

Asociación Argentina de Economía Agraria

ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO A LAS ALTERNATIVAS DE COSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR EN TUCUMÁN

Fecha: 26, 27 y 28 de octubre 2022

Categoría: Trabajo de investigación

Ibern, Danila Beatriz
Ibern.danila@inta.gob.ar

Ortíz, Joaquín Mario²
ortiz.joaquín@inta.gob.ar

Jaldo Alvaro, Mariana³
jaldoalvaro.mariana@inta.gob.ar

¹ Agencia De Extensión Rural San Pedro, INTA.

² Estación Experimental Agropecuaria Famaillá, INTA.

³ Centro de Investigación en Economía y Prospectiva, INTA.

Alternativas para cosecha de caña de azúcar en Tucumán¹

Resumen

El sector sucro-alcoholero es la principal actividad económica de Tucumán, durante la zafra coexisten dos sistemas de cosecha: *Semimecanizada*: corte y apilado manual, limpieza mediante uso de fuego (afecta el sistema agrícola y es perjudicial para la sociedad, además de estar prohibida), carga mecánica en equipos de transporte. Utilizada por 4730 pequeños cañeros con menos de 50 ha. *Mecanizada*: maquinaria autopropulsada que corta, despunta, trocea, limpia y carga en una única operación. Cosecha en verde. Para operar en campos de pequeños productores, éstos deben sistematizarlos y adaptarlos, lo que implica reducir la superficie plantada, expresada en surcos/ha. Se aplicó el método beneficio costo para ambos sistemas de cosecha con distintos niveles de sensibilidad según tamaño de productor y rendimiento cultural por surco. Para el cálculo del VAN se utiliza una tasa de descuento (%) del 5, 10, 12, 16, 20., si bien el VAN diferencial es negativo, no significa inviabilidad del proyecto, el dato acerca a cuanto el productor deja de ganar. Se concluye que el cambio de sistema semimecanizada a cosecha integral implica una reducción del rendimiento económico de la plantación. Esta diferencia es menor cuando más se parece a la situación sin proyecto en sistema semimecanizada.

Palabras claves: caña de azúcar, sistema de cosecha, tecnología crítica, factores de adopción, costo-beneficio.

Abstract

Sugar-alcohol industry is the main economic activity in Tucumán. There are two harvest systems coexisting during this period: Semi-mechanized: manual cutting and stacking, cleaning by fire (it affects the agricultural system and is harmful to society, also prohibited) and mechanical load on transport equipment. It's used by 4,730 small sugar cane growers with less than 50 ha. Mechanized: machinery cuts the stalks at the base, strips the leaves off, and then cuts the cane into segments and load it into the transport, avoiding use of fire. Small farmers must prepare and clean off from obstacles they land before introducing these harvesters, which implies reducing the area planted (rows/ha). Cost-benefit method was applied for both harvesting systems with different sensitivity levels according to the producer's scale and cultural yield. To calculate the NPV, discount rates (%) of 5, 10, 12, 16, 20 are used, although the differential NPV is negative, it does not mean the project is not feasible. It is concluded that turning from a semi-mechanized system to an integral harvest necessarily implies a reduction in the economic yield of the plantation. This difference is smaller when it more closely resembles the situation without a project into a semi-mechanized system.

Keywords: sugar cane, harvest system, critical technologies, adoption factor, cost-benefit.

Eje temático: Economía de la producción, demanda y oferta de alimentos

¹ Este trabajo se hizo en el marco del PI222 "Evaluación de impacto de tecnologías y del cambio Tecnológico".

1. Introducción

El sector sucro-alcoholero es la principal actividad económica del NOA. Cuenta con 20 ingenios de azúcar, 16 destilerías, 12 deshidratadoras de alcohol, 7.100 productores independientes, 160 industrias metalmeccánicas de servicios, 61.000 empleos directos y más de 140.000 empleos indirectos².

Para Tucumán representa uno de los sectores productivos de mayor importancia económica, por el aporte del 10% del Producto Geográfico Bruto³ y la generación de más de 20.000 puestos de trabajo⁴.

Siendo la provincia con menor superficie a nivel nacional y mayor densidad poblacional, el cultivo de caña de azúcar se concentra en la franja este del pedemonte de las Sierras del Aconquija, en los departamentos de Leales, Cruz Alta, Simoca, Burruyacú, Monteros, Chicligasta y Río Chico. La convivencia de las poblaciones rurales con el sector agroindustrial en épocas de zafra constituye un riesgo ambiental para la salud por la quema de biomasa y los gases emitidos por las chimeneas de los ingenios⁵. En especial, la quema de caña es una práctica generalizada en este hábitat rural⁶, presente en los sistemas de cosecha semimecanizada y hoy agravado con los incendios en postcosecha⁷.

Relacionado al cultivo, la caña de azúcar es una gramínea perenne de tallos leñosos no ramificados que, al madurar, acumula sacarosa que es extraída e industrializada. Su producción como cultivo estacional, tiene un proceso de cosecha anual (zafra) que se inicia en mayo y finaliza en octubre con una duración aproximadamente de 180 días. Dicha práctica incluye desde el corte y la recolección en el campo hasta el traslado al ingenio⁸.

Caracterizan la zafra los distintos sistemas de cosecha cuyas modalidades operativas se transformaron con el tiempo⁹. Actualmente coexisten dos tipos principalmente; su implementación depende de las condiciones de producción, equipamiento, escala, ubicación, recursos y realidad de cada productor.

El siguiente trabajo de investigación presenta la descripción de los sistemas de cosecha de caña de azúcar en Tucumán y un análisis cuantitativo comparativo entre estos para el contexto de productores con hasta 50 ha de superficie plantada. El fin del abordaje es obtener la implicancia económica-financiera aproximada para el contexto actual en lo que respecta a la adopción de la mecanización integral de la cosecha de caña de azúcar para el estrato de productores que implementa semimecanizada. El estudio fue realizado en el marco del proyecto disciplinario INTA PD-I222 “Evaluación de Impacto de Tecnologías y del Cambio Tecnológico.

² Centro Azucarero Argentino (CAA) <https://centroazucarero.com.ar/#>

³ <http://estadistica.tucuman.gov.ar/index.php/2015-01-27-12-06-02/2015-01-27-12-59-51>

⁴ <https://idep.gov.ar/guia-de-oferta-exportable/perfil-exportador-de-tucuman/productos-tucumanos/>

⁵ <http://msptucuman.gov.ar/wordpress/wp-content/uploads/2019/02/revista-cientifica-4-para-web.pdf>

⁶ <https://www.eeaoc.gob.ar/?noticia=jornada-de-de-aprovechamiento-energetico-de-biomasa-de-cana-de-azucar-y-citrus>

⁷ Las condiciones climáticas con heladas de intensidad moderada y sequía favorecen que el material vegetal en postcosecha sea más propenso a prenderse fuego, situación que predispone la quema de superficies ocupadas por cultivos durante el rebrote del cañaveral.

⁸ <https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=manual-del-canero>

⁹ La trayectoria socio-técnica de la mecanización de cosecha de caña de azúcar en Tucumán.

2. Descripción general de los sistemas productivos y de cosecha actuales modales

La región azucarera de Tucumán produce aproximadamente el 62% del azúcar de Argentina en una superficie total de 276.400 hectáreas (EEAOC, 2021).

El año 2021 produjo 1,14 millones toneladas de azúcar blanca y crudo, bajo cosecha mecanizada o integral principalmente¹⁰.

Seguido se describen los distintos tipos de cosecha de caña de azúcar:

- **Sistema manual** es el más primitivo, rudimentario y artesanal, en Tucumán prácticamente en desuso. El cosechero utiliza una macheta (herramienta de corte), primero cortando en la base, luego pela el tallo, despunta y acordona o apila en el surco o apila con una topadora para realizar la quema a modo de limpieza.

- **Sistema semimecanizada:** consiste en la combinación de tareas realizadas de forma manual o mecánica, de acuerdo con la disponibilidad de mano de obra y equipamiento que disponga el propietario o contratista. La configuración más representativa incluye: corte basal y despunte manuales, apilado cada 4 surcos de manera transversal al entresurco central, pelado mediante quema para producir un deshoje rápido y carga mecanizada en transporte con tractores adaptados que tienen plumas para realizar bocados de 500kg aproximadamente. Si no se utilizara la quema y la limpieza continuaría siendo manual y el rendimiento del trabajo caería entre 3,6 y 1,8 veces, dependiendo de la variedad cortada, y eso significaría que la remuneración diaria del trabajador se reduciría entre 32-40%, ya que los productores cobran por tonelada cosechada¹¹.

Se puede considerar como ventaja del sistema la menor compactación de la sepa al trabajar con implementos más livianos en comparación a una cosechadora integral; además de que se logra menos pérdida de jugo al no trocear los tallos, quedando enteros. A su vez, el productor maneja sus tiempos con la posibilidad de incluir familiares en una o más etapas, por ejemplo, en el corte y el despunte, la carga o el transporte en el caso que posean un tractor o carro, situación que reduce el gasto en cosecha¹².

Entre las desventajas, los productores tienen crecientes dificultades para conseguir mano de obra en cosecha, a lo que se suma la prohibición de la quema para limpieza. Tampoco es fácil disponer de transporte al momento de que la caña fue cortada, debido a que los cañeros pequeños con cosecha semimecanizada no son prioridad para los ingenios, quedando los tallos a la intemperie con posible pérdida de contenido de sacarosa luego de la quema.

- **Sistema de cosecha integral**, utiliza una máquina autopropulsada que realiza el corte basal y despunte de los tallos, luego trocea esos tallos y mediante ventiladores sopla las hojas, dejando un tallo pelado y fácil de cargar (evita la quema por lo que se conoce como cosecha en verde). Acompañan a la cosechadora equipos autovolcables traccionados por tractor, receptores de la caña troceada, con capacidad de 8 a 10 toneladas. Su función es realizar el trasbordo de la

¹⁰ <https://www.ipaat.gov.ar/wp-content/uploads/2022/05/TOTALES-HASTA-2DA-QUINCENA-DICIEMBRE-2021-bis.pdf>

¹¹ Rípoli y Rípoli, 1995, en Valeiro et al., 2018

¹² Aclaración: en el análisis económico de este estudio únicamente se consideran los costos de contratación a terceros para cosecha semimecanizada.

materia prima a los equipos de transporte (llegan a cargar hasta 60 toneladas) con el fin de reducir la compactación del suelo.

Entre sus ventajas destacan la cosecha en verde, prescindiendo de la quema; requiere pocos operarios y el transporte carga más volumen al tratarse de caña troceada.

Como desventaja figura costo (puede superar los 500.000 USD), siendo accesible solo para ingenios y contratistas. Esto genera dificultades en disponibilidad ya que en Tucumán no hay suficientes máquinas y la cosecha se concentra en poco tiempo, quedando postergados los productores más pequeños por sus características (poca superficie, campos no sistematizados, callejones no apropiados para la máquina y diferentes obstáculos como alambrados, viviendas, etc.).

3. Descripción del problema en torno a la cosecha semimecanizada

En el sector cañero tucumano existen 4730 pequeños cañeros con menos de 50 ha que implementan el tipo de cosecha semimecanizada, sistema que precisa de la quema en pie o en pilas de caña para evitar la tarea del pelado o reducir el costo del flete (PROICSA, 2013).

La quema de los campos cañeros genera una externalidad negativa que afecta el sistema agrícola y es perjudicial para la sociedad. Entre estos, se encuentra la degradación de suelos, la contaminación atmosférica que incrementa las afecciones respiratorias de la población, destruye viviendas y red eléctrica por incendios difíciles de controlar y ocasiona accidentes automovilísticos por la disminución de la visibilidad en los caminos.

Para mitigar la situación el Gobierno de Tucumán en el 2004 sanciona la Ley Provincial 6.253 que prohíbe la práctica de quema de caña de azúcar, sea en pie o cosechada¹³. La situación se agravaba cuando la quema se realiza en un radio de un kilómetro desde los bordes urbanos, contexto complejo debido a la densidad poblacional. Si bien la implementación de la Ley impone sanciones a quienes incumplan la disposición, son mínimas y difíciles de implementar.

En 2010 se creó la Mesa de Gestión Ambiental de Tucumán, conformada por diferentes órganos e instituciones del Estado Provincial para tratar los temas de contaminación y erradicar gradualmente la quema, mediante el diseño y aplicación del sello de Normas de Buenas Prácticas Agrícolas: local G.A.P. Tucumán Caña de Azúcar Sin Uso del Fuego en las plantaciones cañeras provinciales¹⁴.

La quema controlada, difundida principalmente en el estrato de productores más pequeños, se implementa en el tipo de cosecha semimecanizada para reducir el *trash*¹⁵; pero también es utilizada para la eliminación de la maloja en post cosecha como limpieza de los campos. A esto, lamentablemente se añaden los episodios de vandalismo¹⁶.

La alternativa actual es la cosecha en verde con la máquina integral, que requiere de accesos adecuados a su tamaño para el ingreso con espacios de maniobra; cultivos homogéneos, suelos nivelados y libres de obstáculos con nulas o leves pendientes. La cosechadora está diseñada

¹³ <https://sep.tucuman.gob.ar/dataset/71437022-4adc-4ec6-9043-81f8f187eb7d/resource/09fa777c-5d9e-4c1f-b566-9f50830c5bdb/download/normativa-quema-de-cana-2017.pdf>

¹⁴ <https://www.mgatumucuman.org/quienes-somos/>

¹⁵ Se llama trash a todo aquello que no debe ir a la mollienda (despunte, hojas y tierra).

¹⁶ El Gobierno de Tucumán realiza fiscalizaciones a campo a través de la Secretaría de Medio Ambiente en épocas del año que se incrementa el vandalismo.

para trabajar en distancias de plantación de 1.60 y 1.80 m entre surcos; con distancias menores y desiguales produce compactación de los surcos y grandes pérdidas de caña por aplastamiento, frecuente en surcos con distanciamiento menor que 1.6 m y en suelos que no fueron adecuadamente preparados¹⁷. En la práctica se considera que una hectárea de caña de azúcar posee unos 60 surcos de 100 m de longitud.

En el caso de pequeñas explotaciones el productor intenta aprovechar la mayor parte de la superficie con la plantación y los campos suelen ser irregulares por lo que en caso de adoptar esta cosecha debe resignar área de cultivo, porcentualmente mayor que en el caso de medianos y grandes productores; también puede haber viviendas, corrales de animales, presencia de árboles, canales de riego u otros obstáculos que reducen las posibilidades de adaptar el lote para el sistema de cosecha integral.

En presencia de heladas y años secos los riegos de expansión de incendios aumentan porque la vegetación seca es combustible. Desde la EEA Famaillá, organismos gubernamentales provinciales y el sector agroindustrial cañero se promueve la no utilización del fuego y la adopción de la cosecha en verde¹⁸. Casi el 90% de la cosecha de caña de azúcar en Tucumán se realiza en verde, pero aún no existe maquinaria adecuada para la situación de cultivos en pequeñas superficies.

La situación anteriormente descrita es insumo para este trabajo, ya que en la elaboración de los Beneficios-Costos, el número de surcos por hectáreas impacta sobre el beneficio total. La situación estaría representado por un productor que adapta su campo reduciendo la cantidad total de surcos por hectáreas para adaptar el cultivo a la cosecha integral.

4. Descripción general de los productores afectados por la problemática

Según el CNA2018 explotaciones agropecuarias cañeras en Tucumán alcanzarían un total de 2054 EAPs. (Explotaciones Agropecuarias), en una superficie implantada de 228.757 ha, datos cuestionados desde diferentes referencias¹⁹.

Por lo que se toma de referencia como próxima la línea de base del Programa PROICSA^{20,21}.

Tabla 1. Distribución de la muestra según tamaño de estrato

Estrato (ha)	0,1 a 5	5,1 a 10	10,1 a 30	30,1 a 50	Total
EAPs	2583	1151	805	191	4730
Porcentaje	53	25	18	4	100
Cantidad de hectáreas	9627	10545	16278	9047	45501

¹⁷ <https://tecnicana.org/preparacion-de-campos-de-cana-de-azucar-para-cosecha-mecanizada/>

¹⁸ <https://www.infocampo.com.ar/promueven-la-cosecha-en-verde-de-cana-de-azucar-en-tucuman-ante-los-incendios/>

¹⁹ “Los resultados del CNA 2018 brindan una aproximación a la estructura agropecuaria y algunos aspectos del desarrollo agropecuario tucumano, pero distan de ser una fuente confiable para la interpretación de las transformaciones del sector” (Ceconello, et al., 2021).

²⁰ <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/proicsa>

²¹ https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/proicsa_estudio_1_-_estudio_de_base_proicsa_-_ok_0.pdf

Fuente. PROICSA 2013

Estos productores cañeros se encuentran principalmente en los departamentos de Simoca, Leales, Monteros, Cruz Alta, Chicligasta y Río Chico, en los cuales prevalecen los estratos de productores de 0,1 a 5 ha y 5,1 a 10 ha.

Son explotaciones con rendimientos totales cercanos a 1,75 millones de toneladas de caña, que a pesar de este número como unidades productivas individuales tienen bajo nivel de producción en toneladas por hectáreas.

El 17% de productores presenta rendimientos culturales promedio menor o igual a 800 kg/surco, el 53% entre 800- 1000 kg/surco, para el 18% es de 1000- 1200 kg/surco y el 12% se encuentra en niveles superiores a 1200 kg/surcos.

Los productores con rendimientos iguales o superiores a 1000 kg/surco disponen de una superficie promedio de 13,2 ha por integrante, mientras que aquellos con producciones que no llegan a 1000 kg/surco tienen una superficie promedio de 9,8 ha.

Una característica relevante de estas explotaciones es que presentan forma jurídica unipersonal, cuyo régimen de tenencia con mayor presencia son las tierras propias y aquellas explotaciones bajo modalidades de sucesión indivisa, en menor medida emergen regímenes de arrendamiento de la tierra (PROICSA, 2018).

En general, contratan servicios a terceros para las tareas de plantación, cultivo y cosechar, predominando esta última. Es poco frecuente la contratación de mano de obra permanente o transitoria, ya que son unidades productivas con una considerable utilización del trabajo de tipo familiar.

En su mayoría son productores con maquinarias e implementos agrícolas, cuyo parque automotor es bastante antiguo, de la década de 1970.

Para cosecha, la mayoría de las explotaciones de menor tamaño recurren a la forma manual (35%) y semi mecanizada (50%), mientras que las EAPs que disponen de más superficie pueden acceder al ingreso de la máquina integral (17%). La etapa de cosecha está estrechamente relacionada con el modo de venta.

La caña de azúcar se comercializa en pie (el productor vende la caña sin cosechar a un tercero que se hace cargo de la cosecha y el flete al ingenio), caña en cargadero (el productor cosecha la caña y la entrega a un cargadero que luego la transporta al ingenio), caña amontonada (el productor cosecha la caña, pero un tercero la retira y le paga al productor por las toneladas que retira), caña en canchón de ingenio (el productor lleva la caña cortada hasta el ingenio). En el primer caso, el comprador puede proveer de cosecha integral, situación que se observa en las EAPs de mayor superficie y que a pesar de la dimensión y diseño de su campo combinan distintos tipos según las circunstancias de comercialización.

5. Metodología

Para el estudio se recolectó información de técnicos calificados, comunicación con productores y fuentes secundarias, principalmente relacionada a sistemas productivos, precios de diferentes insumos y productos, con el fin de realizar la caracterización de los productores, la descripción de los tipos de cosecha, el abordaje de la problemática que conlleva la implementación de la cosecha semimecanizada, finalizando el análisis económico- financiero.

El método Beneficio Costo²² es un proceso utilizado en el esquema de toma de decisión para un proyecto que requiere de manera explícita o implícita, determinar el total de costos y beneficios de las alternativas y seleccionar la mejor opción para el contexto plantado; en el caso que se propone, sobre la implicancia de la prohibición de la quema en cosecha según la Ley 6.253. Para esto, con las consideraciones que se explican a continuación, se calcula el VAN diferencia con las situaciones de proyecto que se proponen (cosecha mecanizada-integral) y sin proyecto (cosecha semimecanizada). Además, se incluye un análisis de sensibilidad financiera para distintas tasas y precios.

Consideraciones para el análisis:

1. Productor que dispone de una superficie de 50 ha.
2. Un modelo predial con cosecha tipo semimecanizada y otro con cosecha integral.
3. Rendimientos culturales de 800, 1000 y 1200 kilos por surco²³.
4. Escenarios alternativos en sistemas con 53-60, 56-60, 58-60 surcos por hectárea, según el tipo de cosecha implementada.
5. En el cálculo de los costos se considera que los servicios son contratados de terceros.
6. La vida útil de la planta es de 5 años, con renovación anual del 20% del cañaveral. El ejercicio se inicia en un campo con caña por lo que no hay una inversión de la plantación en su totalidad. La renovación anual hace que se cuente con caña de diferentes edades: caña planta (plantada ese año), caña soca 1 (de 2 años de edad), caña soca 2 (de 3 años de edad), caña soca 3 (de 4 años de edad) y caña soca 4 (de 5 años de edad), obteniendo los mayores rendimientos en soca 1 y soca 2. Además, se aprovecha la renovación para nivelación de los surcos, eliminación de obstáculos, etc., parte de las exigencias del ingreso de la máquina.
7. Son independientes la fertilización en plantación y soca, esto significa que el costo de plantación incluye el gasto en fertilización del 20% renovado, ajustando el costo de fertilización anual al 80% restante solo en soca.
8. Para la determinación del costo de flete se tuvo en cuenta una distancia promedio de 10km desde la finca al ingenio.
9. El *trash* considerado es del 7%, porcentaje que se descuenta del peso de la caña cosechada.
10. En la cosecha semimecanizada se considera como “mano de obra” para las tareas de hachar y descolar (despunte) y apilado de los tallos.
11. El ingreso se realiza con un rendimiento sacarino de 10%.
12. El valor del azúcar blanco en bolsas de 50 kg es 2400 pesos sin IVA.
13. Se considera una participación de 58% para el productor sobre la base de un rinde sacarino, acuerdo pactado entre productor con el ingenio.
14. El valor del azúcar blanco en bolsas de 50 kg es el precio que percibe el productor luego de entregar su producción.
15. Para el cálculo del ingreso se realiza el precio sin IVA.
16. Para obtener información puntual de campo se consultó a referentes calificados y bibliografía.
16. Los precios insumidos en la base de datos tienen fecha hasta junio de 2021.
17. Para el VAN se utiliza una tasa de descuento del 5, 10, 12, 16, 20.

²² Sapag Chain, et al., 2014.

²³ Se proponen 3 escenarios de rendimientos culturales de cosecha debido a que los más bajos son la respuesta al tipo de manejo, condiciones climáticas, falta de fertilización o presencia de heladas.

6. Resultados

Análisis de flujos de fondos comparativo entre sistema actual y sistema propuesto

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis económico a partir de las siguientes consideraciones:

Resultados obtenidos de los cálculos desarrollados

Tabla 2. Flujo de Fondos (miles de \$/ha) para un rendimiento cultural de 800 kilos por surco en situaciones con y sin proyecto

Rendimiento cultural	Flujo de Fondos (miles \$/ha)					
800 kg/surco	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6 al 10
<i>Sin proyecto 60 surcos</i>						
Ingresos	124,2	124,2	124,2	124,2	124,2	124,2
Costos	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8
Neto	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4
<i>Con proyecto 58 surcos</i>						
Ingresos	123,4	122,6	121,8	120,9	120,1	120,1
Costos	52,2	52,14	52	51,9	52,6	52,5
Neto	71,2	70,5	69,7	69	67,5	67,6
<i>Con proyecto 56 surcos</i>						
Ingresos	122,6	120,9	119,3	117,6	115,9	115,9
Costos	51,5	51,3	51,2	51	50,8	50,7
Neto	71	69,5	68,1	66,6	65,2	65,3
<i>Con proyecto 53 surcos</i>						
Ingresos	121,3	118,4	115,5	112,6	109,7	109,7
Costos	50,6	50,2	49,9	49,6	48,2	47,9
Neto	70,7	68,2	65,6	63	61,5	61,7

Fuente. Elaboración propia

Tabla 3. Flujo de Fondos (miles de \$/ha) para un rendimiento cultural de 1000 kilos por surco en situaciones con y sin proyecto

Rendimiento cultural	Flujo de Fondos (miles \$/ha)					
1000 kg/surco	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6 al 10
<i>Sin proyecto 60 surcos</i>						
Ingresos	155,3	155,3	155,3	155,3	155,3	155,3
Costos	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8
Neto	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4
<i>Con proyecto 58 surcos</i>						
Ingresos	154,3	153,3	152,2	151,2	150,1	150,1
Costos	59,1	59	58,9	58,8	59,7	59,6
Neto	95,1	94,2	93,2	92,3	90,4	90,5
<i>Con proyecto 56 surcos</i>						
Ingresos	153,3	151,2	149,1	147	144,9	144,9
Costos	58,4	58,2	58	57,8	57,6	57,5
Neto	94,8	92,9	91	89,1	87,3	87,4
<i>Con proyecto 53 surcos</i>						
Ingresos	151,7	148,1	144,5	140,8	137,2	137,2
Costos	57,3	57	56,6	56,3	54,6	54,4
Neto	94,3	91	87,7	84,4	82,5	82,7

Fuente. Elaboración propia

Tabla 4. Flujo de Fondos (miles de \$/ha) para un rendimiento cultural de 1200 kilos por surco en situaciones con y sin proyecto

Rendimiento cultural 1200 kg/surco	Flujo de Fondos (miles \$/ha)					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6 al 10
<i>Sin proyecto 60 surcos</i>						
Ingresos	186,4	186,4	186,4	186,4	186,4	186,4
Costos	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8	66,8
Neto	119,5	119,5	119,5	119,5	119,5	119,5
<i>Con proyecto 58 surcos</i>						
Ingresos	185,2	183,9	182,7	181,4	180,2	180,2
Costos	66	65,9	65,8	65,7	66,7	66,6
Neto	119,1	117,9	116,8	115,6	113,4	113,4
<i>Con proyecto 56 surcos</i>						
Ingresos	183,9	181,4	178,9	176,4	173,9	173,9
Costos	65,2	65,1	64,9	64,7	64,5	64,4
Neto	118,6	116,3	114	111,7	109,4	109,5
<i>Con proyecto 53 surcos</i>						
Ingresos	182	177,7	173,3	169	164,6	164,6
Costos	64,1	63,7	63,4	63,1	61,1	60,9
Neto	117,9	113,9	109,9	105,8	103,5	103,7

Fuente. Elaboración propia

Se observa que los ingresos totales caen de una situación sin proyecto (60 surcos) a otra con proyecto (58, 56 y 53 surcos) para los rendimientos de 800, 1000 y 1200 kilos/surco, en una magnitud, a partir del 5to año, de 3,4%, 7,1% y 13,2% respectivamente para cada situación, por la reducción del área plantada.

Tabla 5. Resultados cálculo de VAN diferencial según rendimiento cultural

Rendimiento cultural (kilos/surco)	VAN Diferencial		
	800	1000	1200
VAN (60-53 surcos)	-55560	-74087	-92615
VAN (60-56 surcos)	-34326	-45557	-56788
VAN (60-58 surco)	-20169	-26537	-32904

Fuente. Elaboración propia.

La tabla 5 muestra al VAN diferencial calculado para una tasa del 5%. Si bien los valores son negativos, no significa que el proyecto sea inviable, ya que los Flujos de Fondo Netos son positivos. Lo mismo sucede en el análisis de sensibilidad para diferentes tasas en la tabla 6, para lo que se observa que el VAN diferencial es negativo.

Tabla 6. Resultados cálculo de VAN Diferencial según rendimiento cultural con distintas tasas de financiamiento

Rendimiento cultural (kilos/surco)	VAN Diferencial		
	800	1000	1200
Tasa 05	-55560	-74087	-92615
Tasa 10	-41901	-55958	-70016
Tasa 12	-37689	-50368	-63046
Tasa 16	-30830	-41258	-51686
Tasa 20	-25560	-34258	-42955

Fuente. Elaboración propia.

Para ampliar el análisis se tomó un precio original de 48\$/kilo de azúcar para medir sensibilidad, nuevamente utilizando los distintos rendimientos culturales y variación en el número de surcos.

La optimización del precio diferencial “libre de quema” que compensa haciendo al VAN diferencial igual 0, en situación con y sin proyecto, es de \$53 en 53 surcos; \$51 en 56 surcos y \$50 en 58 surcos, siendo indistinto para cada rendimiento cultural con que se mida; entonces se entiende que, a mayor cantidad de surco menos se debería distinguir el precio original de azúcar de \$48.

7. Conclusiones

Este trabajo muestra la aplicación del método económico financiero en un contexto de adopción de tecnología, para lo que se concluye que el cambio de sistema semimecanizada a cosecha integral o en verde necesariamente implica una reducción del rendimiento económico de la plantación, y, por ende, el resultado es positivo pero menor. Esta diferencia es menor cuando más se parece a la situación sin proyecto en sistema semimecanizada.

Por lo que, si se piensa en estímulo para el cambio de modelo en los productores, se debe considerar cual será el resultado y el análisis contribuye a entender la situación económica actual en etapa de cosecha que atraviesan los cañeros de la provincia de Tucumán.

Para el caso en estudio se aplicó el método beneficio costo para dos sistemas de cosecha, semimecanizada e integral, con distintos niveles de sensibilidad según tamaño de productor y rendimiento cultural por surco. Si bien el VAN diferencial es negativo sin significar inviabilidad del proyecto, el dato acerca a cuanto el productor deja de ganar. Siguiendo esta lógica, no importa que tan adecuada sea la solución otorgada a un problema no dejará de tener un costo.

En el estudio solo se resuelve para la opción de un productor que terceriza los servicios en ambos sistemas de cosecha. Pero si el productor cuenta con algunos implementos propios y la participación de la familia, sugiere ahorro para cosecha semimecanizada, motivo que podría atrasar la adopción mecanizada.

Por último, se debe tener en cuenta el contexto político. La ley está vigente, aunque hay excepciones, siendo un contra incentivo en la adopción de la cosecha integral. Queda pendiente resolver la problemática ambiental que ocasiona la quema de la caña de azúcar durante la cosecha.

8. Bibliografía

Aguilera Díaz, 2017. El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. Cofín Habana 12. (Número 2). 322-343, Universidad de la Habana, Cuba.

Aragón, C., Logarzo, J., Perl, A. y otros. 2017. Un análisis de las intervenciones en abordajes grupales y asociativos en el sector cañero minifundista de la provincia de Tucumán. X Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales Argentinos y Latinoamericanos. Nov 2017. Bs As. CIEA. Fac. Ciencias Económicas. UBA.

Aragón, C., Logarzo, J., Argañaraz, M., y otros. 2016. La ejecución de un proyecto de intervención dirigido a productores cañeros de reducida escala basado en tecnologías críticas y concepción de desarrollo rural territorial. Congreso PreALASRU- La sociología rural en la encrucijada: vigencia de la cuestión agraria, actores sociales y modelos de desarrollo en la región / compilado por Germán Quaranta. - 1a ed compendiada. - Santiago del Estero: Universidad Nacional de Santiago del Estero - UNSE, 2016. Libro digital, Grupo Trabajo 7. DOCX

Ceconello, M. 2021. La mecanización agrícola: cambios e innovaciones en los sistemas de cosecha de caña de azúcar en Tucumán (1960 – 2005). Un estudio sociotécnico. Tesis doctoral. Sociales Centro de Estudios Avanzados Doctorado en Estudios Sociales de América Latina. Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias.

Ceconello, M; Pérez, G. y Morandi, J. 2021. La evolución del sector agropecuario de Tucumán. Los censos nacionales agropecuarios 2002 y 2018. Cátedra Libre de Estudios Agrarios Ing. Horacio Giberti. La Argentina agropecuaria vista desde las provincias: un análisis de los resultados preliminares del CNA 2018 / coordinación general de Susana Soverna. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: IADE, 2021. Disponible en http://www.iade.org.ar/system/files/6_giberti.pdf; descargado 23/08/2021

EEAOC 2020. Cultivo de caña de azúcar en Tucumán, margen bruto zafra 2020 y comparación de costos de fertilización, control de malezas y plantación entre las campañas 2019/20 y 2020/21. Reporte agroindustrial N° 208. Sección Economía y Estadísticas Sección Agronomía de la Caña de Azúcar. EEAOC. ISSN 2346-9102

E. R. Romero J. Scandalariis, P. Digonzelli, M. J. Tonatto, J. Fernández de Ullivarri, J. A. Giardina, L. G. P. Alonso, S. D. Casen y M. F. Leggio Neme. 2009. Cosecha de caña de azúcar. En Manual del Cañero. Ed. Romero, E.R. Digonzelli, P.A. y Scandalariis, J. ISBN 978-987-21283-6-4

Fernández de Ullivarri, J., Pérez Taboada, S., Courel, G., Romero, E.R., Leggio Neme, F., Casen, S., Sanchez Ducca, A. 2015. Evaluación de la nueva cosechadora de caña de azúcar John Deere CH330 “Cobra”. Revista Avance Agroindustrial, EEAOC. Disponible en: <http://www.eeaoc.org.ar/upload/publicaciones/archivos/563/20151228133537000000.pdf>

FRÉDÉRIC GOULET Análisis de la agricultura familiar (2005-2016)

ISBN/ISSN: PAPEL 978-987-558-722-9 / DIGITAL 978-987-558-724-3

Instituto Nacional de Estadística y Censos - I.N.D.E.C. Censo Nacional Agropecuario 2018: resultados definitivos/ 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Nacional de

Estadística y Censos. Disponible en: <https://inta.gob.ar/noticias/cana-de-azucar-tucuman-redujo-un-54-la-superficie-plantada-con-respecto-a-2018>

INDEC,2021.Librodigital,PDF

https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018_resultados_definitivos.pdf

Jaldo Alvaro, M.; Ortiz, J. y Biaggi, C. 2016. La trayectoria socio-técnica de la mecanización de cosecha de caña de azúcar en Tucumán. ix Jornadas de Sociología de la UNLP 5 al 7 de diciembre de 2016 Ensenada, Argentina. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Sociología. Disponible en: <http://jornadassociologia.fahce.unlp.edu.ar/ix-jornadas/actas-2016/PONmesa28JaldoAlvaro.pdf/view?searchterm=None> verificado: 04 de diciembre de 2017.

Giberti. La Argentina agropecuaria vista desde las provincias: un análisis de los resultados preliminares del CNA 2018 / coordinación general de Susana Soverna. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: IADE, 2021. Disponible en http://www.iade.org.ar/system/files/6_giberti.pdf; descargado 23/08/2021

Normativa de quema de caña 2017. Dirección de Fiscalización. Secretaria de Estado de Medio Ambiente. Ministerio de Desarrollo Productivo, Gobierno de Tucumán. En línea: <https://sep.tucuman.gob.ar/dataset/71437022-4adc-4ec6-9043-81f8f187eb7d/resource/09fa777c-5d9e-4c1f-b566-9f50830c5bdb/download/normativa-quema-de-cana-2017.pdf>

Perez, G., Sopena, R. y Felipe, A. 2020. Evaluación económica del cultivo de caña de azúcar. Campaña 2019/2020. INTA. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/evaluacion_economica_cana_de_azucar_campana_2019-2020.pdf

PROICSA Serie de Estudios y Reportes. 2018. Asistencia Técnica y Extensión para pequeños productores de caña de azúcar de la provincia de Tucumán. Programa de Incremento de Competitividad del Sector Azucarero. Secretaría de Agroindustria. Ministerio de Producción y Trabajo. Presidencia de la Nación.

Sapag Chain, N., Sapag Chain, R. and Sapag, J.M. (2014). Preparación y evaluación de proyectos. Mc Graw Hill Education.

Tonato, J., Romero, E. R., Leggio Neme, M. F., Scandaliaris, J., Alonso, J., Digonzelli, P., Alonso, L. y Casen, S. 2005. Importancia de la calidad de la materia prima en la productividad de la agroindustria azucarera. Gacetilla Agroindustrial de la EEAOC N° 67 . Tucumán.

Valeiro, A., Acreche, M. 2014. Mejora de la eficiencia energética a partir de residuos de caña de azúcar. En: Pascale Medina, C.; Zubillaga, m.; Taboada, M. (Coord.). Suelos, producción agropecuaria y cambio climático: avances en la Argentina. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Valeiro, A. y Biaggi, C.2018. Revisión crítica de la evolución tecnológica de la cosecha de la caña de azúcar en la Argentina. Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)-INTA. - Scopus SJR 2017 0.132 ISSN 1669-2314 ISSN 0325-8718

Vicini, L.E. y Vicini, C.L. 2010. Mecanización del cultivo de la caña de azúcar (*Sacharum officinarum* L.) Con especial mención a la Provincia de Tucumán. Centro Regional Tucumán - Santiago del Estero, Estación Experimental Agropecuaria Famaillá. 27 p.

Páginas consultadas

Biblioteca virtual en salud

<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-999376>

Centro de Agricultores Cañeros de Tucumán

<https://www.cactutucuman.com/noticias/categories/tucum%C3%A1n#:~:text=El%20precio%20de%20az%C3%BAcar%20com%C3%BAn,%2C%20mostrando%20as%C3%AD%20una...&text=1%20min..-%2%BFAnarqu%C3%ADa%20o%20incapacidad>

Censo Nacional Agropecuario 2018. Resultados preliminares para Tucumán

http://estadistica.tucuman.gov.ar/archivos/8Sector%20Agropecuario/CNA2018/DEP_cna2018_resultadospreliminares.pdf

EEAOC

<https://www.eeaoc.gov.ar/?noticia=que-se-espera-para-esta-zafra-en-materia-de-produccion>

Instituto de Promoción del Azúcar y el Alcohol de Tucumán (IPAAT)

<http://www.ipaat.gov.ar/index.php/institucional/funciones/>

Tecnicaña

<https://tecnicana.org/preparacion-de-campos-de-cana-de-azucar-para-cosecha-mecanizada/>

Ley 27640 MARCO REGULATORIO DE BIOCOMBUSTIBLES

<https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/247667/20210804>

Senado de la Nación Argentina

<https://www.senado.gob.ar/upload/13933.pdf>