LOCALIZACIÓN DE PLANTA DE EMPAQUE ASOCIATIVA DE PRODUCTORES FRUTÍCOLAS DEL CENTRO DE SANTA FE, ARGENTINA

Travadelo, Mariana[1]
Bortoluzzi, Andrés[2]
Maina, Mariela[3]
Justo, Alicia[4]
Micheloud, Norma[5]

Recibido: 14-09-2015 Revisado: 21-01-2016 Aceptado: 28-07-2016

RESUMEN

La localización de instalaciones, como parte del diseño de una cadena de suministro, es considerada una decisión de naturaleza estratégica, de compromiso de recursos en el largo plazo y generalmente poco flexible. Es un factor externo que afecta la competitividad de la agricultura a niveles meso y micro, que impacta significativamente sobre los costos de transportar y procesar la producción dispersa de productores que –individualmente– no tienen un volumen significativo para acceder a los mercados de consumo de forma regular. El objetivo del presente trabajo es identificar la mejor localización de una planta de empaque para higos, que permita concentrar la producción dispersa de los productores del Grupo de Cambio Rural del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria «Frutales del Litoral», que posibilite el acceso a los mercados concentradores del ámbito cercano a la ciudad de Santa Fe (Argentina) o dirigido a otros centros urbanos del país. Este trabajo incorpora el componente espacial a esta decisión aplicando el método del centro de gravedad –a través de un Sistema de Información Geográfica– y la

[1] Ingeniera Agrónoma (Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral-UNL, Argentina); M.Sc. en Comercialización Internacional (Facultad de Ciencias Económicas-UNL, Argentina). Profesora Titular Exclusiva en Mercadeo Agroalimentario y participante del grupo de Economía Agraria de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral. ***Dirección postal:*** R. P. Kreder 2805-(3080). Esperanza-Provincia de Santa Fe, Argentina. ***Teléfono*****:** +54-3496-420639; ***e-mail*****:** mtravade@fca.unl.edu.ar

[2] Biólogo (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina); Especialista en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil). Responsable del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, Facultad de Ciencias Agrarias (Universidad Nacional del Litoral). ***Dirección postal:*** Kreder 2805-3080HOF. Esperanza-Provincia de Santa Fe, Argentina. ***Tele-fax*****:** +54-3-496) 426400; ***e-mail*****:** albortoluzzi@fca.unl.edu.ar

[3] Ingeniera Agrónoma (Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral-UNL, Argentina); M.Sc. en Administración de Empresas Agropecuarias (Facultad de Ciencias Económicas-UNL, Argentina). Ayudante de Cátedra Exclusivo en Mercadeo Agroalimentario; miembro del Grupo de Economía Agraria de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina). ***Dirección postal:*** R. P. Kreder 2805-(3080). Esperanza-Provincia de Santa Fe, Argentina. ***Teléfono*****:** +54-3496-420639; ***e-mail*****:** mmaina@fca.unl.edu.ar

[4] Ingeniera Agrónoma (Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario-UNR, Argentina); M.Sc. en Economía Agraria (Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires-FAUBA, Argentina); Especialista en Comercio Exterior y Marketing Internacional (Universidad de Belgrano-UB, Argentina). Líder de grupo en comercio internacional; Investigadora senior del Instituto de Economía, CICPES, INTA (Buenos Aires, Argentina). ***Dirección postal:*** Rivadavia 1250, 5ª piso. CABA, Argentina. ***Teléfono*****:** +54(11)4384-7640/41; *Web:* http://www.inta.gob.ar/instdeeconomia; ***e-mail*****:** justo.alicia@inta.gob.ar

[5] Ingeniera Agrónoma (Facultad de Ciencias Agrarias-UNL, Argentina); Magister en Cultivos Intensivos (Facultad de Ciencias Agrarias-UNL, Argentina). Docente universitaria, como Ayudante de Cátedra Exclusivo en Fisiología Vegetal (Facultad de Ciencias Agrarias-UNL, Argentina); Becaria doctoral CONICET. ***Dirección postal:*** R. P. Kreder 2805-(3080). Esperanza-Provincia de Santa Fe, Argentina. ***Teléfono*****:** +543496420639; ***e-mail*****:** nmicheloud@fca.unl.edu.ar

programación lineal como métodos alternativos en la determinación del emplazamiento conveniente, modelando el problema de abastecimiento al mínimo costo de transporte posible. La resolución en ambas metodologías arroja a la localidad de Esperanza como la más conveniente. La inclusión en un modelo integral de la totalidad de las variables logísticas permitiría avanzar en una definición más precisa de la conveniencia de un proyecto de agregación de valor de tipo asociativo.
Palabras-clave: Argentina, empaque, frutas, higos, localización, logística, Programación Lineal, SIG

ABSTRACT

The location of facilities, as part of a supply chain design, is considered a decision of strategic type, commitment resources in the long term and generally not flexible. It is an external factor affecting the competitiveness of agriculture at meso and micro levels, which has a significant impact on the costs of transporting and processing of the dispersed production of producers that individually do not have a significant volume to access to the consumer markets regularly. The objective of this work is to identify the best location of a packaging plant for figs, which allows to concentrate the dispersed production of the producers of the 'Cambio Rural' Group of the National Institute of Agricultural Technology «Frutales del Litoral», which allows access to the wholesale markets of the area near to the city of Santa Fe (Argentine), or directed to other urban centers in the Argentina. This paper incorporates the spatial component to this decision by applying as alternative methods in the determination of the suitable location, the center of gravity method –by a Geographic Information System– and linear programming, modeling the problem of supply at a minimum cost of transport possible from. The resolution in both methodologies throws to the town of Esperanza as the most convenient. The inclusion in an integral model of the totality of the logistic variables would allow to advance in a more precise definition of the convenience of an associative type value-added project.
Key words: Argentine, fig, fruits, GIS, Linear Programming, location, packing

RÉSUMÉ

L'emplacement des installations, dans le cadre de la conception d'une chaîne d'approvisionnement, est considérée comme une décision de nature stratégique, d'engagement des ressources sur le long terme et généralement inflexible. Il est un facteur externe affectant la compétitivité de l'agriculture méso et micro et a des conséquences importantes dans les coûts de transport et dans le traitement de la production des producteurs dispersés qui individuellement n'ont pas un volume important pour accéder régulièrement aux marchés des consommateurs. Le but de cette étude est d'identifier le meilleur emplacement pour une usine d'emballage des figues, ce qui permettrait la concentration de la production délocalisée des producteurs d'un groupe de « Cambio Rural » (changement rural) de l'Institut National de Technologie Agricole « Frutales del Litoral ». Ainsi il serait possible d'accéder aux marchés de gros près de la ville de Santa Fe (dans l'Argentina) ou dirigés vers d'autres centres urbains. Ce travail comprend la composante spatiale de cette décision en appliquant la méthode du centre de gravité - par le biais d'un système d'information géographique - et la programmation linéaire. Les deux méthodes permettent de connaitre l'emplacement approprié en modélisant le problème de l'approvisionnement au moindre coût du transport. La résolution dans les deux méthodes choisit la ville d'Esperanza comme le plus pratique. L'inclusion dans un modèle global de l'ensemble des variables logistiques permettrait une définition plus précise de la pertinence d'un projet associatif d'agrégation de valeur sur leurs productions.
Mots-clé : Argentine, emballage, emplacement, figues, fruits, Programmation Linéaire, SIG

RESUMO

A localização de instalações no desenho de uma cadeia de fornecimento é considerada uma decisão estratégica, dentro de compromisso de recursos de longo prazo, que, ademais, é geralmente, pouco flexível. Este é um fator externo que afeta a competitividade da agricultura em nível meso e micro, o qual impacta significativamente nos custos de transporte e processamento da produção. Regra geral os produtores se mostram dispersas, além de não possuírem um volume significativo para acessar os mercados de forma regular. O objetivo do presente trabalho é identificar a melhor localização de uma fábrica de embalagens para figos que permita concentrar a produção dispersa dos produtores do "Grupo de Cambio Rural" do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária «Frutales del Litoral», possibilitando o aceso aos mercados concentradores perto da cidade de Santa Fe (Argentina), ou a

outros centros urbanos do país. Este trabalho incorpora um componente espacial a esta decisão, aplicando o método Centro de Gravidade - via Sistema de Informação Geográfica - além da programação linear com métodos alternativos na determinação da localização conveniente, modelando o problema de abastecimento ao mínimo custo de transporte possível. A resolução em ambas as metodologias indica a localidade de Esperanza como a mais conveniente. A inclusão num modelo integral da totalidade das variáveis logísticas permitiria avançar numa definição mais acertada da necessidade de um projeto de valor agregado de tipo associativo.
Palavras chaves: Argentina, embalagem, frutas, localização, Programação Lineal, SIG

1. INTRODUCCIÓN

Dado el entorno dinámico en donde se desenvuelve la demanda de alimentos, se observan cambios significativos tales como requerimientos de nuevos productos, diferentes necesidades y tendencias, así como nuevas formas de los consumidores de hacer sus elecciones (FAO, 2007; Durstewitz & Escobar, 2006). Procesos como la urbanización, la integración de la mujer al espectro laboral e incremento en los ingresos *per cápita* han generado una demanda de materias primas con valor agregado y productos procesados que obliga a las empresas productoras/procesadoras de alimentos a adoptar un enfoque innovador en su propuesta con orientación al consumidor.

En relación con el consumo de frutas y verduras, cobra importancia la necesaria cooperación entre los actores de una cadena de suministro, velando por el compromiso de mantener buenas prácticas de higiene para la distribución y venta de frutas y hortalizas en las sucesivas etapas (Van Rijswick, 2013).

Particularmente, dentro de las funciones que abordan el comercio mayorista se citan el transporte desde origen hasta los almacenes del mayorista, el almacenamiento temporal de los *stocks* hasta su expedición, añadir valor al producto mediante su presentación, marca, envasado y transformación, búsqueda de compradores, entre otras. Algunas de estas funciones pueden ser desarrolladas por los productores proveedores, integrándose verticalmente en la cadena de valor, a fin de proveer un producto a una escala eficiente (Cruz Roche, 2010).

Algunas administraciones proponen líneas de ayuda específicas para desarrollar estrategias dirigidas a aumentar el valor añadido de las producciones y a promover una mayor integración, fusión y cooperación para mejorar los rendimientos económicos y ser competitivos en los mercados de destino (Aguilera, 2010).

La logística no es solo algo asociado al transporte. Comienza en el lugar de producción y culmina en el punto final de venta, incluyendo numerosas actividades, tanto productivas como comerciales. Dentro de este recorrido las empresas proveedoras buscan ganar competitividad a través de una logística adecuada a su estrategia comercial (Green & Iglesias Daveggio, 2003).

En el área Central de la Provincia de Santa Fe (Argentina) se viene desarrollando una propuesta de diversificación productiva con frutales desde la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral. Está orientada a los productores hortícolas de la región en razón que, al igual que otras áreas hortícolas del país, han entrado en una profunda crisis que afecta la sustentabilidad socioproductiva de la región (Bouzo, Favaro, Pilatti & Scaglia, 2005). Se han instalado numerosos emprendimientos comerciales y lotes demostrativos en campos de productores de entre 0,5 a 5,0 ha de superficie, de distintos cultivos frutales tales como duraznero, cítricos, manzano, higuera, frambuesa y zarzamora (Favaro, Weber, Bouzo, Pilatti, Buyatti & Gariglio, 2009; Gariglio, 2010; Travadelo *et al.*, 2012).

«Frutales del Litoral» es un grupo integrado por 10 empresas que en esta región cultivan básicamente higueras, durazneros y manzanos de bajo requerimiento de frío. Este grupo pertenece a Cambio Rural (CR), correspondiente a un programa del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) que brinda asesoramiento técnico y de gestión, siendo el trabajo grupal y participativo su estrategia principal. Los mercados que hoy ocupan son de nicho; algunos venden en fresco por canal directo, mientras que otros procesan parte de su producción –como dulces– o bien intercambian con algún productor del grupo que luego abastece sus propios canales. La superficie que involucra a todas las rutas consideradas por el trabajo cubre unos 6.000 km^2; considerando el punto central en el área de estudio, se delimita un círculo con un radio de 43 km aproximadamente. Esto representa una dificultad en relación con la ubicación de una planta

comunitaria de empaque, que brinde las bases para un acopio y abastecimiento a un mercado concentrador o para abordar un proceso de agregado de valor en condiciones sanitarias y escala apropiada.

Surge aquí la revalorización del componente espacial como parte de las decisiones que debe tomar el economista agrario (Engler, 2008). Dentro de los recursos utilizados para analizar el componente espacial se encuentran los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que, en forma genérica y entre gran cantidad de definiciones, son herramientas computacionales para el tratamiento de información geográfica. Los mismos, además de integrar datos de diversas fuentes, permiten desarrollar análisis complejos de los mismos (Câmara, Clovoveu & Monteiro, 2004). Una de las tantas derivaciones del uso de los SIG está orientada a la planificación territorial, entre la que se encuentran distintas técnicas para el análisis y toma de decisiones en lo referido a sistemas viales (Camacho, Cañete & Lara Valle, 2006; Conesa García, Álvarez Rogel & Granell Pérez, 2004).

La localización de instalaciones, como parte del diseño de una cadena de suministro, es considerada una decisión de naturaleza estratégica, de compromiso de recursos en el largo plazo y generalmente poco flexible (Araneda & Moraga, 2004). Como factor externo que afecta la competitividad de la agricultura a un nivel meso y micro (Rojas & Sepúlveda, 1999), impacta de forma significativa sobre los costos de transportar y procesar la producción dispersa de productores que, individualmente, no tienen un volumen significativo para acceder a los centros de consumo y procesamiento de forma regular. Por lo tanto, la optimización de la ubicación –entendido como un factor dinámico– es relevante para la supervivencia de estas pequeñas producciones emergentes, así como en su relación con clientes y proveedores (Porter, 2008).

La renta obtenida por el factor de localización deriva básicamente de dos vertientes: la renta económica y la renta de ubicación. La primera proviene de las diferencias en las condiciones agroecológicas entre territorios –fertilidad, relieve, condiciones climáticas, entre otras– , pudiendo afectar la competitividad de una determinada cadena de valor. Por su parte, la renta de ubicación surge de la distancia entre eslabones de una misma cadena o respecto al mercado (Romero & Sepúlveda, 1999).

Dentro de los factores de localización, Behrens (citado por García Echevarría, 1973) propone un modelo que persigue el objetivo de la rentabilidad, discriminándolos como i) factores de aprovisionamiento, en todas sus dimensiones y donde el factor tiempo es relevante en casos de productos perecederos cuando el suministro debe realizarse en cortos períodos (productos frutihortícolas); y ii) factores de transformación. Cuanto mayor sea la sensibilidad del factor de producción al transporte, se reduce la zona de atracción de un lugar de emplazamiento.

Rodríguez & Ruíz (2010) han analizado factores como la asimetría de las redes de transporte por carretera, el territorio y la localización aplicados al sistema logístico español. Así mismo han comprobado la necesidad de la definición de una matriz de distancias, calculadas a partir de un conjunto de geolocalizaciones con ayuda de un SIG, para brindar soluciones eficientes y eficaces para las empresas actuales y sus operaciones logísticas.

Además de los componentes ambientales, debe considerarse también la aglomeración técnica, que puede facilitar y abaratar los procesos de transformación. Fujita & Thisse (1996), considerando los factores que influyen en la organización geográfica de los mercados, señalan que hay una relación fundamental entre economías de escala y costos de transporte. Menores costos de transporte o en forma más general, costos de mercadeo, tienden a favorecer la formación de 'clusters' o a desalentar la formación de nuevos.

La localización de una central alimentaria, presenta básicamente dos problemas: el emplazamiento y su dimensionamiento. Generalmente, el emplaza-miento responde a un número reducido de alternativas, donde las economías externas tienen un peso considerable. Disponibilidad de rutas y áreas industriales, aprovisionamiento conveniente de agua, energía y mano de obra calificada son posibles factores que operan como ponderadores en la decisión final (Ballesteros, 1991; Coq Huelva, 2000).

Sin embargo, dado que la actividad productiva es incipiente en la región, se dimensiona al mínimo posible la planta concentradora y acondicionadora, para así cubrir los requisitos de habilitación bromatológica del ámbito provincial y nacional. La minimización de esfuerzos, recursos y tiempo en traslado hasta los centros de acopio, base de recursos naturales y los mercados intermedios o de bienes finales son consideraciones que deben ser tenidas en cuenta para escoger la ubicación conveniente (Chavarría & Sepúlveda, 2001) a fin de impulsar la competitividad de la cadena de valor.

El objetivo del presente trabajo es identificar la mejor localización de una planta de empaque para

higos, que permita concentrar la producción dispersa de los productores del Grupo de CR «Frutales del Litoral», que posibilite el acceso a los mercados concentradores del ámbito cercano a la ciudad de Santa Fe o dirigido a otros centros urbanos del país.

2. METODOLOGÍA

Dentro de los procedimientos más significativos para la decisión de la localización se hallan los métodos analíticos y los procedimientos heurísticos (García Echevarría, 1973). En los primeros, los modelos desarrollados se constituyen con la información basada en relaciones cuantitativas entre los factores considerados. Dentro de estos están, entre otros, el modelo weberiano y la determinación con programación lineal. Ejemplos de estas metodologías aplicadas en análisis de localización en el sector agropecuario son Díaz Patier & Caldentey (1978) y Díaz Patier (1977) que han aplicado estos modelos optimizadores de localización de centrales lecheras e industrias de mataderos. Por su parte, los procedimientos heurísticos consideran la valoración de los distintos factores de localización, tales como la simulación y el método del centro de gravedad.

En la aplicación al caso bajo estudio, los análisis de localización se realizaron a través de dos metodologías. La primera y más sencilla, el método de centro de gravedad, está encuadrada dentro de los procedimientos heurísticos y determina el centroide ponderado entre los diferentes productores de higo del Grupo de CR. La ponderación se realizó considerando un factor que incluye el costo de transporte de la producción de cada sitio a los posibles emplazamientos considerados, a saber: A) Esperanza, en el Departamento Las Colonias (Longitud -60.92028; Latitud -31.48169); y, B) Santo Tomé, en el Departamento La Capital (Longitud-60.78640; Latitud -31.67024). Se georeferenció también la ubicación del Mercado de Productores de Santa Fe (M) (Longitud -60.75402; Latitud -31.5635), que es un mercado concentrador y el posible destino de la producción en fresco local.

Para estimar las distancias en la recolección de la producción entre los establecimientos y los dos posibles sitios de procesamiento (Sitio A, cercano a la ciudad de Esperanza y Sitio B, cercano a la ciudad de Santo Tomé), así como para ubicar geográficamente el centroide ponderado, se trabajó en el entorno del SIG QGIS 2.6 (DT QGIS, 2015).

El primer paso fue situar, mediante coordenadas geográficas, todos los establecimientos Mercado de productores de la ciudad de Santa Fe. Posteriormente se digitalizó por tramos la red vial de rutas asfaltadas principales las que comunicaban a todos los puntos, tomando como base el Warehouse Management System (WMS) de rutas facilitado por el portal Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe de la Provincia de Santa Fe (IDESF, 2015).

Debido a que 2 de los 7 establecimientos se encontraban situados muy distantes del resto, se decidió conformar dos circuitos semanales: uno corto, que vinculó solamente a los 5 establecimientos cercanos una vez por semana; y otro largo, que vinculó con la misma frecuencia a los 7 establecimientos. La estimación de la distancia de recorrido de cada circuito se realizó sumando el largo de los tramos involucrados, considerando en forma separada el Sitio A y el Sitio B.

La producción por establecimiento se estimó a partir de información zonal que surgió de los ensayos de mayor extensión que se corresponden con la variedad de higo 'Brown Turkey', efectuados en el grupo de CR. Los mismos fueron realizados a lo largo de 5 años en la localidad de Monte Vera (Santa Fe), obteniéndose el registro de la producción media semanal del período de cosecha (Favaro & Micheloud, 2017).

El segundo método, que se encuadra dentro de los métodos analíticos, es la Programación Lineal (Frank, 2010). A través de ella se formaliza el problema de la localización dentro de un modelo matricial de decisión. Se encuadra como un modelo sencillo que tiene en cuenta únicamente las fases de origen –los sitios productivos– y destino –la planta de empaque–. Refiere a la resolución de una matriz de minimización de costos de transporte, que brinda la solución óptima del problema. La función objetivo, formulada como la ecuación [1], es de la forma:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} cij\ xij \qquad [1]$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \leq s_i \qquad \text{para } i = 1, 2, \ldots, m \qquad [2]$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} \geq d_j \qquad \text{para } j = 1, 2, \ldots, n \qquad [3]$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad \forall \text{ "i" y "j"} \qquad [4]$$

Donde [1] Minimizar el costo total de distribuir las producciones, comprende:

Z = Costo total de distribución;
x_{ij} = unidades producidas que se distribuyen del origen «*i*» al destino «*j*»; y,
c_{ij} = costo de trasladar la producción del origen «*i*» al destino «*j*».

Y el reto de condiciones se interpretarían como:
[2] No exceder las capacidades de cada sitio productivo
[3] Satisfacer las capacidades de cada sitio productivo
[4] Condición de no negatividad

Para la resolución se aplicó el complemento Solver de Excel 2007. El modelo resultante está conformado por las actividades que refieren al sitio de cada productor y sendas variables de decisión referidas a los sitios alternativos (Esperanza y Santo Tomé). La contribución de cada variable a la función Z está representada por el costo variable de trasladar la producción de cada miembro a estos sitios.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. SITIOS ALTERNATIVOS

A: Esperanza, en el Departamento Las Colonias (Longitud: -60.92028; Latitud: -31.48169). Posee un 'Parque industrial' en vías de desarrollo, el cual contará con todos los servicios, tales como gas, luz, efluentes, comunicaciones, vigilancia. Está actualmente en proceso de aprobación nacional en el Registro Nacional de Parques Industriales.
B: Santo Tomé, en el Departamento La Capital (Longitud -60.78640; Latitud -31.67024). Es un áreaindustrial que agrupa a todas las industrias vinculadas a la alimentación. Cuenta con servicios básicos de gas, electricidad, recolección de residuos, si bien no está delimitado.

3.2. RESOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Con la información disponible relativa a los productores de Cambio Rural, se aplicaron dos métodos: el método del centro de gravedad y la programación lineal.

3.2.1. MÉTODO DEL CENTRO DE GRAVEDAD

El centro de gravedad de los puntos, donde cada uno es un productor de higo, ha sido calculado a partir de la ponderación dada por el costo de trasladar su producción anual individual. La producción estimada surge de ensayos realizados en la región, y exhiben el comportamiento evidenciado en la Figura Nº 1. Tal comportamiento responde en general a una distribución de la cosecha desde fines del mes de diciembre hasta finales del mes de mayo de cada año, con niveles máximos en la cuarta semana de enero. El volumen de producción a comercializar dependerá de la cantidad de plantas de cada productor.

La Figura Nº 2 exhibe una representación espacial del área objeto de estudio donde se posicionan los productores involucrados y el diseño de los circuitos corto (5 productores) y largo (7 productores).

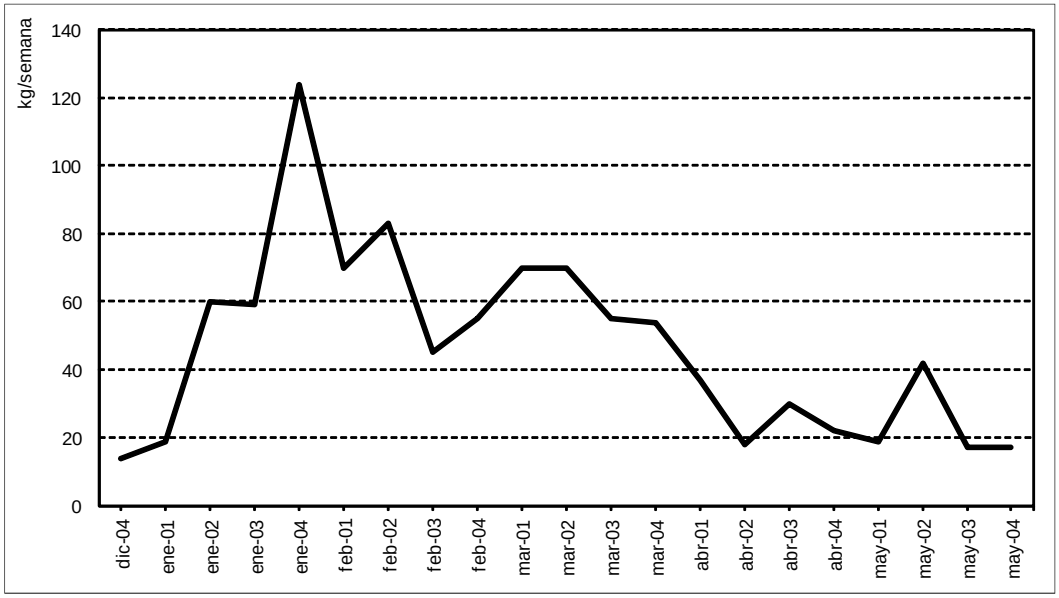

Figura 1. Distrito Monte Vera (La Capital-Santa Fe): producción semanal por 100 plantas de Higo (*Ficus carica*), variedad 'Brown Turkey (promedio 2007/2011)

Fuente: Favaro & Micheloud (2017)

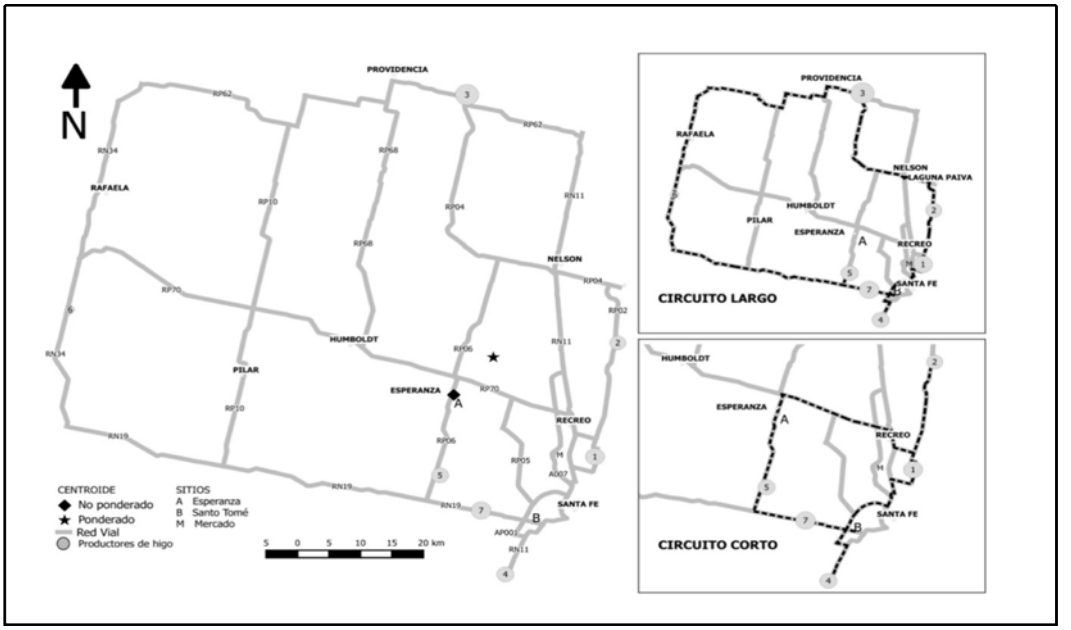

Figura 2. Ubicación de los productores del Grupo de Cambio Rural «Frutales del Litoral».
Fuente: Laboratorio SIG-FCA-UNL

El centro de gravedad ponderado se encuentra próximo al sitio Esperanza (A), considerándose la mejor ubicación teniendo en cuenta el peso relativo dado por la cantidad de producción (evidenciado por el tamaño del círculo en cada punto) y su distancia al centro de empaque. El sitio Esperanza es un parque industrial, aún sin habilitación a nivel nacional, pero que podría proveer condiciones favorables para la instalación de nuevos emprendimientos.

El diseño de los circuitos de recolección con recorridos bisemanales o semanales, encuadran dentro de los parámetros que Bouzo, Travadelo & Gariglio (2012) señalan como aceptables para la conservación postcosecha del higo. La aplicación de membranas con permeabilidad selectiva podría usarse para reducir la tasa de respiración y así extender la vida en almacenamiento y la apariencia de calidad.

3.2.2. MÉTODO DE PROGRAMACIÓN LINEAL

El modelo, concebido básicamente como un modelo de transporte que minimiza el costo variable, arroja un valor de Z = 118.145,39 pesos argentinos ($). La solución selecciona como sitio conveniente a Esperanza, aquel que minimiza el valor de Z, mostrando coincidencia con el método anterior.

El Precio Sombra o costo de sustitución del Sitio Santo Tomé es 0,12 $/kg, lo que indica que solo entraría en la solución óptima si esta opción fuese de un costo de transporte 5,28% menor. Ofrece una solución estable, considerando solamente los costos del transporte. Sin embargo, la consideración de economías externas podría ponderar en un sentido diferente la solución más conveniente. A su vez, la inclusión de otros objetivos en la formulación del modelo que contemplen criterios de maximización del beneficio del empresario, enriquecería la decisión bajo estudio.

4. CONCLUSIONES

La elección de la localización de instalaciones con destinos específicos (industria, depósitos, almacenes), dirigidas a integrar la cadena de valor de un producto, debe ser analizada como objeto de estudio. Esto se fundamente en que constituyen un factor determinante del diseño de una eficiente cadena de suministro, a fin de responder adecuadamente a la satisfacción de las necesidades de los clientes.

Es una decisión de naturaleza estratégica, por el compromiso de montos de inversión elevados, en general con alta especificidad. En ella, una definición errónea puede afectar la eficiencia de las organizaciones involucradas, así como resentir el nivel de servicio a los consumidores.

De esta manera, alternativas de localización que permitan disminuir los costos de transporte, o en

forma más general los costos de mercadeo, tienden a favorecer la formación de 'clusters' geográficos o de desalentar la creación de nuevos. Si bien esta decisión opera en el ámbito de las empresas, la existencia de facilidades públicas preexistentes incentiva la aglomeración tanto de firmas como de consumidores entorno a un núcleo urbano como punto focal.

Atendiendo a los objetivos planteados, en el presente estudio se aplicaron dos métodos para identificar la localización más conveniente, convergiendo claramente en la localización de la planta de empaque de tipo asociativo en la localidad de Esperanza (Santa Fe, Argentina). Otras ponderaciones podrían tenerse en cuenta, evaluando también algunas economías externas que es necesario considerar, tales como la disponibilidad de la mano de obra, los costos de los servicios, la accesibilidad, entre otros aspectos.

La inclusión en un modelo integral de la totalidad de las variables logísticas, tales como capacidad de almacenamiento en frío, entre otras, permitiría avanzar en una definición más precisa de la conveniencia de un proyecto de agregado de valor de tipo asociativo.

REFERENCIAS

Aguilera, C. (2010). Mayor dimensión empresarial e internacionalización, claves para reforzar la competitividad. *Revista Mercados Quién es quién Who is who-Fruit Logística 2010*, pp. 10-12.

Araneda, R. & Moraga, R. (2004). La decisión de localización en la cadena de suministro. *Ingeniería Industrial,* 3(1), 57-67.

Ballesteros, E. (1991). *Economía de la empresa agraria y alimentaria*. Madrid: Mundi-Prensa.

Bouzo, C., Favaro, J. C., Pilatti, R. & Scaglia, E. (2005). Cinturón hortícola de Santa Fe: descripción de la zona y situación actual. *Revista FAVE-Ciencias Agrarias*, 4(1-2), 63-69.

Bouzo, C., Travadelo, M. & Gariglio, N. (2012). Effect of different packaging material son postharvest quality of fresh fig fruit. *International Journal of Agriculture & Biology*, 14(5), 821-825.

Camacho, M. T., Cañete, J. A. & Lara Valle, J. J. (2006). *El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas*. Granada: Editorial Universidad de Granada.

Câmara, G., Clovoveu, D. & Monteiro, A. M. (2004). *Introdução à ciência da geoinformação*. São José dos Campos: INPE. Recuperado de http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd

Chavarría, H. & Sepúlveda, S. (2001). *Factores no económicos de la competitividad*. San José, Costa Rica: IICA.

Conesa García C., Álvarez Rogel, Y. & Granell Pérez, M. C. (2004). *El empleo de los SIG y la teledetección en planificación territorial*. Murcia: Universidad de Murcia. Recuperado de https://books.google.com.ar/

Coq Huelva, D. (2000). *Economía y Territorio: una somera revisión crítica*. Recuperado de http://pendientedemigracion.ucm.es/info/ec/jec7/pdf/com8-3.pdf

Cruz Roche, I. (2010). Los intermediarios mayoristas en la cadena de valor de alimentación fresco. *Distribución y Consumo,* (13), 13-29.

Díaz Patier, E. (1977). Número, tamaño y localización óptimos de centrales lecheras. *Revista de Estudios Agrosociales*, (98), 65-88.

Díaz Patier, E & Caldentey, A. (1978). Un modelo de localización para la industria de mataderos de Galicia. *Agricultura y Sociedad*, (6), 217-227.

DT QGis. (2015). Quantum Gis Geographic Information System [Software]. Open Source Geospatial Foundation Project. Recuperado de http://www2.qgis.org/

Durstewitz, P. & Escobar, G. (2006). *La vinculación de los pequeños productores rurales a los mercados*. Chile: RIMISP.

Engler, P. (2008). Análisis de la localización de actividades agropecuarias en el departamento Paraná de la provincia de Entre Ríos: un modelo de optimización. En: Vicién, C., Pena De Ladaga, S. & Petri, G. (Eds.), *Modelización económica en el sector agropecuario* (pp. 77-96). Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora.

Favaro, J. C. & Micheloud, N. (2017). *Distribución de la cosecha y producción de higueras en el cinturón hortícola de Santa Fe.* (Inédito).

Favaro, J. C., Weber, M., Bouzo, C., Pilatti, R., Buyatti, M. & Gariglio, N. (2009). Resultados preliminares del cultivo de la higuera en la zona central de Santa Fe. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral. Esperanza, Santa Fe. *Acta de Resúmenes de trabajos presentados en el XXXII Congreso Argentino de Horticultura* (septiembre).

Frank, R. (2010). *La optimización de la empresa agraria con programación lineal.* Buenos Aires: UBA.

Fujita, M. & Thisse, J. F. (1996). Economics of agglomeration. *Journal of the Japanese and International Economies,* (10), 339-378.

García Echevarría, S. (1973). Las decisiones de localización de la empresa (Política de localización empresarial). Aportaciones teóricas y posibilidades de su utilización en la práctica. *Revista de Economía Política*, (63), 49-101.

Gariglio, N. (2010). Frambuesa, higuera y manzano. Cultivos alternativos para la zona pampeana. *Conferencia presentada en el marco del XXXIII Congreso Argentino de Horticultura.* 28 de septiembre al 1 de octubre de 2010.

Green, R. & Iglesias Daveggio, R. (2003). Logística y exportaciones de fruta fresca chilena. *Horticultura*, (171), 22-31.

Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe, IDESF. (2015). *Warehouse Management System (WMS) de rutas.* Recuperado de https://www.santafe.gov.ar/idesf/portal

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (2007). *Challenges of agribusiness and agro-industries development.* Rome: FAO, Committee of Agriculture, 20th session.

Porter, M. (2008). *Ventaja competitiva. Creación y sostenimiento de un desempeño superior.* México: Ed. Continental.

Rodríguez, A. & Ruiz, R. (2010). Estudio de la relación entre la asimetría de las redes de transporte por carretera, el territorio y la localización. *4th International Conference on Industrial Engineering and Industrial management-XIV Congreso de Ingeniería de organización.* Donostia, San Sebastián (septiembre).

Rojas, P. & Sepúlveda, S. (1999). *El reto de la competitividad en la agricultura.* San José, Costa Rica: IICA.

Romero S. & Sepúlveda S. (1999). *Territorio, agricultura y competitividad.* San José, Costa Rica: IICA.

Travadelo, M., Sordo, M. H., Favaro, J. C., Pernuzzi, C., Perren, R., Gariglio, N., Maina, M., Rossler, N., Brizi, M. C. & Carboni, A. (2012). Diversificación con frambuesa: el impacto de su introducción en sistemas hortícolas de Coronda, Santa Fe, Argentina: análisis de un caso de estudio. *Rev. FCA UNCUYO*, 44(2), 255-262.

Van Rijswick, C. (2013). *Rabobank Report: Fruit & Vegetable consumption falls despite government efforts to promote health.* Recuperado de https://www.rabobank.com/en/press/search/2013/20130704_Rabobank_Fruit_Vegetable_consumption_falls_despite_government_efforts_to_promote_health.html