

# FACTORES ESTRUCTURALES EN LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN DE VAINILLA (*Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews) EN MÉXICO

## STRUCTURAL FACTORS IN THE CONSTRUCTION OF THE REGIONAL VANILLA (*Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews) INNOVATION SYSTEM IN MEXICO

Espejel-García, A.<sup>1</sup>; Barrera-Rodríguez, A.<sup>2\*</sup>; Herrera-Cabrera B.E.<sup>3</sup>; Cuevas-Reyes V.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Catedrático CONACYT-Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, 56230 Texcoco, México. <sup>2</sup>Innovación y Servicio Profesionales S.A. de C.V. Allende 206, Colonia San Juan de Dios, C.P. 56169. <sup>3</sup>Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5, Santiago Momoxpan, 72760 Puebla. <sup>4</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-CEVAMEX). Km.13.5 Carretera México- Texcoco, Coatlinchan, Texcoco, Estado de México, C.P. 56250.

\*Autor de correspondencia: ariadna.barrera@gmail.com

### RESUMEN

El concepto de sistema de innovación ha tomado gran relevancia en los últimos años en los países en desarrollo ya que es un medio para estimular los procesos de innovación en el sector agrícola, considerando los procesos de interacción entre investigación y actividad económica, prácticas para la interacción y aprendizaje, y creación de un ambiente facilitador que incentiva la innovación, favoreciendo la generación de conocimiento social y económicamente útil. Se analizaron los factores estructurales (actores, instituciones, interacción e infraestructura) en la construcción del sistema de innovación de *Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews, en Veracruz, Puebla y San Luis Potosí, México, como un primer paso en la construcción del sistema de innovación. Los resultados sugieren avances en los procesos de interacción, infraestructura y actores, mientras que las instituciones que dan forma a las organizaciones han permanecido estáticas ante los cambios del entorno.

**Palabras clave:** adopción, factores estructurales.

### ABSTRACT

The concept of innovation has acquired great relevance in recent years in developing countries, since it is a means to stimulate innovation processes in the agricultural sector, considering the interaction processes between research and economic activity, practices for interaction and learning, and the creation of an enabling environment that fosters innovation, favoring the generation of socially and economically useful knowledge. The structural factors (actors, institutions, interaction and infrastructure) present in the construction of the innovation system for *Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews, in Veracruz, Puebla and San Luis Potosí, Mexico, were analyzed, as a first step in the construction of the innovation system. The results suggest advances in the interaction, infrastructure and actors processes, while the institutions that shape the organizations have remained static in face of changes in the environment.

**Keywords:** adoption, structural factors.

**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 1, enero. 2016. pp: 74-78.



## INTRODUCCIÓN

En el contexto actual del desarrollo agrícola, se enfatiza la importancia de la investigación y transferencia de tecnología, se reconoce a la innovación como un proceso interactivo entre individuos y organizaciones que procesan diversos tipos de conocimiento, y que se desarrolla en un ambiente político, económico y social específico. Se hace relevante la perspectiva sistémica y se presta mayor atención a los procesos de interacción entre la investigación, actividad económica, prácticas que promueven la interacción, aprendizaje y creación de un ambiente facilitador para la innovación que contribuya a generar conocimiento socioeconómico útil (Banco Mundial, 2008). En México está ausente una política que cohesione a los diversos actores a nivel nacional (Ekboir *et al.*, 2006; Muñoz, *et al.*, 2007); en lo local, diferentes estudios han mostrado poca interacción entre actores involucrados con la generación y la difusión de la innovación. Factores tales como, bajo nivel de adopción de innovaciones, débil interacción de instituciones de enseñanza e investigación con el sector productivo, así como, escasa generación de estrategias para vincular a los productores con mercados rentables son parte de la causalidad (Espejel *et al.*, 2014; FAO, 2007).

En este contexto surge el concepto de Sistema Regional de Innovación definido como un *entramado constituido por subsistemas de generación y explotación de conocimiento que interactúan para la creación de nuevo conocimiento* (Cooke *et al.*, 2003). Resulta de interés conocer la interacción entre los actores que colaboran en la cadena productiva vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews), la adopción de innovaciones, y la velocidad con que éstas son adoptadas. Estudios recientes señalan que existe poca articulación entre sectores académico, científico, gubernamental y productivo dentro de la cadena, lo cual restringe el flujo de información y materialización de proyectos que atiendan los problemas prioritarios (Barrera *et al.*, 2014). Debido a la complejidad de la cadena de vainilla y los actores involucrados, es necesario hacer el análisis considerando una visión sistémica y en la cual se identifiquen los factores estructurales (Kebebe *et al.*, 2015). A este respecto, los agentes que intervienen en los procesos de innovación son variados; Von Hippel (1998) resalta el rol de los usuarios; Mowery y Sampat (2005) destacan el papel estratégico de las universidades, la función específica de las multinacionales (Narula y Zanfei, 2005) y recientemente en el ámbito agropecuario de México destaca el mercado que incentiva y dinamiza el sistema de innovación (Espejel *et al.*, 2014).

El análisis de los sistemas de innovación propone la identificación de los *actores, instituciones, infraestructura e interacciones*, como dimensiones estructurales; los tres primeros se consideran componentes clave para el funcionamiento, mientras que las interacciones son vínculos y relaciones entre éstos. Con base en lo anterior, se identificaron los factores estructurales en la conformación del sistema de innovación en la cadena vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews) en México para generar recomendaciones que contrarresten los fallos estructurales del sistema.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los estados de Veracruz, Puebla y San Luis Potosí, México, quienes aportan 88% de la producción nacional y el 85% del valor. Se aplicaron encuestas a 49 productores clave seleccionados mediante muestreo simple aleatorio. La encuesta incluyó: datos generales, unidad de producción, organización y dinámica de innovaciones. El análisis de la red de innovación incluyó obtención de indicadores tales como, densidad, índice de centralización, tamaño de la red, actores estructuradores, cobertura y adopción de innovaciones.

### Variables:

**Densidad:** expresada como relaciones existentes del total de relaciones posibles en la red; y es el número de relaciones existentes entre las posibles (Borgatti *et al.*, 1992). Dónde:  $D$ =densidad,  $L$ =número de relaciones existentes,  $n(n-1)$ =número de relaciones posibles:

$$D = \frac{2L}{n(n-1)} * 100 \quad [1]$$

**Centralización:** Detecta el control o influencia de un actor o pequeño grupo de actores dentro de la red. El valor del índice obtenido es la proporción entre la suma de las diferencias del grado de todos los puntos ( $d$ ) con el valor mayor grado del grafo,  $D$ , y la suma de los grados de todos los actores; si el de uno de ellos fuera el máximo posible ( $n-1$ ) y el de los demás el mínimo (Borgatti *et al.*, 1992).

$$C = \sum(D-d) / [(n-1)(n-2)] \quad [2]$$

**Índice de cobertura:** Se calculó a partir de identificar a los actores clave con Key Player 2; e indica el grado de cobertura que tienen los actores clave dentro de la red, expresada como la capacidad de un grupo de actores para llegar al resto (Borgatti *et al.*, 1992).

**Actor difusor (diffuse):** Se calculó empleando el algoritmo. Considerando que la distancia  $d_{mj}$  del último nodo a cualquier otro nodo es 1, y  $N$  es el total de nodos.

$$R = \frac{\sum_j \frac{1}{d_{mj}}}{N} \quad [3]$$

La adopción de innovaciones se calculó a partir de la tasa de adopción de innovaciones (TAI), el cual expresa las innovaciones que realiza cada productor del total de innovaciones<sup>[1]</sup>, utilizando la siguiente ecuación (Muñoz *et al.*, 2007):

$$TAI = \sum_{i=1}^j \left( \frac{\text{Número de productores que realizan la innovación}}{\text{Número de productores totales}} \right) * 100 \quad [5]$$

Para los factores estructurales en la construcción del sistema de innovación se consideró la metodología propuesta por (Wieczorek *et al.*, 2012) que analizan factores estructurales tales como, los actores, instituciones, interacciones e infraestructura (Cuadro 1).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los productores de vainilla poseen en promedio 0.40 hectáreas en producción con rendimientos promedio de 200 kg ha<sup>-1</sup>. La producción de vainilla no es la actividad económica principal, representa una cuarta parte de sus ingresos. El análisis de redes sociales (Cuadro 2) identificó que los flujos de información e interacción entre productores e instituciones son bajos. En Puebla existe mayor comunicación entre actores de la cadena, y el valor de densidad fue 10%, en SLP, 4.4% y 7.1 % en Veracruz.

La centralización mide la preponderancia de algún (os) actor(es) de la red, y en este aspecto, se identificó que los productores referencian a actores específicos y existe preponderancia de algunos. Como difusores de la innovación se identificaron en los tres estados a los productores, sin embargo, su cobertura fue baja (Cuadro 2). Los recolectores concentran 80% de la información de la red en Puebla y son familiares y productores referidos; en Veracruz concentran 61.5% de la información de la red y son familiares y productores referidos. En SLP se registró que otros actores de la red y productores

**Cuadro 1.** Factores estructurales en los sistemas de innovación.

Dimensión estructural	Subcategorías
Actores	Sociedad Civil, Empresas: grandes firmas, compañías multinacionales; Instituciones de conocimiento (Universidades, institutos tecnológicos y centros de investigación); Gobierno y ONG's, etcétera
Instituciones	Duras: Reglas, leyes, regulaciones, instrucciones Blandas: Consumidores, usos y costumbres, rutinas, practicas establecidas, tradiciones, normas, expectativas
Interacciones	A nivel de redes; a nivel de contactos individuales.
Infraestructura	Físicas (Instrumentos, maquinas, construcciones, carreteras, puentes, redes de comunicación, puertos); Conocimiento (experiencia, saber hacer, información estratégica); Financiera (Subsidios, programas, subvenciones).

Fuente: Adaptado de Wieczorek *et al.*, 2012.

**Cuadro 2.** Indicadores de la red de innovación.

Indicador	Puebla	San Luís Potosí	Veracruz
Nodos	12	38	15
Relaciones	14	62	15
Densidad (Desviación estándar)	10.6 (30.7)	4.4 (20.5)	7.1 (25.7)
Centralización de salida (%)	8.26	6.57	15.30
Centralización de entrada (%)	57.85	39.88	45.91
Colector de información	80%: "Familiares" "Productor referido"	63.9%: "Otros Actores" "Productor referido"	61.5%: "Familiares" "Productor referido"
Difusor de innovación	30%: "Productor 32" "Productor 44"	16.6%: "Productor 01" "Productor 04"	30.7%: "Productor 35" "Productor 38"
Estructurador de la red	"Familiares" "Productor Referido" (90% fragmentación)	"Otros actores" "Productor referido" (97.7% fragmentación)	"Familiares" "Productor referido" (94% fragmentación)

Fuente: Encuesta a productores de vainilla, 2015

<sup>1</sup> Se implementaron once innovaciones: 1) selección de esqueje, 2) siembra de esqueje de 80 a 120 cm de largo, 3) desinfección de esqueje, 4) aplicación de materia orgánica, 5) control de maleza, 6) poda de tutor, 7) encauzamiento de guías para promover los brotes vegetativos, 8) enraizamiento, 9) poda de esquejes, 10) construcción de drenes, 11) cosecha en racimo.

referidos concentran 63.9% de la información. Los estructuradores, son los actores que sostienen la red y corresponden a los mismos actores identificados como recolectores; si estos actores se excluyeran, las relaciones disminuirían en 87% en SLP, 90% en Puebla y 94% en Veracruz (Cuadro 2).

**Adopción de innovaciones.** Los productores de Puebla presentaron mayor adopción de innovaciones, específicamente en el control de malezas, encauzamiento de guías y enraizamiento, las cuales se han adoptado al 100% (TAI) por productores. Las de menor adopción correspondieron a la siembra de esquejes vigorosos con 35% de productores adoptantes en SLP; la construcción de drenes en Puebla y San Luis Potosí fue adoptada por % y 12% respectivamente.

**Velocidad de adopción de innovaciones.** Para conocer la madurez del sistema y la rapidez con que los actores reaccionan (Figura 1), se calculó la velocidad de adopción. En 1965 apareció la primera innovación en Puebla y pasaron 35 años para que el 40% de los productores adoptara otra innovación, y en sólo 10 años cerca de 50% de los productores adoptó esas innovaciones. En Veracruz el proceso de adopción inició en 1985; en 15 años el 35% de

los productores había adoptado las innovaciones y en 13 años lo hizo el 60%. En SLP, en los últimos cinco años 50% de productores adoptó innovaciones y en los primeros 40 años solo el 40% lo hizo.

**Factores Estructurales.** Se asocian a fallas determinadas por el desempeño de las instituciones, por la infraestructura y por interacciones entre actores. El Cuadro 3 muestra el análisis considerando dos periodos en el tiempo, antes del año 2000 y después del año 2000 y a la fecha.

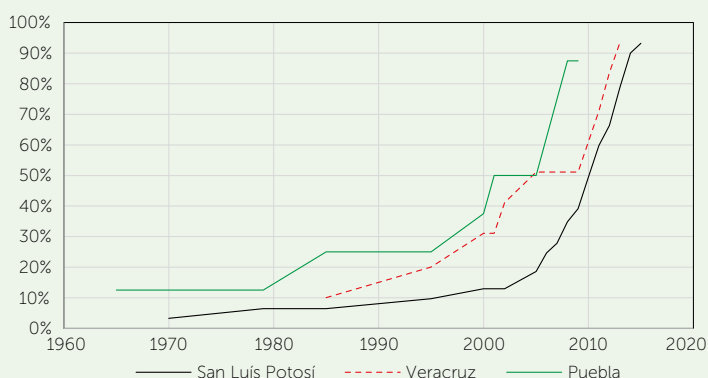
En la cadena vainilla en México, no ha habido cambios sustanciales, prevalecen pequeños productores parcialmente vinculados. Un cambio estructural posterior al 2000 ha sido la desaparición del mercado oligopólico de capital extranjero y la aparición de empresas comercializadoras de capital nacional, incursión de instituciones de enseñanza e investigación tales como, Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo, INIFAP, BUAP, Universidad Veracruzana, y empresas privadas proveedoras de insumos, asistencia técnica y capacitación (Cuadro 3). Entre los actores predominantes como fuentes de aprendizaje se ubicaron a la Universidad el resto de las instituciones tiene baja presencia, en SLP prevalece una diversidad de actores que participan en el sistema de innovación. Hasta antes del año 2000 no existían Programas de fomento a la innovación y desarrollo tecnológico y participación de las instituciones. Posteriormente se crearon programas de extensión y desarrollo tecnológico con poca incidencia en el tema de mercado. Se creó el Sistema Producto Nacional Vainilla, y se generó mayor participación de instituciones (públicas, sociales y privadas) en la definición de estrategias para la cadena productiva vainilla. Respecto a la interacción, antes del año 2000, no existía marco institucional de fomento a la vinculación entre instituciones y actores públicos y/o privados. La creación del Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología (SNITT) buscó fomentar la interacción entre los diversos actores de las cadenas de valor.

Mediante el análisis de redes, se midió el nivel de interacción entre las fuentes de aprendizaje y la adopción las innovaciones definidas (Figura 2).

A partir del año 2000 se registra incremento en la inversión en investigación, desarrollo e innovación) *I+D+i* en la cadena, operados por instituciones de investigación, incremento de infraestructura agroindustrial para hacer más eficiente los procesos de agregación de valor (mediante financiamiento o apoyos gubernamentales); y en cuanto a infraestructura carretera y comunicaciones, aún existe rezago en comunidades rurales, que restringe al productor el acceso a la información necesaria para la toma de decisiones

## CONCLUSIONES

El análisis estructural del *sistema de innovación* permitió identificar las fallas en su conformación, considerando a los actores, instituciones, interacciones e infraestructura de soporte. Es necesario analizar todos los factores en su conjunto para poder emitir recomendaciones. La participación de *actores* ha sido limitativa debido a los problemas socio-económicos que presenta la cadena,



**Figura 1.** Velocidad de adopción de innovaciones de los productores de vainilla. Fuente: Encuesta a productores de vainilla, 2015

**Cuadro 3.** Actores que participan en el sistema de innovación vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks ex Edwards) como fuente de aprendizaje.

Estado	Otro productor (%)	Familiar (%)	Agencia o Técnico (%)	INIFAP (%)	Gobierno (%)	Agroindustria (%)	Comercializador (%)	Universidad (%)	TOTAL
SLP	26	3	14	17	14	1	9	17	100
Puebla	61	23	9	0	0	0	3	4	100
Veracruz	44	34	3	0	0	0	1	17	100

Fuente: Encuesta a productores de vainilla, 2015. SLP: San Luis Potosí.

destaca el papel protagónico de las agencias de desarrollo y de las agroindustrias, quienes están iniciando un proceso donde el mercado incentiva la producción e innovación, que a su vez contribuye a configurar el sistema de innovación. Las instituciones *entendidas* como reglas, principios y normas que rigen a las organizaciones están conformando un arreglo institucional que permitirá en el mediano y largo plazo fortalecer el sistema de innovación vainilla en México. No obstante, hacen falta instituciones que privilegien la **interacción** entre los diferentes actores del sistema de innovación ya que no es un elemento que se haya promovido activamente en la política pública; es necesario dotar de mayor protagonismo e **infraestructura** a los agentes nacionales y locales que promueven estos procesos como el SNITT y agencias locales de desarrollo.

### AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue apoyada por el Fondo Sectorial SAGARPA-CO-NACYT: 2012-04-190442. "Estrategia de investigación aplicada para el fortalecimiento, innovación y competitividad de la producción de vainilla en México (SP-13)"

### LITERATURA CITADA

Banco Mundial. 2008. Incentivar la Innovación Agrícola, Banco Mundial y Mayor Ediciones. Bogotá, 204 pp.

Barrera R.A., Herrera C.E., Jaramillo V.J.L., Escobedo G.S., Bustamante G.A. 2009. Caracterización de los sistemas de producción de vainilla (*Vanilla planifolia* A.) bajo naranjo y en malla sombra en el Totonacapan. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 10: 199-212.

Barrera-Rodríguez A.I., Santoyo-Cortés V.H., Baca del Moral J., Altamirano Cárdenas J.R. 2014. Perspectives d'avenir et compétitivité des organisations de producteurs de vanille du Mexique. Cah Agric 23: 374-381.

Borgatti S.P., Everett M.G., and Freeman L.C. 2002. UCINET 6 for Windows Software for Social Network Analysis. Harvard: Analytic Technologies.

Cooke P. 1992. Regional Innovation Systems: Competitive Regulation in the New Europe. Geoforum 23: 365-382.

Cooke P., Roper S., Wylie P. 2003. The Golden Thread of Innovation and Northern Ireland's Evolving Regional Innovation System. Regional Studies 37 (4): 365-379.

Espejel G.A., Cuevas R.V., Muñoz R.M., Barrera R.A., Cervantes E.F., Sosa M.M. 2014. Sistema Regional de Innovación y Desarrollo Rural Territorial; pequeños productores de leche del Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo, México. Spanish Journal of Rural Development 5 (2).

Ekboir J.M., Dutrénit G., Martínez G., Torres V.A., Vera-Cruz A. 2006. Las Fundaciones "Produce" a los diez años de su creación: Pensando en el futuro. Informe Final de Evaluación. Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce. COFUPRO, México.

FAO. 2007. Evaluación Nacional del Subprograma de Investigación y Transferencia de Tecnología (SITT).

Foster V., Morella E. 2011. Ethiopia's infrastructure: a continental perspective. World Bank Policy Research Working Paper Series 2011.

Hernández H. J. 2010. Tecnología integral para la producción de vainilla en México, INIFAP.

Kebebe E., Duncan A.J., Klerkx L., De Boer I.J.M., Oosting S.J. 2015. Understanding socio-economic and policy constraints to dairy development in Ethiopia: A coupled functional-structural innovation systems analysis. Agricultural Systems 141(2015): 69-78.

Klerkx L., Aarts N., Leeuwis C. 2010. Adaptive management in agricultural innovation systems: the interactions between innovation networks and their environment. Agric. Syst. 103, 390-400.

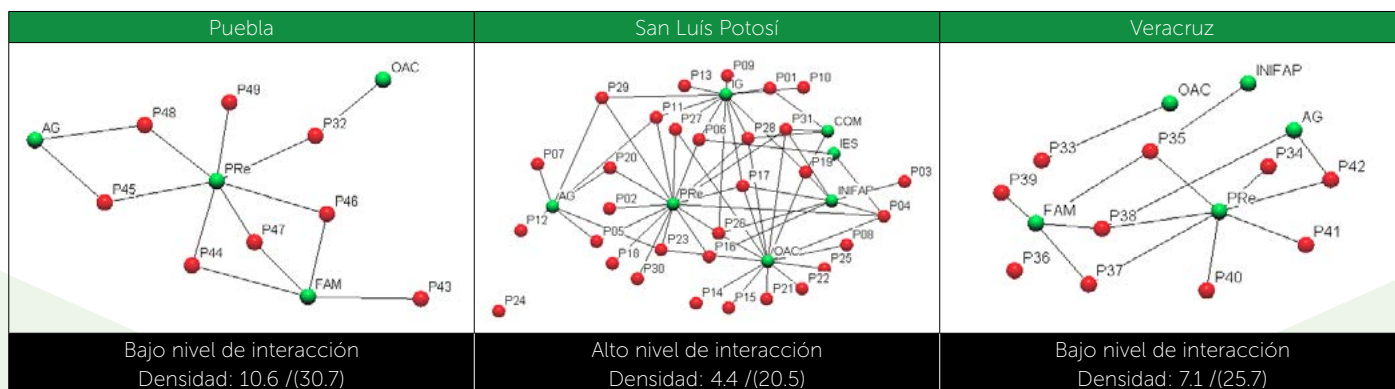
Muñoz R.M., Aguilar J., Altamirano J.R., Rendón M.R., Espejel A. 2007. Innovación Motor de la competitividad agroalimentaria. Políticas y estrategias para que en México ocurra. CIESTAAM-UACH-Fundación Produce Michoacán. 310 pp.

Mowery D.C., Sampat B.N. 2005. Universities and national innovation systems. En Fagerberg, J., Mowery, D. and Nelson, R. R. (eds) The Oxford Handbook of Innovation, Oxford: OUP. pp. 209-239.

Narula R., Zanfei A. 2005. Globalisation of innovation: The role of multinational enterprises. En Fagerberg, J., Mowery, D. and Nelson, R. R. (eds) The Oxford Handbook of Innovation, pp. 318-45.

Von Hippel E. 1998. The Sources of Innovation. Cambridge, MA: MIT Press.

Wieczorek A.J., Hekkert M.P. 2012. Systemic instruments for systemic innovation problems: a framework for policy makers and innovation scholars. Sci. Public Policy 39,74-87.



Fuente: Encuesta a productores de vainilla, 2015

**Figura 2.** Patrones de interacción en el sistema de innovación Vainilla en los principales estados productores.