

# PROGRAMACIÓN LINEAL CON SOLVER APLICADA EN ESTUDIOS DE ALTERNATIVAS PARA REEMPLAZAR EL TABACO EN EMPRESAS DE LOS VALLES DE JUJUY

## LINEAR PROGRAMMING WITH A SOLVER APPLIED IN STUDIES OF ALTERNATIVES TO REPLACE TOBACCO IN COMPANIES IN THE JUJUY VALLEYS

Oswaldo David Montenegro\*

Cátedra Administración Agraria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu). Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina. (C.P. 4600)

\*Autor para correspondencia:  
montear@fca.unju.edu.ar

Licencia:  
[Licencia Creative Commons](#)  
[Atribución-NoComercial-](#)  
[CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:  
Julio 2021

Historial:  
Recibido: 04/03/2021  
Aceptado: 28/05/2021

### RESUMEN

El sector tabacalero se caracteriza por sostener un sistema de producción con alta demanda mano de obra y agroquímicos para obtener rendimientos elevados y calidad de hoja por ha plantada. A la fecha no reciben un buen precio y plantean realizar actividades alternativas o complementarias. El objetivo del trabajo es realizar un estudio técnico – económico – financiero, con enfoque agroecológico orientado a la generación e innovación de nueva producción con criterios de sostenibilidad.

La metodología consiste en encuestas, entrevistas y observación participante a un líder en cultivos agroecológicos de El Carmen. Desde un análisis horizontal y vertical de la empresa a partir de un análisis por actividad y unidad de negocio (tabaco, hortalizas, granos, frutales, servicios de maquinaria) se infiere la eficiencia por actividad. El uso de Programación Lineal con Solver combina las actividades y recursos disponibles, el resultado obtenido de máximo beneficio para 10 ha disponibles se alcanza con 3 ha de palto y 4 ha de vid.

El método de Programación Lineal con Solver, facilita el modelizar, describir y analizar en detalle desde escenarios posibles las nuevas alternativas. Es una herramienta no frecuentemente utilizada en el campo jujeño y resulta eficaz en la resolución de problemas de planificación.

**Palabras clave:** cultivos alternativos, diversificación, programación lineal con Solver, tabaco

### SUMMARY

The tobacco sector is characterised for sustaining a production system, with high demand for labour and agrochemicals to obtain abundant yields

and quality of leaves per planted hectare. To the date, they do not receive a worthy price and they are planning to carry out alternative or complementary activities. The objective of the work is to carry out a technical, economic, and financial study, with an agro-ecological approach focused on the creation and innovation of a fresh production with sustainability criteria. The methodology consists of surveys, interviews, and a participant observation of a leader in agro-ecological crops from El Carmen. The efficiency by activity is inferred from a horizontal and vertical research of the company based on a study in activity and business area (tobacco, vegetables, grains, fruit trees, machinery services). The use of Linear Programming with Solver combines activities and resources available, the maximum yield for 10 ha available is achieved with 3 ha of avocado and 4 ha of vine.

The Linear Programming method with Solver facilitates showing, describing and analysing in detail the new alternatives from possible scenarios. In fact, it is a tool not frequently used in Jujuy fields and is effective in solving planning problems.

**Keywords:** alternative crops, diversification, linear programming with Solver, tobacco

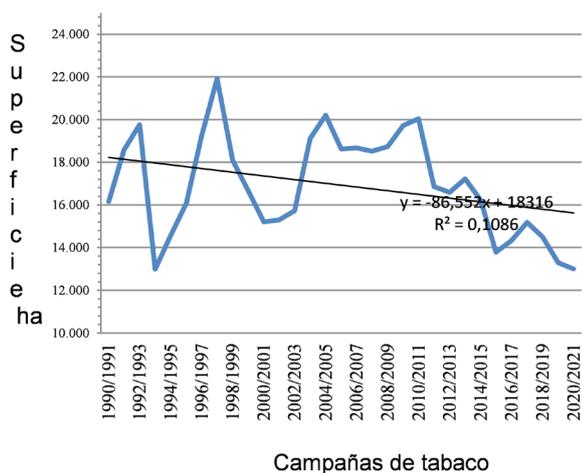
## INTRODUCCIÓN

En los últimos años la campaña de la Organización Mundial para la Salud en contra del tabaco y la adhesión de Argentina en el año 2003 ha creado problemas al sector tabacalero al imponer altos precios e impuestos al paquete de cigarrillo para desalentar su consumo y el cambio de rubro de las compañías de tabaco a la producción de alimentos. Asimismo, distintos gobiernos de la nación han impulsado retenciones y manejo del Fondo Especial del Tabaco (FET), esto ha intensificado la crisis económica-financiera en las unidades de producción de pequeños y medianos productores que comenzaron a reducir la superficie (Fig. 1) plantada por no poder cubrir costos.

En este trabajo inicialmente se describe la evolución del sector tabaco en Jujuy en los últimos 30 años a partir de datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Nación (MAGyP) desde del área Tabaco, no se plantea un análisis profundo desde las estadísticas por no

ser objeto del trabajo. En 30 años de actividad tabacalera en la Provincia, se observan variaciones en la superficie cultivada desde la campaña 1991 y desde 2011/12 comienza la declinación en la superficie plantada. Inicialmente el precio que pagaban las compañías de tabaco y la aparición de la Cooperativa de Tabaco Jujuy Ltda. (CTJ) a pesar de los bajos rendimientos, la plantación de 2 ha de tabaco generaba altos beneficios a la unidad de producción. Luego la tecnología planteó cambios que los pequeños productores no podían asumir por los costos y allí comienzan los descensos de superficie plantada y rendimientos-calidad.

En la Figura 1 observamos las variaciones de superficie cultivada en hectáreas de las campañas 1990/2021.



Fuente: Elaboración Propia en base a datos de MAGyP; CTJ y Cámara Tabaco Jujuy

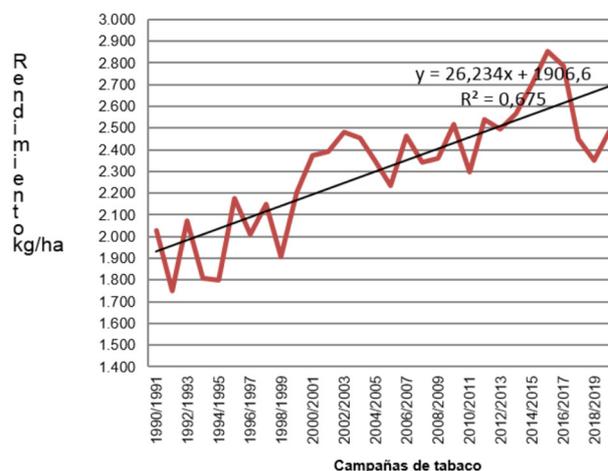
**Figura 1.** Superficie cultivada en Jujuy en Campaña 1990/2021 en ha

Una característica de las unidades de producción es el predominio de un 57% del tipo familiar con 10-80 ha y empresarial con superficie mayor a 100 ha. La Figura 1 muestra una tendencia negativa con la caída de la superficie plantada desde el año 2012, los productores explican que son varias las razones: a) la adhesión en el año 2003 de Argentina a favorecer el no consumo de cigarrillos b) las políticas de impuestos y alto precio al paquete de cigarrillo; c) la enfermedades y factores climáticos y el precio que se establece al cierre de cada campaña, no antes de la plantación; f) el costo energético de luz y gas que se vuelve una gran restricción al momento de definir cuánta superficie plantar.

Asimismo los pequeños productores sostienen: *“el gobierno jujeño ha buscado la desaparición de los pequeños productores tabacaleros y favorecido el arrendamiento de esas tierras a los productores grandes...tenemos 3 mil hectáreas y 100 productores menos, las cosas no se hicieron bien...”* (Productor S. Moya).

En la Figura 2 se tiene la evolución del Rendimiento kg/ha en 30 años de producción en Jujuy donde se calcula un promedio de 2.313 kg/ha y la tendencia siempre positiva. Es la provincia con mas alto rendimiento en el país y obedece a la aplicación

de tecnologías en lo que se refiere a variedades, manejo técnico, cosecha y estufado. El productor parte del lema: *“la hoja que no se hace bien en el campo, el estufado no la mejora y perdemos calidad”*.



Fuente: Elaboración Propia en base a datos de MAGyP; CTJ y Cámara Tabaco Jujuy

**Figura 2.** Rendimiento en kg/ha en Campañas 1990/2019

El rendimiento y la superficie son las herramientas que utilizan los productores para intentar cubrir los costos que el precio del tabaco alcanza a cubrir, este juego es la base de la sobrevivencia de las unidades de producción. Desde el punto de vista técnico la elección de variedades, manejo del cultivo y la tecnología empleada post cosecha, son las que en algunos casos permiten alcanzar hasta los 3.500 k/ha.

Los productores consideran que son tres los factores en contra del rendimiento: a) el clima: granizo o lluvias permanentes durante la cosecha; b) enfermedades o plagas; en los últimos años apareció la enfermedad “amarillamiento” y c) falta de capital para comprar abono o agroquímicos por estar dolarizados.

La Provincia tiene una producción promedio de 36 millones de kilos de los cuáles se exporta un 83% a mercados de China y otros países. Este rendimiento coloca a Jujuy como líder en producción por unidad de superficie, superando a

las restantes provincias.

En la Figura 3 se observa la evolución del precio en \$ constante/kg de tabaco en las campañas en 30 años. La fijación del precio se realiza como una puja de intereses desde los distintos sectores: oferta y demanda; la intención es llegar a un acuerdo de precio que permite continuar en la actividad: plantar tabaco y producir cigarrillos a bajo costo.

El sector tiene la ventaja de fijar el precio del kilogramo a través de un mecanismo que tiene dos componentes: a) El productor recibe un pago por el tabaco entregado en las bocas de acopio y b) Luego recibe otro pago o “sobrepeso” que proviene del Fondo Especial del Tabaco, se trata de un porcentaje de los impuestos que paga el fumador o consumidor de cigarrillos.

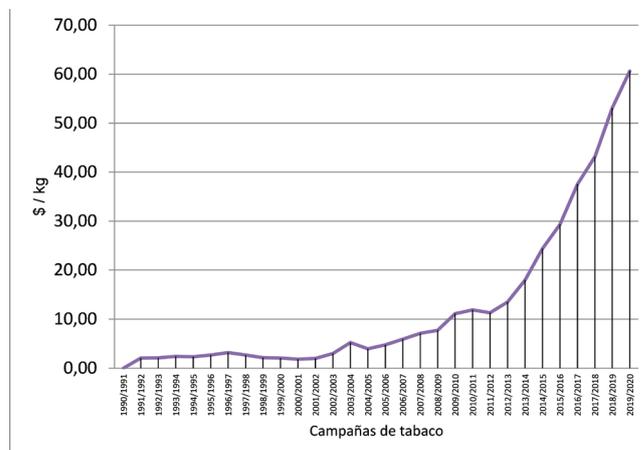
La no demanda de paquetes de cigarrillos obliga a las fábricas a no comprar tabaco y el productor recibe disminuido el precio del FET y existe un efecto negativo en la cadena hacia el interior de la unidad de producción y en algunos casos hasta con los proveedores.

A partir de la campaña 2012/2013 comienza un fuerte ascenso del precio, se considera que esto obedece a las discusiones del sector con las compañías de tabaco; industrias del sector; representantes de los gobiernos de las provincias tabacaleras y las cooperativas-cámaras de Salta y Jujuy.

Se plantea inicialmente un análisis de la realidad micro y macro económica de la situación país y su impacto en la actividad del tabaco. En acuerdo se fija un incremento en el precio del kg de tabaco para la campaña respecto al precio de la campaña inmediata anterior, se tiene en cuenta los costos de producción, las variables cambiarias del dólar y los precios internacionales.

Normalmente los representantes de la industria y compañías de tabaco al inicio de cada campaña plantean el rechazo al costo propuesto por el sector

y sostienen la incertidumbre de fijar el precio desde noviembre a diciembre. Luego acuerdan sobre cuatro o cinco encuentros donde participan los representantes del sector productivo y gobierno.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de MAGyP; CTJ y Cámara Tabaco Jujuy

**Figura 3.** Evolución Precio en \$ constante/kg tabaco de Campañas 1990/2019

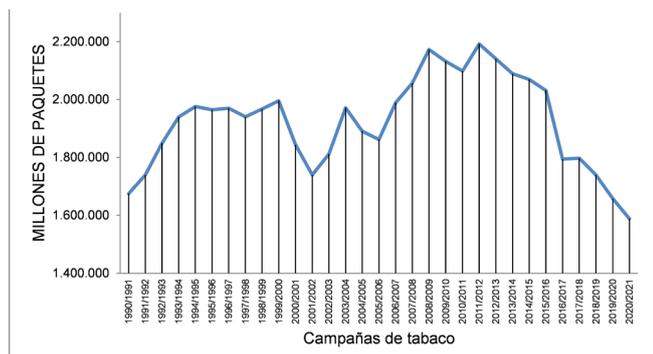
Los productores coinciden en señalar que hasta la Campaña 2003/2005 los Ingresos Totales no superaban a los costos de producción; a partir del 2006 comienza una mejora hasta el año 2010 y luego comienza una tendencia positiva, pero sin cubrir los costos indirectos.

Los productores manifiestan: *“expresado en dólares para unos 2.000 kg/ha tenemos un costo de 4,30 dólares/kilogramo y un Ingreso Total de 5 dólares/kilogramo, es decir una diferencia de apenas 0,70 dólares/kg, no perdemos pero no se gana mucho...”*.

Es casi una norma que el precio se encuentre unos puntos por debajo del costo de un kilogramo de tabaco; los compradores dicen: *“...se busca pagar menos a los fines de plantearse una estrategia de comercialización que permita maximizar las ganancias a partir de fabricar cigarrillos a un bajo costo ante los impuestos que luego paga el consumidor”*.

La Figura 4 a partir de datos del MAGyP de la nación muestra las variaciones de venta de

paquetes de cigarrillos en el período 1990/2020, observándose un aumento importante en las ventas desde el año 2005 al 2012. En este último año el marco de un Convenio Marco para el Control del Tabaco (CMCT) el gobierno nacional aplica medidas impositivas para la reducción del consumo de tabaco a partir de la fijación de precios e impuestos y en el 2013 estas políticas impulsaron el desaliento en el consumo de cigarrillos.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de MAGyP; CTJ y Cámara Tabaco Jujuy

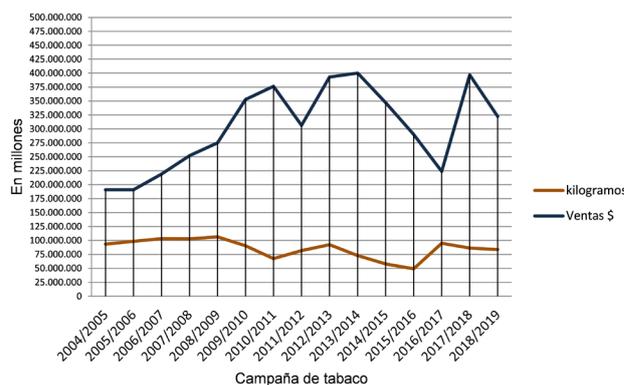
**Figura 4.** Venta de paquetes de cigarrillos en las Campañas 1990/2020

En lo que respecta a agregado de valor al tabaco jujeño, se creó la fábrica de cigarrillo CJ por la CTJ en el año 2003 a partir de una integración vertical. En el año 2013 entra en un proceso de pérdidas de activos y convocatoria de acreedores: *“...la situación era irregular en esta fábrica, no había balances presentados, los productores no tenían acceso a la información, había un desorden de magnitudes terribles.”* (Hueda, B. Presidente CTJ).

Durante el año 2020 se ha reiniciado negociaciones para que la marca CJ, pueda volver con la empresa Cigarrillos y Tabacos SA para elaborar y comercializar cigarrillos sin impuestos y ventas a mitad de precio en Jujuy.

Respecto a las exportaciones que realiza la Provincia, se parte de la calidad de las hojas a lo largo de la clasificación según el patrón tipo vigente. A partir de datos del MAGyP de la nación, se elabora la Figura 5 donde se aprecia los kilogramos exportados de tabaco Virginia por las provincias

de Jujuy, Salta y Misiones con tendencia negativa y los pesos recibidos en la comercialización con pendiente positiva. Esta caída es coincidente con las recomendaciones de la OMS en lo que respecta a aumentar impuestos para disminuir la cantidad de fumadores e impactando en las fábricas que no pueden comprar tabaco.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de MAGyP; CTJ y Cámara Tabaco Jujuy

**Figura 5.** Exportaciones en kgs y ventas a pesos constantes en Campañas 2004/2019

Las variaciones en las ventas a pesos constante se realiza según el acuerdo del libre juego de la oferta/demanda, por ejemplo China necesita de una mayor cantidad de tabaco para producir cigarrillos baratos, por lo que acuerdan compras a la Argentina exigiendo calidad. Los precios chinos generan buenas expectativas en los tabacaleros para producir tabaco Virginia de primera calidad para la exportación. La Argentina exporta un 95% de lo producido a China y el resto a Bélgica, Alemania, Paraguay, Rusia, Brasil y Turquía. Otros países también compran en forma aislada y en menor volumen, no ofrecen tal como lo muestra el gráfico un precio con una tendencia positiva permanente por el contrario existen altibajos en cada campaña.

Los productores sostienen que el gobierno nacional tendrá que analizar la eliminación del 12 % a las exportaciones de tabaco y tener en cuenta los ingresos que genera la actividad para las arcas de la nación y las provincias vendedoras de tabaco. Un productor dice: *“...siempre tenemos*

*expectativas cada año de que nos vaya mejor, hoy tenemos la esperanza que China renueve sus ganas de comprar. Y las malas campañas queden en el pasado". (S.Parra, productor).*

Respecto a la alternativa de diversificar o realizar actividades complementarias, desde el FET y el Consejo Federal de Inversiones, han impulsado acciones con resultados dispares: virreyna, tuna, durazno, higos, alcaparras, palto, turismo rural y vid, entre otros. Los trabajos realizados desde Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales UNJu (SECTER-UNJU) desde la Cátedra de Administración Agraria sobre cómo administran los productores tabacaleros, desde el año 2008, señalan la necesidad de un sistema de costo y gestión del planeamiento como herramienta para mejorar la gestión en términos de eficiencia y eficacia.

En los últimos 5 años el equipo de investigadores de SECTER UNJu de Administración Agraria se ha venido planteando las siguientes preguntas: ¿Cuál es la alternativa o el cultivo complementario? ¿Se requiere de mano altamente capacitada y una mayor inversión?; ¿Cuáles son los resultados de la empresa al proponer la producción de frutales con demanda en el mercado?.

En los últimos diez años han ocurrido una serie de profundos cambios en el sector, algunos inducidos desde la política provincial y otros por la interacción de factores sociales – económicos - políticos. Por ejemplo la conversión de tierras tabacaleras en loteos inmobiliarios ante la falta de tierras para el avance urbano; la desaparición de pequeños productores que venden sus tierras a productores medianos o grandes y la actividad se va reduciendo a productores capitalizados y diversificados en producción de granos o ganadería en otros campos.

El gobierno de la Provincia de Jujuy viene impulsando desde el año 2015 el cambio de la matriz productiva: litio, energía solar, cannabis medicinal, economía del conocimiento y desarrollo de software. La participación del tabaco en el

Producto Bruto Geográfico hasta el año 2014 según datos de la Subsecretaría de la Programación Microempresas de Jujuy se estima en un 35,7%, considerándose a la actividad como la principal contribuyente a las arcas del estado provincial y nacional. El gobernador de la provincia sostiene en su discurso: *"Que todos los productores de tabaco planten cannabis porque van a ganar mucha más plata y le van a dejar más renta a la provincia, vamos a poder cobrar más impuestos y tener más recursos para darla a la gente que menos tiene"* (La Nación, 09/04/2021). Esto ha generado el enojo del sector y comenzaron a manifestarse con piquetes de tractores en las rutas nacionales ante el no pago del FET a tiempo. Estas acciones han logrado la aprobación en la nación de la transferencia automática del FET a los productores y un mejor precio para la campaña 2020/21. Podemos observar que surge como una consecuencia directa de estos cambios la no importancia del tabaco como un motor generalizado en la economía jujeña. La revitalización de la actividad agropecuaria desde la diversificación o cultivos alternativos complementarios permite la aparición de nuevos procesos y protagonismos en el sector.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en el marco de 3 proyectos de investigación realizados desde SECTER UNJu entre los años 2008 a 2020. Las investigaciones estuvieron centradas en cómo administran los pequeños y medianos productores tabacaleros- horticultores y ganaderos de valles y ramal de Jujuy; los problemas de organización y agregado de valor y comercialización-mercadeo.

Se utilizó como herramientas la entrevista y encuesta, a los fines de poder definir las características personales, aptitudes, actitudes, motivaciones, intereses, entre otros de los productores. Y la observación participante, a los fines de participar directamente en actividades cotidianas y tener una mejor comprensión de la realidad.

En una primera etapa se realizó una revisión

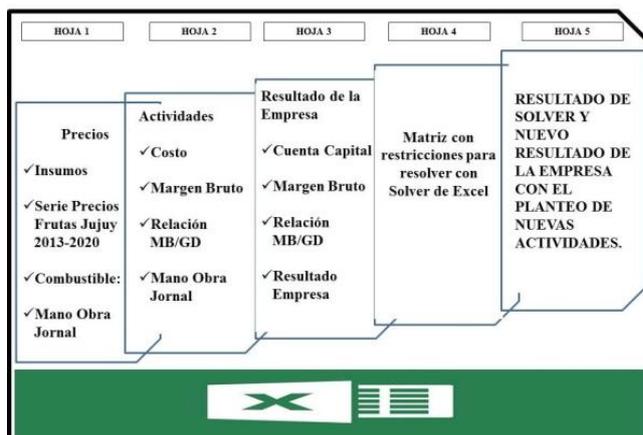
exhaustiva de la bibliografía de experiencias sobre diversificación y trabajos realizados por instituciones públicas y privadas (INTA; AACREA; Sociedad Rural Argentina, CFI, etc.).

En un segundo paso se definió cuál-cuales productores y se convino en seleccionar uno de los 20 que participa desde el año 2008 en los trabajos de investigación de SECTER UNJu.

La selección del productor se ajustaba a un perfil de líder definido a los fines del estudio: a) Busca alternativas innovadoras a sus problemas; b) Liderazgo basado en valores ante sus pares; c) Genera espacios de diálogos para la expresión libre de los subordinados; d) Busca el bienestar de todos. Un solo productor reunía estas condiciones, además viene incursionando en el cultivo de hortalizas agroecológicas: frutilla, maíz, zapallo, acelga, plantas aromáticas con buenos resultados a pesar de vender al pie.

Se utiliza luego del análisis y procesamiento de datos la Programación Lineal con Solver como una herramienta para la toma de decisiones porque nos permite maximizar los beneficios a partir de una solución óptima o el plan óptimo el cual indica la cantidad de ha a realizar con las actividades productivas propuestas y las restricciones existentes en la unidad de producción.

El modelo matemático se ha desarrollado sobre planilla electrónica de cálculo Solver de Excel y se lo estructura de acuerdo a los pasos a seguir hasta encontrar el plan óptimo en hojas que enlazadas entre sí según la Figura 6.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 6.** Estructura de Modelo para Programación Lineal con Solver

Podemos decir que se trata de una investigación descriptiva al definir cada variable del proceso y se basa en el desarrollo de un modelo de programación lineal que permite optimizar la producción frutícola y maximizar sus ingresos. El modelo matemático propuesto busca el mejor resultado a través de ecuaciones lineales según las variables y restricciones del caso.

La información recopilada proviene de fuentes de datos primarias y secundarias que conducen a alcanzar el objetivo planteado. Los datos primarios son toda la información recabada de la unidad de producción y sus procesos.

Los datos secundarios es la bibliografía consultada como referencia.

El objetivo principal es optimizar la producción teniendo en cuenta rendimientos de las actividades propuestas, costos que se incurren y los precios de insumos, mano de obra, gasoil y de venta de los productos.

La Figura 6 nace de trabajos realizados por la Cátedra de Administración Agraria con Excel a manera de programa que sirve para crear y manipular tablas de datos , gráficos y bases de datos.

Se parte de la construcción de pequeños programas, donde se introducen datos de entrada

y se realiza en forma automática una serie de operaciones encadenadas o sucesivas en las que cada una de ellas hace referencia a operaciones o valores ubicados en celdas anteriores y de esta manera alcanzar un resultado o un producto de salida, en este caso el máximo beneficio aplicando PL con Solver.

La Figura 6 se explica lo siguiente:

En Hoja 1 tenemos Precios, consiste en una base de datos sobre precios de insumos tomados en casas de comercialización de agroquímicos de Perico y la ciudad de San Salvador. La serie de Precio de frutas se realiza desde el año 2003 a la fecha y se trabaja con precios constantes. Los precios de Combustibles: gasoil se toma en la ciudad de Perico y en este caso el productor no lo considera una restricción para el estudio. El salario de la Mano de Obra corresponde a lo que indica la Unión Argentina de Trabajadores Rurales y Estivadores (UATRE), incluyendo vacaciones, aguinaldo y antigüedad.

La Hoja Nº 2 se vincula a la Nº 1 a los fines de estimar el Costo, Margen Bruto (MB) ex antes; Gasto Directo (GD) y el índice de relación MB/GD (Índice Margen Bruto/Gasto Directo nos dice por cada peso gastado cuantos pesos gana), el planeo tecnológico y los jornales necesarios para las actividades de los diversos frutales.

La Hoja Nº 3 se plantea desde una tasación rural el Capital Agrario y todas sus componentes para determinar las Amortizaciones y el Interés.

Se calcula el MB ex post de acuerdo a las actividades que se ha planteado el productor, la relación MB/GD y el Resultado de la empresa.

La Hoja Nº 4 es el planteo de la Matriz de Solver con las restricciones de acuerdo a lo acordado con el productor.

El resultado de Excel incluye los escenarios posibles y también se trabaja con el post optimal. En esta hoja se combinan las Hojas Nº 2-3.

La Hoja Nº 5 es el Resultado de Solver utilizado en el cálculo del nuevo Resultado de la Empresa.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio en la zona se realiza en una unidad de producción de 80 ha de superficie, dispone de agua para riego e infraestructura necesaria para la producción de tabaco desde hace 60 años. El planteo productivo inicial es el planteado por el productor para la campaña 2018/2019, en Tabla 1, elaborada por el propio empresario.

El productor elabora el MB sobre datos propios de las actividades que realiza en lo que se refiere a precio de insumos de casas de ventas de agroquímicos en Perico; el costo de la maquinaria corresponde a lo que cobran los contratistas en el área para el servicio de laboreo del suelo; la mano de obra según el Estatuto del Peón Rural o UATRE, todos registrados y con su correspondiente ART y el precio del producto es el que recibe al pie por los compradores que provienen de Córdoba para el maní; de Buenos Aires y heladerías locales para la frutilla; el tabaco de la negociación en el mes de marzo/abril y el FET y arveja-arvejón de compradores de ferias locales que llegan hasta la unidad de producción.

**Tabla 1.** Actividades y MB \$/ha Campaña 2018/2019 propuestas por el productor

Cultivo	MB \$/ha	Ha Proyect	MBT \$
Tabaco	69.223	60	4.153.380
Mani	48.633	5	243.165
Arvejon	13.280	10	132.800
Arveja	12.033	4	48.132
Frutilla	2.819.169	1	2.819.169
			<b>7.396.646</b>

Fuente: Elaboración propia sobre datos del productor

El MB es una medida de tipo financiero que

se utiliza con mayor frecuencia en los sistemas agrícola-ganadero ganaderos para conocer la cantidad de dinero "producido" por la empresa (el dueño y su familia), después de pagar todos los costos ocurridos durante en el proceso de producción.

El empresario cada año plantea como utilizar la tierra, de acuerdo a la Tabla 1; obtiene los MB de cada actividad y luego planifica cuánto realizar de cada actividad para la campaña.

El MB es una herramienta que el productor utiliza para analizar el resultado de las actividades al comparar diferentes tecnologías o calcular el resultado de cultivar una nueva actividad para diversificar. El MB le señala cuánto dinero le queda del producto cosechado y vendido después de haber pagado todos los gastos. En este caso se estima alcanzar un Margen Bruto Total (MBT) que surge de sumar el Margen Bruto Parcial (MBP) de cada una de las actividades propuestas de 7.396.346 \$.

La descripción del Capital Agrario se realiza según los factores agropecuarios que la constituyen: Recursos Naturales (tierra, agua, clima); Trabajo (familiar, asistencia técnica, peones); Capital (fundionario y de explotación) y Gestión Empresarial.

Asimismo, teniendo en cuenta estos factores de la producción el cálculo del costo estima la correspondiente retribución a cada uno de ellos. En este punto se ha necesitado de horas de conversación con el empresario a los fines de hacerle comprender que el concepto de costo y su importancia para la actividad del tabaco y surgen de las decisiones de gestión que se plantean en la empresa.

Para el cálculo de las Medidas de Resultados, se utiliza la metodología de propuesta por Frank (1995). Plantea como un primer indicador del resultado económico el Ingreso bruto (o Valor de la Producción), que incluye además de las ventas, el valor de las diferencias monetarias de inventario y de las transferencias internas.

La diferencia entre el Ingreso Bruto de una actividad y sus Gastos Directos se denomina Margen Bruto. Restándole los Gastos de Estructura se obtiene el Resultado Operativo, representa el resultado en efectivo o financiero de la empresa durante el ejercicio analizado.

La diferencia entre el Margen Neto y las Amortizaciones constituye el Ingreso Neto que permite la retribución a los factores propios de la empresa. Seguidamente al Ingreso Neto le restamos la retribución al empresario, se obtiene el Ingreso al Capital.

Finalmente se restan los Intereses y obtenemos la Utilidad Líquida.

La Tabla 2 se elabora a partir de datos de la tasación realizada que nos permite determinar las Amortizaciones y los Intereses. La Mano de Obra es lo que el productor considera necesario ganar de acuerdo a las leyes sociales vigentes.

**Tabla 2.** Medidas de Resultado en pesos constantes de actividades propuestas por el productor

<b>MARGEN BRUTO</b>	<b>7.396.646</b>
GASTO ESTRUCTURA	7.807.417
<b>MARGEN NETO</b>	<b>-410.771</b>
AMORTIZACIONES	2.616.403
<b>INGRESO NETO</b>	<b>-3.027.174</b>
MANO OBRA PROD Y FLIA	960.000
<b>INGRESO AL CAPITAL</b>	<b>-3.987.174</b>
INTERESES	2.630.516
<b>UTILIDAD LIQUIDA</b>	<b>-5.657.690</b>

Fuente: Elaboración propia sobre datos del productor

En la Tabla 1 se observa que las actividades propuestas por el productor generan un Margen Bruto Global o Total de 7.396.646 \$, donde la actividad tabaco aporta el 56%, frutilla 38%, maní 3%, arvejón 2% y arveja 1% al MBT. Si bien el maní aparece en tercer lugar, desde el punto de vista comercial fue el más buscado por la demanda de Córdoba quienes exigieron el tostado y ofrecieron un mejor precio respecto al mercado local.

Toda la producción se vende al pie a un precio un 60% por debajo de lo que paga la demanda en los mercados y ferias.

Los Gastos de Estructura entre otros implican a 5 peones permanentes y un capataz, estos vienen trabajando desde el año 2005 y se ha logrado su permanencia por actividades complementarios sin llegar al despide hasta la próxima campaña.

En resumen, las actividades propuestas incluyendo tabaco cubren los Gastos de Estructura en un 80%-90%, no alcanza a cubrir Amortizaciones, Mano de Obra Productor y Familia e Intereses. Este cálculo de resultados económico fue analizado conjuntamente y se realizó un diagnóstico participativo con aportes muy importantes para el futuro de la empresa. Se coincide en realizar el análisis horizontal y vertical de la empresa a partir de un análisis individual por actividad y unidad de negocio (ejemplo tabaco, hortalizas, granos, frutales, servicios de maquinaria), de esta manera se puede inferir la eficiencia por actividad y luego la posibilidad de combinación de actividades con la asignación de los recursos disponibles en un nuevo proceso productivo. Se logra el siguiente acuerdo:

- Estudiar actividades de producción de frutales en el marco del concepto de Agroecología para una superficie de 10 ha.

- Las actividades productivas se realizan bajo el concepto de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

- Realizar encuentros de capacitación sobre los aspectos de administración de la empresa y BPA para el personal de la empresa.

- Aprobado el plan las actividades se inician en mayo de 2020.

- Los estudios a realizarse tienen que sostener la cantidad de mano de obra de 5 peones permanentes como una condición estricta.

El modelo matemático propuesto tiene 2 partes: la función objetivo lineal y las restricciones o desigualdades lineales planteadas por el productor. Para la construcción de estas partes se trabaja con la información de la Fig. 6 desde las hojas 1-2-3 que nos ayudó a determinar: a) cultivos o actividades que se podían explotar de acuerdo con las características físicas de la finca, su ubicación y tierra disponible. b) Requerimientos de mano de obra. c) GD y MB por actividad/ha proyectada en el período de estudio. d) Monto de la inversión inicial que se dispone.

La función objetivo (Z) de maximización está constituida por las variables (actividades) y por los coeficientes MB y Superficie(S); expresado de la siguiente forma:

$$Z (\text{Máximo Beneficio}) = MB_{\text{palto}} \times S_{\text{palto}} + MB_{\text{durazno}} \times S_{\text{durazno}} + MB_{\text{vid}} \times S_{\text{vid}}$$

El MB por hectárea proyectado para cada cultivo se calcula tomando en cuenta el Ingreso Bruto desde el rendimiento estimado en la zona, multiplicado por el precio promedio del mercado local y Mercado Central de Buenos Aires. Luego se le descuentan los GD correspondientes a cada actividad.

Las restricciones están conformadas por los coeficientes que representan las necesidades de mano de obra, tierra y capital. Los valores del lado derecho de las restricciones constituyen la disponibilidad de recursos materiales: tierra para la plantación, disponibilidad de recurso financiero y disponibilidad de recursos humanos como la mano de obra.

Se presentan a continuación las restricciones en formato estándar:

- 1. Tierra: 1ha + 1 ha + 1 ha ≤ 10 ha
- 2. GD : 479.685 + 385.255 + 1.473.248 ≤ 7.000.000 \$
- 3. Mano Obra: 230 + 215 + 350 ≤ 2.000 jornales

El planteo consiste en la producción de durazno, vid de mesa y palto en la superficie disponible de 10 ha, se encuentra protegida en forma perimetral por una cortina forestal, dispone de buenos suelos, agua y se encuentra cerca de la vivienda para evitar robos de terceros.

El productor dispone de 7.000.000 \$ que tendría que destinar si decidiera cultivar tabaco en esa superficie.

Los GD de las actividades surgen del estudio realizado del MB de cada actividad, con precio a Marzo 2021 del mercado local de Jujuy en Tabla 3: Durazno: 385.255\$/ha; Palto 479.685 \$/ha y Vid: 1.473.249 \$/ha.

**Tabla 3.** MB/ha de actividades propuestas como alternativas para el cálculo del máximo beneficio de la unidad de producción

ITEMS	Durazno	Palto	Vid
Gastos Imp. y Protección	178.166	175.556	1.106.694
Gastos Cosecha	87.850	190.555	366.555
Gastos Comercialización	128.640	113.574	0
<b>Total Gastos \$/ha</b>	<b>385.256</b>	<b>479.685</b>	<b>1.473.249</b>
Gasto/kg	73	53.3	73
Precio esperado /kg	95	69.3	95
Rendimiento kg/ha	5.250	9.000	20.000
Precio mercado local kg	153	210	183
Ingreso Bruto \$/ha	804.000	1.892.910	3.661.215
<b>Margen Bruto \$/ha</b>	<b>418.744</b>	<b>1.413.224</b>	<b>2.187.965</b>

Fuente: Elaboración propia

Respecto a Mano de Obra se dispone de 5 peones permanentes que totalizan 1.500 jornales y 15 peones transitorios. El empresario considera un total de 2.000 jornales para las actividades frutales, para no tener bajas en el personal. El estudio del MB incluye los jornales de Durazno: 215 jornales; Palto: 230 jornales y Vid: 350 jornales.

En lo que se refiere al combustible, se decide realizar las actividades necesarias para el laboreo del suelo, por cuanto se trata de una inversión en el largo plazo, por lo tanto considera que no es una restricción a considerar en el estudio.

Una vez definidas estas restricciones se plantea el problema a resolver con el Método Simple por Programación Lineal (PL) utilizando Solver de Excel con la siguiente matriz propuesta y el resultado obtenido en la Tabla 4:

**Tabla 4.** Matriz con actividades y restricciones propuesta para resolver PL con Solver de Excel

	PALTO	DURAZNO	VID	MAX BENE	
MB	1.410.315	417.995	2.186.751		
has realizar	3	0	4	12.418.198	
RESTRICCIONES					
TIERRA	1	1	1	7	10
GD	479.685	385.255	1.473.249	7.000.000	7.000.000
MANO OBRA Jornales	230	215	350	2.000	2.000

Fuente: Elaboración propia

Una vez procesado el modelo, se obtienen los datos más importantes que es el máximo beneficio y la solución óptima o plan de producción óptimo. Estos datos son los que pueden ayudar al productor a tomar decisiones relevantes en la gestión administrativa de la unidad de producción.

A partir de la función objetivo planteada para el modelo propuesto la resolución con PL aplicando Solver de Excel nos plantea:

$$Z \text{ (Máximo Beneficio)} = \text{MB palto} \times \text{S palto} + \text{MB durazno} \times \text{S durazno} + \text{MB vid} \times \text{S vid}.$$

$$Z \text{ (Máximo Beneficio)} = 1.410.315 \text{ palto} \times 3 \text{ ha S} + \text{MB durazno} \times 0 \text{ ha} + 2.186.751 \text{ vid} \times 4 \text{ ha}.$$

$$Z \text{ (Máximo Beneficio)} = 1.410.315 \text{ palto} \times 3 \text{ ha palto} + 2.186.751 \text{ vid} \times 4 \text{ ha}.$$

$$Z \text{ (Máximo Beneficio)} = 12.418.198 \$$$

La solución óptima nos dice que se tiene que plantar 3 ha de durazno y 4 ha de vid de las 10 ha propuestas por el productor.

Si las variables de la función objetivo son sustituidas por estas superficies, se obtiene entonces el valor óptimo y maximiza la función objetivo.

El análisis de confidencialidad nos dice que la ganancia por cada unidad de Tierra que se incrementa es 0.

Por cada unidad adicional de Gastos Directos se incrementa la ganancia en 0,05.

Por cada unidad adicional de Mano de Obra la ganancia aumenta 6.017\$.

Asimismo los rangos en los cuales la Función Objetivo pueden variar para que la solución se mantenga en Palto es Permisible Aumentar en 26.693\$ o Permisible Reducir en 698.316\$, respecto a la Vid es Permisible Aumentar en 2.144.727\$ y Permisible Reducir en 40.619\$.

Finalmente los rangos en los que pueden variar los recursos disponibles los podemos resumir en: a) La Tierra puede aumentar hacia Infinito y es permisible reducir 3.2 ha; b) Los Costos Directos pueden aumentar hasta 1.418.565\$ y es permisible reducir en 2.828.286\$; c) La Mano de Obra puede aumentar hasta 566 jornales y es permisible reducir en 337 jornales.

Finalmente a partir del MBT de las actividades 3 ha de palto y 4 ha vid de mesa, atento a las consideraciones de restricción propuesta por el productor, se tiene la Tabla 4 con el impacto en las Medidas de Resultado de la empresa .

**Tabla 5.** Análisis de la nuevas Medidas de Resultado de la Empresa

RESULTADO EMPRESA	\$
<b>MARGEN BRUTO</b>	<b>12.418.198</b>
GASTOS ESTRUCTURA	7.994.706
<b>MARGEN NETO</b>	<b>4.423.492</b>
AMORTIZACIONES	2.616.402
<b>INGRESO NETO</b>	<b>1.807.089</b>
MANO OBRA PROD. Y FLIA	960.000
<b>INGRESO AL CAPITAL</b>	<b>847.089</b>
INTERESES	361.417
<b>UTILIDAD LIQUIDA</b>	<b>485.671</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4 nos muestra que se cubren los Gastos de Estructura que incluye a los 5 peones, un capataz y agrega mas jornales; las Amortizaciones; Mano de obra del productor y su familia y los intereses.

Se alcanzar una Utilidad Líquida del orden de los 485.671\$.

Se plantearon otros escenarios con PL incluyendo cultivos de hortalizas: apio, frutilla, flores de corte, arveja, melón y chaucha con resultados favorables siempre como actividades alternativas y no complementarias.

El tabaco con otras actividades complementarias disminuye la superficie a plantar hasta 6 - 10 ha a los fines de plantearse actividades que mejoren el resultado de la empresa.

## CONCLUSIONES

El trabajo de investigación permite responder al objetivo, en el aspecto económico - financiero, con enfoque agroecológico desde actividades que se proponen como alternativas de producción.

En cuanto al método de Medidas de Resultado y PL utilizado, ha facilitado el modelizar, describir y analizar en detalle desde escenarios posibles las alternativas complementarias al tabaco. El uso de los modelos de PLineal es una herramienta importante para la toma de decisiones en cuanto a la transformación de los insumos disponibles en un producto final y en la resolución de problemas de gestión en la empresa.

Del trabajo propuesto se puede concluir en:

- El modelo de optimización planteado permitió decidir en forma óptima la cantidad de ha que asignará a la producción frutícola propuesta con el fin de obtener el máximo beneficio.

- Se dio respuesta a la problemática del productor sobre la asignación del mix de actividades complementarias al tabaco a trabajar en la unidad de producción, logrando orientar en la toma de decisiones para mejorar el resultado de la empresa a partir del plantar durazno-palto-vid de acuerdo a las restricciones propuestas para el estudio.

- La PL es un método de gestión que permite la toma de decisiones y ayuda a saber cuántas ha de frutales u hortalizas puede realizar de acuerdo a

los mejores precios en el mercado local -nacional y las restricciones que considere importante en la empresa.

- El uso de PL permite estimar el aumento o no de los futuros ingresos en la unidad de producción y la mejora de las Medidas de Resultado; además de considerar la retención o no de mano de obra permanente o generar nuevos jornales y mejores condiciones de vida.

- El modelo propuesto funciona como una herramienta que se puede readaptar a otras unidades de producción por su funcionalidad y flexibilidad sea en valles, quebrada o ramal jujeño.

- El estudio ha permitido establecer acuerdos o arreglos para promover la capacitación, la asistencia técnica y la cooperación desde los ámbitos científico, atendiendo siempre a la necesidad de la empresa.

- El diálogo como herramienta del trabajo de campo es una parte esencial para la cooperación y el entendimiento de la posibilidad de plantear cambios en el pensamiento del empresario.

Este trabajo ha identificado estrategias en el sector tabacalero que pueden ayudar a continuar en el cultivo de tabaco o considerar la decisión de reemplazarlo por otras opciones productivas en armonía con el ambiente.

Finalmente, considerando que el entorno de las empresas u organizaciones agropecuarias es dinámico, complejo y la posibilidad de predecir se va tornando cada vez más difícil por el entorno cambiante, es imprescindible el planteamiento de una planificación y el compromiso de la dirección empresarial en la gestión.

## BIBLIOGRAFÍA

Alliance One Argentina. 2010. Guía Agronómica. Departamento de Investigación y Desarrollo de Tabaco Argentina. El Carril. Elefante CW.

- Barrientos My Ryan S. 2014. Relación entre extensión, educación y comunicación. Recuperado en: <https://fcvinta.files.wordpress.com/2014/08/pmv-enfoques-de-extension.pdf>
- Bravo G. 1991. La Diversidad de explotaciones Agropecuarias. I Parte: Marco Teórico y Planteo Metodológico. Boletín Técnico N° 1. INTA. Centro Regional Salta Jujuy: EEA Salta. Argentina.
- Cáceres D. 1994. Estrategias Campesinas y Riesgo. Revista de Desarrollo Agroforestal y Comunidad Campesina. Año 3, Número 13. ISSN 0328-1590. Proyecto GTZ. Salta, Argentina.
- CNAINDEC. 2002. Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina. Recuperado en: [http://www.indec.gov.ar/cna\\_index.asp](http://www.indec.gov.ar/cna_index.asp)
- Fernandez de Ullivarri D. 1990. El Cultivo de los Tabacos Claros. INTA. Centro Regional Salta-Jujuy. EEA Salta. Edición: Comunicación Agropecuaria. Buenos Aires.
- Fernández G. y REGAZZONI J. 2008. Tipología de Sistemas de Producción del Valle de Siancas, Provincia de Salta. Proyecto Regional. Conocimiento e información socioeconómica y de mercado para el apoyo a la gestión de sistemas productivos de Salta y Jujuy, 1(1). Salta: INTA.
- Fernández, Romelio J. 1944. El problema tabacalero. El tabaco en la República Argentina. Reseñas del Instituto Agrario Argentino. Año IV, Número 28. Buenos Aires.
- FIGLIARETTI, I. et al. (2012). El problema del amarillamiento del cultivo de tabaco en el Valle de Lerma: Buscando soluciones entre todos. INTA EEA Salta. Recuperado en: [http://www.aader.org.ar/XVI\\_jornada/trabajos/archivos/2012/132\\_trabajo\\_edu\\_fiore.pdf](http://www.aader.org.ar/XVI_jornada/trabajos/archivos/2012/132_trabajo_edu_fiore.pdf)
- García, Ariel “La Producción Tabacalera desregulada: políticas públicas y estrategias empresariales globales en México y España en las últimas décadas”. Centro de Estudios Urbanos y Rurales.(CEUR) CONICET. 2010.
- García, Ariel. 2010. Dilemas de la regulación pública en el sector tabacalero de Argentina y Brasil. Un estudio sobre el FET y el PRONAF”. CEUR-CONICET. Recuperado de: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/15401/CONICET\\_Digital\\_Nro.18792.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/15401/CONICET_Digital_Nro.18792.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gargicevich A. y Arroquy G. 2013. Evolución y potencialidad del Programa Cambio Rural. Estrategias para el trabajo en Extensión Rural. Recuperado en: <http://agro.unc.edu.ar/~extrural/Gargicevich.pdf> (Ingreso 18/05/15).
- Giménez María Laura. 2007. La Evolución de la Organización Productiva en explotaciones de sectores medios de productores tabacaleros en la provincia de Salta. (1969-1998). Revista Cuestiones Sociales y Económicas. Octubre de 2007. UCA. Argentina.
- <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/planten-cannabis-la-respuesta-de-los-tabacaleros-al-pedido-de-gerardo-morales-nid09042021/>
- Lozano Fernandez. 2012. La Producción de Hortalizas en Argentina. Gerencia de Calidad y Tecnología. Caracterización del sector y zonas de producción. Secretaría de Comercio Interior, corporación del Mercado Central de Buenos Aires. Recuperado en: [http://www.mercadocentral.gob.ar/zip tecnicas/la\\_produccion\\_de\\_hortalizas\\_en\\_argentina.pdf](http://www.mercadocentral.gob.ar/zip tecnicas/la_produccion_de_hortalizas_en_argentina.pdf)
- Massalin Particulares. 2011. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Cultivo de Tabaco Virginia. Una empresa Philip Morris International. Jujuy-Salta. Artes Gráficas Crivelli.
- Medina F., Apaza A. y Martinez R. 2012. Impacto socioeconómico del Sector Tabacalero en Jujuy. Naciones Unidas. CEPAL. FUJUDES. Recuperado de: <https://core.ac.uk/>

download/pdf/38672295.pdf

978-987-24795-1-0

- Ministerio Agricultura, Ganadería y Pesca Argentina. *Tabaco. Acopio. Comercialización. Producción primaria.* Recuperado de: [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/tabaco/produccion\\_mercados/interno/index.php](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/tabaco/produccion_mercados/interno/index.php)
- Ministerio Agricultura Ganadería y Pesca Argentina. Impacto regional del convenio marco para el control de tabaco. 1Edic. Buenos Aires 2011. Recuperado de. [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/tabaco/informes/publicaciones/\\_archivos/000004-Publicaciones%20y%20Estudios%20Especiales/000013-Impacto%20Regional%20del%20Convenio%20Marco%20para%20el%20Control%20de%20Tabaco%-20-Version%20en%20Espa%C3%B1ol.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/tabaco/informes/publicaciones/_archivos/000004-Publicaciones%20y%20Estudios%20Especiales/000013-Impacto%20Regional%20del%20Convenio%20Marco%20para%20el%20Control%20de%20Tabaco%-20-Version%20en%20Espa%C3%B1ol.pdf)
- Montenegro Osvaldo David y otros. 1995. Reorientación de la producción agropecuaria en los valles intermedios de Jujuy. Revista Científica Agraria. Volumen 1, Nº 3, Págs 15-41, SIN 0328-8080.
- Montenegro Osvaldo David. 2007. Economía, ecología y abordajes para la resolución de conflictos ecológicos distributivos en el Cono Sur. Terceras Jornadas de la Asociación Argentino Uruguayo de Economía Ecológica. San Miguel de Tucumán/Argentina. Junio de 2007. ISBN 978-987-22038-2-5.
- Montenegro Osvaldo David. 2008. La administración en empresas tabacaleras de Jujuy." VI Jornadas Científicas 2008. IES 7. Volumen V. ISSN 0327-1870. Pagina 43 a 51.
- Montenegro Osvaldo David. 2012. La administración en empresas tabacaleras de Jujuy con especial énfasis en pequeños productores. XV Jornadas Nacionales de Extensión Rural y VII del Mercosur. AADER. ISSN 1515-2553.
- Montenegro Osvaldo David. 2015. Una aproximación a las características actuales del gerenciamiento en empresas ganaderas jujeñas. Jornadas Científicas IES 7. ISBN N°
- Nobleza Picardo. 2007. Estrateco consultores para Nobleza Picardo SAICYF. La importancia del Tabaco para la Argentina y sus Regiones. Recuperado en: <http://documentslide.com/documents/tabaco1.html> (Ingreso 10/09/16).
- SALES, L. 2011. Apuntes Agroecología y Ambientes Rurales. Extensión Rural. Modelos, metodologías y técnicas. Recuperado en: [http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/8263/mod\\_resource/content/0/Apunte\\_Extensi\\_n.pdf](http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/8263/mod_resource/content/0/Apunte_Extensi_n.pdf)
- TORT, M. et al. (2010). Estudio de caso de procesos de innovación y desarrollo. Metodología y análisis comparativo nivel nacional. Proyecto Específico: Estudio de la diversidad de procesos de innovación y desarrollo territorial para la construcción de propuestas teóricas y metodológicas mejoradoras de la intervención (PENTER 1313). Proyecto Integrado PENTER 1: Innovación Tecnológica y Organizacional. Proyecto Nacional Desarrollo de los Territorios INTA. Documento de trabajo Nº 7. 1ª Ed. Buenos Aires: INTA.
- Vargas Forero G. 2002. Hacia una teoría del capital social. Revista de Economía Institucional. Vol. 4. Núm. 6. Primer semestre. pp. 71 108. Universidad Externado de Colombia. Bogotá, Colombia. Recuperado en: <https://www.redalyc.org/pdf/419/41900604.pdf> (Ingreso 08/08/19).
- Zapata Usandivaras C. 2012. Producción de tabaco Virginia en la provincia de Salta: breve descripción de la organización de la actividad y su modalidad de operación. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Recuperado en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/produccion-tabaco-virginia-salta.pdf>

