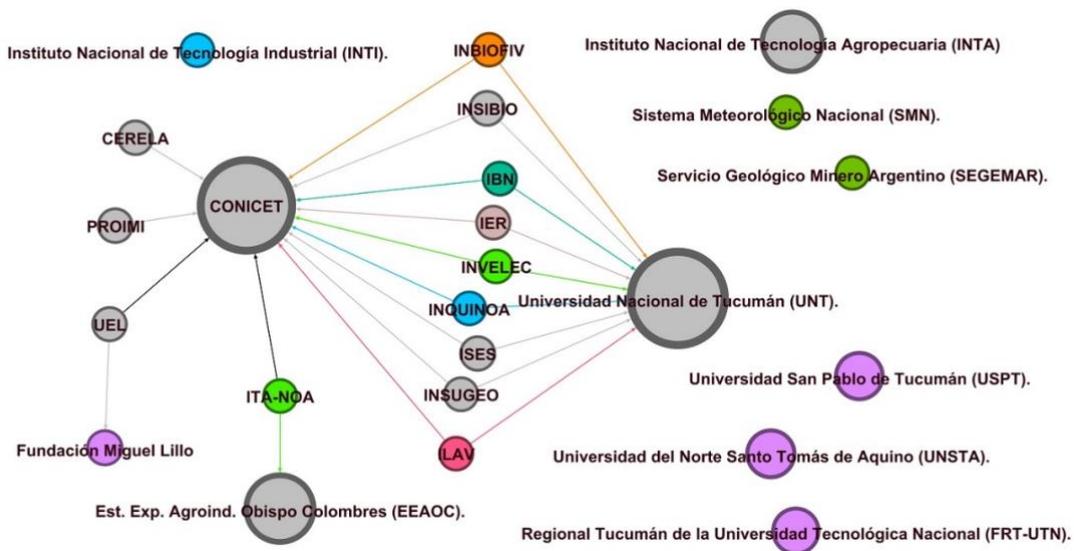
Hitos institucionales de organismos de Ciencia y Técnica en la provincia de Tucumán

Año	Hito de organismos de CyT
1909	Creación de Estación Experimental Obispo Colombres
1914	Inauguración de Universidad de Tucumán
1921	Nacionalización de Universidad de Tucumán
1931	Creación de Fundación Miguel Lillo
1954	Creación Facultad Regional Tucumán - Universidad Tecnológica Nacional
1958	Creación de INTA Famaillá
1960	Creación de Laboratorio de Luminotecnia - UNT
1965	Creación de Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino
1976	Creación de CERELA (Centro de Referencia en Lactobacilos) - CONICET
1978	Creación del PROIMI (Planta Piloto de Procesos Industriales Microbiológicos) - CONICET
1980	Fundación de INSIBIO, doble dependencia UNT CONICET
1984	Inauguración de Instituto de Correlación Geológica (INSUGEO) - UNT
1996	Incorporación de INSUGEO como unidad ejecutora CONICET
2007	Creación de Centro Científico Tecnológico CONICET TUCUMAN
2007	Creación de Universidad San Pablo T
2008	Creación de Instituto de Química del Noroeste Argentino (INQUINOA, CONICET-UNT)
2008	Incorporación de Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV) como unidad ejecutora CONICET-UNT
2008	Creación del Instituto Superior de Estudios Sociales (ISES) (CONICET-UNT)
2009	Constitución INTI - Tucumán
2010	Se instituyó el INVELEC (Instituto de Investigaciones sobre el Lenguaje y la Cultura)
2012	Fundación Instituto de Tecnología Agroindustrial del Noroeste argentino (ITANOA), CONICET - EEAOC.
2013	Fundó el Instituto de Biodiversidad Neotropical (IBN), Unidad Ejecutora de doble dependencia CONICET – UNT
2014	Creación la Unidad Ejecutora Lillo (UEL), doble dependencia entre CONICET y la Fundación Miguel Lillo (FML).
2015	Creación de Instituto de Ecología Regional (IER) y el Instituto de Biotecnología Farmacéutica y Alimentaria (INBIOFAL), ambas Unidades Ejecutoras de Doble dependencia CONICET - UNT.
2016	Creación de INFINOA, doble dependencia CONICET – UNT
2017	Creación de INBIOFIV, como Unidad Ejecutora de doble dependencia CONICET-UNT
2018	Creación del Instituto de Investigación en Medicina Molecular y Celular Aplicada (IMMCA), Triple dependencia CONICET UNT SIPROSA

Fuente: Secretaria de Innovación y Desarrollo Tecnológico de Tucumán

En la actualidad el sistema científico de Tucumán está conformado por un conjunto de Institutos de Investigación, Universidades y Organismos de Promoción Científica y Tecnológica con presencia territorial en la provincia y dependientes de presupuestos nacionales y provinciales.

Esquema 1 - Mapa del Ecosistema de Ciencia Tecnología en Innovación de Tucumán*



* El tamaño de las esferas refleja la cantidad de investigadores por institución

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la SIDETEC

Tucumán cuenta con cuatro universidades, dos de ellas públicas nacionales y dos privadas. La más importante es la **Universidad Nacional de Tucumán (UNT)**, creada en 1914. Según información de la Secretaría de Políticas Universitarias, la UNT cuenta con más de 61,8 mil alumnos, 4.329 docentes y ofrece más de 70 carreras de grado y 120 de posgrado, con una amplia y variada cobertura de disciplinas.

La sigue en importancia la **Facultad Regional Tucumán de la Universidad Tecnológica Nacional (FRT-UTN)**, que con más de 6 mil estudiantes ofrece 5 titulaciones de ingeniería y 8 de posgrado (el 51% de sus alumnos de grado pertenecen a la carrera de ingeniería en sistemas). Finalmente, las dos instituciones privadas, la **Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino (UNSTA)** con aproximadamente 6 mil alumnos y la más reciente **Universidad San Pablo de Tucumán (USP-T)** con alrededor de 1.000 alumnos completan la oferta de la provincia.

Tabla 3 - Estudiantes de títulos de pregrado y grado. Universidades en Tucumán (2015)

	UNT	FRT-UNT (*)	UNSTA	USP-T	Total
TOTAL	61.803	6.000	5.793	988	74.584
Ciencias Aplicadas	13.933	6.000	577	171	20.681
Ciencias Básicas	1.829		9		1.838
Ciencias Humanas	14.455		606		15.061
Ciencias Sociales	21.484		3545	724	25.753
Ciencias de la Salud	10.102		1.056	93	11.251

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Ministerio de Educación, Secretaría de Políticas Universitarias, "Anuarios de Estadísticas Universitarias 2015".

(*) FRT-UNT estimado

Tabla 4 - Egresados de títulos de pregrado y grado. Universidades en Tucumán (2015)

	UNT	FRT-UNT (*)	UNSTA	USP-T	Total
TOTAL	2.475	180	534	108	3.297
Ciencias Aplicadas	472	180	90	15	757
Ciencias Básicas	38				38
Ciencias Humanas	401		35		436
Ciencias Sociales	1.019		312	93	1.424
Ciencias de la Salud	545		97		642

Fuente: Elaboración en base Ministerio de Educación, Secretaria de Políticas Universitarias, "Anuarios de Estadísticas Universitarias 2015".

(*) FRT-UNT estimado

La provincia posee además un importante grupo de Institutos de Investigación que desde marzo del 2007 se encuentran nucleados bajo la órbita de **Centro Científico Tecnológico CONICET-Tucumán**. Se trata de una estructura funcional de amplio espectro temático creada para desconcentrar la gestión administrativa e institucional del CONICET hacia el Norte Argentino, constituida por profesionales altamente especializados (999 personas dedicadas a I+D en 2017) que desempeñan su labor en 15 unidades ejecutoras⁵.

En los últimos 15 años, se registra en la provincia un importante crecimiento en el número de institutos de doble dependencia auspiciados por el CONICET, en particular, aquellos en asociación con la Universidad Nacional de Tucumán.

Además, se asienta en Tucumán la **Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres**, la más antigua de su tipo en el país (1909). Se trata de un ente autárquico vinculado al Ministerio de Desarrollo Productivo del Gobierno de Tucumán, cuya misión es apuntalar tecnológicamente el desarrollo agro-productivo de la provincia. Su modelo de gestión integra en un Directorio a representantes de los sectores productivos que aportan al sostenimiento de la institución.

Sobresale también la **Fundación Miguel Lillo**, dependiente del Ministerio de Educación de la Nación. El organismo nuclea a investigadores y técnicos altamente capacitados que desarrollan estudios en 16 institutos, dedicados a la biología, geología, ecología y recursos naturales. Cabe destacar que la Fundación posee colecciones zoológicas y botánicas reconocidas internacionalmente, algunas de ellas son las más importantes en Argentina y Latinoamérica.

El **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)** también cuenta con una larga trayectoria en la provincia. En la actualidad cuenta con Estación Experimental Agropecuaria Famaillá y el Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido en Leales, esta última dedicada al desarrollo sustentable de los sistemas de producción animal en el Noroeste Argentino. La EEA Famaillá fue creada en 1958 y cuenta con unas 15 oficinas de extensión y oficinas de información dependiente ella, distribuidas por toda la provincia.

⁵ Según informa la web de CONICET-Tucumán su influencia no se reduce a los límites provinciales, en tanto existen dos Unidades Ejecutoras en Santiago del Estero que elevan el número total de UE a 17 y se planea incorporar una más en Catamarca.

Completan el ecosistema de CTI local, los organismos de ciencia y tecnología nacionales con sede en la provincia como es el **Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)**, el **Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR)** y el **Sistema Meteorológico Nacional (SMN)**.

Tucumán cuenta también con 6 Unidades de Vinculación Tecnológica habilitadas por la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, además de una delegación de la Fundación Innova T y una oficina de vinculación tecnológica del Conicet.

Por fuera de las mencionadas, cabe destacar también el rol de un grupo de instituciones que suelen a su vez participar de iniciativas de promoción tecnológica. Tal es el caso por ejemplo del **Instituto Desarrollo Productivo (IDEP)** que cuenta con varias iniciativas orientadas a impulsar la vinculación de los ámbitos académicos y científicos y el productivo. En un sentido similar trabajan algunas cámaras empresariales, el **Instituto de Promoción de Azúcar y Alcohol de Tucumán (IPAAT)**, el **Clúster Tecnológico Tucumán (CTT)** y el **Ente Tucumán Turismo**, entre otros (EPSA; 2017).

La **Secretaría de Estado de Innovación y Desarrollo Tecnológico de Tucumán (SIDETEC)** es la encargada formular e implementar políticas de innovación y desarrollo tecnológico para la Provincia. Su estructura depende directamente de la gobernación y cuenta con una subsecretaría de Programación y Seguimiento, de la que se desprenden tres Direcciones orientadas a las Relaciones con el Sistema Científico Tecnológico, la gestión de Programas y Proyectos y el Planeamiento y Prospectiva Estratégica.

Su misión, se centra en la formulación e implementación de políticas de innovación y desarrollo tecnológico para la Provincia de Tucumán en el marco del Poder Ejecutivo y con el firme objetivo de convertir el conocimiento científico tecnológico en bienestar de la población y crecimiento económico sustentable.

Para cumplir con su misión, la SIDETEC emplea las siguientes estrategias:

- Articular con los ministerios, secretarías del gobierno provincial, sus dependencias y con las municipalidades en la captación de fondos y ejecución de proyectos de innovación que provean mejoras a la población.
- Mejorar los servicios de asistencia técnica a empresarios y emprendedores locales en la formulación de proyectos innovadores que puedan mejorar la competitividad de la producción y generen puestos de trabajo.
- Orientar la investigación científica y tecnológica que se realiza en Tucumán hacia las necesidades locales y generar proyectos con impacto social y productivo.
- Consolidar y articular el sistema de ciencia y tecnología local.
- Generar vocaciones científicas en los jóvenes y colaborar con el sistema educativo en la formación de personas capacitadas para incorporarse a la producción y a la sociedad del conocimiento.

Además, la SIDETEC cumple la función de asesorar al Poder Ejecutivo en la formulación de políticas científicas, tecnológicas y de innovación productiva para la Provincia y promueve la calidad institucional del sistema interactuando con la Comisión de Ciencia y Técnica de la H. Legislatura de Tucumán; con las comisiones respectivas de las cámaras de Diputados y Senadores de la Nación y con autoridades del Poder Ejecutivo Nacional.

FICHAS INSTITUCIONALES

A continuación, se presentan las fichas institucionales elaboradas para los principales actores del sistema científico y tecnológico de Tucumán. Las mismas tienen por finalidad aportar al relevamiento y caracterización del sistema presente en la provincia, identificando sus capacidades y potencial de transferencia.

Las fichas fueron confeccionadas bajo una estructura estándar de secciones básicas en las que se presenta una descripción de las instituciones que componen el sistema científico y tecnológico provincial, sus principales características y sus áreas de investigación y especialización. En todos los casos se incluyó también en el análisis la dimensión geográfica, a fin de caracterizar también el alcance territorial del sistema.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN (UNT)

1. Presentación institucional

La Universidad Nacional de Tucumán (UNT) fue creada en 1914 y según lo establecido por su estatuto, “tiene por finalidades inmediatas conservar, acrecentar y transmitir el conocimiento y propender al desarrollo de la cultura por medio de la investigación científica, técnica y humanística y del trabajo creador”, orientando sus actividades a la atención de las problemáticas nacionales y regionales.

Se trata de la universidad más importante de la región que, según información de la Secretaría de Políticas Universitarias, cuenta con más de 61,8 mil alumnos, 4.329 docentes y ofrece más de 70 carreras de grado y 120 de posgrado, con una amplia y variada cobertura de disciplinas.

La Universidad cuenta con 13 facultades, 2 escuelas universitarias y 7 escuelas pre-universitarias. Sus actividades se concentran fundamentalmente en la ciudad de San Miguel de Tucumán, donde cuenta con cinco Centros Universitarios (Rectorado Central, Centro Ing. Roberto Herrera "Quinta Agronómica", Centro Julio Prebisch, Centro Educación Física y Centro Miguel Lillo). Además, tiene presencia en la ciudad de Aguilares, al sur de la provincia y en la localidad de El Manantial, una localidad rural en la región de Lules.

La UNT tiene plena autonomía de gobierno según lo establecen sus estatutos. El gobierno es ejercido por la Honorable Asamblea Universitaria (HAU) y el Honorable Consejo Superior (HCS), el Rector y Vicerrector, los Consejos Directivos de las Facultades y los Decanos y Vice Decanos. En la elección de las autoridades participan docentes, estudiantes, egresados y personal no docente.

2. Análisis presupuestario

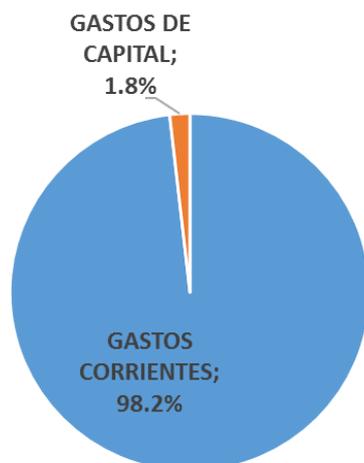
La Universidad contó en 2018 con recursos por \$4.408 millones establecidos por el Presupuesto Nacional, siendo la sexta universidad nacional del país por detrás de las Universidades de Buenos Aires, Córdoba, La Plata, Tecnológica y de Rosario.

En relación a los montos dedicados exclusivamente a actividades de investigación y desarrollo, se estima que para el año 2016 se dedicaron entre 200 y 500 millones de pesos (sobre un presupuesto total de más de \$2.450 millones), cuyo origen fue casi de manera excluyente (98,8%) el presupuesto nacional, complementados por aportes de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT).

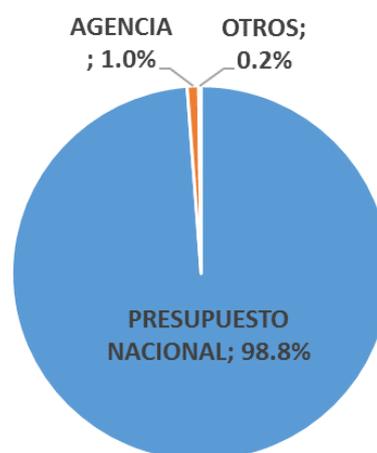
Al igual que en la mayoría de las universidades, la mayor proporción de los recursos orientados a I+D se destinan a gastos corrientes (98,2%), siendo una proporción muy menor la orientada a gastos de capital.

Gráfico 4 - Distribución de los gastos en I+D de la UNT en 2016

Según destino de los fondos



Según origen de los fondos



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Dirección de Información Científica del SECYT

3. Recursos humanos

Según la Secretaría de Ciencia, Arte e Innovación Tecnológica de la propia universidad, la UNT cuenta con 2.515 personas dedicada a actividades de investigación y desarrollo, de los cuales 1.943 son exclusivos de la UNT y 572 poseen financiamiento del CONICET. En el caso de los investigadores, la gran mayoría es financiado por la propia universidad (94%), mientras que en el caso de los becarios esta proporción se invierte, correspondiendo el 81% al CONICET.

Tabla 5 - Cantidad de personas dedicadas a I+D en la UNT. Al 31-12-2016

CATEGORIA	Total personas dedicadas a I+D	Pertenencia	
		Exclusivos UNT	CONICET
Docentes investigadores con dedicación exclusiva	1.110	1.043	67
Docentes investigadores con dedicación semi-exclusiva	803	758	45
Docentes investigadores con 2 o más dedicaciones simples	11	11	0
Total investigadores	1.924	1.812	112
Becarios Jornada Completa	464	15	449
Becarios Jornada Parcial	101	90	11
Total becarios	565	105	460
Personal técnico	0	0	0
Personal de apoyo I+D	0	0	0
Personal otras ACyT	26	26	0
TOTAL	2.515	1.943	572

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de SCAIT - UNT

La UNT es el centro de formación más importante de doctores del NOA, con un promedio de 790 estudiantes y 66 egresados promedio por año entre 2010 y 2015. Esta situación se refleja también en la elevada proporción de doctores dentro de la plantilla de investigadores de la universidad, que alcanzaba al 22% del total en 2016.

En términos de especialización disciplinaria, sobresalen entre los investigadores los especialistas en ciencias sociales (25% del total), las especialidades tecnológicas (20%) y las ciencias médicas (16%). Contrariamente, entre los becarios la participación de los becarios las ciencias sociales presentan una participación relativa menor (9%), destacándose las especialidades tecnológicas (28%), las ciencias médicas (24%) y las ciencias agrícola-ganaderas (18%).

Tabla 6 - Investigadores y becarios de la UNT según disciplina académica

DISCIPLINA	INVESTIGADORES	BECARIOS
CIENCIAS SOCIALES	25%	9%
ESPECIALIDAD TECNOLOGÍAS	20%	28%
CIENCIAS MÉDICAS	16%	24%
EXACTAS Y NATURALES	15%	13%
HUMANIDADES	14%	8%
CIENCIAS AGRÍCOLOGANADERAS	9%	18%
TOTAL INVESTIGADORES	100%	100%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Dirección de Información Científica del SECYT

4. Análisis de áreas de especialización y esfuerzos de transferencia

Tal como se mencionó anteriormente, la Universidad cuenta con 13 Unidades Académicas orientadas a la formación de profesionales.

Tabla 7 - Facultades y Escuelas universitarias de la UNT

FACULTADES		ESCUELAS UNIVERSITARIAS
Agronomía y Zootecnia	Derecho y Ciencias Sociales	Cine, Video y Televisión
Ciencias Naturales	Psicología	Enfermería
Medicina	Bioquímica, Química y Farmacia	
Arquitectura y Urbanismo	Educación Física	
Ciencias Exactas y Tecnología	Ciencias Económicas	
Odontología	Filosofía y Letras	
Artes		

Fuente: UNT

Además, existe una importante red de institutos y centros de investigación de doble pertenencia (UNT-CONICET) encargados de llevar adelante las tareas de investigación.

Tabla 8 – Institutos, investigadores y personal de apoyo de los institutos de doble dependencia, CONICET-UNT.

UNIDAD EJECUTORA	SIGLA	INVESTIGADORES CONICET	PERSONAL DE APOYO
Instituto Superior de Investigaciones Biológicas	INSIBIO	45	19
Instituto Superior de Estudios Sociales	ISES	34	14
Instituto Superior de Correlación Geológica	INSUGEO	15	9
Instituto de Ecología Regional	IER	14	
Instituto de Biodiversidad Neotropical	IBN	13	2
Instituto de Investigaciones Sobre El Lenguaje Y La Cultura	INVELEC	12	3
Instituto de Química del Noroeste Argentino	INQUINOA	10	3
Instituto de Ambiente Luz Y Visión	ILAV	8	7
Instituto de Bioprospección y Fisiología Vegetal	INBIOFIV	6	1

Fuente: Centro Científico Tecnológico CONICET Tucumán

En el año 2016, se contaban 131 proyectos de investigación en muy diversas áreas del conocimiento. De esta manera, la amplia cobertura disciplinaria de la universidad se refleja también en los campos de aplicación de sus proyectos. En primer lugar, aparecen los proyectos vinculados a ciencias agrícolas (39%), seguidos por los de ingeniería y tecnología (23%) y los de Ciencias Exactas y Naturales (20,6%). Con menor incidencia aparecen las investigaciones dedicadas a ciencias sociales, humanidades y ciencias médicas.

Tabla 9 - Proyectos de investigación según campo de aplicación

OBJETIVOS	%
CIENCIAS AGRÍCOLAS	38.9%
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	22.9%
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	20.6%
CIENCIAS SOCIALES	7.6%
HUMANIDADES	6.1%
CIENCIAS MÉDICAS	3.8%
TOTAL	100.0%
TOTAL PROYECTOS	131

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Dirección de Información Científica del SECYT

Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO)

El INSIBIO es un instituto de investigación de doble dependencia de la Universidad de Tucumán y el CONICET. Sus trabajos se orientan a la investigación científica en Biología del Desarrollo, Bioquímica de la Nutrición, Fisiología y Bioingeniería y a la formación de profesionales. Según lo establece su página web, la misión de este Centro es la de transferir los resultados de las investigaciones al sector productivo y a la sociedad.

El instituto cuenta con áreas de Bioingeniería, Biología experimental, Fisiología y Química Biológica. Además, provee servicios destacados en áreas de: evaluación de alimentos, desarrollo de fungicidas, cultivo celular y reproducción animal. También cuenta con un laboratorio de biotecnología vegetal con importantes trabajos en materia de conservación de las especies nativas de frutilla.

Se trata del instituto con mayor número de investigadores CONICET de la provincia (45), que realiza también un importante aporte en términos de prestación de servicios tecnológicos de alto nivel (ver ficha CCT CONICET-Tucumán).

Instituto Superior de Estudios Sociales (ISES)

El ISES es un instituto de doble dependencia CONICET-UNT, cuyos campos de especialidad se vinculan al desarrollo histórico, social y territorial del norte argentino. Se trata de la principal institución de la provincia orientada al estudio de las ciencias sociales.

Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO)

El INSUGEO es también un instituto de doble pertenencia CONICET-UNT cuyo objetivo es atender las áreas de investigación en geología de la región. LA institución ha organizado sus equipos de trabajo en torno a las siguientes áreas: geología regional; petrografía; geoquímica; paleontología de invertebrados y vertebrados; sedimentología; icnología; estratigrafía dinámica e hidrogeología.

Instituto de Ecología Regional (IER)

Desde 2015 este instituto de doble pertenencia CONICET-UNT, lleva adelante sus trabajos vinculados al estudio de la ecología regional, de comunidades y de poblaciones en ambientes naturales, urbanos y agroecosistemas, con énfasis en el subtrópico Neotropical.

Sus principales líneas de investigación corresponden a: Ecología urbana; Balance de carbono de los bosques templados y subtropicales de Sudamérica bajo cambio climático y uso de la tierra; Desarrollo de plantas tuberosas nativas del noroeste argentino con potencial medicinal; Ecología, distribución e historia de vida de aves de los principales ecosistemas presentes en el noroeste argentino (Chaco, Yungas, Puna y Monte); Cambio y eficiencia del uso del territorio en América Latina y el noroeste argentino; Invasión por especies de plantas exóticas; Dinámica de la vegetación; Interacciones planta-animal en sistemas naturales y agrícolas, y Cambio climático en humedales de alta montaña

Instituto de Biodiversidad Neotropical (IBN)

El IBN es un instituto de doble pertenencia UNT-CONICET con base en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Tucumán. Sus áreas de especialización son: los estudios de biodiversidad, sistemática de distintos grupos taxonómicos, morfología funcional y ecología de organismos de ambientes acuáticos y terrestres.

Instituto de Química del Noroeste Argentino (INQUINOA)

Este instituto de doble dependencia UNT-CONICET orienta sus esfuerzos a construir conocimientos vinculados con las síntesis, los estudios fisicoquímicos y las bioactividades de nuevos productos naturales y artificiales (inorgánicos y orgánicos) de alto valor agregado. Además, se propone la formación de recursos humanos y a la promoción de los estudios en ciencias químicas y la transferencia de conocimientos de las ciencias químicas a los ámbitos académicos, productivos y comunitarios.

Finalmente completan la oferta de institutos de doble pertenencia UNT-CONICET el **Instituto de Ambiente Luz Y Visión (ILAV)**, el **Instituto de Biotecnología farmacéutica y alimentaria (INBIOFAL)** y el **Instituto de Bioprospección y Fisiología Vegetal (INBIOFIV)**.

5. Desafíos y oportunidades de la institución (primera aproximación)

La amplia trayectoria y cobertura disciplinaria de la Universidad, la ubica en una posición de privilegio en vistas de la consolidación de lineamientos y estrategias de base tecnológica para el fortalecimiento de la trama productiva provincial. A pesar de esto, existen aún importantes desafíos en materia de incentivos y estímulos a la articulación y vinculación con la actividad privada.

Según lo establecido por el Informe de Evaluación Externa de la UNT, los recursos dedicados a la investigación de la propia universidad resultan insuficientes y su elevada dispersión genera *“incertidumbre sobre la sostenibilidad de las actividades”*. A su vez, en tanto buena parte de los esfuerzos de investigación corresponden a trabajos realizados por los institutos de doble dependencia, los mecanismos de vinculación entre ambas instituciones resultan fundamentales (MINCYT; 2016).

La misma evaluación destaca que la interacción de la UNT con otras universidades de la región es aún escasa y que los presupuestos y la dotación de personal disponibles para la planificación de la política de investigación son insuficientes.

CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS (CONICET)

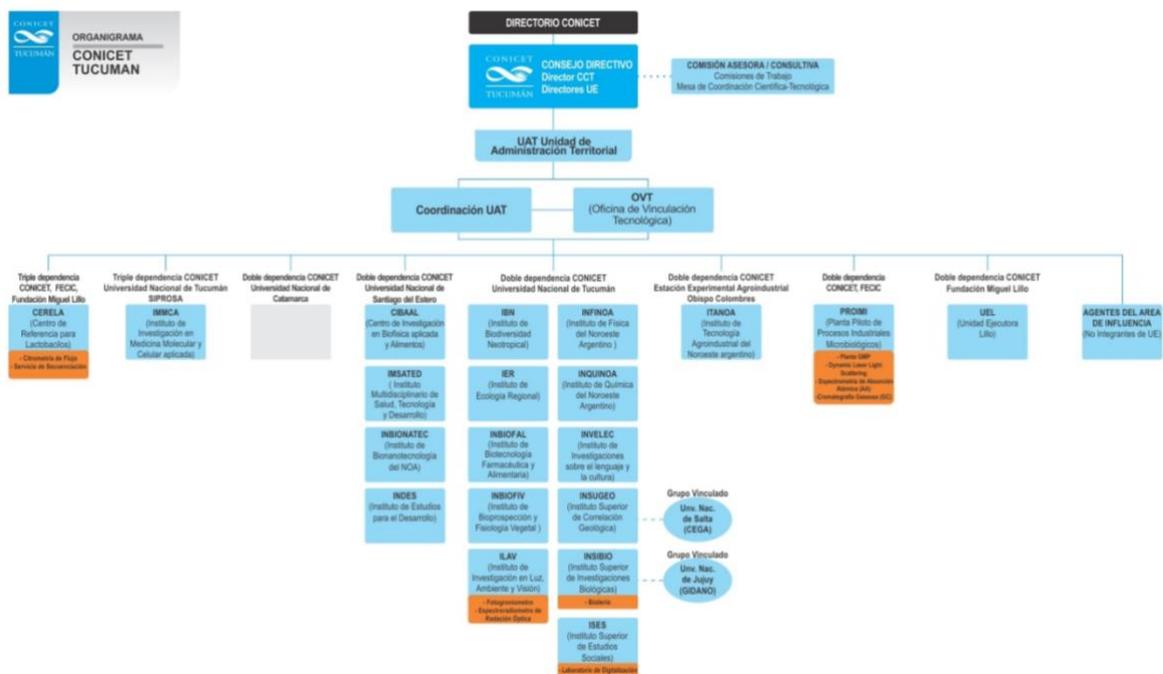
1. Presentación institucional

El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) es un organismo descentralizado bajo la órbita de la Secretaría de Gobierno de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación (SINCyT). Se trata del principal organismo de promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación del país, que desarrolla actividades en todas las áreas del conocimiento a través de una amplia red institucional presente en todo el país.

En el año 2007, por Resolución N°649/07, se crea el Centro Científico Tecnológico CONICET Tucumán (CCT-Tucumán) y su correspondiente Unidad Administrativa Territorial (UAT). La institución fue creada con el fin de descomprimir la gestión administrativa e institucional de CONICET y agilizar las tareas de los investigadores y profesionales de apoyo.

El CCT-Tucumán nuclea 19 unidades ejecutoras de las provincias de Tucumán, Santiago del Estero y Catamarca. En Tucumán tienen sede 16 de los 19 centros e institutos, conviviendo institutos exclusivos del CONICET, con otros de doble o triple dependencia de los que participan entre otros la Universidad Nacional de Tucumán, la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres y la Fundación Lillo.

Esquema 2 - Organigrama Centro Científico Tecnológico CONICET Tucumán. Año 2018



Fuente: Centro Científico Tecnológico CONICET Tucumán

2. Análisis presupuestario

Según lo estipulado por el Presupuesto de la Nación Argentina para 2018, el CONICET contó con un presupuesto de \$12.905 millones, provenientes casi exclusivamente de contribuciones de la Administración Nacional. Del total presupuestado para 2018, \$9.096 millones (70%) corresponden a gastos en personal.

Según lo informado por representantes del CCT Tucumán, más allá de los recursos provenientes de la asignación presupuestaria Nacional, el conjunto de Centros e Institutos radicados en la provincia generaron un beneficio de 11 millones de pesos en concepto de venta de servicios tecnológicos, correspondiendo los principales aportes al CERELA y el PROIMI.

3. Recursos humanos

La información provista por la propia institución refleja que el CCT Tucumán contaba hacia finales de 2017 con una plantilla de 999 agentes, representando en torno al 3,7% de la plantilla total del CONICET. El total de personal bajo la órbita de la institución en la región se divide en 350 investigadores, 474 becarios, 132 agentes de apoyo y 43 administrativos.

Tabla 10 - Personas dedicadas a I+D en CCT CONICET-Tucumán.

		2017
INVESTIGADORES	ASISTENTE	111
	ADJUNTO	113
	INDEPENDIENTE	90
	PRINCIPAL	33
	SUPERIOR	3
	TOTAL	350
BECARIOS	DOCTORAL	384
	POSDOCTORAL	90
	TOTAL	474
PERSONAL ADMINISTRATIVO		43
PERSONAL DE APOYO		132
TOTAL GENERAL		999

Fuente: Centro Científico Tecnológico CONICET Tucumán

La gran mayoría de los investigadores se desempeñan en áreas del conocimiento vinculadas a las ciencias agrarias, de la ingeniería y de materiales (31,7%), ciencias biológicas y de la salud (28,9%) y ciencias exactas y naturales (16%).

4. Análisis de áreas de especialización y esfuerzos de transferencia

El CCT Tucumán nuclea las actividades de una gran diversidad de instituciones con diversos campos de aplicación, entre los que destacan las fortalezas en el campo de la biotecnología aplicada a la agroindustria y la microbiología. En particular, sobresalen las tareas de los institutos de pertenencia exclusiva del CONICET: la Planta Piloto De Procesos Microbiológicos

Industriales (PROIMI) y el Centro De Referencia De Lactobacilos (CERELA), que concentran más del 26% de los investigadores radicados en la provincia y aproximadamente el 40% de los Servicios Tecnológicos de Alto Nivel (STAN) registrados en Tucumán.

Tabla 11 – Investigadores y personal de apoyo según Unidad Ejecutora, CCT CONICET-Tucumán.

UNIDAD EJECUTORA	DEPENDENCIA	SIGLA	INVESTIGADORES	PERSONAL DE APOYO
Instituto Superior De Investigaciones Biológicas	CONICET-UNT	INSIBIO	45	19
Planta Piloto De Procesos Microbiológicos Industriales	CONICET	PROIMI	36	18
Centro De Referencia De Lactobacilos	CONICET	CERELA	35	16
Instituto Superior De Estudios Sociales	CONICET-UNT	ISES	34	14
Unidad Ejecutora Lillo	Fundación Miguel Lillo – CONICET	UEL	23	3
Instituto Superior De Correlación Geológica	CONICET - UNT	INSUGEO	15	9
Instituto De Ecología Regional	CONICET - UNT	IER	14	
Instituto De Biodiversidad Neotropical	CONICET - UNT	IBN	13	2
Instituto De Investigaciones Sobre El Lenguaje Y La Cultura	CONICET - UNT	INVELEC	12	3
Instituto De Tecnología Agroindustrial Del Noroeste Argentino	EAAOC - CONICET	ITA-NOA	12	9
Instituto De Química Del Noroeste Argentino	CONICET-UNT	INQUINOA	10	3
Instituto De Ambiente Luz Y Visión	CONICET - UNT	ILAV	8	7
Instituto de bioprospección y fisiología vegetal	CONICET - UNT	INBIOFIV	6	1
Unidad De Administración Territorial	CONICET	UAT		20

Fuente: Centro Científico Tecnológico CONICET Tucumán

Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA)

El CERELA es un instituto de investigación dedicado al estudio integral de las bacterias lácticas. Sus campos de especialidad se orientan fundamentalmente a las ciencias biológicas y a la biotecnología, con aplicación en los campos de la agroindustria y la salud.

La institución cuenta con más de 40 años de trayectoria y posee importantes líneas de trabajo e investigación vinculadas al uso de probióticos con distintos fines. En particular, sobresalen las líneas asociadas a la fabricación de lácteos enriquecidos, la producción segura de animales, el control de la fermentación de vinos y el uso de bacterias lácticas para jugos fermentados.

Además de sus laboratorios de servicios y su banco de lactobacilos, el CERELA cuenta con una Planta Piloto para la producción de microorganismo. Esta planta se involucra en el desarrollo del

proyecto Yogurito, mediante el cual se abastece de yogures, leches y quesos enriquecidos a las escuelas públicas de la provincia.

Al igual que la mayoría de las instituciones de ciencia y tecnología de la provincia, las restricciones presupuestarias tienden a limitar las capacidades de la institución. En particular, se destacan las dificultades para mantener los equipamientos y hacer frente a las erogaciones en concepto de materiales, insumos y reactivos.

Planta Piloto de Procesos Microbiológicos Industriales (PROIMI)

Según lo especifica su web institucional, el PROIMI es un Instituto especializado en biotecnología microbiana, cuyas principales investigaciones y desarrollos tecnológicos se vinculan a la utilización de microorganismos en procesos industriales con aplicación en las áreas de alimentos, agroindustrias, medioambiente y salud. El proyecto institucional plantea entre sus principales ejes temáticos el desarrollo de capacidades de biorefinación de productos.

PROIMI cuenta con una Planta de Biotecnología certificada bajo normas internacionales con fermentadores de volúmenes suficientes para el escalamiento comercial de las producciones (desde 1 a 1.500 L). En este sentido, posee capacidad para la fabricación de bioproductos y antimicrobianos con aplicación en las cadenas agroindustriales de la provincia, así también como en el campo de la salud humana y animal.

Entre las principales áreas de colaboración y asesoramiento tecnológico de la institución sobresalen los: Procesos fermentativos con levaduras, hongos filamentosos y bacterias; Control biológico de plagas agrícolas; Tratamiento de efluentes industriales, Biorremediación de sitios contaminados; Bioprospección de microorganismos de interés industrial; Diseño de plantas de producción de fermentos, y Diseño de plantas de tratamiento de efluentes

Las dificultades presupuestarias que afronta la institución en los últimos años, forzaron el incremento en la prestación de servicios y una mayor vinculación con el sector privado. En particular, sobresalen los acuerdos con ingenios azucareros para la fabricación de ácido cítrico a partir del bagazo, los acuerdos con empresas farmacéuticas y el trabajo para la fabricación de biofertilizantes para la producción de limones.

No obstante, los elevados costos asociados a la puesta en funcionamiento de la planta (energía e insumos), las limitaciones para avanzar en esquemas de mayor articulación y la falta de equipamiento para atender algunas demandas colocan a las capacidades productivas de la institución en un nivel de subutilización.

Tabla 12 - Cantidad de Servicios Tecnológicos de Alto Nivel (STAN) de Tucumán

UNIDAD EJECUTORA	CANTIDAD DE STAN	% DEL TOTAL TUCUMAN
CERELA	35	19.9%
PROIMI	34	19.3%
CCT - CONICET - TUCUMAN	30	17.0%
ISES	20	11.4%

INSUGEO	17	9.7%
INSIBIO	17	9.7%
ILAV	11	6.3%
INQUINOA	6	3.4%
Confidencial	3	1.7%
INVELEC	2	1.1%
UEL	1	0.6%

Fuente: CONICET

Instituto de Tecnología Agroindustrial del Noroeste Argentino (ITA-NOA)

Se trata de una Unidad Ejecutora de dependencia compartida entre el CONICET y la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, cuyos objetivos se orientan a mejorar la sostenibilidad ambiental, económica y social de procesos productivos agroindustriales en alimentación y bioenergía que se llevan a cabo en la región.

5. Desafíos y oportunidades de la institución (primera aproximación)

Los institutos e investigadores del CONICET en la provincia cuentan con importantes capacidades que podrían ser utilizadas para potenciar el desarrollo productivo provincial. En particular, destaca el potencial en materia de biotecnología aplicada que requiere aún de un mayor esfuerzo de acercamiento y articulación para atender las necesidades del sector privado.

A pesar de los avances conseguidos desde su puesta en funcionamiento, el Centro Científico Tecnológico CONICET de Tucumán presenta también importantes desafíos en materia de planificación y organización de sus trabajos en vistas de evitar la superposición de esfuerzos y la subutilización de equipos y capacidades. En este sentido, actualmente se trabaja en la elaboración de un sistema integral de información que facilite la planificación y evaluación de tareas.

En materia de transferencia de tecnología existen aún importantes desafíos. En este sentido, la revisión del papel de los esfuerzos de transferencia en las investigaciones parece ser fundamental. Adicionalmente, en vistas de incorporar una mayor atención a las demandas tecnológicas del sector privado, la institución se propuso la creación de un Club de Emprendedores.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROINDUSTRIAL OBISPO COLOMBRES (EEAOC)

1. Presentación institucional

La Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) es una institución autárquica dependiente de Ministerio de Desarrollo Productivo de la Provincia de Tucumán. Fundada en 1909 bajo el impulso de Don Alfredo Guzman, se estableció como la primera institución de su tipo en el país. Inicialmente orientada a atender la delicada situación por la que atravesaba la actividad azucarera en la provincia (enfermedades y prácticas culturales inadecuadas), sus esfuerzos y aportes se concentran desde entonces en “apuntalar tecnológicamente el liderazgo agroproductivo de la provincia”.

La EEAOC tiene por objetivo “proveer soluciones para el desarrollo sostenido de la actividad agrícola-ganadera y agroindustrial de la provincia por medio de los servicios, la investigación, la innovación tecnológica y su transferencia al sector productivo” (EEAOC; 2016).

La sede central de la Estación se ubica en las Talitas, donde concentra la mayor parte de sus actividades administrativas, de investigación, transferencia y servicios. En su sede central la Estación cuenta además con un campo experimental de 95 hectáreas dedicado principalmente a la experimentación con cultivos de caña de azúcar y cítricos. Con el tiempo la institución ha sumado 4 subestaciones en distintas zonas agroecológicas de la provincia: (i) Santa Ana (caña de azúcar); (ii) La Invernada (tabaco); (iii) Tafí del Valle (papa semilla, frutilla y nuevas alternativas), y (iv) Monte Redondo (granos).

Mapa 1 - Presencia geográfica de la EEAOC en Tucumán.



(H) Sede Central; (1) Subestación Santa Ana; (2) Subestación La Invernada; (3) Subestación Tafí del Valle; (4) Subestación Monte Redondo.

Fuente: Informe Anual EEAOC 2015

El modelo de gestión de la institución es uno de sus principales pilares. Se trata de una entidad pública provincial, dirigida por productores y con autonomía para regular su funcionamiento y manejar sus recursos. La conducción estratégica de la institución se encuentra en manos del Honorable Directorio, compuesto por 10 representantes de los sectores de la producción agroindustrial de Tucumán (azúcar, citrícola, ganadería, granos, hortalizas y tabaco). Los miembros del Directorio son propuestos por el Poder Ejecutivo provincial y designados por la Legislatura. Se trata de cargos ad-honorem cuya principal tarea es la de funcionar como nexos entre las necesidades de los sectores productivos y la institución.

El Honorable Directorio convive con una Dirección Técnica, que se encarga de articular las políticas definidas por el Directorio con el conjunto de especialistas y profesionales responsables de llevar adelante las tareas de investigación y transferencia. A su vez, la dirección técnica se encuentra asistida por cuatro direcciones: (i) Investigación y Tecnología Agropecuaria; (ii) Investigación y Tecnología Industrial; (iii) Disciplinas Especiales, y (iv) Administración y Servicios. Aunque las autoridades técnicas pueden proponer líneas de trabajo, la decisión final corresponde al directorio y los comités asesores.

Esquema 3 - Organigrama de la EEAOC



Fuente: <http://www.eeaoc.org.ar>

2. Análisis presupuestario

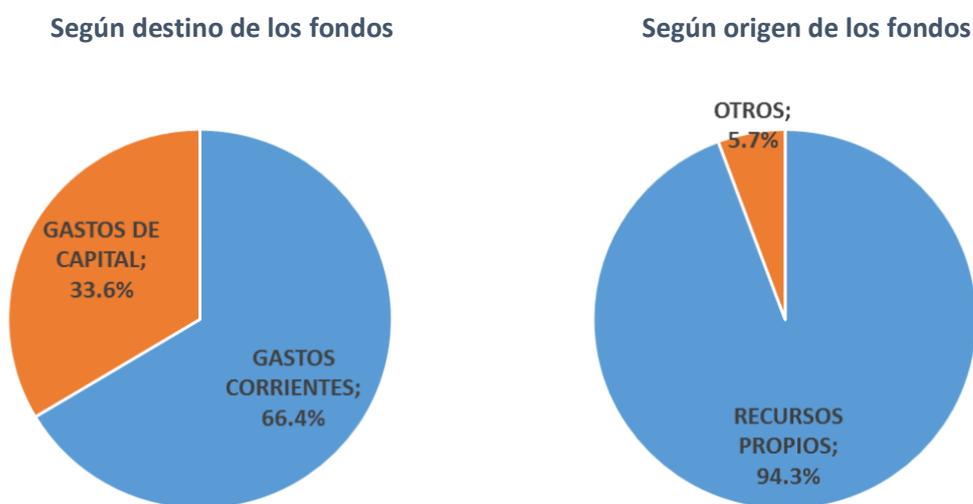
Tal como se mencionó, la EEAOC es una institución estatal bajo la dirección de representantes del sector productivo de la provincia. Su financiamiento proviene principalmente de una tasa aplicada a las producciones que son objeto de investigación y servicios de la estación⁶. Se suman, además, los ingresos por la prestación de servicios particulares y los aportes y fondos recibidos por intermedio de programas de financiamiento público y privado.

Según lo establecido en la ley de presupuesto provincial, la EEAOC dispuso para 2018 de un presupuesto de 287,7 millones de pesos. Los datos provistos por la Dirección de Información Científica del SECYT para el año 2016, destacan que las dos terceras partes de los recursos

⁶ 12 por mil del valor de la tonelada de caña molida, 5 por mil del valor de la producción agrícola-ganadera, 5 por mil del valor de la producción industrializada beneficiada por los servicios del organismo

destinados a I+D de la institución se orientaron a gastos corrientes, correspondiendo el tercio restante a gastos de capital.

Gráfico 5 - Distribución de los gastos en I+D de la EEAOC en 2016



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Dirección de Información Científica del SECYT

Por fuera de los recursos propios con los que cuenta la Estación, las otras fuentes de financiamiento presentaron en 2016 una incidencia relativamente baja (5,7%). En el marco de las entrevistas mantenidas con representantes de la institución, se destacaron las complicaciones surgidas en 2018 para hacer frente a los proyectos planificados como resultado de la devaluación del peso. El movimiento del tipo de cambio implicó el encarecimiento relativo de equipamiento e insumos importados, que requirió de la reasignación de fondos para sostener los proyectos. Se trata de una circunstancia que afectó tanto a proyectos financiados por instrumentos de política pública, como a proyectos propios.

3. Recursos humanos

Según información provista por la SIDETEC, la Estación cuenta con una plantilla de alrededor de 150 investigadores y técnicos. La información de la Dirección de Información Científica de la Secretaría de Gobierno de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación (DIC-SECYT) para 2016 señala que, en el caso de los investigadores de la institución, todos ellos trabajan bajo la modalidad de jornada completa, contando el 23% de ellos con financiamiento otorgado por el CONICET. La gran mayoría de los investigadores de la institución cuentan con título universitario (79%), el 19% nivel de doctorado y el 1% de maestría.

En el caso de los becarios, las tres cuartas partes de ellos trabajan bajo la modalidad de jornada completa, y un cuarto se desempeñan con jornada parcial. En este caso, la DIC-SECYT, no registra aportes a su financiamiento del CONICET. El 69% de ellos alcanza título de doctor, el 27% de maestría y el 4% restante grado universitario.

En términos disciplinarios, dadas las incumbencias de la institución predominan los ingenieros agrónomos, seguidos en importancia por otras carreras exactas y naturales, dentro de las cuales predominan la química y biología.

Tabla 13 - Distribución según disciplina de becarios e investigadores de la EEAOC, 2016.

DISCIPLINA	INVESTIGADORES	BECARIOS
ING AGRÓNOMOS	44%	60%
QUIMICOS	23%	13%
BIÓLOGOS	14%	10%
INGENIEROS	12%	12%
BIOQUÍMICOS	6%	4%
OTROS EXACTAS Y NATURALES	0%	2%
TOTAL INVESTIGADORES	100%	100%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Dirección de Información Científica del SECYT

4. Análisis de áreas de especialización y esfuerzos de transferencia

Los proyectos de la EEAOC se encuadran en el campo de las ciencias agrícolas y la ingeniería y tecnología. El trabajo de la EEAOC se organiza a través de 5 áreas troncales: (i) Caña de azúcar; (ii) Citrus; (iii) Granos; (iv) Frutas y hortalizas, y (v) Agroindustria.

En el caso del cultivo de la caña de azúcar, la EEAOC es la productora de la semilla de alta calidad de mayor difusión entre los productores de cañeros de la provincia (más del 60% de las semillas de la provincia tiene origen en el programa de la Estación) y realiza importantes esfuerzos vinculados a mejora de la productividad de los cultivos, reducción del impacto ambiental de las plantaciones y mecanización. Los esfuerzos vinculados a los cultivos cítricos se concentran en el mejoramiento genético, en el trabajo sobre enfermedades y plagas, desarrollo de biofertilizantes y el apoyo al desarrollo de nuevos mercados. El área de Granos de la Estación trabaja sobre el desarrollo de variedades y vende semillas dentro y fuera del país. Además, más recientemente, lleva adelante esfuerzos en pos del desarrollo de cultivos de invierno que aporten a la preservación de los suelos.

En el caso de la frutihorticultura la EEAOC trabaja en la actualidad en el desarrollo de cultivos orgánicos, post-cosecha y el desarrollo de variedades y cultivos de contraestación. En todos los casos de producciones primarias, los esfuerzos se orientan también al desarrollo de sistemas de sensores y monitoreo remoto y el desarrollo de la denominada agricultura de precisión. Finalmente, en el área Agroindustrial gran parte de los esfuerzos se orientan a la promoción de las bioenergías y el mejoramiento de los procesos industriales. Sobresalen en particular los esfuerzos en pos del aprovechamiento y tratamiento de la vinaza resultante de la destilación etílica de la caña de azúcar y el aprovechamiento del RAC para la cogeneración de energía. En el caso de la industrialización del citrus, existen proyectos vinculados al desarrollo local de la pectina.

Esquema 4 – Matriz de organización temática de la EEAOC



Fuente: <http://www.eeaoc.org.ar>

En materia de transferencia y extensión, la institución cuenta con un importante prestigio y tradición en el relacionamiento con los productores de la región. Estas circunstancias le han permitido ubicarse como un referente regional para la prueba y ensayo de nuevas tecnologías, en tanto la certificación y recomendación de la institución constituye un sello de garantía para los productores.

5. Otro tipo de vinculaciones

En materia de acuerdos de cooperación, la EEAOC se vincula con una gran variedad de instituciones nacionales, regionales e internacionales. En el plano local, cabe destacar el Convenio de colaboración con el INTA, en materia de investigación, experimentación y transferencia de tecnología, en temas de interés común. Además, destacan varias iniciativas conjuntas con la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) y un grupo de colaboraciones con instituciones científicas de otras regiones del país. Además, la EEAOC cuenta con numerosos convenios con empresas privadas locales y multinacionales para el intercambio y la colaboración en áreas de producción de semillas, desarrollo de variedades, experimentación de fertilizantes, generación térmica a partir de biomasa, certificación y ensayos biológicos, tratamiento de agua y residuo, entre otros. Sobresalen también, iniciativas de colaboración con la Universidad de Tucumán y la Secretaría de Agricultura de la Nación. La institución posee también importantes acuerdos de colaboración con instituciones de renombre internacional de Brasil, Estados Unidos y Cuba, entre otros.

6. Desafíos y oportunidades de la institución (primera aproximación)

La institución presentó en los últimos años un proceso de importante crecimiento y desarrollo que comienza a verse afectado por las restricciones presupuestarias que el nuevo contexto económico impone al conjunto del ecosistema de CTI local. A pesar de su independencia y autarquía presupuestaria, algunas iniciativas llevadas adelante en conjunto con otras instituciones y a través de fondos públicos nacionales comienzan a verse amenazadas.

En términos sectoriales, los especialistas vinculados a la caña de azúcar destacaron la necesidad de continuar trabajando sobre la productividad y longevidad de las plantaciones. En particular, en vistas de ampliar el espectro de variedades y la tolerancia a ciertos factores que limitan la producción. En relación a las inversiones requeridas para la plantación, se mencionó el trabajo conjunto con los grupos CREA y un grupo de empresas privadas, a fin de mecanizar el proceso de plantación. En materia ambiental se destacó el desafío de avanzar en el uso de tecnologías de bajo impacto en el manejo global del cultivo, concretar la utilización del RAC e incorporar y desarrollar agroquímicos de menor impacto (y menor dosis por hectárea).

En lo referido a los cultivos cítricos se registran desafíos vinculados al mejoramiento genético y la transgénesis en vistas de mejorar el rendimiento. A su vez, en materia sanitaria, el HLB, así también como las enfermedades cuarentenarias (cierran puertas de comercialización) constituyen los más importantes desafíos, en vistas de desarrollar estrategias de control que no sobrecarguen de residuos a la fruta que dificulten la apertura de nuevos mercados. En términos industriales, el principal desafío se vincula a completar la cadena de valor local a partir de la extracción de pectina.

En materia de granos, las limitantes regulatorias impiden a la institución apropiarse de los beneficios del trabajo realizado en pos del desarrollo de variedades. Además, se mencionó el objetivo de avanzar sobre el desarrollo de cultivos de invierno, en vistas de preservar los suelos productivos.

En el caso de la horticultura la institución afronta el desafío de profundizar el conocimiento en el manejo de productos orgánicos (en particular fungicidas) y promover el desarrollo de viveros especializados para la multiplicación y el mejoramiento genético.

En materia agroindustrial, el desarrollo de las bioenergías constituye el principal desafío que afronta la actividad. En el caso de la caña de azúcar, si bien la producción de alcohol permite aliviar la carga sobre el mercado del azúcar, trae aparejadas dificultades ambientales vinculadas a la gestión de la vinaza. El desarrollo de métodos de concentración e incineración o su utilización para la producción de biogás representan oportunidades. A su vez, el desarrollo del alcohol de segunda generación y la cogeneración con el RAC son áreas de interés.

Finalmente, la EEAOC, trabaja desde hace años en el desarrollo de tecnologías de control remoto de las plantaciones. Los trabajos que se realizan en conjunto con las universidades locales en pos del desarrollo de la denominada agricultura de precisión, requieren de un mayor involucramiento del sector privado. A su vez, se avizora la necesidad de incorporar esfuerzos en materia de inteligencia artificial y diagnóstico por imágenes.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA)

1. Presentación institucional

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) es un organismo autónomo dependiente de la Secretaría de Agroindustria de la Nación. Fue creado en 1956 con el objetivo de “impulsar, vigorizar y coordinar el desarrollo de la investigación y extensión agropecuaria y acelerar los beneficios de esas funciones fundamentales, la tecnificación y el mejoramiento de la empresa agraria y de la vida rural” (INTA; 2016). Dos años más tarde, la institución comenzó a desarrollar sus tareas en la provincia de Tucumán a partir de la creación del Centro Regional del NOA.

En la actualidad la actividad del INTA en la provincia se encuadra bajo la órbita del Centro Regional Tucumán-Santiago del Estero. Su sede principal es la Estación Experimental Agropecuaria Famaillá, de la que dependen 10 agencias de extensión rural y un conjunto de Oficinas de Información Técnica que se despliegan a lo largo y ancho del territorio provincial. En la provincia se ubica también el Centro de Investigación de Leales, aunque por la estructura organizativa del INTA, su dependencia corresponde al Centro de Investigación de la Provincia de Córdoba.

Aunque la institución presenta una amplia cobertura del territorio provincial, existen algunas áreas de vacancia en el Este de la provincia como resultado de la redefinición del INTA Leales como Centro de Investigación. En este mismo sentido existen oportunidades para ampliar el alcance de la institución en la región de Amaicha del Valle.

2. Análisis presupuestario

El presupuesto de la institución proviene principalmente de la asignación del 0,45% del valor CIF de las importaciones (Ley N° 25.641 y modificatorias) y de la aplicación del 31,30% del producido de la tasa estadística creada por la Ley N°23.664 y sus normas complementarias (Artículo 28 de la Ley N° 26.337).

Según lo establecido por el Presupuesto de la Nación Argentina para 2018, el INTA contó con 6.252 millones de pesos de los cuales apenas 6 millones de pesos corresponden a ingresos no tributarios. El 86% de las erogaciones de la institución en 2018 corresponde a gastos en personal.

3. Recursos humanos

Según información relevada a través de entrevistas, el INTA cuenta en la provincia con 210 agentes trabajando. De este total 185 corresponden a la planta propia de la institución, de los cuáles 145 corresponden a personal técnico profesional y 40 a personal de apoyo y administración. El INTA presenta en la provincia alrededor de 80 investigadores y 60 extensionistas.

En términos generales, la institución enfrenta en los últimos tiempos algunas dificultades para cubrir vacantes asociadas a perfiles generalistas, en el marco de la creciente especialización que asumen las carreras científicas.

4. Análisis de áreas de especialización y esfuerzos de transferencia

El INTA Famaillá presenta una larga tradición en el trabajo vinculado a los cultivos de caña de azúcar, soja, maíz, limón, frutilla, arándanos, pimiento para pimentón y batata, la ganadería, los recursos naturales, los forestales, la apicultura y la gestión ambiental. En particular, se destacan los aportes realizados en materia de mejoramiento genético, incremento de los rendimientos, prácticas de manejo, estudio y control de plagas y enfermedades.

La institución realizó también importantes aportes a la consolidación de experiencias de asociación y cooperación entre productores. En particular, el INTA suele mantener mayores vínculos con productores de menor tamaño relativo.

A pesar de la relevancia que reviste la producción de granos para algunas regiones de Tucumán, las capacidades vinculadas a estos cultivos constituyen un área de vacancia para la institución, que sin embargo son generalmente atendidas por la EEAOC.

5. Otro tipo de vinculaciones

Desde 1959 el INTA cuenta con un convenio de colaboración con la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres inicialmente pensado para probar variedades de caña. La institución participó de importantes experiencias de asociativismo como las cooperativas Trabajadores Unidos de Campo Herrera, Mayo y La Merced (INTA; 2016). Por otra parte, destacan los acuerdos con diversos organismos públicos nacionales, provinciales y municipales. Además, cuenta con convenios de cooperación internacional con diversos países de Latinoamérica.

6. Desafíos y oportunidades de la institución (primera aproximación)

Por fuera de las ya mencionadas vacancias en términos de capacidades de asistencia y transferencia en cultivos de granos y las dificultades para abarcar territorialmente algunas regiones de la provincia (este y Amaicha del Valle), el INTA enfrenta en la actualidad importantes dificultades asociadas al recorte presupuestario que afronta a nivel nacional la institución. En los últimos tiempos la insuficiencia de recursos obligó a la institución a concentrar sus actividades en las actividades de mayor impacto inmediato, descuidando aquellos proyectos de mayor visión prospectiva. Adicionalmente, la insuficiencia de recursos tiende a afectar no sólo el mantenimiento y actualización de los equipamientos y la infraestructura, sino que además afecta la escala y el alcance territorial de la institución. Se trata de una serie de restricciones que dejarán sentir sus efectos en el mediano y largo plazo.

En términos profesionales, la institución destaca las vacancias asociadas no sólo a los perfiles generalistas, sino también en campos específicos tales como ingenieros forestales (manejo de nativos y aprovechamiento de biomasa), ecofisiología de frutales, fitopatólogos, física de suelos y en áreas de clima y meteorología.

En términos de articulación sobresalen algunas oportunidades para un mayor trabajo conjunto con las Facultades de Química y Bioquímica de la Universidad de Tucumán en vistas de atender cuestiones vinculadas al combate de plagas.

Finalmente, en materia temática destacan un conjunto de desafíos asociados a dar respuesta a las necesidades del productor. En particular, sobresalen los trabajos en materia de: (i) Sanidad de los cultivos; (ii) manejo, nutrición y sistemas de riego; (iii) diversificación productiva; (iv) Gestión ambiental y manejo sostenible de los recursos naturales, y (v) Sistemas agroforestales.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL (INTI)

1. Presentación institucional

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) es un organismo público autárquico dependiente de la Secretaría de Industria de la Nación. Creado en 1957, su misión se orienta a promover y apuntalar el desarrollo tecnológico y la asistencia técnica en el sector industrial. El Centro Regional INTI Tucumán tiene por objetivo “generar, articular y transferir tecnología al conjunto de las cadenas productivas de la Provincia y la Región”.

La sede del Centro Regional INTI Tucumán se ubica en San Miguel de Tucumán en el ex predio Ferial Norte. Además, el INTI cuenta a partir de un acuerdo con la Universidad Nacional de Tucumán, con presencia en una de las sedes de la universidad donde se ubican algunas de sus instalaciones de laboratorios.

2. Análisis presupuestario

A nivel nacional, el INTI se financia a través de ingresos tributarios y contribuciones del Estado Nacional. Para 2018, el Instituto contó con 2.391 millones de pesos, de los cuales la mayor parte corresponde a gastos corrientes.

3. Recursos humanos

Según información de su sitio web, el Centro Regional Tucumán del INTI cuenta con 27 agentes que se organizan en 4 grandes grupos: (i) Asistencia a Cooperativas y Organismos del Estado; (ii) Valorización de Recursos Biomásicos y Tecnologías Blandas; (iii) Administración y vinculación institucional, y (iv) Diseño y Ambiente.

4. Análisis de áreas de especialización y esfuerzos de transferencia

Los trabajos del INTI en la provincia se enfocan principalmente a la valorización de Biomasa, Alimentos, Cueros, y sistema de gestión de calidad. El Instituto cuenta con equipamiento de último nivel adquirido a partir de un acuerdo de colaboración con la Unión Europea en 2015. En términos generales se observa, que las instalaciones actuales no son las adecuadas para el mejor aprovechamiento de los equipos, y que por lo tanto los mismos se encuentran subutilizados (en particular en lo referido a las posibilidades de brindar servicios al sector privado).

Dentro del área de Diseño y ambiente, sobresalen las capacidades de la Unidad Técnica de Efluentes, que cuenta con dos plantas piloto de tratamiento secundario de efluentes de origen alemán utilizadas en la actualidad fundamentalmente para la realización de trabajos de investigación. También en el área de Diseño y Ambiente, el CR INTI cuenta con una planta piloto de alimentos en la que se registran una serie de proyectos vinculados al desarrollo agroalimentario y de asistencia a pequeños productores.

Por su parte, el área de Valorización de Recursos Biomásicos se orienta al aprovechamiento del potencial energético en sus diferentes etapas de los recursos disponibles en la región. El área cuenta con capacidades de asistencia técnica para el diagnóstico de generación, caracterización y medición de rendimientos de Biomasa en empresas agro y foresto industriales, productores y municipios. En particular, sobresale la planta piloto de etanol con capacidad para procesar 40 litros de combustibles líquidos, que sirve a proyectos para la realización de ensayos de pretratamiento de biomasa para etanol de segunda generación y análisis del rendimiento de la fermentación.

Finalmente, el Instituto cuenta con una planta piloto para el tratamiento de cueros que, dada la baja incidencia de la producción en la región, brinda casi exclusivamente servicios a pequeños productores.

5. Otro tipo de vinculaciones

Por ser una de las instituciones más jóvenes en la provincia, en términos de vinculaciones y articulaciones, el CR Tucumán del INTI presenta escasas vinculaciones con las principales instituciones de ciencia y tecnología de la provincia, así también como con escasa difusión y conocimiento respecto de sus capacidades en el sector privado.

6. Desafíos y oportunidades de la institución (primera aproximación)

La institución presenta un déficit en materia de infraestructura edilicia que limita el aprovechamiento de sus capacidades técnicas y equipos. En este sentido, cabe destacar que la subutilización del equipamiento disponible convive con un escaso grado de articulación con la trama productiva regional y otras instituciones de ciencia y tecnología provincial.

De esta manera, el principal desafío que afronta la institución se orienta a solucionar los problemas de infraestructura que actualmente afectan su funcionamiento, así también como a alcanzar un mayor grado de difusión y conocimiento de sus capacidades en la región.

UNIVERSIDAD SAN PABLO - TUCUMÁN (USP-T)

1. Presentación institucional

Creada en 2007 por la Fundación para el Desarrollo, la Universidad de San Pablo-T (USP-T) es según informa su página web *“la primera universidad privada laica del Noroeste argentino y la primera universidad argentina creada en el siglo XXI”*. Auspiciada por los propietarios de uno de los ingenios azucareros de la provincia, la universidad se presenta como un proyecto de responsabilidad social empresaria, que busca aportar a la competitividad y el desarrollo social de la región.

La USP-T tiene por misión *“constituir un ámbito matricial de desarrollo y consulta en los contenidos propios de sus carreras, educando e inspirando a seres humanos capaces de resolver la diversidad de situaciones que plantea el mundo a cada instante, logrando una sinergia real entre el conocimiento y la empresa”*.

El campus universitario de la USP-T se emplaza en las que fueran las instalaciones del ingenio azucarero San Pablo, de donde proviene su nombre. Cuenta, además, con dos sedes en San Miguel de Tucumán, ubicadas en las inmediaciones de la Plaza Independencia.

La máxima autoridad de la Universidad es el rector, que es designado por el Consejo de Administración de la Fundación para el Desarrollo. El Rector lleva adelante sus funciones en colaboración con el Consejo Superior, integrado por el Vicerrector, los Secretarios y los Directores de los Institutos.

2. Análisis presupuestario

La administración económica y financiera de la USP-T se encuentra en manos de Fundación para el Desarrollo. Según la información recabada en entrevistas, la universidad se autofinancia. La Evaluación Externa realizada por la CONEAU, informa que la institución se financia principalmente a partir de las cuotas pagas por sus estudiantes, en tanto en 2012 las carreras de grado explicaban alrededor del 62% de sus ingresos. En segundo lugar, aparecen las donaciones (22%), seguidas por los ingresos generados por ciclos de capacitación (6%), los auspicios gubernamentales (5%) y otros convenios especiales (5%).

El crecimiento registrado en el número de alumnos inscriptos en carreras de grado de la universidad desde su creación, ha permitido a la institución mejorar su perfil presupuestario. Tras registrar 211 alumnos en 2008, la institución alcanzó los 988 alumnos inscriptos en carreras de grado en 2015. La USP-T cuenta, además, desde 2008 con un programa de becas que busca favorecer el acceso de *“jóvenes de probadas condiciones académicas cuya situación socio-económica resulta un impedimento para formar parte de nuestra comunidad de estudiantes”*.

En materia de gastos, las erogaciones en personal explican la mayor parte de los gastos que debe realizar la institución con una incidencia que en 2012 se ubicó en el 71% de los recursos con que contó la universidad.

Según la información relevada por la DIC-SECYT, la USP-T dedicó a Investigación y Desarrollo en 2016 un presupuesto no superior a los 10 millones de pesos, de los cuales el 96% correspondió a gastos corrientes y el porcentaje restante a gastos de capital.

3. Recursos humanos

Según información de la DIC-SECYT, la USP-T contaba hacia 2016 con menos de 50 investigadores, de los cuales el 44% se desempeñaban en la institución bajo modalidad de jornada completa y el 56% restante bajo modalidad de jornada parcial. No se registran en el caso de la institución ni becarios ni investigadores financiados por el CONICET.

En términos disciplinarios predominan las especialidades médicas, la biología, bioquímica y la economía. No obstante, se registra también presencia de otras disciplinas asociadas a la oferta académica de la universidad.

Tabla 14 - Distribución según disciplina de becarios e investigadores de la USP-T, 2016.

DISCIPLINA	INVESTIGADORES
MÉDICOS	23%
BIÓLOGOS	12%
BIOQUÍMICOS	12%
ECONOMISTAS	12%
ARQUITECTOS	7%
ABOGADOS	7%
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	7%
QUÍMICOS	5%
OTROS ESPECIALIDAD TECNOLOGÍAS	5%
ING AGRÓNOMOS	5%
HISTORIADORES	5%
MATEMÁTICOS	2%
TOTAL INVESTIGADORES	100%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Dirección de Información Científica del SECYT

4. Análisis de áreas de especialización y esfuerzos de transferencia

La universidad presenta una oferta académica que se organiza en torno a cuatro institutos (unidades académicas) que estructuran las 9 carreras de grado, las 2 de pregrado y las 3 tecnicaturas que se dictan en la institución. La oferta académica se organiza bajo un esquema matricial, en el que existen actividades curriculares comunes entre las distintas unidades académicas.

Tabla 15 - Oferta académica de la USP-T según unidad académica

DESARROLLO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA LA COMPETITIVIDAD TERRITORIAL	ESTUDIOS SOCIALES, POLÍTICA Y CULTURA	INSTITUTO DE SALUD Y CALIDAD DE VIDA	INSTITUTO DE DISEÑO, ESTRATEGIA & CREATIVIDAD
Finanzas	Licenciatura en Periodismo	Medicina	Diseño Industrial
Gestión de Empresas Agroindustriales	Abogacía		Diseño Textil y de la Indumentaria
Ciencia y Tecnología de los Alimentos	Contador Público Nacional		
Comercio Exterior	Ciencia Política		
	Relaciones Internacionales		
	Seguridad Ciudadana		

Fuente: www. <http://uspt.edu.ar>

La universidad posee la primera especialización en caña de azúcar del país habilitada por la CONEAU, y según información recabada en entrevistas trabaja también en el armado de una maestría en citrus.

Entre las actividades de investigación de la Universidad, sobresale la labor **del Centro Integral de Biotecnología Aplicada (CIBA)**, cuya misión se orienta a *“la aplicación de conocimientos de base Biotecnológica, para ofrecer a la agroindustria de la caña de azúcar y otras cadenas de valor del NOA, productos y servicios innovadores que puedan generar competitividad”*. El CIBA presenta una marcada especialización en caña de azúcar y trabaja en el desarrollo de variedades resistentes al estrés hídrico, a las heladas y el glifosato. Además, ha realizado inversiones en biorreactores de inmersión temporal en vistas de producir vitroplantas de caña de azúcar para su comercialización en la región. Se trata de un centro de investigación joven que busca proveer de servicios tecnológicos a los productores de la región.

Además, la universidad cuenta con un Centro de tecnología disruptiva (CTD) y un laboratorio de alimentos que funcionan en el campus de la universidad.

5. Otro tipo de vinculaciones

La universidad posee además una Unidad de Vinculación Tecnológica, su Biblioteca y una gran cantidad de convenios con instituciones nacionales e internacionales.

6. Desafíos y oportunidades de la institución (primera aproximación)

La universidad presenta un proceso de crecimiento en su matrícula de inscriptos que requiere la adecuación de algunas de sus estructuras. A su vez, la institución busca consolidar su posición en la formación de profesionales y la prestación de servicios para la agroindustria local. En particular, los esfuerzos realizados para el equipamiento y desarrollo del CIBA buscan alcanzar una posición de relevancia en la provisión de servicio de base tecnológica para la producción de caña de azúcar en la región, así también como coadyuvar a la creciente relevancia de la bioenergía en la provincia.

SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

El conjunto de indicadores utilizados para caracterizar el ecosistema científico tecnológico de la provincia permite observar que Tucumán cuenta con destacadas capacidades y una importante trama de instituciones que la ubican, por lo general, por encima de la media nacional y con una incidencia relativa mayor a la que presenta su economía en el total nacional.

Las capacidades científico-tecnológicas de la provincia se plasman también en los resultados generados por la provincia en términos de acceso y captación a las líneas de apoyo y financiamiento nacionales.

En términos de especialización, aunque la provincia registra capacidades en todas las áreas del conocimiento, se destaca en particular su potencial en el campo de la biotecnología con aplicación en la agroindustria y la microbiología.

Tal como se mencionó anteriormente, las capacidades de CTI provinciales, se encuentran fuertemente asociadas a los fondos que el Estado Nacional invierte con este fin. No obstante, es importante destacar el papel asumido por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, una entidad autárquica provincial que cuenta con financiamiento proveniente del pago tasas de las principales producciones agroindustriales de Tucumán y fondos del presupuesto provincial. La EEAOB sobresale en el contexto provincial, no sólo por el origen de sus fondos, sino también por un particular método de organización institucional que le permite funcionar de forma más articulada con el sector privado, potenciando su capacidad de aporte a la solución de las problemáticas tecnológicas de la provincia. Pese a la excepción que constituye la EEAOB, y al igual que ocurre en el resto del país, la participación del sector privado en el gasto en ACyT es reducida.

Por fuera de las tensiones presupuestarias que en los últimos años han afectado el desempeño de las principales instituciones de CyT con presencia territorial, las importantes capacidades que presenta el ecosistema de CTI, plantean el desafío de desarrollar mecanismos para potenciar el traslado de dichos conocimientos a la faz productiva.

Se requiere por un lado de mayor articulación con sectores tradicionales de la producción en la provincia. Sin embargo, se plantea también el interrogante respecto de cómo aprovechar capacidades científicas que no encuentran en la trama productiva local un usuario inmediato. En este último caso, se requieren mayores esfuerzos en vistas de materializar iniciativas con impacto económico y social para la provincia. A pesar de algunos esfuerzos realizados en los últimos años, se trata de una tarea que no puede ser asumida de manera exclusiva por las autoridades provinciales, en tanto su capacidad de injerencia sobre instituciones cuyo financiamiento es principalmente nacional es limitada.

BIBLIOGRAFÍA

CONEAU (2016); “Informe de evaluación externa de la Universidad de San Pablo Tucumán”. Ministerio de Educación y Deportes de la Nación, Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria. Disponible en http://www.coneau.gov.ar/archivos/libros_evaluacion_externa/58UnivSanPabloTucuman.pdf

EEAOC (2016); “Informe Anual EEAOC 2015”. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, Tucumán. Julio de 2016.

EEAOC (2016); “Informe Anual EEAOC 2015”. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, Tucumán. Julio de 2016.

INTA (2016); “58 años de aportes del INTA Famaillá para Tucumán y el país”. INTA Ediciones, Colección institucional. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-58_anos_de_aportes_del_inta_famailla_para_tucuman_y_el_pais.pdf

MINCYT (2016); “Informe de Evaluación Externa Universidad Nacional de Tucumán. Junio-Agosto de 2015”. Programa de Evaluación Institucional de la Secretaría de Articulación Científico Tecnológica.

LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PARA LA POLÍTICA DE CTI

Tucumán

TOMO IV

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE ESTUDIOS EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (CIECTI)

CONTENIDOS GENERALES

INTRODUCCIÓN	3
ESPACIOS HORIZONTALES DE INTERVENCIÓN	4
LINEAMIENTOS PARA EL COMPLEJO SUCROALCOQUÍMICO	6
LINEAMIENTOS PARA EL COMPLEJO ENERGÍAS RENOVABLES.....	11
LINEAMIENTOS PARA EL COMPLEJO CITRÍCOLA	17
LINEAMIENTOS PARA EL COMPLEJO DE SOFTWARE Y SERVICIOS INFORMÁTICOS	23

INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objeto aportar al diseño de una agenda para la política científica y tecnológica de la provincia de Tucumán. El trabajo se confeccionó bajo la premisa de que el desarrollo de la ciencia y la tecnología no constituyen un fin en sí mismo, sino un medio de gran potencia para generar respuestas concretas a los problemas sociales, ambientales y productivos presentes en el territorio.

Ciencia, tecnología e innovación son conceptos esenciales para la sociedad moderna en tanto asumen un rol determinante sobre las formas y métodos de producción, y a través de ellas, sobre las condiciones de vida y empleo de una sociedad. Bajo esta perspectiva, el presente trabajo se propone identificar los aportes que el conocimiento en general y el desarrollo de la ciencia en particular pueden realizar para promover un cambio positivo de la matriz productiva provincial que favorezca la equidad social y el crecimiento.

Desarrollar nuevas actividades productivas que permitan a la provincia mejorar su perfil de especialización, favorecer el escalamiento de aquellas producciones que no tienen aún la envergadura deseada y mejorar las prácticas de sectores tradicionales fueron las principales guías al momento de identificar desafíos y proponer lineamientos de acción.

La elaboración del documento estuvo antecedida por la sistematización de una base de información de caracterización y diagnóstico de la estructura productiva provincial y del “ecosistema” de CTI provincial. Los mencionados informes se realizaron a partir del relevamiento de fuentes de información secundaria y la sistematización de conocimientos acumulados por los equipos técnicos de la Secretaría de Estado de Innovación y Desarrollo de Tucumán (SIDETEC).

Al momento de presentar los resultados obtenidos, cabe destacar el aporte realizado por un conjunto de documentos de planificación estratégica. En particular, fueron fundamentales los aportes de los trabajos y diagnósticos realizados por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes y el Ministerio de Desarrollo Productivo de Tucumán. A su vez, los trabajos resultantes de las mesas de implementación del Plan Argentina Innovadora 2020, de la Secretaría de Estado de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación (SECyT), incorporaron información y diagnósticos de referentes nacionales, provinciales e institucionales para un amplio conjunto de actividades productivas.

El estudio y sistematización de las fuentes de información secundaria se vio además enriquecido por la realización de entrevistas con especialistas que permitieron elaborar información específica. Las consultas abarcaron un amplio espectro de representantes sectoriales, funcionarios públicos provinciales y nacionales, personal científico y de organizaciones no gubernamentales.

Los resultados del trabajo que se exponen a continuación, se ordenan en dos grandes secciones. La primera identifica de manera sintética un grupo de problemáticas y espacios de intervención comunes a varios de los complejos productivos. Posteriormente, se presentan los resultados del estudio para cuatro (4) Núcleos Productivos Estratégicos: (i) Sucoalcoquímico; (ii) Energías Renovables; (iii) Citrícola, y (iv) Software y Servicios Informáticos.

ESPACIOS HORIZONTALES DE INTERVENCIÓN

Aunque los resultados del estudio se presentan a nivel de complejos productivos, los esfuerzos permitieron identificar también un conjunto de desafíos y oportunidades de intervención para la política científico-tecnológica provincial que denominamos horizontales. Se trata de desafíos que resultan comunes a varias de las actividades productivas seleccionadas. Si bien cada una de estas cuestiones será abordada de manera específica y detallada en la sección correspondiente a los distintos complejos productivos, en este apartado se plantea una presentación general de las mismas.

- **DESARROLLO DE PROVEEDORES DE BASE TECNOLÓGICA**

La provincia cuenta con un conjunto de empresas proveedoras de algunos de los complejos que dominan la estructura productiva provincial (azúcar, citrícola, etc.) que enfrentan el desafío de modernizarse y adaptarse a las nuevas tendencias tecnológicas globales.

En particular, la industria metalmecánica local, en particular, presenta interesantes oportunidades para las actividades de provisión de maquinaria, partes y piezas y reparaciones que abastecen a varios sectores de actividad y que por sobre todas las cosas presentan problemáticas compartidas. La necesidad de formación de recursos humanos especializados, el mejoramiento de procesos productivos, la incorporación de nuevas tecnologías y el apoyo al desarrollo de nuevos productos son algunos de los principales desafíos identificados.

Dado su carácter de industrias proveedoras de otras industrias, el apoyo al desarrollo de nuevas y mejores capacidades representa una oportunidad para el incremento del grado de integración del tejido productivo provincial y la apropiación del valor generado por la provincia.

- **TECNOLOGÍA AL SERVICIO DE LA GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LAS TENSIONES TERRITORIALES**

La relevancia que asume la producción agropecuaria en la estructura productiva provincial genera algunas tensiones respecto del aprovechamiento de las tierras y los recursos hídricos de la provincia. En este sentido, las disputas por el uso de las tierras más fértiles, el desarrollo de cultivos resistentes a las condiciones agroecológicas de tierras actualmente marginales, así también como el desarrollo de tecnología de monitoreo y control emergen como desafíos transversales.

El sistema científico y tecnológico puede coadyuvar no sólo en la identificación y cuantificación de los recursos disponibles, sino también en materia de difusión y desarrollo de tecnologías para mejorar y controlar la eficiencia en el uso.

- **TRATAMIENTO, APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS**

Las actividades económicas que dominan la estructura productiva provincial, presentan oportunidades y desafíos vinculados al tratamiento y valorización de los subproductos de la actividad productiva que en la actualidad son desaprovechados. Se trata de iniciativas que asumen una importancia creciente en las prácticas y manejos productivos de los países más avanzados y que ofrecen ventajas no sólo para preservar

los recursos y el medio ambiente provincial, sino también para incrementar la competitividad y la agregación de valor de la economía local.

La investigación científica y la innovación productiva constituyen herramientas fundamentales para identificar oportunidades para el aprovechamiento de los subproductos generados, así también como para morigerar posibles daños generados por las distintas explotaciones.

- **INTENSIFICAR LA VINCULACIÓN ENTRE EL POLO TECNOLÓGICO PROVINCIAL Y LAS NECESIDADES PRODUCTIVAS.**

La provincia cuenta con un conjunto de centros de investigación e institutos que constituyen una oferta de conocimiento con elevado potencial para atender las necesidades concretas del territorio, así también como para sentar las bases de nuevas actividades productivas. Se trata en algunos casos de una oferta de conocimiento, que pese a los crecientes esfuerzos de transferencia y vinculación de los últimos años se encuentra parcialmente subaprovechada.

En el caso de la provincia de Tucumán, el ecosistema científico local enfrenta el desafío no sólo de potenciar su vinculación con las actividades productivas presentes en el territorio, sino también el reto de dar lugar a nuevas actividades productivas de base tecnológica, que permitan capitalizar el acervo de conocimiento disponible en la provincia.

LINEAMIENTOS PARA EL COMPLEJO SUCROALCOQUÍMICO

1. Caracterización sectorial

La producción del complejo sucroalcoquímico es una de las más relevantes entre las actividades agroindustriales de Tucumán. Se trata de una de las producciones más tradicionales de la provincia, que posee un gran impacto económico y social, y cuenta con una amplia cobertura territorial.

El complejo involucra a un diverso conjunto de actividades desarrolladas a partir de la caña de azúcar y sus subproductos. Entre las más destacadas sobresalen la fabricación de azúcar cruda y refinada, la melaza, el alcohol, el bioetanol y el bagazo como materia prima para la producción de papel y la cogeneración eléctrica, entre otros varios subproductos. El complejo engloba no sólo a la fase primaria y un gran número de actividades industriales conexas aguas abajo, sino también un amplio conjunto de proveedores de materiales, insumos, bienes de capital y servicios.

En la provincia, así como en todo el país, la producción primaria de azúcar proviene exclusivamente del cultivo de la caña de azúcar. Tucumán es la principal productora nacional de azúcar (67% de la producción nacional), albergando 15 de los 23 ingenios registrados en el país. La producción se orienta principalmente a abastecer el mercado interno, exportándose los saldos excedentes. La industrialización del azúcar conlleva elevados riesgos ambientales, principalmente a partir de la generación de vinaza, cuyo tratamiento es uno de los grandes desafíos que enfrenta la actividad.

Desde hace algunos años, el consumo de alimentos con azúcar se encuentra afectado por las tendencias a la alimentación saludable, que recomiendan el reemplazo del azúcar por otro tipo de endulzantes de menor poder calórico. Según el Instituto de Desarrollo Productivo de Tucumán (IDEP), entre 2003 y 2013, la oferta nacional de azúcar redujo su participación en el mercado nacional en 4 puntos porcentuales en manos de otros productos endulzantes. En particular, Argentina presenta niveles de consumo por habitante superiores a la media mundial (entre 40 y 45 kilos por persona al año vs. 23-24 kilos a nivel mundial), que tienden a incrementar los riesgos asociados a la sustitución del azúcar por otros edulcorantes.

Por estos motivos, el complejo afronta el reto de avanzar hacia algún grado de reconversión que permita un mayor desarrollo de producciones menos vulnerables. En este contexto se encuadran un conjunto de iniciativas y programas provinciales orientados a promover la industrialización y la agregación de valor a la caña de azúcar. El desarrollo y promoción de las bioenergías, es uno de los espacios de oportunidades en el que más se ha avanzado (el análisis del Complejo Energías Renovables cubrirá estos temas). Complementariamente, existen un conjunto de oportunidades menos exploradas en el campo de la bioeconomía, que se vinculan a la fabricación y desarrollo de nuevos insumos y productos para las industrias química, farmacéutica y del plástico, entre otras, que podrían aportar a la generación de valor y diversificación de la oferta del complejo.

2. Localización Geográfica

En términos geográficos la producción de caña en la provincia de Tucumán se concentra en los departamentos de Leales, Cruz Alta, Simoca y Burruyacú, en la franja centro - este de la

provincia. Los ingenios suelen agruparse en las cercanías de las zonas de producción para un rápido procesado de la caña que evite la pérdida de contenido de sacarosa, aspecto que enfatiza la relevancia de la organización logística del negocio. Las destilerías suelen funcionar integradas a los propios ingenios.

En el departamento de Lules se ubica Papelera Tucumán, que elabora papel a partir del bagazo. Se trata de la principal empresa provincial del sector, que elabora papel y cartón a partir de la combinación de bagazo con fibra de pino y eucalipto (Ministerio de Hacienda; 2016).

3. Principales instituciones de CyT vinculadas al complejo

Tucumán cuenta con una interesante trayectoria institucional en materia de investigación científica y tecnológica vinculada al complejo y sus. La **Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes (EEAOC)** fue la primera de su tipo en la región y cuenta con un gran trabajo acumulado, en particular vinculado al mejoramiento de variedades y técnicas de manejo de los cultivos que en los últimos años han incorporado nuevos campos de acción. Además, se destaca la presencia de la **Estación Experimental Agropecuaria INTA Famaillá**, con un grupo de investigación especialmente dedicado a la caña de azúcar, la **red de institutos biotecnológicos del CONICET** (dentro de los cuales sobresale el PROIMI) y los esfuerzos del INTI.

Por fuera de las mencionadas instituciones, cabe destacar el papel de las Universidades con presencia territorial en la provincia, en donde se destaca la formación de recursos humanos de elevada calificación de la **Universidad Nacional de Tucumán**. En igual sentido, sobresalen los más recientes esfuerzos de la **Universidad San Pablo-T**, que cuenta con un laboratorio de biotecnología (CIBA) especializado en caña.

También cabe destacar el apoyo al sector a través el Programa para Incrementar la Competitividad de la Industria Azucarera (**PROICSA**) dependiente del Ministerio de Agroindustria de la Nación, un programa con acciones dirigidos a empresas del sector azucarero (ingenios y grandes productores) y a los pequeños productores cañeros. Finalmente, el **Grupo CREA NOA**, ha realizado también algunos esfuerzos en materia de desarrollo tecnológico para la actividad.

4. Áreas estratégicas de intervención

Desafío 1 – Oportunidades para mejorar la productividad de la fase primaria de producción

A pesar de los avances registrados en los últimos años, la fase primaria del complejo en la provincia presenta todavía importantes oportunidades para mejorar los rindes de producción a partir de la aplicación de técnicas y tecnologías de producción ya conocidas, así también como a través del desarrollo de nuevas investigaciones y desarrollos.

Lineamiento 1.1 - Apoyo al desarrollo y transferencia de tecnología para mejorar la productividad primaria.

En términos sectoriales, los especialistas vinculados a la caña de azúcar destacaron la necesidad de continuar trabajando sobre la productividad y longevidad de las plantaciones. En particular, en vistas de ampliar el espectro de variedades y la tolerancia a ciertos factores que limitan la producción. Problemáticas tales como el **envejecimiento de las plantaciones**, el **manejo sanitario** y la **divulgación de**

variedades genéticas acordes a cada región son fundamentales. Además, la **rotación de cultivos**, la **optimización de las técnicas de nutrición y control de malezas** y la **utilización de semillas saneadas** son campos que ofrecen oportunidades.

La difusión de los resultados de investigaciones respecto de las ventajas de mejores técnicas de producción, así también como el **fortalecimiento de las capacidades de extensión** ofrece oportunidades para que la provincia mejore sus rendimientos productivos.

Finalmente, se destaca el desafío de avanzar en el uso de **tecnologías de bajo impacto en el manejo global del cultivo** y desarrollar agroquímicos de menor impacto (y menor dosis por hectárea).

Lineamiento 1.2 - Desarrollo e impulso de la mecanización

La incorporación de **nuevas tecnologías de cosecha automática y semiautomática** ofrece oportunidades no sólo para eficientizar la producción, sino también para mejorar las condiciones de empleo en las plantaciones. Dada la particular estructura de propiedad y explotación de la tierra en la provincia, se trata de iniciativas que deberían desarrollarse en estrecha cooperación con las empresas prestadoras de servicios. En este sentido, también el impulso y acompañamiento al desarrollo local de cosechadora de baja escala (antecedente INTA) podría favorecer los resultados de la actividad.

En relación a las inversiones requeridas para la plantación, se mencionó el trabajo conjunto con los grupos CREA y un grupo de empresas privadas, a fin **de mecanizar el proceso de plantación**, que en la actualidad resulta muy costoso. Se trata de iniciativas que podrían fortalecer el rol que asume la industria metalmecánica local como proveedor del sector.

Los desarrollos tecnológicos utilizados en otros cultivos en el país, marcan un sendero de innovación para los proveedores de maquinaria vinculados a la denominada agricultura de precisión y la **incorporación de nuevas tecnologías de monitoreo y control** (drones, imágenes satelitales, etc.).

Desafío 2 – Perspectivas negativas para el consumo de azúcar.

La preferencia por alimentos con bajo contenido calórico explica la tendencia decreciente del consumo per cápita en los países desarrollados que amenaza. Estas tendencias, implican una importante amenaza sobre la producción.

Lineamiento 2 - Impulso a una estrategia de reconversión productiva de base tecnológica.

El complejo presenta un gran potencial para una reconversión que tienda a fortalecer las capacidades asociadas a la fabricación de derivados químicos y la producción de energía. En particular, se requiere analizar la viabilidad técnica y económica de los

proyectos de biorefinerías de segunda y tercera generación, en vistas de **desarrollar la producción de derivados químicos, farmacéuticos y biopolímeros.**

Cuadro 1. Matriz de intervención estratégica – Complejo Sucoalcoquímico

	Estrategia	Capacidades de CyT locales	RRHH	Infraestructura y Equipamiento	Articulación interinstitucional	Tecnologías de propósito general	Marcos Regulatorios
Oportunidades para mejorar la productividad de la fase primaria de producción.	Apoyo al desarrollo y transferencia de tecnología para mejorar la productividad primaria.	Investigaciones sobre longevidad y productividad de las plantaciones (rotación de cultivos; nutrición y control de malezas; variedades genéticas acordes a cada región; uso de semillas saneada). Tecnologías de bajo impacto en el manejo global del cultivo.	Formación de extensionistas y generalistas.		INTA y EEAOC.		
	Desarrollo e impulso de la mecanización.	Desarrollo y diseño de nuevas maquinarias y tecnologías para mecanizar el proceso de plantación. Difusión de las ventajas de la mecanización.			INTA y EEAOC. UTN, UNT, INTI.	Incorporación de tecnologías de monitoreo y control (drones, imágenes satelitales, etc.) a la maquinaria.	Fomento a la colaboración y el asociativismo para la incorporación de maquinaria.
Perspectivas negativas para el consumo de azúcar.	Impulso a una estrategia de reconversión productiva de base tecnológica.	Investigaciones sobre usos y aplicaciones de nuevos derivados de la caña de azúcar (químicos, farmacéuticos y biopolímeros). Análisis de factibilidad económica de las inversiones en bioproductos.			EEAOC, CONICET, UNT. Involucramiento del sector privado.	Biotechnología y microbiología aplicada al desarrollo de nuevos productos.	Apoyo a la formación de emprendimientos de base biotecnológicos.

Fuente: Elaboración propia

LINEAMIENTOS PARA EL COMPLEJO ENERGÍAS RENOVABLES

1. Caracterización sectorial

El sector de energías renovables ganó relevancia en la actividad de la provincia, particularmente de la mano del potencial energético de la cadena de la caña de azúcar, aunque no sea la única fuente de biomasa disponible. Este proceso ha generado un creciente grado de aprovechamiento industrial de los cultivos tradicionales de Tucumán, complejizando y potenciando las cadenas de valor ya existentes. El proceso también ha generado desafíos ambientales que hoy ocupan un lugar importante en la agenda pública.

El potencial bioenergético de Tucumán destaca en el total nacional, junto con las provincias del litoral, donde las plantaciones de madera y los residuos de aserraderos constituyen el otro gran polo de biomasa seca del país. Si bien una parte del potencial bioenergético es actualmente aprovechado, queda un amplio camino por recorrer. Entre los desafíos principales están la mejora en la eficiencia de los procesos de combustión en usinas y de producción de bioetanol, el aprovechamiento de los Residuos Agrícolas de Cosecha (RAC) y avanzar en la implementación de una solución al problema de la vinaza.

2. Localización Geográfica

La distribución de la biomasa disponible en la provincia acompaña la localización de las principales plantaciones y los centros de procesamiento industrial de la misma. En particular, sobresale la disponibilidad de RAC de la caña de azúcar, que se concentra en los Departamentos con mayor superficie cultivada (Burruyacú, Cruz Alta, Leales y Simoca). Por su parte, el bagazo y la vinaza, resultantes del procesamiento industria de la caña se concentran mayormente en Cruz Alta, Chicligasta, Leales y Monteros, donde se localizan los ingenios y las destilerías.

3. Principales instituciones de CyT vinculadas al complejo

La provincia de Tucumán cuenta con una amplia red de instituciones especializadas en los cultivos y producciones con potencial bioenergético. En particular sobresalen los esfuerzos que llevan adelante en este sentido la EEAOC y el INTA. La **Universidad Nacional de Tucumán**, la **Universidad Tecnológica Nacional** y la **Universidad San Pablo-T** forman profesionales y poseen líneas de investigación en sus institutos asociadas a este complejo. Adicionalmente, más recientemente el área de Valorización de Recursos Biomásicos del INTI busca aportar al desarrollo de la actividad.

4. Áreas estratégicas de intervención

Desafío 1 – Ineficiencia de las usinas en los ingenios

Las tecnologías empleadas en la mayoría de los ingenios fueron originalmente desarrolladas antes de la década de los 1960s, en un marco en el que los ingenios no estaban interconectados con la red eléctrica. En consecuencia, el diseño de calderas se orientó a lograr un equilibrio entre la cantidad de bagazo que debía ser procesado y las necesidades

energéticas de la planta, de forma de que no sobre energía (dado que no había posibilidad de venta) ni bagazo (que constituye un residuo en caso de no ser utilizado como combustible). Esto supone niveles de eficiencia en torno a 35 kW por cada tonelada de caña molida, cuando equipos de última generación permiten obtener en torno a 120 kW por Tn de caña molida. Si tomamos en consideración, adicionalmente, que los ingenios demandan grandes volúmenes de gas natural para su funcionamiento, la posibilidad de modernizar la tecnología de conversión permitiría que los mismos pasen de ser grandes consumidores a grandes proveedores energéticos.

Lineamiento 1 - Impulso a estrategias de mayor eficiencia energética y aprovechamiento del esquema de generación distribuida.

La inversión en calderas que permitan trabajar con mayor presión, pasando de los valores actuales (alrededor de 20 bar en la mayor parte de los ingenios) a entre 60 y 100 bar, junto con turbinas de última generación permitirían pasar a una tasa de conversión de 120 kW por tonelada de caña molida. Sobre la base de una necesidad de auto-consumo de 35-40 kW por Tn de caña molida, esto permitiría un excedente de dos tercios de la energía generada, apto para ser vendida en la red interconectada nacional. La actualización tecnológica en maquinaria debería ir acompañada por transferencia de conocimiento (ingeniería) a firmas locales, capacitación de los recursos humanos y esfuerzos de management para optimizar el uso de los nuevos recursos.

Desafío 2 – Recursos energéticos sub-aprovechados

Existe un inmenso potencial energético actualmente desaprovechado en el uso del Residuo Agrícola de Cosecha como biomasa seca para la generación de energía. Su utilización supone por un lado un desafío técnico y, por otro, social, en tanto es un residuo que se encuentra disperso entre gran cantidad de cañeros medianos, pequeños y grandes.

Lineamiento 2.1 - Aprovechamiento del potencial energético del RAC

El aprovechamiento del Residuo Agrícola de Cosecha constituye una gran oportunidad para incrementar la capacidad de generación de bioenergía en la provincia. La EEAOC posee actualmente una línea de trabajo orientada a la caracterización del RAC, su proceso de secado, enfardado y pretratamiento hasta ser llevado a fábrica (Usina).

La relevancia que asume la cuestión logística y la estructura de explotación agrícola provincial abre la oportunidad para el desarrollo de **esquemas de producción integrados de baja escala o de asociativismo**. Se trata de un potencial cambio de paradigma para el negocio con impacto sobre los costos logísticos, los esquemas de comercialización y la oferta productiva, que podrían abrir oportunidades para el desarrollo de tecnología local. La cooperación público-privada resulta esencial para el desarrollo de esquemas de negocio que requerirán adecuación regulatoria e incorporar estudios de viabilidad técnica y económica.

En el plano industrial, la EEAOC ha desarrollado pruebas en calderas cañeras con una proporción de 20% de RAC y 80% de Bagazo, estudiando las características de la ceniza, la temperatura de fusión y la humedad. En la Ronda 2 de Renovar la EEAOC asesoró a YPF en el desarrollo de un proyecto de 40 MW de potencia en base a RAC, lo

que da cuenta del avance del tema. La **definición de un modelo óptimo para el acondicionamiento del RAC es un desafío central para avanzar en su uso racional.**

Lineamiento 2.2 - Investigación y desarrollo sobre transgénesis

Las tendencias internacionales, principalmente en Brasil, parecen dotar al desarrollo de variedades genéticamente modificadas importantes oportunidades. En este sentido sobresalen en particular las oportunidades para la extensión de la frontera agrícola a partir del desarrollo de **variedades resistentes a la sequía para su utilización como insumo en la industria energética.**

El debate respecto de los posibles efectos de la transgénesis en variedades utilizadas como insumo de la industria alimentaria, abre también la necesidad de análisis e investigaciones de impacto, así también como al desarrollo de **sistemas de trazabilidad** que permitan diferenciar el origen de los cultivos.

Lineamiento 2.3 - Nuevos cultivos e insumos energéticos

Por fuera de los recursos tradicionales, la provincia posee un elevado potencial para el desarrollo de **nuevos cultivos que permitan incrementar el potencial energético de la provincia.** Se trata de iniciativas que posibilitarían un mejor aprovechamiento de las capacidades industriales existentes para la fabricación de biocombustibles, mejorando las escalas productivas, y aportando a la estabilización de la demanda de empleo rural. En un sentido similar, los estudios respecto de las oportunidades de producción de **biocombustibles de segunda y tercera generación** constituyen un campo de interés.

Desafío 3 – Desafíos de la producción de bioetanol

La producción de bioetanol tiene 3 etapas principales: Fermentación, Destilación y Deshidratación. Existen oportunidades de mejorar la eficiencia energética del proceso en relación a los estándares actuales de funcionamiento de las plantas de bioetanol en Tucumán. En los últimos años varios ingenios ya han avanzado en este sentido.

Lineamiento 3.1 - Impulso al desarrollo de nuevas capacidades tecnológicas vinculadas a la producción de bioetanol

La modernización por vía de la incorporación de equipos de mayor tecnología permitiría mejorar la eficiencia en las etapas de destilación y deshidratación. La inversión en el proceso de destilación para trabajar al vacío permite usar vapor a menor presión, lo que da lugar a que usar el vapor de fuente vegetal y reducir las necesidades energéticas del proceso. Adicionalmente, en la etapa de deshidratación ha ido ganando lugar la tecnología de tamices moleculares, con una inversión inicial mayor, pero con un consumo energético por litro de alrededor de la mitad que el ciclo hexano. Sobre estas dos áreas potenciales de mejora de la eficiencia existe heterogeneidad en cuanto a las tecnologías empleadas actualmente por los ingenios tucumanos.

Adicionalmente, los procesos productivos presentan también importantes desafíos. La EEAOC se encuentra trabajando en varias líneas orientadas a la mejora en la eficiencia energética del proceso de bioetanol. En particular, destacan las mejoras en la calidad del agua, la asepección en la fábrica (fundamental para pasar de sistemas de batch a ciclo

continuo) y la calidad de la levadura (actualmente se utilizan levaduras industriales que no son específicas para este proceso, sino que provienen de la panificación). La maduración y difusión de estas inicitavias permitiría mejorar la eficiencia energética de los procesos de bioetanol.

Lineamiento 3.2 - Aprovechamiento de subproductos.

El auge y la expansión de la producción de bioetanol sobre la base de caña de azúcar impuso un nuevo cuello de botella asociado a la gestión de la vinaza generada en el proceso productivo. En este sentido, el complejo enfrenta el desafío de incorporar innovaciones y procedimientos que permitan **morigerar el impacto ambiental de las producciones, en particular aquellas asociadas al aprovechamiento de la vinaza.**

En este aspecto, la **cooperación internacional con instituciones de trayectoria internacional, así también como la colaboración con otras provincias de la región que comparten la problemática resultan atractivas.** El antecedente de los esfuerzos de la **Mesa Nacional para la Gestión Sustentable de la Vinaza SucroAlcoholera** constituyen un atractivo punto de partida.

Cuadro 2. Matriz de intervención estratégica – Complejo Energías Renovables

	Estrategia	Capacidades de CyT locales	RRHH	Infraestructura y Equipamiento	Articulación interinstitucional	Tecnologías de propósito general	Marcos Regulatorios
Ineficiencia de las usinas en los ingenios.	Impulso a estrategias de mayor eficiencia energética y aprovechamiento del esquema de generación distribuida.	Diseño y desarrollo de calderas más eficientes para su utilización en los ingenios locales.	Ingenieros.		INTI, UNT, UTN, Gremiales empresariales metalmecánicas.		Esquemas de transferencia y capacitación tecnológica para los fabricantes locales.
Recursos energéticos sub-aprovechados.	Aprovechamiento del potencial energético del RAC.	Investigaciones sobre las oportunidades para el aprovechamiento del RAC. Diseño y desarrollo de esquemas para la agregación de valor en origen (tecnologías y esquemas de producción integrados de baja escala).			EEAOC, CONICET, UNT, INTI. Cooperación con instituciones internacionales, otras provincias del NOA.		Revisión de marcos regulatorios y promoción de estrategias de asociativismo y cooperación.
	Investigación y desarrollo sobre transgénesis.	Investigación y desarrollo respecto de oportunidades de los cultivos transgénicos (variedades resistentes a la sequía, al glifosato o de mayor rendimiento energético).			Colaboración con instituciones internacionales.		Sistemas de trazabilidad.

	<p>Nuevos cultivos e insumos energéticos.</p>	<p>Potencial y eficiencia de nuevos cultivos energéticos.</p> <p>biocombustibles de segunda y tercera generación .</p>	<p>EAAOC, CONICET, UNT, INTA, INTI.</p>
<p>Desafíos de la producción de bioetanol.</p>	<p>Apoyo a la modernización tecnológica de la fase industrial y la agregación de valor en origen.</p>	<p>Investigación y desarrollo de equipos de mayor eficiencia para el proceso de destilación y deshidratación.</p> <p>Análisis de calidad para los procesos de fermentación y eficiencia de los insumos (levadura, agua, etc.).</p>	<p>EAAOC, CONICET, UNT, INTI.</p>
	<p>Aprovechamiento de subproductos.</p>	<p>Remediación y morigeración del impacto ambiental de las producciones.</p> <p>Investigaciones sobre el aprovechamiento de la vinaza y su factibilidad económica.</p>	<p>Mesa Nacional para la Gestión Sustentable de la Vinaza SuCroAlcoholera, Cooperación con instituciones internacionales, otras provincias del NOA.</p>

Fuente: Elaboración propia

LINEAMIENTOS PARA EL COMPLEJO CITRÍCOLA

1. Caracterización sectorial

El cítrico limonero es uno de los dos sectores agroindustriales (junto con el azucarero) que constituyen el pilar productivo tradicional de Tucumán. Se trata de un sector con un fuerte peso en cuanto a superficie plantada, producción industrial, empleo y exportaciones provinciales.

El sector creció notoriamente en las últimas 3 décadas, en el marco de un proceso de consolidación, concentración y tecnificación. La consecuencia de esto es un sector fuertemente concentrado en unas pocas firmas nacionales y extranjeras, con elevado grado de integración vertical (desde el cultivo hasta la exportación de subproductos), que presentan escalas productivas y tecnologías en el estado del arte mundial. Más aún, Argentina es actualmente líder mundial en la industria del limón, y Tucumán es el epicentro de esta industria.

El potencial del sector se vincula fundamentalmente con la mejora de procesos, la apertura de nuevos mercados, el aumento del valor agregado de la producción (tanto vía exportación primaria como industrial) y el control de las amenazas fitosanitarias presentes.

2. Localización Geográfica

La superficie plantada de limón en Tucumán en 2017 fue de 39.180 hectáreas, equivalente a casi tres cuartos del total nacional. Los cultivos se extienden en una franja que cruza la provincia desde el noroeste hasta el sudoeste, desde los departamentos de Burruyacú hasta los de La Cocha. Las empresas empacadoras y las industrias asociadas se concentran en la zona periférica de San Miguel de Tucumán

3. Principales instituciones de CyT vinculadas al complejo

Entre las instituciones de ciencia y tecnología con injerencia en la actividad del complejo, destaca la labor de la **Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres** que cuenta con numerosas líneas de investigación y trabajo vinculadas a la actividad. De igual forma, el **INTA**, la **Universidad Nacional de Tucumán**, el **CONICET** a través de su red de institutos, el **INTI** y las universidades privadas de la provincia cuentan con capacidades que podrían ser aprovechadas.

4. Áreas estratégicas de intervención

Desafío 1 – Amenaza de agentes fitosanitarios

La enfermedad HLB (Huanglongbing) constituye el principal problema fitosanitario y la principal amenaza para la cadena del limón (y cítrico en general), siendo que no existe cura conocida y su impacto mortal sobre las plantas, además del severo impacto que tendría sobre el acceso a los mercados de exportación.

Por otra parte, la Cancrosis y la Mancha Negra son las principales plagas y enfermedades cuarentenarias que afectan la producción de cítricos argentinos, con fuerte impacto sobre los

rendimientos y la calidad de la fruta. Los principales destinos de exportación establecen fuertes restricciones para evitar la propagación de las mismas, lo que implica que las frutas deben provenir de lotes libres de síntomas.

Lineamiento 1 - Acciones Estratégicas para la Prevención del HLB

En Tucumán no se encuentra presente el insecto vector (*Diaphorina citri*) ni tampoco la bacteria causal de la enfermedad (*Candidatus Liberibacter spp.*). En consecuencia, y dado que no se conoce cura a esta enfermedad, los **esfuerzos deben concentrarse en evitar el ingreso del HLB en Tucumán.**

Existe ya un Programa Nacional de Prevención del HLB donde participan instituciones públicas y privadas, incluyendo centros científico-tecnológicos como por ejemplo la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.

Dentro de los principales desafíos destacan la **detección temprana** (para lo cual existen diversas tecnologías, destacando las trampas para insectos), los estudios **bioecológicos del insecto vector y sus enemigos naturales** y **del uso de hongos entomopatógenos** para su control, así como la **evaluación de productos insecticidas.**

Desafío 2 - Equilibrio entre el control de enfermedades y el volumen de agroquímicos

Los Límites Máximos de Residuos (LMRs) se encuentran cada vez más regulados a nivel internacional, debido fundamentalmente a que los residuos de productos fitosanitarios son potencialmente tóxicos para la salud humana y animal. Legislaciones como la de la Comisión del Código Alimentarius, pero también la de ciertos países desarrollados y en desarrollo, y aún también clientes de porte como grandes cadenas multinacionales de supermercados, imponen criterios cada vez más exigentes que suponen un desafío creciente y permanente para los productores.

En este contexto, cumplir con la cambiante normativa internacional en materia de residuos de productos fitosanitarios se constituye en un desafío necesario para competir en los mercados de exportación.

Lineamiento 2 - Desarrollo y uso de bio-insumos

Dentro del anterior marco resulta fundamental el **impulso al empleo de tecnologías inocuas para los consumidores y el ambiente.** Los profesionales coinciden en la importancia de desarrollar y expandir el uso de bioinsumos para la citricultura y en otras producciones agrícolas, que contribuyan con la sustentabilidad de la actividad y la seguridad alimentaria, y principalmente hagan frente a la creciente exigencia de los mercados.

La aplicación de los bioinsumos permite no usar o usar en menor cantidad agroquímicos de síntesis, que cuentan con cada vez mayores controles. Entre estos nuevos agroquímicos biodegradables se pueden nombrar **biofertilizantes y bioestimulantes, biocontroladores de plagas y agentes biofitosanitarios.** Se trata de

productos confeccionado sobre la base de procesos biológicos, como la biopolinización, los ciclos de nutrientes y el control natural de plagas.

Desafío 3 - Completar la cadena de valor local

En términos de la cadena de valor, hay un eslabón ausente en la industria del limón en Tucumán: la extracción de pectina. La pectina es una sustancia derivada de la cáscara del limón que se emplea en la industria alimenticia para dar consistencia a gelatinas y mermeladas, teniendo también usos en la industria cosmética y farmacéutica.

Lineamiento 3 - Desarrollo tecnológico para la producción local de Pectina

En términos de la cadena de valor, hay un eslabón ausente en la industria del limón en Tucumán: la extracción de pectina. La pectina es una sustancia derivada de la cáscara del limón que se emplea en la industria alimenticia para dar consistencia a gelatinas y mermeladas, teniendo también usos en la industria cosmética y farmacéutica.

Actualmente la cáscara para por un proceso industrial para ser deshidratada, para así ser llevada a Europa (Dinamarca) donde es rehidratada y procesada para extraer la pectina. **Los desafíos para avanzar en la extracción local de pectina son tanto de orden tecnológico como comercial**, siendo que existe un muy elevado grado de concentración en dicho mercado.

Desafío 4 - Incremento de la productividad de la producción primaria

Aumentar la productividad de la producción primaria constituye uno de los principales desafíos de la cadena del limón. Incrementar el rinde por hectárea y, en particular, el porcentaje de fruta con destino embalable resulta necesario para el aumento del volumen de exportación y un mayor retorno económico. Cabe mencionar que la necesidad de aumentar los rindes se ve acrecentada por la presión que los nuevos desarrollos inmobiliarios ejercen sobre las (mejores) tierras de cultivo tradicionales.

Lineamiento 4.1 - Sistemas de mejora de rinde por hectárea

Las principales líneas de acción para el aumento del rinde promedio, sobre las cuales podrían ahondarse esfuerzos son: (i) **mejoramiento genético**, cuyo objetivo no es solo mejorar la cantidad de fruta sino también el rendimiento de la misma (cantidad de jugo); es decir, a partir de la genética se esperan mejoras en cantidad y calidad de los cultivos; (ii) líneas de trabajo sobre el ambiente en que se desarrolla el cultivo: en esta línea se encuentran todas las tecnologías vinculadas con el **riego, el control de malezas, la fertilización, el control de plagas, etc.**

Lineamiento 4.2 - Mecanización de la cosecha

La mecanización de la cosecha constituye una gran oportunidad de optimización de procesos, en tanto la mano de obra constituye un costo relevante en el proceso

primerio. Los principales actores lo ven como un proceso tecnológico relativamente próximo que tendrá lugar a nivel mundial, pero no se han podido identificar iniciativas locales para el desarrollo de maquinaria agrícola nacional en este rubro. Dada la existencia de productores de maquinaria agrícola de trayectoria y dado el peso de la industria del limón argentina en el mundo, esta línea de trabajo se constituye en un desafío tecnológico.

En relación a la mecanización de la cosecha, no puede dejar de observarse que se trata de un proceso que tendrá un fuerte impacto sobre aquellos trabajadores (mayormente de baja calificación) que actualmente realizan la tarea en forma manual. En tal sentido, y partiendo de la idea de que el avance tecnológico tendrá lugar a nivel mundial en los próximos años, la reconversión de los trabajadores afectados se torna un tema importante de política pública.

Cuadro 3. Matriz de intervención estratégica – Complejo Citrícola

	Estrategia	Capacidades de CyT locales	RRHH	Infraestructura y Equipamiento	Articulación interinstitucional	Tecnologías de propósito general	Marcos Regulatorios
Amenaza de agentes fitosanitarios.	Acciones Estratégicas para la Prevención del HLB.	<p>Tecnologías de control y detección temprana de HLB.</p> <p>Investigaciones bioecológicas del insecto vector y sus enemigos naturales (hongos entomopatógenos).</p> <p>Evaluación de productos insecticidas.</p>			EAAOC, INTA, UNT, USP-T, SENASA, CONICET, Secretaría de Agroindustria, Provincias limítrofes		
Equilibrio ente el control de enfermedades y el volumen de agroquímicos.	Desarrollo y uso de bio-insumos.	<p>Impulso al empleo y desarrollo de tecnologías inocuas para los consumidores y el ambiente (biofertilizantes y bioestimulantes, biocontroladores de plagas y agentes biofitosanitarios).</p>		Equipamiento para la medición de contenido de agrotóxicos en la fruta.	EAAOC, INTA, UNT, USP-T, SENASA, CONICET, Secretaría de Agroindustria, CIATI Río Negro.	<p>Biotechnología aplicada a la fabricación de bio-insumos.</p>	<p>Adaptación a los requerimientos de la demanda mundial para favorecer la apertura de nuevos mercados.</p>
Completar la cadena de valor local.	Desarrollo tecnológico para la producción local de Pectina.	<p>Apoyo al desarrollo tecnológico de métodos de producción de pectina.</p> <p>Análisis de factibilidad y viabilidad económica de los proyectos.</p>					

Incremento de la productividad de la producción primaria.	Sistemas de mejora de rinde por hectárea.	Mejoramiento genético orientado a aumentar la productividad de la fruta. Tecnologías de riego, control de malezas, fertilización, control de plagas, etc	EEOC, INTA.	
	Mecanización de la cosecha.	Investigaciones y desarrollos para el diseño de maquinaria agrícola específica.	EEOC, INTI, UTN, UNT.	Sensores remotos, robótica, etc.

Fuente: Elaboración propia

LINEAMIENTOS PARA EL COMPLEJO DE SOFTWARE Y SERVICIOS INFORMÁTICOS

1. Caracterización sectorial

A lo largo de las últimas tres décadas el sector de Software y Servicios Informáticos (SSI) ha tenido un crecimiento destacado en Argentina, habiendo alcanzado en la actualidad un nivel de empleo superior a complejos tradicionales como el automotriz, en una tendencia que ha sido acompañada por la provincia de Tucumán.

A modo indicativo, mientras que en 1996 en Tucumán había 2 firmas de SSI por cada 100, en la actualidad ese valor se ha cuadruplicado, existiendo 8 firmas de SSI por cada 100 empresas industriales. En términos de empleo, entre 2002 y 2017 la cantidad de trabajadores registrados del sector en la provincia creció ocho veces, pasando de 131 empleados a 1105. Si bien esta cantidad de trabajadores representa el 0,6% del total del empleo registrado de la provincia, se trata de una actividad en fuerte crecimiento, con niveles salariales superiores a la media, elevados niveles de calificación y externalidades positivas sobre el resto del entramado productivo, todo lo cual da cuenta de la importancia creciente del sector. En esta dirección, y en el marco de una fuerte concentración del sector de SSI en unas pocas provincias, Tucumán puja por ingresar dentro de este grupo.

El acelerado crecimiento del sector de SSI en Argentina y en la provincia de Tucumán es indicativo por sí mismo del potencial que tiene en términos de desarrollo productivo. El presente capítulo aborda la situación general del complejo en la provincia y los desafíos y oportunidades que se presentan, destacándose dentro de ellos las políticas de fomentos de formación de recursos humanos, el acceso al financiamiento, la conveniencia de definir un perfil de especialización y una estrategia acorde y las ventajas de buscar articulaciones para desarrollos asociados a las cadenas productivas tradicionales de Tucumán.

2. Localización Geográfica

En términos de ubicación geográfica, las firmas de SSI de la provincia está fuertemente concentradas en la ciudad capital y sus alrededores. Al respecto, tanto las tres universidades con carreras vinculadas al sector se ubican en la capital provincial. De igual forma, las dos asociaciones empresarias el Cluster Tecnológico Tucumán (CTT), y la Asociación de Empresas Tucumanas de Tecnología de la Información (AETTI) tienen sus sedes en la ciudad de San Miguel de Tucumán.

3. Principales instituciones de CyT vinculadas al complejo

En la provincia de Tucumán tres de las cuatro universidades presentes en el territorio cuentan con carreras de informática y computación (**la Universidad Nacional de Tucumán, la Universidad Tecnológica Nacional y la Universidad Santo Tomás de Aquino**). En particular, la FRT-UTN, es la que presenta el mayor número de egresados y cuenta a su vez con un laboratorio de robótica.

4. Áreas estratégicas de intervención

Desafío 1 - Escasez de mano de obra calificada

La escasez de recursos humanos calificados constituye uno de los principales desafíos y oportunidades para el desarrollo del sector, tanto a nivel nacional como provincial.

Lineamiento 1 - Apoyo a la formación de Recursos Humano

Por un lado, existe una restricción de oferta para el crecimiento del sector de SSI, en tanto no existen RRHH ociosos y la dificultad para sumar y mantener trabajadores es una constante en las firmas del sector. Por este motivo, la formación de profesionales especializados constituye una gran oportunidad a trabajar en conjunto con las universidades locales, en tanto ofrece una oportunidad para acceder a mejores remuneraciones y fomentar el desarrollo local. Adicionalmente, se presenta el desafío de aumentar los niveles medios de calificación de los trabajadores del sector, con vistas a poder avanzar en desarrollos más complejos.

Desafío 2 – Necesidad de una visión estratégica provincial para el sector.

A pesar de su gran creciente relevancia en la trama productiva provincial y su gran potencial para movilizar y absorber recursos humanos de mayor calificación, no existe aún una definición respecto del rumbo estratégico que se busca imprimir a la actividad desde la política pública.

Lineamiento 2 - Participación en la definición de un perfil de especialización estratégico para la actividad

Resultaría deseable lograr consensos público-privados en cuanto a la orientación estratégica del sector de SSI en Tucumán, de forma de poder avanzar en un **perfil de especialización que maximice el valor agregado y el crecimiento del sector en la provincia.**

En particular, la posibilidad de orientar parte de la industria local de SSI hacia las problemáticas productivas de la provincia, tales como las necesidades que presentan el complejo citrícola y sucroalcoquímico, por ejemplo, tendría un doble impacto positivo. De una parte, mejorar la productividad de diversas actividades productivas de la provincia a partir de la incorporación de herramientas TICs, y de otra permitir desarrollos específicos que permitan un nicho de especialización para las firmas locales. Esta línea de trabajo podría verse potenciada por la interacción con instituciones locales de fomento de dichos sectores, tales como cámaras empresariales o instituciones públicas de Investigación y Desarrollo.

Desafío 3 - Dificultades para el acceso al financiamiento

Si bien existen herramientas de financiamiento específicas para el sector, la falta de activos propios de esta actividad productiva, así como el bajo desarrollo del sistema financiero en el país dificultan el acceso de las pymes a líneas de financiamiento.

Lineamiento 3 - Articulación con áreas de promoción productiva para el desarrollo de instrumento de financiamiento

Resultan necesarias líneas de financiamiento para nuevos desarrollos, orientadas fundamentalmente a capital de trabajo. Las entrevistas realizadas también dan cuenta de la falta de nexos entre los las pymes locales y los inversores privados provinciales, que desconocen las start-ups de base tecnológica de la provincia.

Cuadro 4. Matriz de intervención estratégica – Complejo Software y Servicios Informáticos

	Estrategia	Capacidades de CyT locales	RRHH	Infraestructura y Equipamiento	Articulación interinstitucional	Tecnologías de propósito general	Marcos Regulatorios
Escasez de mano de obra calificada.	Apoyo a la formación de Recursos Humanos.		Formación de Ingenieros en sistemas, informáticos y computación. Posgrados y maestrías de especialización.		UTN, UNT, UNSTA, AETTI, CTT.		Esquemas de apoyo a la finalización de estudios y la realización de posgrados.
Necesidad de una visión estratégica provincial para el sector.	Participación en la definición de un perfil de especialización estratégico para la actividad	Oportunidades para la mejora competitiva de los complejos productivos líderes de la provincia.			Elaboración de un plan esgratégico.	Sistemas de gestión, optimización logística, etc.	
Dificultades para el acceso al financiamiento.	Articulación con áreas de promoción productiva para el desarrollo de instrumento de financiamiento.	Revisión y evaluación de instrumentos de promoción apropiados.			IDEP, Ministerio de Producción.		Regímenes de promoción provinciales para emprendedores, start-ups y empresas de base tecnológica.

Fuente: Elaboración propia