

Aprendizaje tecnológico y creación de capacidades productivas, tecnológicas y de innovación a través de la adopción de un modelo de desarrollo de proveedores en la agroindustria azucarera en México

Resumen

El artículo analiza el Modelo de Alta Rentabilidad (MAR) implementado en los ingenios del Fondo de Empresas Expropiadas del Sector Azucarero (FEESA) en México. El MAR es un modelo de desarrollo de proveedores para mejorar y hacer más eficientes los procesos de producción de la caña de azúcar de forma sustentable, sin embargo, el artículo explora cómo a través de su adopción se ha contribuido a la generación de capacidades productivas, tecnológicas y de innovación en un contexto de aprendizaje tecnológico.

Abstract

The article analyzes the High Profitability Model (Modelo de Alta Rentabilidad MAR) implemented in the sugar refineries from the Fund of Expropriated Companies of Sugar Industry (Fondo de Empresas Expropiadas del Sector Azucarero FEESA) in México. The MAR is a suppliers' development model to improve and make more efficient the production processes of sugar cane in a sustainable way, however, the article explores how through adoption it has contributed to the generation of production, technology and innovation capabilities, in a context of technological learning.

1. Introducción y objetivos

En México el cultivo de la caña de azúcar es el sexto en mayor importancia ya que ocupa el 3.58% de la superficie cultivable del país (SIAP-SAGARPA, 2012). El proceso de transformación y comercialización se realiza actualmente por 57 ingenios los cuales están distribuidos en 15 estados. En 2012 el valor de la producción de la caña de azúcar fue de 33 mil 800 millones de pesos, equivalente al 4% PIB manufacturero (INEGI, 2013). La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a partir del padrón de productores de caña realizado en 2007 destacó su impacto social y económico al señalar que la agroindustria de la caña de azúcar genera más de 450 mil empleos directos y beneficios directos a más de 2.2 millones de personas.

A partir de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) la agroindustria de la caña de azúcar en México ha enfrentado mayores retos competitivos para la producción y comercialización, particularmente ante la importación de edulcorantes naturales y artificiales en el mercado nacional. Por otra parte, la apertura comercial resulta ser una alternativa económica para la exportación de los excedentes de producción de la agroindustria nacional hacia los Estados Unidos y Canadá, que son países deficitarios en producción de azúcar (FIRA, 2009).

Además del reto competitivo que enfrenta la agroindustria mexicana de la caña de azúcar ante la apertura comercial, existen problemas de mayor arraigo tanto en las zonas de abasto como a nivel de fábrica los cuales limitan el desarrollo sustentable y tecnológico de la agroindustria mexicana de la caña de azúcar.

En general, en las zonas de abasto de los ingenios se han realizado escasos esfuerzos por parte de los productores por implementar nuevas tecnologías, prácticas y procesos

sustentables en las etapas de siembra, cultivo y cosecha de la caña de azúcar. De acuerdo con un estudio realizado por FIRA (2010:11) las prácticas agrícolas de producción de caña de azúcar se caracterizan por labores de preparación de suelos que poco consideran el manejo de residuos y en donde el trazo de surcos a favor de la pendiente provoca erosión y degradación de los mismos. El agua de riego se aplica en láminas pesadas y en forma irregular; en la fertilización no se considera el nivel de nutrientes del suelo y la nutrición requerida por el cultivo para la producción potencial o esperada; y para el control de plagas, enfermedades y malezas predomina el uso de agroquímicos. Además, existen cepas de más de 15 años y domina la siembra de pocas variedades de caña mismas que cuentan con más de 35 años de haber sido liberadas. Finalmente, el material vegetativo que se utiliza en las siembras proviene de plantaciones comerciales y no necesariamente de semilleros.

En los ingenios el rezago tecnológico está en la falta de modernización e implementación de tecnologías para la reducción de consumo de petróleo y energía eléctrica a través de la cogeneración de fuentes de energía, en el desarrollo y habilitación de esquemas más eficientes de operación para la reducción de tiempos perdidos, así como el aprovechamiento y generación de subproductos a partir de la caña de azúcar (melaza, cachaza y vinaza) (FIRA, 2010: 43-54).

La crisis de competitividad y rentabilidad en la agroindustria mexicana de la caña de azúcar se acentuó durante los ciclos 2008/2009 al disminuir el rendimiento en campo en 9.3% (véase cuadro 1) el cual es resultado de la caída consistente a partir de 2002 en la producción de caña pese al incremento en la superficie cosechada, lo cual advierte la falta de desarrollo de capacidades productivas y tecnológicas en el sector.

Tabla 1. Rendimiento en el Campo Cañero 2000 - 2010

Ciclo	Producción de Caña Bruta (Miles de toneladas)	Superficie Cosechada (Miles de Has)	Rendimiento en Campo (Tn/Has)	TCA Rendimiento en Campo (%)
2000	42,101	619	68.0	
2001	44,479	602	73.9	8.7
2002	42,904	610	70.3	-4.8
2003	43,948	609	72.1	2.6
2004	45,456	612	74.2	2.9
2005	50,893	658	77.3	4.1
2006	47,290	664	71.2	-7.9
2007	49,026	675	72.6	2.0
2008	48,305	683	70.7	-2.6
2009	42,517	663	64.1	-9.3
2010	43,370	647	67.0	4.5

Fuente: Elaboración propia con base a la información de SIAP/SAGARPA con datos de los ingenios.

Por lo anterior, la Dirección Operativa del Fondo de Empresas Expropiadas del Sector Azucarero (FEESA) implementó en nueve ingenios un modelo de desarrollo de proveedores basado en la compactación de superficies y la transferencia tecnológica con los objetivos de: a) incrementar los rendimientos por hectárea, b) reducir los costos del cultivo, c) incrementar la calidad de la caña de azúcar, d) reducir el impacto al medio ambiente y e) optimizar los recursos suelo, agua y aire.

El Modelo abarca desde la planeación estratégica a nivel de dirección, hasta la promoción del cambio actitudinal para facilitar la transferencia tecnológica, programas de capacitación y actualización, la compactación de superficies y la adopción de tecnología en los procesos de: a) diagnóstico de suelo, agua y factores limitantes, b) sistemas de labranza y preparación de suelo, c) alta densidad y fecha ideal de siembra, d) selección e incorporación de nuevas variedades¹, e) fertilización balanceada, f) manejo eficiente del agua y tecnificación del riego, g) manejo integral de plagas y enfermedades, h) preparación para la cosecha y i) cosecha mecanizada en verde.

En relación a lo anterior, el objetivo del estudio es analizar desde la perspectiva de la teoría de la innovación y el aprendizaje tecnológico la adopción del Modelo de Alta Rentabilidad (MAR) implementado de 2009 a la fecha en los ingenios del Fondo de Empresas Expropiadas del Sector Azucarero (FEESA) en México, y su contribución al desarrollo de capacidades productivas, tecnológicas e innovación en los proveedores de la zona de abasto de los ingenios.

2. Método

En atención al objetivo propuesto se llevaron a cabo las siguientes actividades de investigación y análisis: i) acompañamiento en campo y observación de las actividades programadas en cuanto a capacitación, a giras tecnológicas y talleres de intercambio de experiencias entre productores y técnicos de campo en las zonas de abasto de los ingenios; ii) realización de entrevistas abiertas en el ingenio Atencingo Puebla a los principales actores que intervienen en los procesos de transferencia y adopción tecnológica del modelo, las entrevistas tuvieron lugar en las instalaciones del ingenio durante la primera semana de marzo 2013. En total se llevaron a cabo 29 entrevistas a los siguientes actores: a) personal del ingenio (superintendente general de campo, jefe de cosecha, jefe de siembra y jefe de técnicos de campo, encargado del campo experimental, inspectores de campo); b) productores (conformados y no conformados en UCCARETTS pero que tienen conocimiento del MAR), f) coordinador y tutor regional del PACITT 2012; iii) revisión de las principales nociones en cuanto al desarrollo de capacidades productivas y capacidades tecnológicas desde la perspectiva de la teoría económica de la innovación y el aprendizaje tecnológico y iv) exploración de las bases metodológicas de los modelos de gestión tecnológica, gestión de procesos y los relacionados con el desarrollo de proveedores en la industria. El análisis es de tipo cualitativo y descriptivo.

3. Resultados y discusión

3.1 Marco Conceptual

En este apartado se exponen las líneas teóricas que orientan el estudio para explicar en qué medida el MAR es un modelo de desarrollo de proveedores que contribuye a la generación de capacidades productivas, tecnológicas y de innovación en un contexto de aprendizaje tecnológico.

Innovación y aprendizaje tecnológico

Existe un consenso generalizado sobre la importancia que tienen los procesos de innovación y cambio tecnológico en el desarrollo y crecimiento de las empresas, sectores y economías. De igual forma se reconoce que la innovación es un proceso complejo determinado por múltiples dimensiones de carácter micro, meso y macro e influenciado

¹ Las tecnologías incorporadas en semillas y sus respectivas prácticas de manejo integran los que se conoce comúnmente como paquete tecnológico (Polanco y Flores, 2008).

por una serie de procesos como la adopción tecnológica, el aprendizaje tecnológico, la creación de capacidades tecnológicas y de innovación, etc.

Los procesos de innovación repercuten en la competitividad de los agentes, entendiendo a la innovación como la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar del trabajo o las relaciones exteriores. Una característica común a todos los tipos de innovación es que deben ser introducidos o lanzados al mercado (OCDE, 2005).

En Países en Desarrollo como México y particularmente en el sector agropecuario el desarrollo de innovaciones es limitado dado que la gran mayoría de las mejoras en producto, proceso o forma de organización no son totalmente novedosas comparativamente con los estándares internacionales y por el contrario los procesos de cambio técnico se limitan a la absorción y mejora de las innovaciones producidas en países industrializados. De ahí que modelos como el MAR no son en estricto sentido modelos para generar innovaciones, sin embargo, su relevancia no es menor ya que en países como el nuestro, donde existen procesos de innovación acotados, se debe poner atención a los procesos por medio de los cuales la tecnología y diversos conocimientos son adoptados, combinados, potenciados y mantenidos, esto es, la forma en que se aprende y se generan capacidades tecnológicas (Ver Amsden 1989, Torres, 2006).

Recordando que el desarrollo de innovaciones requiere de una serie de capacidades previas, la importancia del aprendizaje tecnológico radica en que éste puede ser entendido como la forma en que se adquieren capacidades para “innovar” (Villavicencio, 2006). El modelo, como se intenta justificar, contribuye a la generación de dichas capacidades y por ello se enmarca en un contexto de aprendizaje tecnológico.

Tipos de aprendizaje tecnológico

El aprendizaje tecnológico puede entenderse como esa variedad de procesos a través de los cuales los individuos y a través de ellos, las organizaciones adquieren conocimientos y habilidades técnicas (Bell, 1984). Por otro lado, es la forma primordial bajo la cual la empresa adquiere capacidades para responder a desequilibrios impuestos por la técnica, la mano de obra o el mercado, es decir, de innovar (Villavicencio, 2006).

Malerba (1992) hace una distinción detallada sobre los diferentes tipos de aprendizaje, relacionados a diferentes fuentes, en los que puede incurrir una empresa (Cuadro 1):

Cuadro1. Tipos de aprendizaje tecnológico

<i>Learning by doing</i>	Relacionado a la actividad productiva
<i>Learning by using</i>	Relacionado al uso de productos, maquinaria o insumos.
<i>Learning from advances in science and technology</i>	De naturaleza externa y relacionado a la absorción de nuevos desarrollos en ciencia y tecnología.
<i>Learning from inter-industry</i>	Se genera por sinergias y esta relacionado a lo que hacen las otras firmas de la industria.
<i>Learning by interacting</i>	Relacionado a la interacción con proveedores o la cooperación con otros agentes.
<i>Learning by searching</i>	Interno a la empresa y se relaciona con la actividad formal de I+D.
<i>Learning by learning</i>	La capacidad de las empresas en asimilar las innovaciones realizadas en otra parte depende de su experiencia en materia de aprendizaje, enriquecida por la I+D o por otras inversiones inmateriales (OCDE, 1992).

Fuente: Adaptado de Malerba (1992).

Cabe señalar que los diferentes tipos de aprendizaje determinan la forma y dirección del cambio técnico mismo que puede verse reflejado en el implemento de mejoras en el proceso de producción, la modificación de los insumos, la modificación en la escala, en la

organización y en los procesos o en una diferenciación vertical u horizontal, es decir que tiene repercusiones en el incremento en las capacidades de mejora y, posiblemente, las capacidades de innovación.

Una noción relacionada con los procesos de aprendizaje tecnológico es el de Transferencia Tecnológica el cual puede ser entendido como el paso de una técnica o conocimiento, que ha sido desarrollado en una organización a otra organización donde es adoptada y usada.

A diferencia del sector industrial en el ámbito agropecuario la transferencia tecnológica involucra al menos dos fases previas a su adopción: validación agronómica y socioeconómica de la tecnología en el que se piensa aplicar. En la fase de validación también se busca determinar la aceptación cultural de las tecnologías que se intenta difundir (Polanco y Flores, 2008).

La transferencia tecnológica tiene estrecha relación con la tradición *extensionista*, la cual incluye actividades de asistencia técnica o asesoría especializada por parte de profesionales hacia los productores en relación a la planificación, ejecución y evaluación de los procesos productivos derivados de la adopción de nuevas tecnologías.

Para el MAR no sólo es relevante el tipo de tecnología que se transfiere o los mecanismos por medio de los cuales se transfiere, sino además la forma en que la tecnología se adquiere, experimenta, integra y domina. De ahí que este estudio propone que la transferencia de la tecnología pueda ser vista en términos de aprendizaje tecnológico.

Capacidades productivas, tecnológicas y de innovación

En relación a la literatura sobre capacidades tecnológicas y de innovación, los trabajos seminales de Bell y Pavitt (1995) y Lall (1992) han sido ampliamente utilizados como marco de referencia para analizar a los Países en Desarrollo. En el caso de México, esta literatura se ha utilizado para abordar estudios empíricos en el sector manufacturero (Ver Atoche-Kong y Dutrénit, 2008; Brown y Domínguez, 2004; Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2002; Vera-Cruz, 2004; Vera-Cruz y Dutrénit, 2005).

En el análisis de Lall (1992) el punto de partida del estudio sobre las capacidades tecnológicas es que las empresas no pueden ser estudiadas únicamente como una función de producción, sino que estas manifiestan un proceso de cambio tecnológico donde la nueva tecnología requiere ser asimilada con base en una serie de habilidades, esfuerzos e inversión por parte de la empresa. Así, el cambio tecnológico en la firma vendría a ser entendido como un proceso continuo para absorber y crear nuevo conocimiento, en estos procesos, Lall (Íbid) remarca la existencia de diferencias en el esfuerzo tecnológico realizado por las empresas y presenta una taxonomía de capacidades tecnológicas por función técnica, misma que más tarde retomarían Bell y Pavitt (1995).

La taxonomía de Bell y Pavitt (Íbid) clasifica las principales capacidades tecnológicas a partir de cuatro funciones técnicas, dos de ellas denominadas básicas: a) Actividades de Producción y b) Actividades de Inversión) y dos de soporte: a) Desarrollo de Vínculos Externos con Empresas e Instituciones y b) Producción de Bienes de Capital. Por otro lado, la matriz incluye cuatro niveles de acumulación de capacidades: a) Capacidades Productivas, b) Capacidades Innovadoras Básicas, c) Capacidades Innovadoras Intermedias y d) Capacidades Innovadoras Avanzadas.

En este artículo se asume que el proceso de construcción de capacidades tecnológicas es un proceso de aprendizaje y acumulación de conocimiento tecnológico y que tal y como

Westphal, Kim y Dahlman (1985) señalan las capacidades tecnológicas son habilidades adquiridas para hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico. Las capacidades tecnológicas incorporan los factores adicionales necesarios para generar y manejar el cambio técnico incluyendo habilidades, conocimientos, experiencia, estructura institucional y enlaces (Bell y Pavitt, 1992). Mientras que las capacidades productivas incorporan a las capacidades operativas básicas, es decir, las capacidades para usar y operar la tecnología existente, conforme se generan procesos de aprendizaje tecnológico, la firma puede desarrollar capacidades tecnológicas innovadoras a un nivel intermedio y avanzado.

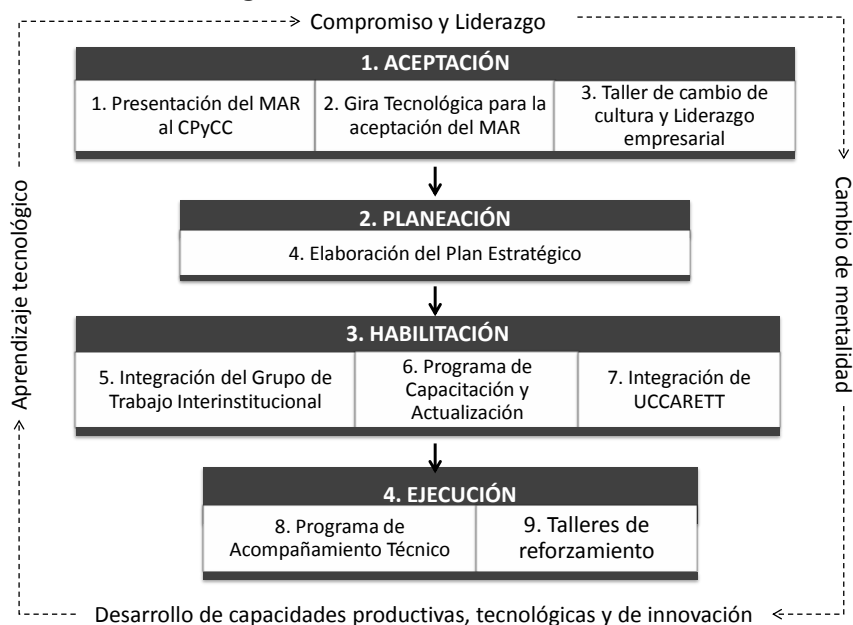
Debe señalarse que el marco propuesto por Bell y Pavitt (Íbid) fue creado con base en las características del sector manufacturero y no contempla otro tipo de capacidades como las organizacionales o empresariales, mismas que han sido sugerentes en algunos estudios de caso (Ver Vera-cruz y Dutrénit, 2005). Así, la matriz de capacidades tecnológicas ha sido adaptada para examinar las capacidades generadas en el sector agroindustrial de la caña, siendo el foco de análisis las actividades productivas realizadas por los productores y aquellas relacionadas con el área de campo del ingenio, señalando que la unidad de análisis es compleja y tiene un contexto e instituciones particulares.

3.2.El Modelo de Alta Rentabilidad en el marco de los procesos de aprendizaje tecnológico e innovación

Como se observa en la Figura 1, el Modelo de Alta Rentabilidad es un modelo de desarrollo de proveedores para mejorar y hacer más eficientes sus procesos en la producción de caña de azúcar de forma sustentable el cual está integrado por cuatro etapas y nueve componentes que, en conjunto, buscan: *i*) aumentar rendimientos, productividad y utilidades y disminuir costos para los productores de caña, *ii*) aumento de la calidad de la caña para el ingenio, y *iii*) reducir el impacto al medio ambiente y optimizar los recursos suelo, agua y aire para la comunidad. A lo largo de todo el proceso de adopción del Modelo, se espera que estos componentes detonen procesos tecnológicos como el aprendizaje y el desarrollo de capacidades productivas, tecnológicas y de innovación, y procesos de desarrollo de habilidades empresariales, como el cambio de mentalidad, el compromiso y el liderazgo empresarial².

² El análisis del Modelo de Alta Rentabilidad contempló la revisión de documentos de difusión de los creadores, tales como la “Guía básica para la transformación y el desarrollo del campo cañero FEESA-PROASA”, “El ABC de la Alta Rentabilidad” y “Comité Estratégico Interinstitucional de la Agroindustria Plan de San Luis”; así como visitas de observación de la operación de cada uno de los componentes del Modelo.

Figura 1. Modelo de Alta Rentabilidad



FUENTE: Elaboración propia.

El modelo contempla una primera etapa denominada **ACEPTACIÓN** del Modelo que involucra tres componentes. El primero es la *presentación de las bondades de adoptar el MAR ante el Comité de Producción y Calidad Cañera (CPyCC)*, con el objetivo de lograr su aceptación y el compromiso inicial de implementarlo en la zona de abasto del ingenio. El CPyCC es el órgano que trata todo lo concerniente a la siembra, cultivo, cosecha, entrega, recepción y calidad e industrialización de la materia prima³; está integrado por los representantes del ingenio y los representantes de las organizaciones locales de los productores de caña. Por lo tanto, se convierte en un "agente facilitador clave" para la aceptación e implementación de nuevas tecnologías para la transformación de la producción en la zona de abasto del ingenio. Al tomar la decisión de adoptar el MAR se detona un proceso fundamental: el cambio actitudinal o cambio de mentalidad. Se espera que, durante todo el proceso de adopción y a medida que se emprende un componente del MAR, dicho proceso se fortalezca e intensifique para contribuir al cambio organizacional.

El segundo componente de esta primera etapa es la realización de una *Gira tecnológica para la aceptación del MAR*. Se trata de una visita de recorrido por parte de integrantes del CPyCC, técnicos y productores líderes del Ingenio que pretende adoptar el MAR hacia otros ingenios y zonas de abasto que ya lo han adoptado para observar y comparar mejores prácticas, posibles resultados y beneficios y experiencias de técnicos y productores exitosos en la compactación de superficies e implementación de los 10 pasos técnicos de la Alta Rentabilidad. Las giras tecnológicas incentivan el aprendizaje tecnológico por interacción, es decir, a través del intercambio de experiencias entre pares y de la demostración (exposición *in situ*) de la implementación de la tecnología.

El tercer componente es un *Taller de cambio de cultura y liderazgo empresarial* con el objetivo de incentivar una actitud abierta al cambio hacia la adopción de nuevas técnicas y a una mejor gestión de la zona de abasto.

³ DOF (2005). Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar; Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de agosto de 2005. México.

Al concluir estas tres actividades se espera que los involucrados hayan decidido adoptar el MAR y pasar a una segunda etapa de **PLANEACIÓN**, cuyo objetivo es la *elaboración del Plan Estratégico* del CPyCC, que contiene objetivos, estrategias, acciones prioritarias y líneas de acción para atacar los principales problemas en las zonas de abasto a través de la adopción del Modelo de Alta Rentabilidad. Se espera que durante su elaboración, implementación y actualización constantes se favorezca la creación de habilidades para la planeación, la anticipación y la resolución de problemas, y que dichas habilidades contribuyan al desarrollo de procesos de aprendizaje por parte del personal de ingenio.

La tercera etapa del Modelo, **HABILITACIÓN** para la ejecución del MAR, consiste en reunir las condiciones necesarias que permitan ejecutar los aspectos técnicos del Modelo. El primer componente es la *integración de un Grupo de Trabajo Interinstitucional*, que es una estructura de vinculación entre los diferentes actores involucrados en la productividad de la caña de azúcar: productores, organizaciones cañeras, personal técnico del ingenio e instituciones públicas y privadas ligadas al sector. Esta estructura de vinculación permite la cooperación entre los actores involucrados para la difusión y el uso de conocimiento; permite la agilización de trámites, la solución de problemas de forma directa y a la brevedad posible; permite favorecerse mutuamente cuando existe retroalimentación positiva entre actores y, cuando la estructura ya es fuerte y madura, permite la cooperación para la creación de nuevo conocimiento económicamente útil que derive en innovaciones. Esta estructura de vinculación es el marco institucional que facilita los procesos de adopción y aprendizaje tecnológico del MAR.

El segundo componente denominado *Capacitación y Actualización* comprende un grupo de talleres para técnicos del ingenio y productores de caña sobre cambio actitudinal, profesionalización, capacitación y actualización técnica. Es considerado el punto de partida de la transferencia tecnológica que más tarde se complementará con el programa de acompañamiento técnico. Durante estos talleres se induce a técnicos y productores sobre los principios y técnicas que sustentan el Modelo de Alta Rentabilidad, desde la preparación del suelo hasta la cosecha y su entrega al ingenio.

El tercer componente de esta etapa es la *integración de Unidades Compactas Cañeras de Alta Rentabilidad para la Transferencia Tecnológica (UCCARETT)*, las cuales consisten en unidades productivas con superficies mínimas de 30 has integradas por productores vecinos que convienen compactar sus superficies para sembrar una sola variedad con una misma fecha de siembra riegos y cosecha y en donde se pretende que se implante el MAR.

Uno de los problemas en el campo mexicano es la pulverización de la tierra y la poca capacidad a nivel individual de los pequeños productores para acceder a insumos, créditos y nuevas tecnologías. Las UCCARETT son en esencia una mejora organizacional en el campo mexicano cañero para hacer más eficiente la producción y ser un vehículo para la transferencia tecnológica, los procesos de aprendizaje y el extensionismo; también permite un aumento de las capacidades conjuntas desde lo individual. Esta forma de organización es práctica, permite el empoderamiento de los productores y amplía la capacidad de difusión de conocimientos, experiencias, habilidades y técnicas, lo que al final del día genera optimización de los recursos.

Este componente incentiva la cooperación entre actores, factor clave que favorece el aprendizaje por la interacción y el aprendizaje por la práctica en la ejecución de los 10 pasos técnicos del MAR. Una UCCARETT exige que los productores involucrados aprendan a tomar decisiones de manera conjunta, a organizarse de manera diferente para la toma de decisiones y para la operación de sus unidades productivas, a tender a cooperar y evitar conflictos para alcanzar mayor efectividad.

La cuarta etapa es la **EJECUCIÓN** de los aspectos técnicos que contempla el Modelo y que consiste en la *operación e implementación de 10 pasos* durante todo el ciclo productivo, tales como un diagnóstico de factores limitantes, sistema de labranza y preparación de suelo, densidad y fecha ideal de siembra, liberación y selección de variedades adecuadas, fertilización balanceada, manejo de agua y drenaje, manejo integrado de plagas y enfermedades, preparación de la cosecha y cosecha mecanizada en verde. Además de la implementación de estos 10 pasos, el Modelo también contempla otro componente de capacitación referente a *Talleres de Reforzamiento* sobre aspectos técnicos como son los diferentes sistemas de riego tecnificado.

Durante esta etapa se detonan la mayoría de procesos de aprendizaje tecnológico en sus distintas modalidades, por interacción, por imitación, por la práctica y hasta aprendizaje mientras se aprende a poner en práctica una nueva técnica. De igual modo, durante la implementación de los 10 pasos, se espera que desarrollen capacidades productivas, tecnológicas y de innovación, tales como:

- Operación eficiente y ordenada de todas las actividades involucradas en el proceso de producción.
- Preparación y acondicionamiento de suelo de acuerdo a especificaciones técnicas (estudio de suelo).
- Programación de actividades (determinación de fecha óptima de siembra y cultivo).
- Adaptación a las condiciones locales durante el proceso de adopción de alguna nueva técnica⁴.
- Introducción de cambios organizacionales.
- Control de calidad para mantener los estándares fijados por el ingenio.

Estas primeras cuatro etapas, desde la Aceptación del Modelo hasta su Ejecución, ya han sido implementadas en varios ingenios azucareros públicos y privados. Sin embargo, de acuerdo con el “Estudio para la Formalización del Modelo de Alta Rentabilidad en el Marco del Proyecto de Actualización, Innovación y Transferencia Tecnológica para la Transformación y Desarrollo del Campo Cañero (PACITT)” (Díaz et al, 2013), es conveniente incorporar un componente dentro de la etapa de Ejecución y agregar dos etapas más, ya que al hacerlo, fortalecerán el Modelo en su objetivo de detonar procesos de aprendizaje y desarrollo de capacidades. Se trata de un *Programa de Acompañamiento Técnico* durante el proceso de implementación, de una etapa de **SEGUIMIENTO** a de cada uno de los componentes del Modelo y de una etapa final de **CIERRE**, integrada por dos componentes: la *Evaluación* al funcionamiento de los componentes del Modelo adoptados y la *Elaboración de un Programa de Mejora Continua* que permita escalar el Modelo en un siguiente ciclo productivo.

A continuación se analiza cómo ha ocurrido el proceso de adopción del Modelo de Alta Rentabilidad en uno de los ingenios públicos, el Ingenio de Atencingo ubicado en el Estado de Puebla, y cómo su adopción impulsó procesos de aprendizaje y desarrollo de capacidades productivas y tecnológicas.

⁴ Como señalan Polanco y Flores (2008) las innovaciones tecnológicas agrícolas son altamente sensibles a las condiciones locales, las cuales sólo resultan de interés para los usuarios si se ajustan a las condiciones físicas, biológicas, económicas y socioculturales de sus unidades de producción. Por ello los productos de la investigación aplicada tienden a ser poco transferibles entre regiones y aún entre localidades vecinas, como lo suele ser en el caso de la introducción de una nueva variedad de semilla en donde no sólo las diferencias de suelo o clima sino la altitud sobre el nivel mar son determinantes para la adaptabilidad.

3.3.Hallazgos del trabajo de campo en el Ingenio Atencingo

El trabajo de campo consistió en la realización de entrevistas al personal clave del ingenio que ejecuta actividades relacionadas con el MAR y a los productores adoptantes del modelo. Se decidió estudiar el caso de Atencingo (Puebla) en primer lugar por ser el Ingenio con mayor eficiencia productiva en campo a nivel nacional: en 2012 en una superficie de caña industrializable de 14,284 hectáreas alcanzó la producción record de 120 Ton/Ha en contraste con el promedio nacional registrado de 65.5 Ton/Ha. Por lo anterior, el Ingenio de Atencingo generó el 4.5% de la producción total de azúcar total en México⁵. En segundo lugar, porque Atencingo es un caso paradigmático en donde se han consolidado una serie de prácticas relacionadas con la adopción del MAR, cuyas labores se remontan a mediados de 2009 a través del Proyecto Nacional de Alta Rentabilidad para la Transformación del Campo Cañero Mexicano (PRONAR) .

A continuación se examina los procesos de aprendizaje tecnológico que se detonaron a partir de la adopción del MAR y como ingenio y los productores han desarrollado capacidades productivas, tecnológicas y de innovación. Cabe señalar que solo se contempla el área del ingenio relacionada con los productores cañeros de la zona de abasto, esto es, la superintendencia de campo, dejando de lado las actividades del área de fábrica.

3.3.1. Adopción del MAR

Entre los hallazgos del trabajo de campo se observa una adopción del MAR por parte del ingenio que ha permitido el cambio de rutinas relacionadas con las actividades de campo mas allá de la implementación de un programa gubernamental. El Cuadro 2 presenta una síntesis de las observaciones que manifestaron los adoptantes del modelo que incluye a personal del Ingenio relacionado con el área de campo y a productores de la zona de abasto.

Cuadro 2. Adopción tecnológica del MAR en el Ingenio Atencingo

ADOPCIÓN
<p><i>Ingenio</i></p> <p>Hay una percepción general de que el modelo ofrece ventajas. El personal del Ingenio identifica claramente en qué consiste el MAR y cuenta con una estrategia interna para transferirlo a los proveedores.</p> <p>La mayoría del personal del Ingenio entrevistado menciona que el MAR es técnicamente viable, muchos de los técnicos ya tenían conocimientos en relación a las prácticas que sigue el MAR, únicamente, señalan, que se dispusieron de manera ordenada y con un manejo integral, esto fue bien aceptado.</p> <p>El personal del Ingenio tuvo dudas con respecto a la disposición que tendrían los productores para adoptar el modelo ya que éstos últimos confundían la figura de la UCCARETT con los antiguos “colectivos”. Esto se resolvió detallando la figura de la UCCARETT y explicando sus diferencias con los colectivos.</p> <p>El Programa de Capacitación y Actualización fue crucial para adoptar el MAR. Los entrevistados coinciden en que el taller de cambio actitudinal y liderazgo empresarial fue importante en el proceso de adopción del modelo.</p> <p>Otro aspecto clave para la adopción del MAR ha sido la observación de resultados, “<i>uno no va a recomendar a los productores algo que no funciona</i>” señalan los técnicos.</p> <p>Se señala que las actividades demostrativas han contribuido a la adopción del MAR.</p> <p>El proceso de adopción del MAR ha sido paulatino, en un principio se realizaron ejercicios de prueba para su implementación, se implementaron de forma experimental las primeras UCCARETTTS a partir de seguir una ruta crítica y un registro de todas las actividades que se realizaban; por otro lado, también surgieron dudas de viabilidad técnica en el</p>

⁵ Información consultada en el Sistema Información Agroalimentaria y Pesca de la SAGARPA con datos de los Ingenios. Fecha de revisión 27/12/2012

ADOPCIÓN

personal del Ingenio e incluso no se estuvo de acuerdo en su totalidad con los 10 pasos del MAR, esto, mas que una limitante fue enriquecedor para el propio modelo ya que se tuvo una retroalimentación constante con los actores que adoptarían el modelo y no se transfirió o impuso de manera unilateral.

Otra fortaleza del caso Atencingo ha sido el compromiso para adoptar el modelo por parte de la dirección del Ingenio y del personal técnico. Además tanto el área de campo del Ingenio como las organizaciones de productores trabajan de manera conjunta, esto no sucede en otros Ingenios.

En general se concluye que el personal del Ingenio ha adoptado virtuosamente el MAR y las actividades del MAR se han integrado gradualmente a las rutinas del Ingenio.

Productores

Hay una percepción generalizada de que al principio cuesta trabajo adoptar “los cambios”, los productores se resisten en un primer momento a modificar los métodos y técnicas convencionales. Esta tendencia se revierte conforme se conoce mejor el modelo, se desarrollan otro tipo de rutinas y se observan mejoras.

Los productores que asistieron a giras tecnológicas o que pudieron observar lo que sucedía en otras UCCARETT tienen mayor grado de adopción del MAR. Igualmente los que han recibido talleres de inducción tienen un mayor conocimiento y adopción del MAR.

Hay productores que no recibieron la capacitación y actualización en el MAR, pero que aún así gracias al acompañamiento técnico o por iniciativa propia han implementado alguno o varios de los 10 pasos del MAR.

Los productores señalan que los 10 pasos del MAR pueden ser complementados o mejorados, hay técnicas tradicionales que todavía sirven por eso se siguen usando o bien necesidades específicas que el MAR no contempla. El MAR ha sido adoptado contemplando las características y necesidades específicas de la región.

Los productores señalan que el modelo se adopta cuando se ven resultados. Se generan efectos multiplicadores, los productores que ya están trabajando exitosamente en las UCCARETT invitan a otros compañeros. La retroalimentación entre productores es positiva para adoptar el MAR.

Los productores entrevistados tienen una buena percepción de sí mismos, es decir, se sienten orgullosos de ser cañeros y de su región, aceptan que tienen condiciones climáticas favorables y se reconocen como trabajadores, desmitificando la idea del cañero “flojo”, por el contrario, se asumen como productores con iniciativa y dispuestos al trabajo en equipo. Muchos de los entrevistados, sobre todo los más jóvenes, refieren que están ávidos de nuevos conocimientos y aceptan que es necesario un cambio de mentalidad. Esto ha permitido que se acepte, adopte y transfiera el MAR entre los productores. No obstante para los productores es de suma importancia que se sigan otorgando apoyos al sector, asocian una mejor adopción del modelo con la asistencia gubernamental.

En general se observa que los productores adoptan el MAR “en partes”, es decir, para ellos es más importante uno o varios pasos del MAR. Hay poca adopción “integral” del MAR.

La adopción del MAR por parte de los productores requiere el acompañamiento técnico y de un reforzamiento para que se adopte integralmente a fin de explotar las potencialidades y virtudes con las que cuentan los cañeros del Ingenio.

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas realizadas.

3.3.2. Aprendizaje tecnológico

Como se ha dicho el aprendizaje contempla los procesos a través de los cuáles los individuos y a través de ellos, las organizaciones adquieren conocimientos y habilidades técnicas. El Cuadro 3 sintetiza algunas características de los procesos de aprendizaje tecnológico que se han detonado a partir de la adopción del MAR por parte del personal del Ingenio del área de campo y de los productores de la zona de abasto de la región (Cuadro 3).

Cuadro 3. Aprendizaje tecnológico en el Ingenio Atencingo.

APRENDIZAJE TECNOLÓGICO

Ingenio

Bajo el liderazgo y coordinación del Comité de Producción y Calidad Cañera del ingenio Atencingo se aceptó el MAR, con ello se detonó el cambio actitudinal o cambio de mentalidad por parte de la dirección, mismo que se ha intentado transmitir a los proveedores de la zona. Se percibe que los sujetos con mentalidad abierta y con disposición al cambio son

APRENDIZAJE TECNOLÓGICO

más propensos a aprender y absorber información, conocimiento y técnicas nuevas.

En Atencingo las actividades de diseño, elaboración y ejecución de un “Plan Rector” (Plan Estratégico) han facilitado la acumulación de habilidades para la planeación, la anticipación y la resolución de problemas, estos como se ha dicho, contribuyen al desarrollo de procesos de *aprendizaje a través de la práctica* por parte del personal de ingenio.

La vinculación con otras instituciones ligadas al sector ha favorecido el aprendizaje cuando la cooperación se encamina hacia el mejoramiento de las condiciones para la transferencia y la adopción tecnológicas, así como hacia la generación de conocimiento económicamente útil que derive en mejoras y/o innovaciones.

Los componentes de capacitación y actualización continua, así como la conformación de UCCARETTS del MAR han favorecido que los técnicos reciban conocimiento y adquieran habilidades para hacer uso efectivo del conocimiento tecnológico. Los técnicos del ingenio han sido actores clave para transferir nuevas técnicas a los productores de la zona de abasto.

Los talleres de reforzamiento incentivan la transferencia de información y conocimiento sobre los diferentes sistemas de riego permite al productor desarrollar la capacidad de seleccionar proveedores y saber negociar con ellos. Los eventos demostrativos han favorecido el *aprendizaje por imitación*.

El ingenio cuenta con un campo experimental que realiza actividades de investigación y desarrollo orientadas principalmente hacia la generación de nuevas variedades, las actividades del campo experimental también han sido reconocidas por el MAR y han posibilitado el *aprendizaje por la búsqueda*.

Productores

Las giras tecnológicas en las que han participado productores de la zona de abasto de Atencingo incentivaron el *aprendizaje por interacción e imitación*.

En Atencingo la ejecución de los 10 pasos técnicos del MAR incentiva la cooperación entre actores. Una UCCARETT exige que los productores involucrados aprendan a tomar decisiones de manera conjunta, a organizarse de manera diferente para la toma de decisiones y para la operación de sus unidades productivas, a tender a cooperar y evitar conflictos para alcanzar mayor efectividad. Las entrevistas sugieren que esto ha beneficiado los procesos de cooperación entre los productores ya que se trabaja de forma coordinada con los vecinos para hacer compras en común, sembrar una sola variedad, tener una misma fecha de siembra, facilitar el riego e implementar alguno o varios de los 10 pasos del MAR. Esto sugiere el *aprendizaje por interacción*, el *aprendizaje por imitación*, y el *aprender haciendo* ya que se generan sinergias al trabajar de manera conjunta.

En Atencingo los productores han adoptado alguno o varios de los 10 pasos del MAR, aunque no se han adoptado de manera integral, se observa que a través de la transferencia de información y conocimientos nuevos se fomenta la adopción de nuevos esquemas de trabajo a través de la colaboración, con calidad y eficiencia.

Fuente: elaboración propia con base en entrevistas realizadas.

La adopción del modelo de Alta Rentabilidad a través de la conformación e implementación de unidades de producción compactas entre productores colindantes ha tenido resultados significativos tanto en las zonas de abasto donde hay una acentuada situación de fragmentación de la tierra (menos de una hectárea por productor) como en aquellas donde la agrupación de productores es menos densa.

En efecto, como se observa en la Tabla 2 en las zafras de 2010/2011 y 2011/2012 la rentabilidad en la producción a través de Unidades Compactas (UC) fue mayor en relación a la obtenida mediante la Agricultura Convencional (AC). De las cuatro Zonas de Abasto (ZA) en las cuales se tiene información disponible sobre cinco de las UC habilitadas cuya característica es que la superficie de cultivo es mayor o igual a 30 hectáreas (Has) y agrupó a más de 40 productores (Pr), el máximo rendimiento alcanzado en la producción se registró en la UC-2 de la Zona de Abasto (ZA) 32 del Ingenio la cual se incrementó 50.33%, la rentabilidad en la obtención de azúcar 43.99%, y los costos totales se redujeron en 18.42% en comparación proceso de AC.

Es importante destacar que la rentabilidad fue mayor en aquellas UC donde hay una menor densidad de productores. El 67% de las UC cuya superficie es menor a las 30 has el rendimiento registrado para el segundo ciclo (2011-2012) de implementación del MAR fue

superior al 43.70%, la reducción en los costos totales llegó a ser hasta en un 40.84% en este periodo. La máxima eficiencia productiva la alcanzo la UC-1 de la ZA 24 que duplicó la producción de caña por superficie y en la misma proporción el rendimiento de azúcar.

Tabla 2. Ingenio Atencingo: Resultados de las Unidades Compactas de Alta Rentabilidad

	Zafra ¹	No. ZA/UC	Sup. (Has)	Total de Pr.	Ha/Pr	Agricultura Convencional (AC) ² (Ton/Ha)		Agricultura Alta Rentabilidad (AR) (Ton/Ha)		Variación % de la AR respecto a la AC		
						Rend. Prod.	Rend. Azúcar ³	Rend. Prod.	Rend. Azúcar ²	Rend. Prod.	Rend. Azúcar	Costo Total (Ton/Ha)
Superficie ≥ 30 Has	2009-2010	11_2	34	46	0.74	129	17	166	22	29.89%	28.15%	-7.3%
	2010-2011	11_2	34	46	0.74	105	14	116	15	8.34%	10.73%	-4.7%
	2011-2012	11_2	34	46	0.74	123	17	132	18	7.28%	7.08%	-2.9%
	2010-2011	32_1	35	52	0.66	143	20	174	24	22.54%	22.54%	-18.5%
	2011-2012	32_1	35	52	0.66	109	15	132	18	18.35%	18.35%	-7.6%
	2010-2011	22_1	38	42	0.91	124	16	122	21	29.98%	-1.92%	12.8%
	2011-2012	22_1	38	42	0.91	120	17	126	16	-10.37%	4.86%	-2.9%
	2010-2011	32_2	38	62	0.61	106	15	122	18	14.95%	15.53%	-16.12%
	2011-2012	32_2	38	62	0.61	76	12	113	17	50.13%	43.99%	-18.42%
	2010-2011	12_4	51	99	0.52	115	18	134	20	8.26%	8.26%	-11.8%
	2011-2012	12_4	51	99	0.52	132	19	164	20	4.07%	4.07%	-9.5%
	Superficie ≤ 30 Has	2010-2011	24_3	15	11	1.4	49	7	92	9	85.82%	32.19%
2011-2012		24_3	14	10	1.4	59	9	85	13	44.04%	48.90%	-24.57%
2010-2011		24_1	19	11	1.7	49	7	104	14	110.23%	99.89%	-43.89%
2011-2012		24_1	19	11	1.7	59	9	121	18	104.64%	105.61%	-40.84%
2010-2011		11_3	19	31	0.6	129	17	148	19	14.36%	9.04%	-1.17%
2011-2012		11_3	19	31	0.6	105	14	145	20	38.70%	40.23%	-13.30%
2009-2010		11_1	19	21	0.9	129	17	146	18	12.67%	4.49%	-0.32%
2010-2011		11_1	19	21	0.9	105	14	107	14	2.74%	-2.69%	-1.30%
2011-2012		11_1	19	21	0.9	123	17	125	18	1.70%	5.11%	-0.73%
2010-2011		14_1	22	90	0.2	140	nd	187	25	33.60%	nd	-25.25%
2011-2012		14_1	22	90	0.2	112	nd	131	18	17.06%	nd	-15.72%
2010-2011		31_2	22	13	1.7	134	18	163	24	21.84%	32.69%	-34.60%
2011-2012		31_2	22	13	1.7	80	12	128	13	61.02%	3.87%	-39.97%
2010-2011		25_1	25	18	1.4	112	15	141	19	26.36%	24.81%	-22.35%
2011-2012		25_1	25	18	1.4	81	11	116	16	43.70%	40.44%	-21.21%
2010-2011		24_2	27	14	2.0	49	7	85	14	72.80%	88.33%	-35.66%
2011-2012		24_2	25	13	1.9	59	9	88	14	48.07%	58.34%	-26.06%
2010-2011		13_2	28	29	1.0	100	13	145	19	44.68%	44.82%	-31.51%
2011-2012	13_2	28	29	1.0	101	14	149	21	48.10%	51.40%	-20.45%	

Notas:

1/En cada uno de los casos el primer registro de zafra corresponde al ciclo de cultivo de plantilla nueva, y los subsecuentes a las fases soca y resoca.

2/Datos correspondientes a las parcelas testigo habilitadas simultanea y dentro de la misma superficie de la zona de abasto del ingenio.

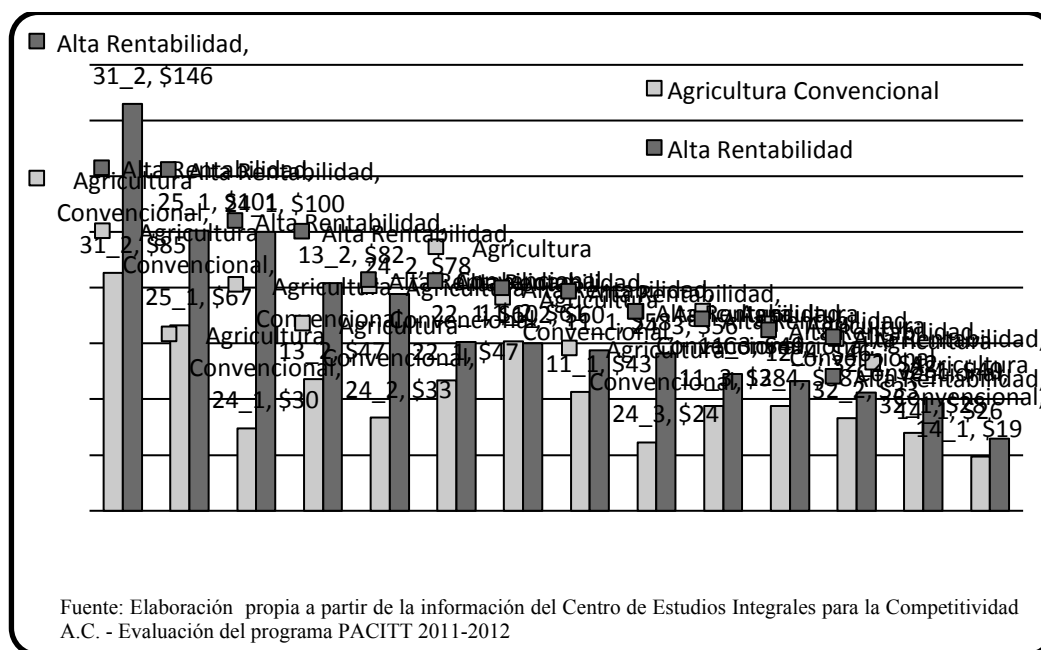
3/ Dato correspondiente al estimado (RAT) por el Ingenio.

nd - no disponible.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Centro de Estudios Integrales para la Competitividad S.C. sobre la evaluación del programa PACITT 2011-2012 en el Ingenio de Atencingo.

El proceso de adopción e implementación del MAR en las UC ya sea de forma gradual o integral ha mejorado de forma sustancial el ingreso de los productores. Como se observa en la gráfica 1 en 13 de las 14 UC distribuidas en las 9 ZA del Ingenio de Atencingo el ingreso promedio de los productores derivado de las dos últimas zafras es mayor en relación al ingreso de los productores que cultivan caña de forma convencional.

Gráfica 1. Unidades de producción compacta: Ingreso promedio por productor, Zafras 2010/2011 y 2011/2012 (miles de pesos corrientes)



3.3.3. Capacidades Productivas, Tecnológicas y de Innovación

Retomando la matriz de capacidades tecnológicas de Bell y Pavitt (1995), se identificaron los niveles de capacidades productivas y de innovación acumuladas y complementadas a partir de la adopción del MAR. La matriz es un instrumento metodológico que los autores emplean considerando que tanto las capacidades productivas como las de innovación forman parte de un conjunto de capacidades tecnológicas en las que puede incurrir una empresa a lo largo del tiempo. Como se ha señalado, este análisis en particular hace referencia a los productores como unidad económica y al área de campo del ingenio. Cabe señalar que no se contemplaron las funciones técnicas a partir de actividades de inversión como en la matriz original de Bell y Pavitt (Íbid) ya que no se dispone información sobre la etapa inicial del ingenio y los productores de la zona de abasto.

a) Ingenio

El Cuadro 4 considera si se han generado capacidades tecnológicas en el área de campo del ingenio a partir de la adopción del MAR, posteriormente se describen algunas actividades relacionadas que ejemplifican dichas capacidades.

Cuadro 4. Capacidades tecnológicas en el Ingenio Atencingo (Ingenio)

Niveles de capacidades	Funciones técnicas primarias		Funciones técnicas de soporte	
	Producción		Vinculación externa	Producción de bienes de capital
	Centradas en los procesos y en la organización de la producción	Centradas en el producto		
Capacidades productivas				
Capacidades innovadoras básicas				
Capacidades innovadoras intermedias				
Capacidades innovadoras avanzadas				

Verde: Sí se han generado; Amarillo: Se han generado pero en menor medida; Rojo: No se han generado
Fuente: Elaboración propia con base en Bell y Pavitt (1995).

Capacidades productivas

La superintendencia de campo ha hecho más eficientes sus procesos y procedimientos en diversas actividades como el equilibrio del volumen de caña producida por tipo de madurez al frente de cosechas, control de la cosecha, control integral de plagas, etc. Debido a la capacitación continua se observa un proceso más eficiente en el acompañamiento de los técnicos a los productores. En el ingenio se ha instalado un sistema de entrega de la caña más ordenado y eficiente (entrega a 3 turnos), del mismo modo se ha mejorado la eficiencia en los tiempos de trabajo del área.

Se ha mejorado el control de calidad de semilleros que garantizan la pureza varietal, abatir afectaciones por plagas y enfermedades y el desarrollo vegetativo. Se realizan actividades de control de siembras (asignación de semilleros, variedad, fechas, etc.), control de cosecha, etc. Además se ha mejorado el control de calidad de la caña de azúcar.

El ingenio ha realizado muestreos de suelos a través de vincularse con laboratorios especializados. Se realizan actividades de búsqueda de insumos disponibles.

En los procesos para mejorar la calidad de los semilleros se han implementado tinas hidrotérmicas especiales y adaptado a las condiciones del ingenio.

Capacidades innovadoras básicas

La superintendencia de campo promueve la eliminación de fallas en los procesos y procedimientos. Se tienen áreas específicas para siembra, cosecha, etc. Se han realizado actividades de planeación estratégica.

Se han realizado adaptaciones menores en los trabajos de selección de variedades y el manejo de semilleros conforme a las necesidades del mercado. La caña de azúcar como producto en general observa una mejor calidad.

Se han incrementado los programas de capacitación y vinculación con instituciones locales y centros de educación superior. El ingenio tiene se vincula con instituciones de educación superior y centros de investigación como es el caso de COLPOS a través de talleres de

capacitación y actualización en temas seleccionados. El campo experimental se vincula con estudiantes de centros tecnológicos para la realización de actividades de investigación.

Se han realizado adaptaciones simples al equipo para controlar la calidad de los semilleros.

Capacidades innovadoras intermedias

Una innovación incremental de tipo organizacional se ha introducido en las actividades de entrega de la caña.

El campo experimental del ingenio esta produciendo nuevas variedades mejoradas, como el caso de la ATEMEX. La variedad ATEMEX se comercializa de manera exitosa en 26 ingenios del país. Además se realizan actividades de intercambio de material vegetativo.

Se realizan actividades de transferencia tecnológica, y cambio actitudinal a los productores para mejorar la eficiencia, calidad y abastecimiento local. El MAR ha tenido una función relevante en estos procesos.

No existen casos paradigmáticos donde se observen mejoras menores a partir de ingeniería inversa.

Capacidades innovadoras avanzadas

No existen innovaciones radicales en procesos. El campo experimental realiza actividades de I+D y ha generado nuevas variedades comercializadas en el mercado, sin embargo, debe notarse que estas actividades están enmarcadas en una frontera tecnológica local en comparación con los estándares internacionales.

Nula colaboración en desarrollos tecnológicos con clientes o socios. No existe I+D orientada a establecer nuevas plantas o maquinarias.

b) Productores

El Cuadro 5 muestra la matriz de capacidades tecnológicas de los productores de la zona de abasto; posteriormente se describen algunas actividades relacionadas que ejemplifican dichas capacidades. En general se observa que estos han acumulado Capacidades Tecnológicas en la producción al hacer más eficientes sus procesos e introducir una serie de nuevas técnicas en orden y a tiempo, de igual manera se observa la acumulación de Capacidades Innovadoras Básicas ya que en algunos casos los productores han realizado adaptaciones simples de las nuevas técnicas y equipo. Finalmente se observa una nula acumulación de Capacidades Intermedias y Avanzadas de Innovación.

Cuadro 5. Capacidades tecnológicas en el Ingenio Atencingo (Productores)

Niveles de capacidades	Funciones técnicas primarias		Funciones técnicas de soporte	
	Producción		Vinculación externa	Producción de bienes de capital
	Centradas en los procesos y en la organización de la producción	Centradas en el producto		
Capacidades productivas				

Niveles de capacidades	Funciones técnicas primarias		Funciones técnicas de soporte	
	Producción		Vinculación externa	Producción de bienes de capital
	Centradas en los procesos y en la organización de la producción	Centradas en el producto		
Capacidades innovadoras básicas				
Capacidades innovadoras intermedias				
Capacidades innovadoras avanzadas				

Verde: Sí se han generado; Amarillo: Se han generado pero en menor medida; Rojo: No se han generado.
Fuente: Elaboración propia con base en Bell y Pavitt (1995).

Capacidades productivas

Los productores mejoraron sus actividades rutinarias de siembra y cosecha de la caña realizándolas en orden y a tiempo. Se ha incrementado la eficiencia en la producción de la caña a partir de la experiencia y de la optimización en el uso y cuidado de los recursos naturales.

El productor lleva un mejor control de la calidad de la producción de la caña al establecer las fechas óptimas de siembra y cosecha. Es a través de las UCCARETTS que se promueve la siembra de una misma variedad, partiendo de una misma fecha de siembra y de un manejo del riego controlado.

Los productores integrados en UCCARETTS pueden realizar compras conjuntas y adquieren poder de negociación con los proveedores de insumos.

Se encontró que algunos productores a partir de las giras tecnológicas y la capacitación han implementado sistemas tecnológicos que requieren maquinaria específica (sistemas de riego, equipo para cosecha en verde mecanizada)

Capacidades innovadoras básicas

Los productores han aprendido a partir de ensayo y error. Realizan la preparación de la tierra con base en análisis de suelo. Se busca la implementación del riego tecnificado, así como la fertilización balanceada, implementación de biofertilizantes y disminución del uso de agroquímicos en el tratamiento de plagas y enfermedades.

Existen productores que han adaptado la mayoría de los 10 pasos del MAR que presupone un manejo integral del cultivo de la caña. Esto les ha permitido mejorar la calidad del producto, aumentando los rendimientos y el pago por su producto.

Los productores demandan asistencia técnica al ingenio al momento de compactar superficie e implementan el diagnóstico de suelo a sus predios con el objeto de ser eficiente el uso de tratamientos en el mismo.

Se ha documentado casos en que los productores han realizado adaptaciones simples de sistemas de riego ya existentes.

Capacidades innovadoras intermedias

Se introdujeron nuevas técnicas comprobadas como el método de siembra por mateo, esto presupone mejoras en el proceso y una ampliación en las capacidades de producción.

Capacidades innovadoras avanzadas

En el caso de los productores no se han generado capacidades innovadoras avanzadas.

4. Conclusiones

De acuerdo a la evidencia aportada por el estudio de caso del Ingenio Atencingo, se puede concluir que durante el proceso de adopción del Modelo de Alta Rentabilidad, se desarrollan claramente procesos de aprendizaje tecnológico y de capacidades productivas y tecnológicas y, en menor medida, capacidades de innovación.

Esto es así porque los procesos de transferencia tecnológica que promueve el Modelo son básicos: se concentra en transferencia de información y conocimiento a través de los talleres de capacitación y actualización y en transferencia de un conjunto de técnicas muy poco innovadoras a nivel mundial pero de gran novedad para el cañero mexicano, a pesar de que también pueden observarse procesos de transferencia tecnológica más avanzados como la interacción con proveedores de sistemas de riego tecnificado. Aunado a esto las actividades de I+D realizadas por el campo experimental vinculado al Ingenio de Atencingo están muy alejadas de la frontera tecnológica internacional pues la generación de nuevas variedades se realiza con las técnicas utilizadas desde la década de los años setenta, sin experimentar hacia nuevas técnicas desde la ingeniería genética o la biotecnología más avanzada.

Sin embargo, esto no es del todo una debilidad del Modelo pues considera la realidad del campo cañero antes de pretender introducir técnicas totalmente nuevas pero imposibles de implementar dadas las condiciones de producción de gran parte de los cañeros. Por lo que entonces podría considerarse un modelo realista que contribuye a un proceso gradual del desarrollo de habilidades, apuntando primero hacia el desarrollo de capacidades productivas a partir de un grupo de pasos técnicos muy fáciles de adoptar e implementar por el productor, que no implican grandes inversiones y que contribuyen al desarrollo de capacidades tecnológicas como la operación eficiente y ordenada de las actividades involucradas en el proceso de producción, la preparación y acondicionamiento de suelo de acuerdo a especificaciones técnicas (estudio de suelo), la determinación de fecha óptima de siembra y cultivo, entre otras actividades.

Además, el Modelo incorpora una de las innovaciones organizacionales desarrolladas en la agricultura mexicana: la compactación de superficies que ayuda a contrarrestar el problema de la pulverización de la tierra y generar economías de escala. Por otro lado, desde las etapas iniciales del Modelo, se incentiva el desarrollo de habilidades empresariales como el cambio de mentalidad, el compromiso y el liderazgo empresarial. Finalmente, al poner énfasis en la interacción entre pares a través de los eventos demostrativos, promueve un nuevo extensionismo que detona procesos de aprendizaje tecnológico. Por último, promueve una estructura de vinculación (Grupo de Trabajo Interinstitucional) con mucho potencial para la generación de innovaciones que impulsen al sector.

La investigación del caso del Ingenio de Atencingo y la interpretación de los resultados que aquí se expone es una primera aproximación al estudio del desarrollo de capacidades

tecnológicas y de innovación en el sector agroindustrial de la caña de azúcar, a partir de la adopción de un Modelo que promueve la Alta Rentabilidad. Sin embargo, se trata solo de uno de los 57 Ingenios que existen en el país y de los 20 que adoptaron el Modelo. El ejercicio de caracterizar todo el sector exige mayor evidencia y considerar nuevas líneas de investigación que otorguen mayor profundidad. La realización de este estudio permitió identificar algunas de ellas, tales como la necesidad de construir una metodología más adecuada considerando las especificidades del sector agroindustrial –pues la matriz de capacidades tecnológicas propuesta por Bell y Pavitt (1995) ha sido utilizada para analizar casos de manufactura.

Finalmente se concluye que las políticas y programas gubernamentales dirigidos al sector agroindustrial que promueven modelos como el MAR debieran operarse con mayor continuidad. Una de las debilidades del MAR es que está pensado para un ciclo productivo y no contempla mecanismos de escalamiento. Como se ha dicho los procesos de aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas son procesos no lineales y los agentes requieren generar habilidades para escalar el Modelo, es decir, si se aplica una y otra vez el MAR en el mismo lugar de manera consecutiva, no se puede esperar obtener resultados diferentes después de un periodo determinado. Llegará un momento en que los rendimientos de los resultados del MAR sean decrecientes, por lo que los componentes y contenido tienen que ser diferenciados de acuerdo al ciclo de vida de la UCCARETT. Una de las líneas futuras de investigación es justamente generar e implementar modelos que además de tener por objetivo la mejora en la eficiencia de procesos productivos, incluyan componentes formalizados que consideren una orientación hacia la creación de capacidades innovadoras avanzadas teniendo en cuenta, como se ha dicho, las condiciones locales y especificidades del sector en el país.

5. Referencias

- Arrow, K., **The Economic Implications of Learning by Doing**, Review of Economic Studies, Vol. 29, no. 80, pp. 155-173, 1962.
- Atoche Kong, C. y Dutrénit, G., **Innovation capabilities accumulation using a life cycle approach. The case of a Mexican Steel Company**, Paper presented for the VI Globelics Conference, México, Septiembre 2008.
- Bell, M. y Pavitt K., **The Development of Technological Capabilities**, en I.U. Haque (ed.), Trade, Technology and International Competitiveness, Washington, The World Bank, pp. 69-101, 1995.
- Cohen, W.M. and D.A. Levinthal, **Absorptive Capacity: a New Perspective on Learning and Innovation**, Administrative Sciences Quarterly, Vol. 35, no. 1, pp. 128-152, 1990.
- _____, **Innovation and Learning: the Two Faces of R&D**, The Economic Journal, no. 99 (September), pp. 569-596; 1989.
- Díaz, J., Melo, B. y Quiroz, V., **Estudio para la Formalización del Modelo de Alta Rentabilidad en el Marco del Proyecto de Actualización, Innovación y Transformación y Desarrollo del Campo Cañero (PACITT)**, México, 2013.
- Dodgson, M., **Organizational Learning: A Review of Some Literatures**, Organizational Studies, Vol. 14, no. 3, pp. 375-394, 1993.
- Dutrénit, G., **Strategies and technological capabilities in a multinational Mexican firm**, en Cimoli, M. (Ed.) Developing Innovation Systems, Mexico in the Global Context, London: Continuum, 2000.
- Figueiredo, P.N., **Learning Processes features and technological capability accumulation: explaining inter-firm differences**, in Technovation 22, pp.685-698, 2002.
- FIRA (Fideicomiso Instituidos en Relación con la Agricultura), **Producción Sostenible de Caña de Azúcar en México**, en *Boletín Informativo*, No. 11, Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, México, 2010.
- _____, **Competitividad de la Industria de la Azúcar en México**, en *Boletín Informativo*, No. 6, Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, México, 2009.

- Giuliani, E. y Bell, M., **The Micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster**, Research Policy 34, pp.47-68, 2005.
- Lall, S., **Technological capabilities and industrialization**, World Development, Vol. 20, Núm. 2, 1992.
- Malerba, F., **Learning by Firms and Incremental Technical Change**, The Economic Journal (GB) 102: 845-859, 1992.
- Martínez, S.T., **El desarrollo rural en las ciencias sociales**, en *Cuadernos del Centro de Estudios del Desarrollo Rural*, No. 3, Colegio de Posgraduados, México, julio-septiembre, pp. 10-19, 1986.
- OCDE, **La tecnología y la economía: relaciones determinantes**, OCDE, París, 1992.
- PACITT, **Guía básica para la transformación y el desarrollo del campo cañero FEESA-PROASA**, FEESA-PROASA, Dirección de Supervisión Operativa, SAGARPA/COFUPRO, Ed. CEICO, 2011.
- _____, **El ABC de la Alta Rentabilidad**, FEESA-PROASA, Dirección de Supervisión Operativa, SAGARPA/COFUPRO/CEICO, 2011.
- _____, **Comité Estratégico Interinstitucional de la Agroindustria Plan de San Luis**, Serie DSO Desarrollo y Superación Operativa, SAGARPA/COFUPRO, 2011.
- PMI, **Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos**, Project Management Institute, Cuarta Edición, EUA, 2008.
- Polanco, A. y Flores, T., **Bases para una política de I&D e innovación de la cadena de valor del maíz**, Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología (FCCyT), México, 2008.
- SAGARPA, **Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar 2007 – 2012**, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México, 2007.
- Torres, A., **Aprendizaje y Construcción de Capacidades Tecnológicas**, Journal of Technology Management & Innovation, Vol. 1, Issue 5, 2006.
- Westphal, L., L. Kim and C. Dahlman, **Reflections on the Republic of Korea's Acquisition of Technological Capability**, en N. Rosenberg and C. Frischtak (eds), International Technology Transfer; New York, Praeger Publishers, 1985.
- Vera-Cruz, A. y Dutrénit, G., **Derramas de las MNCs a Través de la Movilidad de los Trabajadores: Evidencia de Pymes de Maquinados en México**, documento de trabajo presentado en el XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC 2005. San Salvador, Brazil, Octubre 2005.
- Villavicencio, D., **Transferencia de tecnología y aprendizaje tecnológico: Reflexiones basadas en trabajos empíricos**, en El Trimestre Económico, Vol. 61 núm. 2, pp. 257-279, 2006.
- Westphal, L., Kim L. y Dahlman C., **Reflections on the Republic of Korea's Acquisition of Technological Capability**, en N. Rosenberg y C. Frischtak (eds), International Technology, New York, Praeger Publishers, 1985.