

Modelación computacional y Simulación: Aplicación en una Cadena de Valor agroindustrial en la provincia de Salta

Silvana Castillo¹, Juan Carlos Michalus², Virginia Quintana¹, Antonio Arciénaga¹

se_castillo@yahoo.com.ar

¹Facultad de Ingeniería-Universidad Nacional de Salta

²Facultad de Ingeniería-Universidad Nacional de Misiones

Resumen. Los grandes cambios introducidos en las diferentes etapas de la Globalización han generado diferentes tipos de modificaciones en los sistemas agroindustriales a nivel internacional. La influencia de los contextos políticos, económicos y sociales han afectado en gran medida las dinámicas de las Cadenas de Valor agroindustriales.

La situación problemática se sintetiza en la falta de una metodología de análisis que permita estudiar las Cadenas de valor agroindustriales en la provincia de Salta. La dinámica de su comportamiento se realiza a través del programa Simul 8, el cual permite representar el comportamiento de una Cadena de Valor agroindustrial de la provincia de Salta. Posteriormente, se realiza un análisis de sensibilidad sobre algunas variables que intervienen en el comportamiento de la Cadena. La verificación se realiza a partir de los resultados obtenidos en las corridas de simulación, en tanto que la validación se realiza a través de datos suministrados por el INTA.

Finalmente, se analizan los resultados obtenidos, se proponen mejoras y la incorporación de nuevas líneas de estudios que beneficien a la competitividad de las Cadenas de Valor agroindustriales de la provincia de Salta.

1 Introducción

Las cadenas de valor agroindustriales han experimentado diferentes transformaciones debido al fenómeno de globalización. La dinámica del comportamiento se fue amoldando a los distintos escenarios políticos, sociales, económicos y medioambientales.

Los países en vías de desarrollo han experimentado diferentes cambios en sus estructuras productivas. El sector más afectado fue el agroindustrial, ya que la introducción de monocultivos, fue desplazando progresivamente la producción agroindustrial tradicional. Una de las principales problemáticas de las cadenas de valor agroindustrial es la desigualdad distribución de la rentabilidad a lo largo de la cadena de valor agroindustrial. En la mayoría de los países en desarrollo, se pueden distinguir dos sectores los perjudicados y beneficiarios de la liberalización comercial. Principalmente esta dualidad se refleja en el sector agrícola, en el cual se observa que la mayoría de los pequeños productores han sido uno de los sectores más perjudicados. Esta situación puede deberse a la ausencia de políticas agrícolas y rurales coherentes con la

realidad de los pequeños productores, a la falta de integración a los mercados locales, tanto en bienes finales como en productos intermedios (Gómez et al., 2006; Muchnik, 2006; Salas Casasola et al., 2006). Consecuencia de todo lo expuesto es que la incorporación de monocultivos y su avance agrícola han provocado problemas políticos, sociales y medioambientales. Con los años se han sobreexplotado los suelos, especialmente en la provincia de Salta, provocando la degradación de los terrenos y del medio ambiente. Al desplazarse los cultivos tradicionales por los monocultivos, las cadenas de valor agroindustriales se fueron debilitando y afectando su rendimiento, ya que muchos de los actores de las cadenas agroindustriales se han visto perjudicados. Otras problemáticas derivadas de lo expuesto anteriormente se refiere a la falta de introducción del producto a los nuevos mercados que mejore la calidad de vida de los productores (Martínez, 2017; Carral et al. (2017)). A pesar de haber identificado las distintas problemáticas de las cadenas de valor agroindustriales en la provincia de Salta, aún no se ha desarrollado una metodología que permita analizarlas. En síntesis, el problema detectado se puede sintetizar en la falta de una metodología que analice la dinámica de comportamiento de una cadena de valor agropecuaria en la provincia de Salta.

El objetivo principal del trabajo consiste en modelizar, simular y evaluar el comportamiento de una Cadena de Valor agroindustrial. Se tomará como base una cadena agropecuaria de la provincia de Salta, en este caso la Cadena de Valor del pimiento. Se analizó su dinámica, y los términos económicos relacionados al rendimiento de la misma, y la influencia del agregado de valor en los distintos eslabones de la cadena de valor agroindustrial.

Se empleó como metodología de análisis la simulación de una cadena de valor agroindustrial de la provincia de Salta utilizando el programa Simul 8. Se analizaron los resultados obtenidos, y el efecto sobre el rendimiento de la cadena de valor agroindustrial. Posteriormente se realizó un análisis de sensibilidad y las variaciones sobre la cadena de valor agroindustrial. Al final, se plantea diferentes propuestas de mejora sobre la cadena de valor agroindustrial, dándose diferentes alternativas que podrían contribuir a mejoras del funcionamiento de la misma.

2 Marco Teórico

Una cadena de valor se define como el conjunto de actividades que una organización debe desarrollar para llevar un producto desde el productor hasta el consumidor en un sistema de negocios (Emprende and Andaluza, 2015; Porter and Advantage, 1985). El término agrocadena de valor hace referencia a la manera como un conjunto de actores se relacionan en función de un producto específico, para agregar o aumentar su valor a lo largo de los diferentes eslabones, desde su etapa de producción hasta el consumo, incluyendo la comercialización, el mercado y la distribución (Acosta, 2006).

Existen dos formas de representar una cadena de valor, una de tipo cualitativo y la otra de tipo cuantitativo. La representación cualitativa de la cadena de valor permite una descripción de los eslabones y de los actores presentes en cada uno de ellos, los procesos de las transacciones que ocurren a lo largo de la cadena. Este enfoque permite identificar restricciones y cuellos de botella, así como desafíos y oportunidades

para el crecimiento y expansión de la cadena. En tanto que, la representación cuantitativa de la cadena de valor profundiza sobre cómo y cuándo el valor final de un producto se genera en cada una de las distintas etapas de la cadena y permite por lo tanto evaluar como se distribuye el valor entre los distintos actores que participan en la cadena. Además cuantifica el impacto de los cuellos de botellas y, por consiguiente, da una idea concreta de la importancia absoluta de los mismos a lo largo de la cadena y de la importancia relativa de los mismos comparando la cadena de un país relativo a una cadena óptima (Jansen and Torero, 2006).

Los actores que participan en las cadenas de valor que se encuentran alojados en diferentes niveles institucionales y escalas territoriales conforman el grupo de eslabones. Los agentes principales de una cadena de valor son aquellos que participan directamente en la provisión de insumos, la producción, el procesamiento, el transporte y la comercialización, y por consiguiente, se trata de las empresas que forman parte de los eslabones. Los proveedores públicos y privados de servicios apoyan el funcionamiento de la cadena, incluyendo el embalaje y la manipulación, la certificación y el apoyo financiero, en la medida que tales actividades no sean llevadas a cabo por los actores propios de las cadenas. Los organismos gubernamentales, las asociaciones industriales, las universidades y las organizaciones internacionales, entre otras entidades, efectúan actividades de apoyo y soporte e intervenciones para fortalecer la cadena de valor. Estas acciones pueden incluir, por ejemplo, el desarrollo de capacitaciones específicas en cuanto a la producción y el manejo de estándares internacionales de calidad, el suministro de información sobre los mercados y el asesoramiento en materia de planificación de negocios. Estos actores despliegan sus acciones dentro de un contexto institucional que incorpora el marco regulatorio, las políticas nacionales y subnacionales, los regímenes comerciales, las intervenciones en el mercado, la infraestructura del territorio y las fuentes de información disponibles, e influye en el desempeño de las cadenas de valor (Padilla, 2014).

3 Simulación-Tipos de Simulación

La simulación es, por definición, el proceso de diseñar un modelo de un sistema real o proyectado y realizar experimentos en él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias (dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos) para el funcionamiento del mismo (Shannon and Bernal, 1988; Vega et al., 2014).

La simulación permite la experimentación y validación del producto o proceso tanto en su configuración como en el diseño del sistema, lo cual hace evidente su valor (Mourtzis et al., 2014). Por lo anterior la simulación contribuye a maximizar el desempeño operacional a tiempo de prever durante su desarrollo resultados no deseados en la operación (Cantú-González et al., 2016).

La simulación de eventos discretos es el conjunto de relaciones lógicas, matemáticas y probabilísticas que integran el comportamiento de un sistema bajo estudio cuando se presenta un evento determinado. El objetivo del modelo de simulación consiste, precisamente en comprender, analizar y mejorar las condiciones de operación relevantes del sistema (Dunna et al., 2006).

Los modelos de tiempo discreto y de eventos discretos tienen una característica en común: las variables del modelo cambian únicamente en determinados instantes del tiempo, manteniéndose constantes el resto del tiempo. La diferencia entre ambos tipos de modelo es la siguiente: en los modelos de tiempo discreto estos instantes están equispaciados en el eje temporal y por ello el reloj de la simulación avanza en pasos de tiempo de duración constante durante toda la simulación. En los modelos de eventos discretos no existe esta restricción. El tiempo que transcurre entre eventos consecutivos puede ser cualquiera, siempre que se satisfaga que el número de eventos en cualquier intervalo finito de tiempo sea finito (Alfonso and Carla, 2013).

La simulación puede ser por: identidad (es cuando el modelo es una réplica exacta del sistema en estudio), cuasi-identidad (se utiliza una versión ligeramente simplificada del sistema real) y laboratorio (se utilizan modelos bajo las condiciones controladas de un laboratorio).

No todas las situaciones son viables de ser simuladas, ya sea por la simplicidad de su proceso o por la complejidad que representa, en ambos casos resulta inconveniente invertir tiempo y dinero. Por el contrario cuando existe la necesidad de modelar y analizar aleatoriedad, estaremos requiriendo de la simulación (Cantú-González et al., 2016). Se establece algunas de las condiciones específicas que hacen adecuada la simulación, y son:

- Experimentación o procesos a observar son imposibles o muy caros de realizar en la realidad, ejemplo desempeño de un transbordador espacial, etc.
- Problemas en los cuales el modelo matemático puede ser formulado pero las soluciones analíticas son imposibles (ejemplo problemas de programación de tareas de taller, etc.) o demasiado complicadas (ejemplo sistemas complejos del mercado de valores, etc.).
- Validación del modelo matemático que describe el sistema es imposible o extremadamente caro.

En el desarrollo de una simulación se pueden distinguir las siguientes etapas (Cantú-González et al., 2016): formulación del problema, definición del sistema, formulación del modelo, colección de datos, implementación del modelo en la computadora, verificación, validación, diseño de experimentos, experimentación, interpretación, implementación y documentación

La simulación de eventos discretos es una herramienta poderosa que sirve para analizar y diseñar sistemas nuevos y para dar retroalimentación y proponer cambios a procedimientos de operación en sistemas existentes. Debido a esto, la simulación de sistemas se ha vuelto una práctica común ya que permite la evaluación del desempeño operativo de un sistema antes de su implementación, o la comparación de varias alternativas operacionales sin perturbar el sistema real. A pesar de los diferentes paradigmas de simulación de eventos discretos que existen hay una estructura básica compuesta por los siguientes (Ocampo and Pavón, 2012): entidades, en donde el arribo de entidades dinámicas genera las entradas del sistema. Estas entidades o productos fluyen a través del sistema y son los elementos que propician los cambios de estado en las variables del sistema, actividades son las tareas desarrolladas de manera directa o indirecta en soporte al procesamiento de las entidades. Las entidades interactúan con las actividades para crear eventos. Cada vez que una actividad inicia o finaliza un evento sucede y el sistema cambia de estado. Las actividades pueden ser de retraso,

espera y lógica, y recursos que representan los medios mediante los cuales se realizan las actividades y usualmente tienen capacidad limitada. Son objetos que pueden restringir el procesamiento al limitar el ritmo al cual las actividades pueden ser realizadas. Ejemplos de estos son: operarios, máquinas, espacio, información etc.

4 Situación actual de las Cadenas Agroindustriales en la provincia de Salta

El Noroeste Argentino se encuentra constituido por las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca y Santiago del Estero. De todas las provincias que componen la región del Noroeste Argentino, la provincia de Salta es la que posee una mayor cantidad y diversidad de Cadenas Agroindustriales. Dentro de toda la estructura productiva, la producción agrícola tiene un rol fundamental dentro del sector primario y de la economía de la provincia. Una de las Cadenas más importantes de la provincia de Salta es la Cadena Hortícola y entre ellas el Complejo productivo de Pimiento. La producción de pimiento para pimentón es una importante actividad económica de los Valles Calchaquíes en el Noroeste Argentino, provincias de Salta, Tucumán y Catamarca. El pimiento para pimentón es el cultivo comercial característico del valle; su producción representa más de dos tercios del total nacional, posicionando la región como la principal productora (Cieza, G. L. (2010)).

Se realiza una descripción general del sistema a estudiar. Se tomó como periodo de estudio el año 2017. La Cadena de producción del pimiento consta de las siguientes etapas detalladas en la Cadena de producción del pimentón. La misma se muestra en la Figura 1:

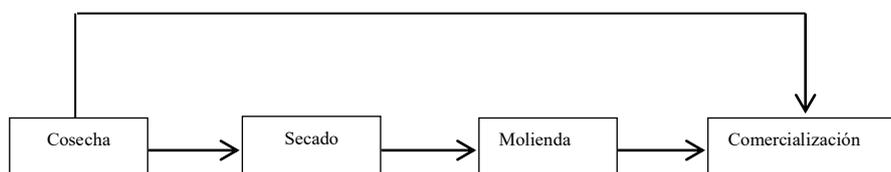


Fig. 1. Cadena de Valor del pimiento.

Fuente: Elaboración propia

La cosecha se efectúa en forma manual, durante el período comprendido entre marzo, abril y mayo. Los sistemas productivos se caracterizan por contar con una eficiencia productiva promedio de 1095 kg de pimiento por hectárea (utilizando el sistema de riego tradicional) hasta 2000 Kg de pimiento por hectárea. El costo unitario de pimentón es de \$69,19 por kilogramo si se le realiza todos los tratamientos en la etapa de siembra y cosecha. En cambio si no se realiza los tratamientos previos, el costo aproximado del pimentón es cercano a \$28 (Mintzer Mosqueira et al. (2016)). El precio de kilogramo del pimiento a la fecha analizada era de \$30/Kg (Mercado COFRUTOS de la provincia de Salta), fluctuando entre \$40-\$70/Kg. En los supermercados de la ciudad de Salta se vendía el kilogramo de pimiento fresco de elevada calidad a \$69,99. Se consideró inicialmente que un 40 % de la cosecha de pimiento crudo se comercializa, y el resto de la producción se procesaba. La velocidad de entrega se la asume

como la media de 0,438 min/Kg. Este último valor surge de considerar un rendimiento de 1095 Kg de pimiento por hectárea, y un tiempo de cosecha de 8 horas.

Las vainas de pimiento para pimentón se secan, perdiendo en esta operación algo más del 80% del peso en fresco. El secado del pimiento se puede realizar por distintos métodos, la más común y económica es la exposición directa al sol sobre el suelo, sin embargo (Mintzer Mosqueira et al. (2016)). Se han propuesto y aplicado diversos procedimientos para realizar el secado en forma más controlada, con energía solar, con aporte de energía de combustibles y mediante sistemas mixtos. El sistema consta de un colector solar de piedras de 500 m², un túnel de secado con capacidad de 30 carros de 100 kg de pimiento fresco, el sistema de energía auxiliar y dos ventiladores centrífugos que impulsan el aire en un circuito abierto. Operando con energía auxiliar produce 500 kg diarios de pimiento seco (Condorí et al., 2008). El 20% del producto como vaina es vendido al consumidor (4% del total ingresado al proceso de secado) y el resto del producto obtenido del secado es procesado en la molienda (16 % del total ingresado). El resto es perdido durante el proceso de secado.

Se considera el costo de secado alrededor de \$10/Kg, con lo cual asciende un costo unitario de \$38/Kg. El precio de venta del pimiento seco es fijado por diferentes sectores vinculados a la producción del pimiento y es de \$45/Kg (Ministerio de Ambiente y producción sustentable, 2017). La fase de molienda se inicia añadiendo la cáscara de pimiento a un triturador, para iniciar el proceso. El primer paso de la molienda se realiza en molinos artesanales que constan de muelas. Para que el pimiento para pimentón reúna las condiciones para su comercialización en el mercado internacional debe alcanzar al menos 120 grados ASTA. Los molinos industriales tienen la capacidad de producir cerca de 500 kg de pimentón por hora, a diferencia de los molinos de piedra que muelen 500 kg por día. Particularmente en la provincia de Salta se localizan 7 molinos, de los cuales 4 se ubican en San Carlos, 2 en Cachi y 1 en Cafayate, con una capacidad de molienda promedio de 250, 350 y 1200 kg de pimiento molido en 8 y 16 hs respectivamente. En la provincia de Catamarca existen 9 molinos situados en el Departamento de Santa María (Maggi (2017)). El costo de molienda duplica el precio de las vainas de pimiento seco. En este caso es de \$76/Kg de pimiento molido. Se tomó como referencia la máquina trituradora utilizada en Valle Fértil de San Juan (Universidad Nacional de San Martín (2015)). El producto se conoce internacionalmente como pimentón o páprika. El productor comercializa en general frutos secos, sin moler. La molienda la realizan los acopiadores y distribuidores, que lo venden a granel o bien fraccionado. De acuerdo a Cameroni (2010) los productores venden el 70% del pimiento seco a acopiadores, el 20% a la industria alimentaria y el resto es procesado de manera artesanal.

5 Materiales y Métodos

Se propone la metodología de Simulación de la Cadena de Valor del pimiento como ejemplo para extenderlo a otra cadena de valor agroindustrial. El modelo utilizado para la simulación es de cuasiidentidad. El programa utilizado para realizar la simulación es el paquete SIMUL 8 académica-versión 11.0 que tuvo una vigencia de un mes para fines académicos. Es un paquete de computadora para la Simulación de Eventos Discretos. Cuando se ha confirmado la estructura del modelo, se pueden

ejecutar varios ensayos y el rendimiento del sistema. Las estadísticas de interés pueden ser tiempos de espera medios, utilización de centros de trabajo o recursos, etc.

En el presente trabajo, se realizará la simulación de la Cadena de Valor del pimiento. Para poder simular el sistema, se realizaron las siguientes suposiciones de trabajo: 1) eventos discretos. El sistema representa una cadena de valor compuesta por distintos eslabones. Este tipo de sistemas considera la evolución temporal del sistema, cuyo estado se modifica sólo en instantes discretos de tiempo a causa de la aparición de algún evento. Dado que los eventos que cambian el estado del mismo en instantes espaciados en el tiempo se considera que es discreto. Por otra parte para precisar la distribución estadística que mejor se ajustaba a cada etapa, se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. La prueba de Kolmogorov es una prueba no paramétrica que se emplea para probar el grado de concordancia entre la distribución de datos empíricos de la muestra y alguna distribución teórica. Se planteó la prueba de hipótesis a una muestra representativa, es decir, se plantearon dos hipótesis, la hipótesis nula y la hipótesis alternativa. Se extrajeron de la muestra las variables necesarias para trabajar con la prueba de Kolmogorov, dependiendo su distribución. Se calculó la frecuencia observada de cada uno de los intervalos y la frecuencia observada relativa. Se prosiguió a calcular la frecuencia observada relativa acumulada y la frecuencia esperada relativa acumulada. Posteriormente se procedió a calcular el estadístico de prueba (D) de cada intervalo. Si el estimador de la prueba (D) era menor que el valor que se encontraba tabulado entonces se aceptaba la hipótesis nula planteada antes de estudiar la muestra, de lo contrario se aceptaba la hipótesis alternativa. Una vez ajustados los lotes de datos a las distribuciones de probabilidad más adecuadas, se procedió a la construcción del modelo informático del sistema a simular; 2) flujo de materiales y no así de información, almacenamiento, recursos humanos y los costos asociados a los anteriores; 3) no se consideran los costos iniciales de inversión, infraestructura, equipamiento, recursos humanos y capital de trabajo; 4) los costos y precios finales por unidad de cada producto se suponen fijos, sin consideran el fenómeno inflacionario; 5) no se consideran los porcentajes de pérdida de producto a lo largo de la cadena de valor; 6) no se realiza en la simulación la gestión de inventarios en cada etapa de la cadena, ya que en este caso deberían tenerse en cuenta los costos de almacenamiento, de adquisición, entre otros; 7) no se consideran en el análisis los últimos eslabones referidos al sector de comercialización final como ser supermercados, almacenes, minoristas etc; 8) no se tienen en cuenta otros productos derivados del pimiento, tal como la oleoresina, que se emplea en la industria alimenticia. La etapa de análisis de la simulación alcanza la etapa de verificación y validación. El modelo inicial se validó con datos suministrados por el Instituto Nacional de Tecnología Agroindustrial (INTA-Salta)

El objetivo general de la simulación, fue la de analizar cuantitativamente la cadena de valor del pimiento. En una primera instancia se evaluó la situación actual de la cadena de valor y la influencia de la fijación de los precios. Posteriormente se analizaron las barreras que impiden la mejora del rendimiento de la Cadena de valor agroindustrial del pimiento, fenómeno que se repite para otras cadenas agroindustriales de similares características. A continuación se modeliza la Cadena de valor del pimiento. Posteriormente, se esquematiza el modelo propuesto en el programa Simul 8, según puede verse en la Figura 2:

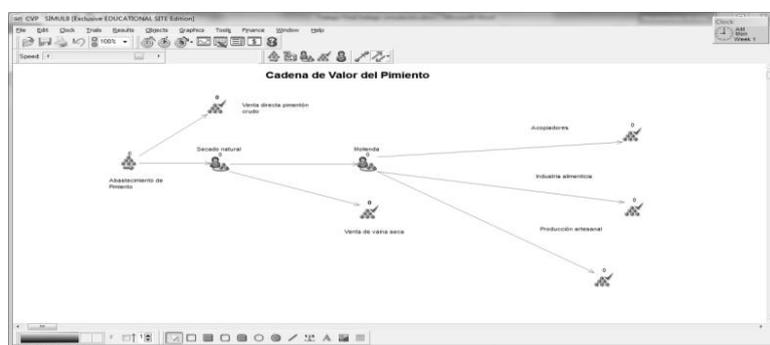


Fig. 2. Esquema de la Cadena de Valor del Pimiento mediante el programa Simul 8.

Fuente: Elaboración propia

En esta última se representó la simplificación del sistema descrito con los eslabones principales de la Cadena de Valor. Se toma como base un kg de pimiento y un 1 Kg de producto procesado según corresponda. En la Tabla 1 se muestra las características principales del sistema a simular. Los datos cuantitativos son tomados a la fecha del análisis:

Table 1. Datos de la Simulación de la Cadena de Valor del pimiento

Actor Cad.	Actor Preced.	Función en la cadena	Producto	% Compra	Tiempo entre llegadas (min/Kg)	Costo por Kg (\$/Kg)	Precio de venta (\$/Kg)	Ganac. (\$/Kg)	Precio de reventa (\$/Kg)	Dif. Perd. (\$/Kg)
Prod.		Siembra y Cosecha-Comercialización	Pimiento fresco		0,438	28				
Cliente menud. (venta directa)	Prod.	Compra pimiento fresco	Pimiento fresco	40%	0,438		30	2		
Sec.	Prod.	Secado	Pimiento seco	60%	0,96	38				
Vend. vainas secas	Prod.		Desecho	38%	0,96		45	7		
Mol.	Sec.	Secado	Pimiento molido	12%	0,12	38				
Acop.	Mol.	Envasado y venta de pimiento seco	Pimiento seco	8,4%	0,12		90	14	150	60
Industria alimen.	Mol.	Procesamiento para otros productos	Pimiento seco	2%	0,12		90	14	474	384
Produc. artesanal	Mol.	Producción para comidas y otros	Pimiento seco	1%	0,12		90	14	150	60

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se realizaron 6 simulaciones, que representan 6 escenarios, cuyas características se presentan en la Tabla 2 y se obtuvo una tabla de resultados que contenía las cantidades a producir y comercializar en cada eslabón, tiempos de trabajo y

de espera entre otros. En la Tabla 2 se muestra un resumen de las ganancias obtenidas a partir de los datos de simulación recogidos en cada corrida:

Table 2. Ganancias monetarias del sector productor en cada una de las etapas de la Cadena de Valor del pimentón

Nº	Características	Ganancias Simul 1(\$)	Ganancias Simul 2(\$)	Ganancias Simul 3(\$)	Ganancias Simul 4(\$)	Ganancias Simul 5(\$)	Ganancias Simul 6(\$)
1	Venta directa pimentón(1)	1.670,00	372,00	374,00	2.382,00	4.370,00	3.340,00
2	Venta de vaina seca(2)	1.596,00	1.680,00	1.680,00	2.443,00	20.006,00	11.172,00
3	Venta acopiadores(3)	-	-	-	13.706,00	3.878,00	-
4	Venta Industria alimen. (4)	-	-	-	3.780,00	1.022,00	-
5	Produc. artesanal(5)	-	-	-	2.254,00	560,00	-
6	Ganancias totales	3.266,00	2.052,00	2.054,00	24.565,00	29.836,00	14.512,00

Fuente: Elaboración propia

Se observa que las mayores ganancias a lo largo de la cadena de valor se obtienen en la Simulación 5, y que el valor más elevado de ingreso corresponde a la venta de vaina seca. El valor más alto de ganancia se lo obtiene en la Simulación 4 y corresponde a la venta de acopiadores. Con todos los valores obtenidos en este ítem se diseñó la Tabla 3 que muestra los máximos en cada una de las simulaciones. Este análisis permite detectar cuales son las etapas que presentan mayores ganancias.

Table 3. Valores máximos de ganancias en cada una de las etapas de la Cadena de Valor del pimentón

Item	Simulación 1(\$)	Simulación 2 (\$)	Simulación 3(\$)	Simulación 4(\$)	Simulación 5(\$)
Venta directa pimentón	1.670,00				
Venta de vaina seca		1.680,00	1.680,00		20.006,00
Venta acopiadores				13.706,00	
Venta industria alimen.					
Produc. artesanal					

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en la mayoría de los casos conviene la venta de la vaina seca de pimienta. Se analiza que los productos menos convenientes son el pimentón fresco, ya que es muy reducido el margen de ganancia, y los productos procesados ya que el precio de venta a los intermediarios es mínimo (ya que la calidad y el precio es definido por los últimos eslabones). Posteriormente, se realizó una tabla comparativa de las ganancias obtenidas por el sector productor y los de comercialización final del pimentón molido (acopiadores, industria alimenticia y productores artesanales). De acuerdo a un relevamiento realizado en la ciudad de Salta, los precios de ventas por Kg de pimentón a la fecha del análisis son: \$150/kg para el caso de minoristas, y para el caso de supermercados y almacenes el precio alcanza un valor de \$455,20/Kg. En la Tabla 4 se puede observar comparativamente los ingresos y las ganancias de los productores y del sector de comercialización final de la cadena de valor del pimienta:

Table 4. Tabla comparativa de las ganancias e ingresos de los diferentes sectores de la Cadena de pimentón

Sector de la Cadena	Ingres. Simul 1(\$)	Ingres. Simul 2(\$)	Ingres. Simul 3(\$)	Ingres. Simul 4(\$)	Ingres. Simul 5(\$)
Venta acop.	-	-	-	146.850,00	41.550,00
Venta ind. Alimen.	-	-	-	122.904,00	33.229,60
Produc. artesanal	-	-	-	24.150,00	6.000,00
	Ganan. Simul 1(\$)	Ganan. Simul 2(\$)	Ganan. Simul 3(\$)	Ganan. Simul4(\$)	Ganan. Simul 5(\$)
Productores	3.266,00	2.052,00	2.054,00	24.565,00	29.836,00

Fuente: Elaboración propia

Es notable la gran diferencia monetaria que presentan los ingresos de los acopiadores e industriales comparados con las ganancias obtenidas por el productor.

6 Análisis de Sensibilidad

Para analizar el grado de sensibilidad de la producción y de los costos y precios en la Cadena de Valor del pimiento, se realizaron las siguientes modificaciones. Los cambios propuestos son los siguientes:

6.1 Modificación en el porcentaje de venta directa.

El cambio que se propone es el procesamiento del porcentaje total de pimiento fresco, sin venta directa, según puede verse en la Figura 3:



Fig. 3. Cadena de Valor del Pimiento procesado al 100 %

Fuente: Elaboración propia

En este caso se realizó la simulación y los resultados obtenidos se pueden resumir en la Tabla 5, según se muestra:

Table 5. Tabla de ganancias considerando el procesamiento del 100 % de pimiento

Item	Cantidad simulada(Kg)	Ganancias (\$)
Venta directa pimentón	0	-
Venta de vaina seca	4726	33.082,00
Venta acopiadores	448	6.272,00
Venta industria alimentaria	97	1.358,00
Producción artesanal	67	938,00
Total de ganancias (\$)		41.650,00

Fuente: Elaboración propia

Mediante este cambio se analiza el impacto que tiene el agregado de valor sobre la cadena de valor del pimiento. Con la información obtenida a través de la simulación los datos y precios de venta, se puede visualizar que conviene asignar mayor valor agregado (a través del procesamiento), que vender directamente el pimiento fresco. La mayor ganancia se obtiene con venta de las vainas secas, y la menor ganancia con los otros procesamientos. Esto se atribuye a que el margen de ganancia con los intermediarios es mínimo. De igual forma, si se compara con las ganancias con la Tabla 2, la ganancia obtenida con el procesamiento es superior en todos los casos analizados.

6.2 Modificación en el precio de venta final del pimiento seco y molido a intermediarios

Se realizó un relevamiento de los precios de venta actuales del Kg de pimentón en supermercados, almacenes y mercado de verduras “San Miguel”¹ del departamento Capital de la provincia de Salta, y se obtuvo la Tabla 6:

Table 6. Precios promedios de Venta de Pimentón

Intermediarios previos al consumidor final	Tipo de Pimiento seco y molido(\$/Kg)		
	Envas. 1° marca(\$)	Envas. 2° marca(\$)	Fracc. sin envase(\$)
Supermercados	455,20	292,40	
Almacenes	455,20	292,40	150,00
Mercados			150,00

Fuente: Elaboración propia a partir de precios al consumidor de Supermercados Vea, Marolio, Mercado San Miguel-Salta (Octubre 2017)

A partir de esta última, se elaboró una tabla comparativa de los precios de venta de los productores, supermercados, almacenes y mercados del pimentón seco, del molido sin envasar. El margen de los precios entre ambos determina el margen de ingresos de los productores y de los intermediarios (acopiadores, industria alimenticia, y productores artesanales). Si se considera el caso estudiado en el que se compra a los productores el pimentón seco y molido a \$90/Kg, se obtiene un margen de ganancia de \$14/Kg.

En la Tabla 7, se muestra el margen de ingresos de los intermediarios. En este se deberán tener en cuenta a futuro los costos de transporte, procesamiento e industrial-

¹ Ubicado en avenida San Martín N°780(<http://www.mercadosanmiguel.todowebsalta.com.ar/>)

zación, recursos humanos entre otros, datos que permitirían determinar el margen de ganancia de cada uno de los actores intermediarios.

Table 7. Margen de ingresos de intermediarios

Intermediarios previos al consumidor final	Tipo de Pimiento seco y molido(\$/Kg)		
	Envas. 1° marca (\$)	Envas. 2° marca(\$)	Fracc. sin envase(\$)
Supermercados	365,20	202,40	
Almacenes	365,20	202,40	60,00
Mercados			60,00

Fuente: Elaboración propia-October 2017

En la Tabla 8, se muestra, el porcentaje del margen de ingresos de los intermediarios con respecto al margen de ganancia de los productores:

Table 8. Porcentaje del margen de ingresos de los intermediarios comparado con el margen de ingresos del productor

Intermediarios previos al consumidor final	Tipo de Pimiento seco y molido (%)		
	Envasado primera marca	Envasado segunda marca	Fraccionado sin envase
Supermercados	405,78	224,89	
Almacenes	405,78	224,89	66,67
Mercados			66,67

Fuente: Elaboración propia-October 2017

Si se aumentará el precio de venta del Kg de pimentón a un 11,11 %, y con ello el productor lo vendería a \$100/Kg daría el porcentaje de aumento de ingresos.

De lo analizado, se puede observar que los últimos eslabones de la Cadena de Valor de un producto, definen el precio de venta al consumidor final. Las ventajas estratégicas y comerciales que poseen los últimos eslabones en comparación con los primeros le otorgan un mayor dominio sobre la Cadena de Valor del pimiento, y la fijación del margen de ganancia a los primeros eslabones.

En base a los resultados obtenidos y al análisis de sensibilidad realizado se verifica que se presenta una desigualdad distribución de la rentabilidad a lo largo de la Cadena de Valor, lo cual afecta el rendimiento global de la Cadena de Valor del pimiento. Dependiendo del mayor nivel de acceso a tecnología, información y a formas de financiamiento se verifica que los últimos eslabones de la Cadena de Valor del caso de estudio fijan el nivel de precio al consumidor final, lo cual afecta negativamente a los primeros eslabones. Dicho análisis se puede extender a otro tipo de Cadenas agroindustriales de la región.

7 Conclusiones y Perspectivas

De los resultados mostrados, de su análisis y de su discusión, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

En lo referente al modelo, presenta gran flexibilidad para simular el comportamiento de otro tipo de cadenas agropecuarias, ya que es una primera aproximación para el estudio de las Cadenas de valor agroindustriales de la provincia de Salta. Particular-

mente para el caso de la cadena de valor del pimiento convendría desglosar el sistema planteado para analizar con más detalle las barreras que impiden la mejora en su performance. Se recomienda para la perfección del mismo trabajar con una mayor cantidad de datos para mejorar las tasas de arribo y de servicio.

A partir de lo expuesto, se realizan las siguientes propuestas de mejora para el análisis y estudios posteriores: desde el punto de vista de la modelización, proponer que el primer eslabón (productor) intervenga como actor en los otros eslabones que son suplidos por los actores intermediarios. Los eslabones que tienen un papel fundamental en el desempeño de la cadena son los sectores de producción y el de comercialización. En este caso se supuso que se contaba con la inversión inicial en lo referente a equipamiento, capacitación mínima etc. La participación de otros actores como los organismos públicos (los cuáles son de gran importancia en el cumplimiento de la legislación vigente) que intervienen en la articulación de los diferentes ministerios y organismos públicos.

Uno de los eslabones críticos es el último eslabón de la comercialización. Se han tratado diferentes regulaciones como la ley de góndolas en diferentes países que permite regular el precio del consumidor final, y los beneficios dentro de la cadena.

8 Referencias

- [1] Acosta, A., 2006. Agrocadenas de Valor y Alianzas Productivas: Herramientas de apoyo a la agricultura familiar en el contexto de la globalización. Santiago Chile Oficina Reg. FAO Para América Lat. El Caribe.
- [2] Alfonso, U.M., Carla, M.V., 2013. Modelado y simulación de eventos discretos. Editorial UNED.
- [3] ameroni, M. (2010). "Análisis de Producto Pimiento para Pimentón" en Alimentos Argentinos Buenos Aires. [En línea]. Argentina, disponible en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/aromaticas/productos/Pimiento_xPimenton_2010_12Dic.pdf[Accesado el día 01 de octubre de 2017]
- [4] Cantú-González, J.R., García, M. del C.G., Herrera, J.L.B., 2016. Simulación de procesos, una perspectiva en pro del desempeño operacional. Rev. Iberoam. Prod. Académica Gest. Educ. 3.
- [5] Carral, L , Muller, A. (2017) Entrevista en Pimiento para pimentón, Argentina, Pampero, 30 de junio de 2017.
- [6] Cieza, G.L., 2010. Procesos organizativos y acceso a la tierra en el Valle Calchaqui (PhD Thesis). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- [7] Condorí, M., Echazú, R., Duran, G., Saravia, L., 2008. Secador Solar Híbrido. Diseño y Construcción. Av. En Energ. Renov. Medio Ambiente 12, 2-37.
- [8] Dunna, E.G., Reyes, H.G., Barrón, L.E.C., 2006. Simulación y análisis de sistemas con ProModel. Pearson Educación.
- [9] Emprende, A., Andaluz, F.P., 2015. Cadena de valor. Cadena Valor McKinsey Recuperado <https://www.andal.es/wp-content/uploads/2015/02/cadena-Valor.pdf>.
- [10] Gómez, C.A.C., Boucher, F., Requier-Desjardins, D., 2006. "¿Cómo activar" los sistemas agroalimentarios localizados en América Latina? Un análisis comparativo. Agroalimentaria 12.
- [11] Jansen, H.G., Torero, M., 2006. Resumen de la literatura de cadenas de valor agropecuarias en cinco países centroamericanos.

- [12] Maggi, E. (2017). "Pimiento para pimentón" en Ministerio de Agroindustria-Presidencia de la Nación. [En línea]. Salta, disponible en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/ediciones/43/cadenas/r43_07_Pimenton.pdf [Accesado el día 01 de octubre de 2017]
- [13] Martínez, M., (2017) Entrevista en Asociarse para crecer en altura, Argentina, Pampero, 14 de julio de 2017
- [14] Mintzer Mosqueira, R., Rampulla, M., Paz, J. (2016) "Jornada de actualización técnica: Manejo en Aji", Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Cerrillo Salta, 19 de abril de 2016.
- [15] Ministerio de Ambiente y Producción Sustentable (2017). "El precio mínimo sugerido para el kilo de pimiento en vaina seca es de 45 pesos" en Gobierno de la provincia de Salta. [En línea]. Salta, disponible en: <http://www.salta.gov.ar/prensa/noticias/el-precio-minimo-sugerido-para-el-kilo-de-pimiento-en-vaina-seca-es-de-45-pesos/52410> [Accesado el día 01 de octubre de 2017]
- [16] Mourtzis, D., Doukas, M., Bernidaki, D., 2014. Simulation in manufacturing: Review and challenges. *Procedia CIRP* 25, 213–229.
- [17] Muchnik, J., 2006. Sistemas agroalimentarios localizados: evolución del concepto y diversidad de situaciones, in: 3ème Colloque International Du Réseau SYAL: ALTER 06" Alimentación y Territorios.
- [18] Ocampo, J., Pavón, A., 2012. Integrando la metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim, in: Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology.
- [19] Padilla, R., 2014. Fortalecimiento de las cadenas de valor como instrumento de la política Industrial: Metodología y experiencia de la CEPAL en Centroamérica. CEPAL.
- [20] Porter, M.E., Advantage, C., 1985. *Creating and Sustaining Superior Performance*. New York, NY: Free press.
- [21] Salas Casasola, I., Boucher, F., Requier Desjardins, D., 2006. Agroindustria rural y liberalización comercial agrícola: el rol de los sistemas agroalimentarios localizados. *Agroalimentaria* 12.
- [22] Shannon, R.E., Bernal, F.A., 1988. *Simulación de sistemas: Diseño. Desarro. Implant. Mex. Trillas*.
- [23] Universidad Nacional de San Martín (2015). "Valor para el pimentón sanjuanino" en Universidad Nacional de San Martín. [En línea]. San Juan, disponible en: <http://www.unsam.edu.ar/tss/valor-para-el-pimenton-sanjuanino/> [Accesado el día 01 de octubre de 2017]
- [24] Vega, G., Mansilla, E., Martínez, F., 2014. Simulador dinámico de procesos, in: XLIII Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa (43JAIIO)-III Argentine Symposium on Industrial Informatics (SII)(Buenos Aires, 2014).