



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS**

CAMPUS MONTECILLO

**POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA**

**FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PROBABILIDAD DE
ADOPCIÓN TECNOLÓGICA EN UNIDADES DE
PRODUCCIÓN DE LECHERÍA FAMILIAR EN
GUANAJUATO, MÉXICO**

ALEJANDRA VÉLEZ IZQUIERDO

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE :

DOCTORA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

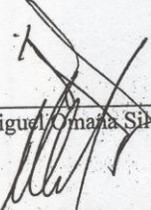
2012

La presente tesis titulada: Factores que influyen en la probabilidad de Adopción de Tecnología en unidades de producción de lechería familiar en Guanajuato, México. realizada por el alumno: Alejandra Vélez Izquierdo. bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTORA EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA

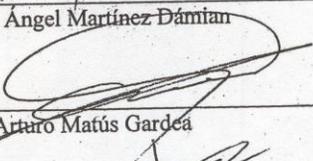
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



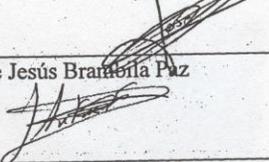
Dr. José Miguel Omaña Silvestre

ASESOR



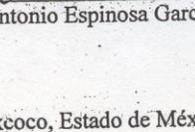
Dr. Miguel Ángel Martínez Damián

ASESOR



Dr. Jaime Arturo Matús Gardea

ASESOR



Dr. José de Jesús Brambila Paz

ASESOR



Dr. José Antonio Espinosa García

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Noviembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por el financiamiento otorgado, para la realización de mis estudios de Doctorado en el Colegio de Postgraduados.

A la Unidad Especializada Pecuaria del INIFAP (UTEF) por todas las facilidades brindadas para la realización de este trabajo, especialmente al **Lic. Raymundo Vázquez Gómez** responsable nacional de la UTEF y en particular al **MC. Tomás Arturo González Orozco** responsable de la UTEF en el estado de Guanajuato, ambos investigadores del INIFAP.

Al **Dr. José Miguel Omaña Silvestre**, por el apoyo y comprensión durante el proceso de elaboración del presente trabajo.

Al, **Dr. José Antonio Espinosa García**, un especial agradecimiento por compartir sus conocimientos, su amistad, confianza, y darme su apoyo incondicional en todo momento en mi desarrollo profesional y personal, sin su apoyo este trabajo no hubiera sido posible. Gracias siempre.

A los **Doctores Miguel Ángel Martínez Damián, Jaime A. Matus Gardea y José de Jesús Brambila Paz**, por sus aportaciones y sugerencias para la realización de esta investigación.

A l@s profesor@s que durante mi estancia en esta institución me transmitieron sus conocimientos. De igual manera, al personal administrativo de Economía que me brindaron su apoyo y amabilidad durante mi estadía en esta institución, especialmente a Lupita, Marú, Jannet y Vianey.

A mis grandes amigos que me brindaron su amistad incondicional: Fidel Ávila, Venancio Cuevas, J. Luis Jolalpa, Georgel Moctezuma, Sergio Góngora, Eileen Salinas, Mario Espinosa, Denisse Montoya, Meyli Escobar, Antonio Torres, Luis Montiel, Adriana, Ríos, Tonathiu Martínez, Edgar García y especialmente a **Mercedes Borja**, gracias a todos.

DEDICATORIA

A mi mamá, **Micaela Izquierdo Huerta** por el amor incondicional y la confianza que siempre me ha demostrado y sobre todo por ser el eje principal de mi vida.

A mi papá, **Julio Vélez Carrasco**, por que aunque no has estado, nunca es tarde para retomar el camino y conocernos.

A mi tía **María del Socorro Izquierdo**, por su apoyo y por que sin su presencia y ayuda nada sería igual.

A mis hermanos, **Margarita, Daniel y Carolina Guadalupe**, por estar siempre y de forma incondicional conmigo.

A mis sobrinos **Daniela Michell, Yael Antonio, Jimena, Fernanda, Daniel, Monserrat, Yara y Francisco Javier**, por ser esas personitas tan especiales que llenan tantos espacios en mi vida.

A mis primos **Josúe Arteaga, Paola Arteaga y María del Rosario Espinosa**, son como otros hermanos para mí.

A mis amigos investigadores y colaboradores de la UTEP-INIFAP, por compartir conmigo sus conocimientos, enseñanzas, experiencia y sobre todos su amistad y apoyo en todo momento, con especial atención a **Omar Hernández, Fernando Romero, América Luna, Fernando González, Mario H. Esqueda, Martín Ibarra, Ángel Mejía, Jorge Quintal y Ramón Gutierrez**.

Al Dr. Francisco Becerra Luna, a la Sra. **Sara Cortés** y a la **MC. María del Socorro Fernández** por creer en mi y ayudarme siempre.

ÍNDICE

RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	5
1. 2. Objetivo general	10
1.2.1. <i>Objetivos particulares</i>	10
1.3. Hipótesis.....	11
1.4. Revisión de literatura	12
CAPITULO II.....	16
MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. Tecnología e innovación	16
2.2. Cambio tecnológico.....	17
2.2.1. <i>Relación entre cambio tecnológico y productividad</i>	20
2.3. Transferencia de tecnología	22
2.3.1. <i>Tipos de tecnología</i>	23
2.4. Extensionismo	28
2.5. Adopción de tecnología.....	30
2.5.2. <i>Factores asociados con la adopción de tecnología</i>	32
2.6. Modelos de transferencia de tecnología	36
2.6.1. <i>Modelo lineal</i>	36
2.6.2. <i>Modelo dinámico</i>	37
2.6.3. <i>Modelo Triple Hélice I</i>	37
2.6.4. <i>Modelos de transferencia de tecnología agrícolas</i>	39
2.6.4.1. <i>Modelo de difusión de innovaciones</i>	40
2.6.4.2. <i>Modelo de los Insumos de Alta Rentabilidad</i>	41
2.6.4.3. <i>Modelo del Cambio Tecnológico Inducido</i>	41
2.6.4.4. <i>Modelo GGAVATT</i>	42
CAPITULO III	45
EL EXTENSIONISMO EN MÉXICO	45
3.1. La asistencia técnica y la UTEP	48
3.1. Contexto Mundial y Nacional del mercado de leche	51

3.1. Contexto Mundial.....	51
3.1.1. <i>Producción Mundial</i>	51
3.1.2. <i>Consumo mundial</i>	52
3.1.3. Importaciones y exportaciones mundiales	54
3.2. Situación nacional del mercado de la leche.....	55
3.2.1. <i>Producción nacional</i>	55
3.2.2. <i>Consumo nacional</i>	59
3.4. La producción lechera en el Estado de Guanajuato.	62
CAPITULO IV.....	64
METODOLOGÍA.....	64
4.1. Índice de adopción de tecnología	65
4.2. Caracterización de productores	67
4.3. Modelo probabilístico	69
CAPITULO V	80
RESULTADOS.....	80
4.1. El sistema de lechería familiar en México	80
4.2. Caracterización de las unidades de producción.....	82
4.3. Evaluación del uso de componentes tecnológicos	88
4.4. Factores que influyen en la probabilidad de adopción de tecnología.....	90
4.4.1. <i>Modelo probabilístico</i>	90
CAPITULO VI.....	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
CAPITULO VII.....	94
LITERATURA CITADA.....	94
ANEXO I.....	99
Cédula de Diagnóstico para Unidades de Producción Rural de bovinos leche	99
ANEXO 2.....	116
Formatos de seguimiento de la estrategia de la Unidad Técnica Especializada Pecuaria	116
ANEXO 3.....	121
Programación en SAS del modelo probabilístico.....	121

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Programas de extensionismo en México.	46
Cuadro 2. Consumo de leche fluida de bovino para diferentes países, 2006-2010.....	53
Cuadro 3. Principales países importadores de leche fresca de bovino, 2009.	54
Cuadro 4. Principales países exportadores de leche fresca de bovino, 2009.....	55
Cuadro 5. Importaciones mexicanas de leche de bovino y derivados lácteos, 2000-2009.....	61
Cuadro 6. Exportaciones mexicanas de leche de bovino y derivados lácteos, 2000-2009.....	62
Cuadro 7. Producción, valor de la producción, inventario y participación en la producción nacional del Estado de Guanajuato, 2000-2010.	63
Cuadro 8. Total de productores analizados por GGAVATT.....	64
Cuadro 9. Áreas utilizadas para estimar el Índice de Adopción de Tecnología en Unidades Familiares de Producción de leche en Guanajuato.....	66
Cuadro 10. Tecnologías y actividades utilizadas para estimar el Índice de Adopción de Tecnología en Unidades Familiares de Producción de leche en Guanajuato.	67
Cuadro 11. Variables productivas y económicas del diagnóstico de línea base de los 248 productores de lechería familiar en Guanajuato.	68
Cuadro 12. Descripción de variables del diagnóstico de línea base analizadas con la prueba de Chi-cuadrada.	69
Cuadro 13. Variables utilizadas en el modelo probabilístico	70
Cuadro 14. Años de recibir asistencia técnica, edad, escolaridad y vientres en ordeño por nivel tecnológico.	83
Cuadro 15. Estructura de costos y precios pagados al productor por nivel tecnológico (en pesos mexicanos).....	84
Cuadro 16. Variables productivas y económicas.....	85
Cuadro 17. Parámetros estimados del modelo probabilístico.	91
Cuadro 17. Efectos marginales estimados del modelo probabilístico.	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cambio tecnológico	19
Figura 2. Proceso de adopción esta en función del tiempo y el porcentaje de productores que usan (adoptan) una tecnología específica.	31
Figura 3. Modelo Triple-Hélice I de transferencia de tecnología.....	38
Figura 4. Modelo Triple-Hélice II de transferencia de tecnología	38
Figura 5. Modelo Triple-Hélice III de transferencia de tecnología.....	39
Figura 7. Producción mundial de leche fresca de bovino, 2000-2010. Gráfica 1.	51
Figura 8. Participación de los principales países productores de leche fresca de bovino en la producción mundial. 2010.	52
Figura 9. Principales estados productores de leche en México, 2008-2010.....	56
Figura 10. Principales estados productores. Sistemas de producción de leche de bovino por regiones agroecológicas en México.	58
Figura 11. Estacionalidad de la producción nacional de leche, 2010.....	58
Figura 12. Consumo Nacional Aparente de leche fresca en México, 2000-2009.	60
Figura 13. Distribución geográfica de los grupos en el estado de Guanajuato.	65
Figura 14. Ejemplo de la función logística en forma de S	73
Figura 15. Función de distribución acumulativa (FDA).....	74
Figura 16. Estructura de costos por tipo de productor.....	84
Figura 17. Porcentaje de adopción de tecnologías por nivel tecnológico en unidades familiares de producción de leche en Guanajuato.	90

**FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PROBABILIDAD DE ADOPCIÓN
TECNOLÓGICA EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LECHERÍA FAMILIAR EN
GUANAJUATO, MÉXICO**

**ALEJANDRA VÉLEZ IZQUIERDO
COLEGIO DE POSTGRADUADOS, 2012**

RESUMEN

Con el objetivo de conocer los factores que influyen en la probabilidad de adopción de tecnologías en unidades de producción de lechería familiar en Guanajuato que participaron en un programa de asistencia técnica y capacitación, se integró información de 248 productores que participaron en el Programa Soporte de SAGARPA en el período 2010-2011, se calculó un Índice de Adopción de Tecnologías, con el cual se clasificaron a los productores por nivel tecnológico y analizaron con la prueba “t” de Student y Chi-cuadrada. Para la probabilidad de influencia de factores en la adopción de tecnología se utilizó un modelo Logit y se estimaron efectos marginales. Los productores se clasificaron en nivel tecnológico bajo (10%), nivel medio (37%) y nivel alto (53%). Los años de recibir asistencia técnica fue significativa ($P < 0.01$), edad, escolaridad, número de vientres en ordeño tendieron a ser significativas ($P < 0.01$). La probabilidad de influir en la adopción de tecnología fue positiva para las variables de escolaridad, años de recibir asistencia técnica y hectáreas dedicadas a la ganadería. Con respecto a la escolaridad a medida que se incrementa en un año la escolaridad de los productores, la probabilidad de adoptar tecnología se incrementa en 0.281, al incrementarse en un año los servicios de asistencia técnica, la probabilidad de adopción se incrementa en 0.0690 y, al incrementarse en una hectárea ganadera, la probabilidad de adopción se incrementa en 0.0026. Los resultados contribuyen al diseño de políticas para hacer eficientes los recursos públicos destinados a programas de asistencia técnica y capacitación.

Palabras clave: innovación, modelo Logit, efectos marginales, índice de adopción.

**FACTORS INFLUENCING THE PROBABILITY OF TECHNOLOGY ADOPTION
IN FAMILY UNITS OF DAIRY PRODUCTION IN THE STATE OF GUANAJUATO,
MEXICO.**

**ALEJANDRA VÉLEZ IZQUIERDO, Dra.
COLEGIO DE POSTGRADUADOS, 2012**

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate some factors affecting the probability of technology adoption in familiar dairy farms in the state of Guanajuato that were participating in a government program of technical assistance and training. Data from 248 producers participating in the Soporte Program of SAGARPA in the 2010-2011 period was analyzed. An index of technology adoption was estimated, which classified the producers by technological level and it was analyzed using a student “t” test and Chi-square. To evaluate the probability of some factors of having implications on the adoption of technologies a Logit model was used and the marginal effects were estimated. The 10% of the producers had a low technological level, 37% a medium level and 53% a high level. The years receiving assistance was significant ($P<0.01$), age and education level of producers and the number of cows in milk tended to be significant ($P<0.01$). The technology adoption was affected by education level of producers, years receiving assistance and hectares destined to dairy cattle variables. For every unit of increase in the education level of producers, the probability to adopt technology increases 0.281; for every unit of increase of technical assistance, the probability of technology adoption increase 0.069, and for every unit of increase in the hectares destined to dairy production, the probability of technology adoption increase in 0.0026. The results could be used to support the policy-making to make more efficient the monetary resources destined to programs of technical assistance and capacitation and to offer information to apply mechanisms that may increase the adoption of technologies in familiar dairy farms in México.

Key words: innovation, Logit model, effects marginal, adoption index.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La adopción de tecnología es un concepto referido al conjunto de actividades mentales y prácticas que realiza cada individuo desde que se conoce una novedad hasta que la aplica de manera notable en sus actividades cotidianas y productivas. En el campo de la agricultura y la ganadería es sinónimo de modernización, y se refiere al conjunto de cambios (técnicos y culturales) que se producen en las unidades de producción como consecuencia de la introducción de innovaciones tecnológicas de forma permanente (Flores, 1993, Casas, 2002 y Cuevas *et al*, 2012). De igual forma se entiende a la innovación como aquella tecnología económicamente viable en sentido técnico y económico (Yotopoulos y Nugent, 1981) y cuya incorporación a las unidades de producción permita el desplazamiento de su función de producción y por lo tanto propicie un cambio tecnológico a largo plazo.

El proceso de adopción no es exclusivamente técnico y no se realiza de forma automática, para que se lleve a cabo es necesario identificar un problema u oportunidad, generar una tecnología y que esta sea una innovación, difundirla, transferirla y que el productor la adopte (Flores, 1993 y Kumar y Quisumbing, 2010). A esta última fase, se le conoce como el proceso de generación y de transferencia de tecnología, el cual se ha ido modificando con el tiempo al incluir en su objetivo la mejora de la calidad de los productos, la combinación eficiente de los factores y un mejor manejo y uso de recursos naturales y no sólo el incremento de la producción y el crecimiento económico (Casas, 2002, Kumar y Quisumbing, 2010 y De Janvry y Sadoulet, 2011).

La naturaleza dinámica de la adopción de tecnología y su difusión esta definida por dos tipos de análisis contrastantes: (a) el "microeconómico" análisis que intenta medir el impacto de la adopción y (b) las mediciones del impacto agregado de una línea continua de evolución de las mejoras de la innovación (De Janvry y Sadoulet, 2011), también se considera que la adopción de las innovaciones depende de las características de los agricultores y de sus preferencias y del medio ambiente en la cual se ubiquen. Un productor decide adoptar una tecnología con base a sus activos, los requisitos de la tecnología y su percepción de lo idónea que es la

tecnología para sus necesidades (Dey *et al*, 2010), además de considerar los beneficios económicos que obtendrá derivado de la implementación de la innovación, como un ser económicamente racional. Diversos autores (Foster, 2010, Kebede 1990, Dey *et al* 2010, Kumar y Quisumbing, 2010 y De Janvry y Sadoulet, 2011) ofrecen un análisis amplio desde el punto de vista teórico y empírico de la literatura con relación a la adopción de tecnologías agrícolas. Con respecto al estudio de la adopción de innovaciones en el área pecuaria, se han realizado estudios con información generada a través de la implementación del modelo GGAVATT en los estados de Veracruz, Guanajuato y Estado México (Espinosa *et al* 2008; Espinosa *et al* 2009 y Martínez-García 2011) para los sistemas de bovinos doble propósito y lechería familiar.

Derivado de la revisión realizada por Martínez-García, diversas investigaciones de tipo social (Abdelmagid y Hassan, 1996; Betz *et al*, 1999, Negatu y Parikh 1999; Lepar y Ehui, 2004; Phiri *et al*, 2004., Martínez-García, 2006; Mafimisebi *et al* 2006; Sanni *et al*, 2007 y Fashola *et al*, 200, Martínez-García, 2011) han analizado el comportamiento de los productores de adoptar o rechazar las innovaciones tecnológicas y han acumulado considerables pruebas de los distintos factores asociados a los productores, decisiones que se han dividido en seis grupos principales: 1. características socioeconómicas y de la Unidad de Producción; 2. características de la tecnología; 3. limitaciones institucionales y la falta de conocimiento; 4. procesos de desarrollo de tecnología y extensión; 5. factores demográficos y ambientales; y 6. actitudes y referentes sociales (presión social) de los productores.

Las características socioeconómicas consideradas en estudios relacionados son: edad del productor, educación, experiencia, tamaño de la familia, uso de mano de obra familiar, fuente de ingresos, nivel de ingresos, género, tamaño de la Unidad de Producción, aspectos físicos y técnicos y la heterogeneidad con otros productores (Martínez-García, 2011; De Janvry y Sadoulet, 2011; Feder, 1985; Sunding y Zilberman 2001; Doss, 2006 y Cuevas *et al*, 2012).

La decisión de adoptar una innovación en países en desarrollo es un proceso complejo que se ve afectado en un rango amplio por factores de tipo social, económico, productivo, tecnológicos y biofísicos (Dey, 2009; Flores, 1993; Foster, 2010 y Kebede, 1989) y otros

inherentes a las decisiones de los adoptantes con respecto a la actitud hacía el riesgo, sus intereses, sus posibilidades, la optimización bajo restricciones de presupuesto, acceso al crédito y la disponibilidad de tecnología y otros insumos en su región.

La adopción vista de forma análoga a una función de optimización restringida por parte de adoptantes racionales, se da si y solo si: a) existe la posibilidad real de adoptar una tecnología (es decir, la tecnología esta disponible y es factible); b) si la adopción de la tecnología permitirá ser rentable u obtener una ventaja sobre otros productores; c) si los beneficios de dicha adopción sean menores a los costos de implementarla; y d) si los efectos de dichas innovaciones generen beneficios de corto, mediano y largo plazo considerando la existencia de problemas de mercado que puedan afectar la adopción de otras innovaciones (De Janvry y Sadoulet, 2011 y Kebede, 1989). La definición de estos factores, así como el uso, la intensidad y la probabilidad de influencia en la adopción, es importante para entender el papel de estos en la apropiación de innovaciones tecnológicas (Kebede, 1989 y Flores, 1993).

Diversos autores han investigado la influencia de factores sociales y económicos en la decisión de usar innovaciones (Kebede, 1989), definiendo a la adopción como una variable dependiente de respuesta entre 0 y 1 con modelos de funciones exponenciales y otros más con modelos Logit y Probit univariados y multivariados. Otros autores desde los años ochenta recomendaron el uso de modelos Probit en donde la variable dependiente sea de respuesta 0 ó 1 y modelos Logit cuando la variable dependiente sea discreta (Kebede, 1989; Roe, 1983 y Maddala, 1983).

En los años noventa y actualmente se han utilizado modelos Logit con variable dependiente de respuesta binaria (Kebede, 1989) y no solo para conocer los factores y su probabilidad en la adopción sino también los impactos que generaron las innovaciones adoptadas (Dey, 2009; Kumar y Quisumbing, 2010 y De Janvry, 2011), con información de productores que adoptan la tecnología *vs* los que no lo hacen y solamente los adoptantes, de diversas innovaciones como uso de variedades mejoradas, fertilizantes, pesticidas, vacunas, o la combinación de varias, en diversos cultivos y especies ganaderas; con productores adoptantes y su

comparación con productores no adoptantes que realizan la misma actividad o sólo adoptantes (Cuevas *et al*, 2007 y Dey, 2009).

En México se han analizado las variables y su influencia en la adopción de innovaciones con productores que son adoptantes y que reciben asistencia técnica (privada y gubernamental) y con productores que no cuentan con la asistencia técnica, sobre todo enfocados a variables de tipo productivo y económico (Cuevas *et al*, 2012). Además de conocer los factores que influyen de forma positiva o negativa en la adopción, otro interés ha sido la estratificación de los productores de diferentes sistemas de producción pecuaria de doble propósito y lechería familiar bajo el criterio del uso de innovaciones que conlleve a conocer el nivel tecnológico de los productores (Cuevas *et al* 2012; Davis, 2010 y Montes, 2008).

1.1. Planteamiento del problema

En México, en los primeros años de la década de los ochenta se caracterizó por una economía abierta con numerosos tratados comerciales, el retiro del Estado de la actividad económica, el desmantelamiento de los programas de extensión agropecuaria, etc.; tuvo implicaciones profundas en la actividad agropecuaria mexicana y en la producción láctea en particular. En los años noventa destaca la liberación del precio de leche fluída y con ello la sustitución de políticas de protección al productor por políticas dirigidas al consumidor. En el subsector lácteo, han sido dos las consecuencias principales de las políticas neoliberales:

1. Incremento de las importaciones de derivados de lácteos como parte importante de la composición de la balanza comercial agroalimentaria, y
2. El ajuste de los precios domésticos de la leche y de sus derivados a los imperantes en el mercado mundial de lácteos, los cuales están determinados por los excedentes (altamente subsidiados) de los países líderes en la producción de lechera o por países con las ventajas comparativas, derivadas de agroecosistemas favorables para la actividad ganadera, que les permiten producir leche con menores costos de los que tienen el resto de los países.

Derivado de lo anterior en los años subsecuentes, la lechería mexicana se ha visto obligada a competir con productores de otros países que poseen sistemas de producción más consolidados, con alta tecnología y/o uso intensivo de ella, acceso a financiamiento y con altas tasas de subsidios por parte de sus gobiernos, programas públicos, implementados de forma permanente, destinados a estimular la actividad, y agresivas políticas para la comercialización de sus productos y, por otro lado, con productores de países que poseen ventajas comparativas que les proporcionan sus recursos naturales y les permite producir leche y derivados lácteos a costos menores a los que tienen los ganaderos y la agroindustria láctea mexicanos (Cesín y Cervantes, 2009).

La implementación de políticas orientadas al funcionamiento del libre mercado y por lo tanto a la competencia desigual de los productores de leche nacionales con costos de producción no competitivos y precios bajos del producto, conllevan necesariamente a implementar medidas al interior de las unidades de producción que permitan la reducción de costos, a través de la adopción de tecnologías que disminuyan el costo unitario de producción e incrementen la productividad, sobre todo en unidades de producción de leche de pequeña escala y de tipo familiar, aprovechando en la medida de lo posible las condiciones del entorno, como la presencia de programas gubernamentales con componentes de asistencia técnica y capacitación.

Ante el panorama descrito, el efecto de las políticas implementadas ha afectado en mayor medida a productores de unidades de producción lecheras de pequeña escala y de tipo familiar, los cuales tienen un papel social importante por su contribución a la generación de empleo, seguridad alimentaria, a los ingresos familiares a través de la reproducción de las condiciones de vida de los productores, además de ser considerada una alternativa para aliviar la pobreza (Martínez-García, 2011).

La ganadería familiar se incluye dentro del sistema de economía campesina, la cual establece lazos muy estrechos con el núcleo familiar, integrado por personas de diferente edad y sexo, pero unidas por lazos de parentesco muy cercanos y con una clara organización para la producción en pequeña escala, bajo la estrategia de distribuir riesgos y oportunidades de producción en diversas actividades como la agricultura, la ganadería y la venta de fuerza de trabajo (Cervantes *et al*, 2001).

En México se identifican cuatro sistemas de producción de leche: intensivo, semi intensivo, familiar y de doble propósito (SAGARPA 2005 y FIRA 2001); sin embargo, se diferencian claramente tres: intensivo, familiar y doble propósito (Cervantes *et al*, 2001). Se estima la contribución de las explotaciones de lechería familiar a la producción nacional de productos lácteos de casi el 10% a un máximo del 30% (Martínez-García, 2011) y se define como aquella actividad en donde la mano de obra es aportada básicamente por integrantes de la familia y sólo participa mano de obra externa cuando la atención de los animales rebasa la

capacidad familiar; o bien cuando la actividad es económicamente atractiva; bajo este concepto el número de animales en las explotaciones puede ser menor a 10 vacas en producción y hasta 80 ó 90, más sus reemplazos dependiendo de los recursos económicos y la posesión de predios para la producción agrícola de cultivos forrajeros de los productores, a los cuales se les califica como tradicionalistas. El ordeño puede ser manual o mecánico, no cuentan con equipos de enfriamiento y con deficiente control sanitario; en condiciones de semiestabulación y con alta dependencia a insumos externos como alimentos balanceados y forrajes, poco uso de la inseminación artificial y de poco a nulo uso de registros técnicos y económicos, además de uso de tecnología limitado y considerado como un sistema de producción olvidado por las políticas gubernamentales ya que tienen poco acceso al crédito, a la asistencia técnica y a los servicios en general. Con respecto a la venta de la leche, ésta se vende a intermediarios (boteros), a queserías locales, directo al consumidor y en menor medida a otros intermediarios como grandes procesadoras (Cervantes *et al*, 2001 y Espinosa *et al*, 2009).

La lechería familiar se concentra fundamentalmente en la región del Altiplano Mexicano (San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Querétaro y Estado de México), siendo los estados más representativos Jalisco, Guanajuato, Estado de México e Hidalgo (Cervantes *et al*, 2001), los cuales en el año 2007 aportaron el 33% a la producción nacional con 3,407,223 toneladas de leche (INEGI, 2007) y 3,633,441 t en 2010 (Siacon-SAGARPA, 2010).

En el caso del estado de Guanajuato, más del 90 por ciento de los productores de leche de bovino se ubican en el sistema de lechería familiar, con cinco a 30 animales en las explotaciones confinados principalmente en el traspatio o solar de la vivienda, el uso de tecnología es limitada y la infraestructura es rústica, aun así el estado de Guanajuato se ubica en el sexto lugar de producción de leche de vaca en el país (Espinosa *et al*, 2009).

En las diferentes descripciones que se hacen del sistema de lechería familiar resalta la baja adopción de tecnología y/o ausencia de la misma por parte de los productores (Cervantes *et al*, 2001; Cuevas *et al*, 2006; Vargas *et al*, 2009 y Martínez-García, 2011), la cual se atribuye a

diversos factores, como la falta de conocimiento de cómo utilizar las tecnologías, tecnologías de alto costo, la falta de crédito, la falta de servicios de extensión y la heterogeneidad entre los productores, sobre todo en cuanto a sus características socioeconómicas (nivel de educación, edad, género, número de miembros de la familia que trabajan en las unidades de producción y la aportación de la lechería a los ingresos familiares), las características de las unidades de producción (tamaño de las unidades de producción, tamaño del hato, tenencia de la tierra, acceso al mercado e infraestructura) y la riqueza de los agricultores (Martínez-García, 2011; Espinosa *et al*, 2009; Cervantes *et al*, 2001 y García-Muñiz *et al*, 2007).

La asistencia técnica y capacitación es brindada tanto por el estado como por sector privado, este servicio (considerado también como insumo) (Cuevas *et al*, 2007) deriva de los servicios de extensionismo a cargo del Estado, los cuales se abandonaron con la disminución de la participación de éste en la economía (década de los ochenta), durante la década de los noventa, se inician acciones tendientes al subsidio a productores y sus organizaciones para la contratación de servicios técnicos (técnicos SINDER y el PEAT), en el año de 1997, se crea el Programa de Desarrollo de Proyectos Agropecuarios Integrales (DEPAI), orientado a la contratación de técnicos para atender a grupos de productores pecuarios como parte de la Alianza para el Campo, la cual fue el principal instrumento de política agropecuaria y de desarrollo rural en México, no obstante; a principios del año 2001 se profundizó la política de privatización de los servicios de asistencia técnica, con una orientación fuerte al pago de servicios por productos (Espinosa *et al*, 2009 y Vázquez 2010).

Aunque, se ha motivado la privatización de los servicios de asistencia técnica en México, esto no ha sucedido del todo, dado que dichos servicios siguen ligados a programas gubernamentales, así en el año 2008¹ se crea el Programa Soporte de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) que contenía el

¹ La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en 2008, reordeno los subsidios que administra a través de la redefinición y simplificación de sus programas, procurando la especialización de los mismos al considerar componentes únicos e irrepetibles en cada uno ellos. Esta nueva estructura programática se compuso de ocho programas, en donde el Programa Soporte formo parte de esta reagrupación y cuyo antecesor se puede decir que fue la Alianza para el Campo (CONEVAL 2009).

componente de asistencia técnica y capacitación, para los productores pecuarios preferentemente tendrían que estar organizados bajo el esquema de grupos ganaderos de validación y transferencia de tecnología (GGAVATT). El eje principal del componente fue la innovación entendida como la incorporación de nuevos componentes tecnológicos en las unidades de producción y a través de acciones de capacitación y soporte técnico desarrolladas por los prestadores de servicios profesionales pecuarios, con el apoyo de la Unidad Técnica Especializada Pecuaria (UTEP) de INIFAP, tuvieran un impacto positivo en los niveles tecnológicos de los ranchos de los productores y por tanto, se incrementarían los indicadores productivos y económicos y, como resultado de todo ello, impactar en el bienestar social de los productores y sus familias (Vázquez, 2010 y Reglas de Operación SAGARPA, 2008). No obstante, en la operación del componente se presentaron problemas como períodos de autorización de los servicios no congruentes con la situación de los productores, períodos promedio de contratación de seis meses y sueldos bajos, etc. (Vázquez, 2010), situaciones que al afectar al prestador de servicios profesionales, también afectan al productor y contribuyen a la disminución de adopción de tecnología sobre todo las que requieren de la presencia del técnico.

En el estado de Guanajuato el modelo de transferencia de tecnología nombrado GGAVATT se implementó en el año 1999 con productores de lechería familiar, el cual representaba el 90% de los productores de leche en el estado (González *et al*, 2001); posteriormente se difundió con productores de especies productos de bovinos para carne, ovinos y caprinos.

En el estado de Guanajuato fueron beneficiarios aproximadamente 1,420 productores, distribuidos en 71 GGAVAT de las especies producto: bovinos carne, bovinos leche, ovinos, caprinos, porcinos y abejas. Los productores de lechería familiar representaron el 31% del total distribuidos en 22 grupos y aunque aproximadamente el 50% de los grupos han recibido asistencia técnica y capacitación por más de 5 años, se desconocen los factores que impulsen o limiten el uso de innovaciones, por lo que el conocimiento de los mismos es importante desde la perspectiva de la mejora de política pública y la asignación eficiente de los recursos públicos. Sólo como dato, en 2010 el Programa Soporte de la SAGARPA representó el 8% del presupuesto total de esta dependencia, es decir, 73 mil millones de pesos. El 19% de dicho

presupuesto se destino a asistencia técnica y capacitación, lo que represento el 1.5% del presupuesto general de la SAGARPA (OCDE, 2011a), lo que demuestra la existencia de recursos públicos para esta actividad y el desconocimiento de factores como la asistencia técnica que hayan influido en el nivel tecnológico de los productores de lechería familiar en el estado de Guanajuato y por ende el impacto de esta en bienestar del producto.

1. 2. Objetivo general

Identificar los factores que influyen en la probabilidad de adopción de tecnologías en unidades de producción de lechería familiar en el estado de Guanajuato que participaron en un programa gubernamental de asistencia técnica y capacitación, con la finalidad de generar recomendaciones de política que contribuyan a la eficiencia de los recursos públicos destinados a este tipo de programas.

1.2.1. Objetivos particulares

1. Caracterizar a los productores de lechería familiar con base al nivel tecnológico obtenido por el uso de componentes tecnológicos y variables de tipo social y económico.
2. Evaluar el uso de componentes tecnológicos de los productores por nivel tecnológico manejo, sanidad y pruebas diagnósticas, alimentación, forrajes, reproducción y genética y conservación del medio ambiente.
3. Identificación de factores que influyen en la probabilidad de adopción de tecnología en productores de lechería familiar.

1.3. Hipótesis

Para el desarrollo de esta investigación se formularon dos hipótesis.

1. Entre los diversos factores que influyen en la adopción de tecnología o el rechazo de la misma por parte de los productores, la asistencia técnica es un factor que influye de forma positiva en la probabilidad de adopción de tecnología, por lo tanto; productores con más años de recibir asistencia técnica tienden a adoptar más tecnologías y tener un nivel tecnológico mejor en comparación con productores con menor número de años de recibir asistencia técnica.
2. Otros factores que influyen en la probabilidad de adopción de tecnología por productores de leche del sistema de lechería familiar en el estado de Guanajuato son los relacionados con características socioeconómicas del productor y de la unidad de producción, específicamente el nivel de escolaridad y el número de vientres de ordeño.

1.4. Revisión de literatura

Existen numerosas investigaciones en el mundo con respecto a la adopción de tecnología y los factores que influyen en el proceso de adopción de forma general y en particular en tecnologías específicas en países desarrollados y en vías de desarrollo, tanto en el sector agrícola como en el pecuario en diferentes sistemas de producción. En México, específicamente se han realizados trabajos que hacen referencia a factores que influyen en la adopción de tecnología en el sistema de lechería familiar y doble propósito en los estados de Guanajuato, Estado de México, Jalisco, Puebla, Hidalgo, Veracruz y Sinaloa, principalmente.

En este sentido, Cervantes *et al*, 2001, cita investigaciones realizadas en lechería familiar desde las décadas de los ochenta y noventa en diferentes estados del país, en los cuales se caracteriza a la lechería familiar con respecto a ventajas comparativas, tamaño de los hatos, uso de tecnologías y aspectos económicos como costos de producción y rentabilidad. Derivado de la revisión de dichas investigaciones, concluye que existe una falta de contundencia para afirmar que la utilidad es negativa en el sistema, dadas contradicciones en los reportes analizados. Por su parte, estos autores analizan el sistema de lechería familiar en los Altos de Jalisco con respecto a: 1) el grado de adopción del modelo Holstein a través de una tipificación de productores, 2) el impacto de dicha adopción sobre el rendimiento y la rentabilidad, 3) factores tecnológicos y socioeconómicos que más influyen en el rendimiento lechero y la rentabilidad de este sistema que le permiten permanecer en el mercado y 4) el cambio en la calidad del producto derivado de la modernización impulsada para mecanizar la ordeña.

Concluyen que los ganaderos más rentables alcanzarán esa posición adoptando los grandes principios del modelo Holstein, además de una sensible inserción en los mercados de insumos (alimentos balanceados) y de productos (centros de acopio y posteriormente la adquisición de termos individuales). Sin embargo, el modelo en algunos casos puede generar dependencia de insumos externos a la explotación.

Los factores de tipo tecnológico que permiten a las unidades de producción de lechería familiar en los Altos de Jalisco ser rentables fueron: mejorar genéticamente el ganado a través de la inseminación artificial, utilizar forrajes de calidad en la alimentación del ganado (alfalfa), ordeño mecánico en lugar del ordeño manual y entregar leche fría en termos individuales y colectivos, organización para la producción de alimento balanceado, hatos con mínimo 25 vientres en ordeño y 11 por hectárea de cultivo.

Como parte de las conclusiones, menciona el fomento de estos factores para unidades de producción de lechería familiar en los Altos de Jalisco a través de políticas públicas y con esquemas de asistencia técnica, capacitación, acceso al crédito y apoyos gubernamentales.

Por su parte, Espinosa *et al*, 2009, en una investigación realizada en el estado de Guanajuato de 74 productores de lechería familiar organizados en GGAVATT y con servicios de asistencia técnica y capacitación, evaluó el impacto de las tecnologías utilizadas, considerando información técnica y económica recopilada por agentes de cambio durante 2004, 2005 y 2006 y se aplicó una encuesta a los productores. A partir de la información recabada se generaron indicadores de tipo productivo (producción de leche por lactación y período interparto) y económico (costo de producción por kilogramo de leche). Además se estimó un Índice de Adopción de Tecnología (ITA) al que se le asignó un valor entre 0-100, mediante la ponderación de diferentes componentes tecnológicos de mayor impacto en la producción de leche, con el cual se definió el grado de tecnificación de las unidades de producción:

- Nivel tecnológico alto: 80-100 (NT₁)
- Nivel tecnológico medio: 60-80 (NT₂)
- Nivel tecnológico bajo: menor a 60 (NT₃)

Los resultados obtenidos indicaron que las tecnologías de mayor impacto por su repercusión en la producción diaria de leche, en la genética, en la salud de los animales, y en la reducción de costos de producción y uso en las unidades de producción fueron: la alimentación (uso de ensilados y mezcla de minerales), con mayor uso en el NT₁ y NT₂. En reproducción el uso de

inseminación artificial y semen de toros probados, fue mayor el uso en el NT₁ de la inseminación artificial y menos del 50% en le NT₁ y 29% de toros probados.

Concluyen que la lechería familiar tecnificada puede ser competitiva y rentable, además de mejorar el ingreso del productor y de su familia. El uso de tecnologías de alto impacto (inseminación artificial, uso de ensilados, cultivo de alternativas, entre otras), por parte de los productores del estado, es una labor que debe de ser inducida por las instituciones del Estado. Así como el incremento de los apoyos para la capacitación de los productores de lechería familiar por parte del Estado, debido a que los futuros incrementos de la producción deben de basarse en un crecimiento vertical de los hatos (productividad) y no en el crecimiento de los hatos en número de cabezas por problemas de falta de agua en el altiplano.

Por otro lado Núñez *et al*,2001, realizaron una investigación sobre el papel de la asistencia técnica, sobre la productividad y calidad de la leche en las explotaciones lecheras por estrato de productor en la región sur del estado de Jalisco. En dicha investigación se analizaron, identificaron y determinó la situación y problemática de los productores de leche, como consecuencia de los programas de Asistencia Técnica. El estudio se realizó en diferentes municipios de Jalisco identificados como los más representativos de la lechería. Se aplicaron encuestas a los diferentes agentes involucrados en la cadena productiva lechera (productores, transformadoras, líderes de opinión y asociaciones ganaderas) que tiene que ver directa o indirectamente con la asistencia técnica.

Algunas de las variables consideradas fueron: a) tipo de productores; b) tipo de explotación; c) sistema de producción; d) presencia y percepción de asistencia técnica; e) conocimiento sobre créditos, apoyos y subsidios disponibles; f) productores que han contado con apoyo; entre otras.

Los principales resultados que obtuvieron los autores están que los grandes productores de leche son los que tienen un mayor conocimiento de los apoyos otorgados para el desarrollo de la actividad, así mismo son los que obtienen un mayor número de apoyos, la asistencia técnica para este tipo de productores representa el logro de una mayor productividad. Por otro lado,

los pequeños y medianos productores observaron un carente conocimiento sobre los diversos apoyos destinados a la actividad, además de observar un bajo porcentaje en el acceso pasado a algún tipo de apoyo; este tipo de productores ve a la asistencia técnica como un gasto antes que una inversión; correctiva antes que preventiva, por lo que ha influido en la poca productividad de estas empresas, carencia de registros, prácticas de manejo tradicionales y obsoletas.

Los autores proponen el establecimiento de políticas oficiales que sean efectivas para los medianos y pequeños productores y los cuales tengan acceso a los subsidios y apoyos referentes a la asistencia técnica.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Tecnología e innovación

El concepto “tecnología” se refiere al conjunto de conocimientos aplicados al logro de bienes y servicios concretos que incluyen: a) herramientas, b) las técnicas, c) los métodos, d) los procesos, así como e) la capacidad y los conocimientos de los individuos que en ella intervienen (Flores, 1993). Este concepto se ha utilizado en diversos ámbitos y por diferentes actores.

La tecnología es una actividad humana que conduce a procedimientos y prototipos enfocados hacia la capacidad de hacer ciertas cosas o hacerlas de forma efectiva y eficiente. La tecnología tiende cada vez más a tener una base científica derivada de conocimiento creado por la ciencia en lugar de la simple experimentación (Flores, 1993).

Existen diversos conceptos de lo que es “tecnología”, sin embargo; se pueden conjuntar en la siguiente definición; la tecnología se refiere a la aplicación de conocimiento científico a objetos, actividades y/o procesos del hombre, que deben resultar para su beneficio (Flores, 1993).

Desde el punto de vista económico, se entiende a la tecnología como la relación (en términos de procesos) entre insumos y productos (Foster y Rosenzweig, 2010) y según Yotopoulos y Nugent, 1981), la tecnología es un concepto de acervo que indica el conjunto de conocimientos que pueden aplicarse en los procesos productivos. Por lo tanto y para fines de la presente investigación ha de entenderse al concepto de tecnología como un conjunto de conocimientos que se aplican a los procesos productivos y/o productos, con la principal finalidad de eficientar el uso de los recursos y contribuir a la mejoría de la vida de los productores.

En el trabajo realizado por Martínez-García (2011), se define el concepto de innovación como herramientas y técnicas utilizadas por los productores que pueden generar un impacto social y económico, cuyo propósito es mantener un equilibrio dinámico entre los agricultores y su entorno y con los cuales se espera generar cambios (Hot, 1985; Biggs, 1990; Arias 1994, citados por Martínez-García, 2011, y Sunding y Zilberman, 2001). La innovación agrícola y pecuaria es reconocida como un proceso complejo e interactivo de co-aprendizaje y negociación entre los científicos, extensionistas y agricultores (Martínez-García, 2011).

Por lo tanto, la innovación puede definirse como un conjunto de nuevas herramientas o conocimientos que pueden ser utilizados por agricultores y ganaderos con la finalidad de producir cambios en las prácticas agrícolas y ganaderas, con un impacto social y/o económico que contribuya a generar bienestar en los productores.

Dado que la tecnología puede resumirse mediante una función de producción adecuadamente definida los cambios tecnológicos se reflejan en cambios de las funciones de producción. Éste es un concepto puramente técnico que debe modificarse para tomar en cuenta la viabilidad económica (Yotopoulos y Nugent, 1981). Por lo tanto, un elemento fundamental de incorporar tecnología e innovaciones es que se produzca un “cambio tecnológico”.

2.2. Cambio tecnológico

Según la teoría económica existen diversos factores que pueden afectar el comportamiento de la oferta de un producto. Uno de los principales es la tecnología, la cual tiene la capacidad de afectar el proceso productivo y determinar la productividad de la empresa, ya sea a partir de incrementar los rendimientos o de reducir los costos de producción.

La tecnología se define como el conjunto de instrumentos, procedimiento y métodos que pueden aplicarse en el proceso productivo de un bien o servicio. Por otro lado, el cambio tecnológico hace referencia a las causas y ritmos en que cambian los instrumentos, procedimientos y métodos empleados en el conjunto de actividades productivas. En los procesos agropecuarios el cambio tecnológico es definido por García y García (2002) como la

aplicación por parte de los productores de innovaciones tecnológicas que les permiten obtener una mayor cantidad de producto con los mismos factores de producción y por tanto con el mismo costo, o bien, obtener la misma cantidad de producto con menos factores de producción y menos costos.

En la teoría económica, la tecnología puede resumirse mediante una función de producción, ya que refleja el conocimiento técnico de las empresas con respecto en como usar los insumos para producir. Al respecto Mankiw (2008) hace referencia a esto:

“En la función de producción, la tecnología determina la cantidad de producción que se obtiene con una determinada cantidad de capital y trabajo.... La función de producción refleja la tecnología existente para convertir el capital y el trabajo en producción. Por lo que al utilizar...un método mejor para producir un bien, da como resultado un aumento en la producción con las mismas cantidades de capital y de trabajo. Por lo tanto, el cambio tecnológico altera la función de producción”.

Además de lo anterior Dornbusch (2009) hace referencia a que los aumentos de la tecnología a lo largo del tiempo hacen que la producción crezca a lo largo del tiempo.

El cambio tecnológico representa un cambio en la función de producción y el efecto se puede analizar desde un mapa de isocuanta, como se ilustra en la Figura 1. En esta Figura, las isocuantas muestran diferentes combinaciones de dos insumos en esta ocasión capital (K) y mano de obra (L). La isocuanta q_0 representa la situación inicial del conocimiento técnico con el cual se puede producir ese nivel de producción empleando K_0 y L_0 . Al aplicar en el proceso productivo nuevas técnicas de producción, la isocuanta q_0 se desplaza hacia el origen y ahora se puede producir el mismo nivel de producción pero con una menor cantidad de insumos. Por ejemplo, si la isocuanta q_0 se desplaza hacia q'_0 , se puede producir q_0 con la misma cantidad de capital (K_0), pero con menos cantidad de trabajo (L_0). Es por esto que un cambio tecnológico representa un ahorro de insumos y una reducción en los costos de producción (Nicholson, 2002).

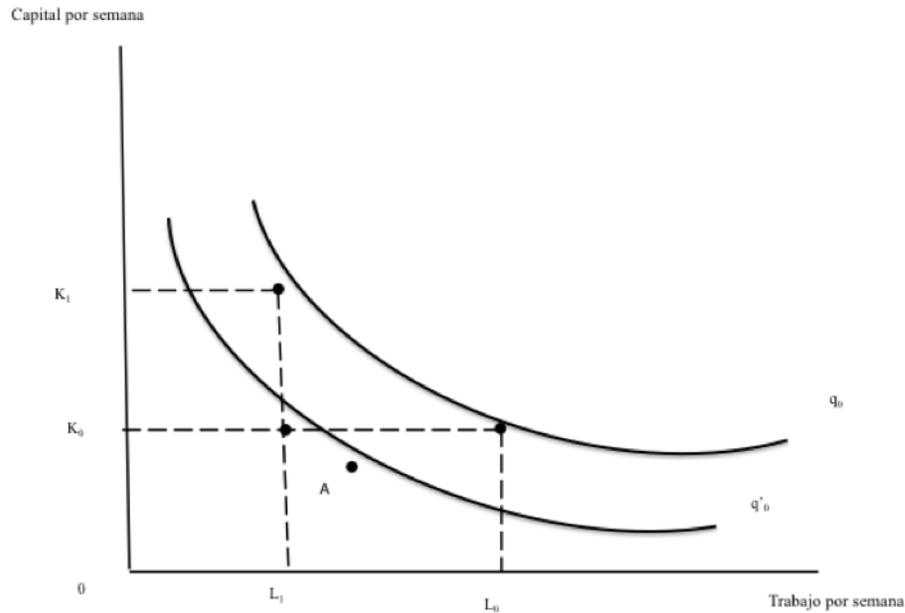


Figura 1. Cambio tecnológico

Fuente: Nicholson, 2002.

Al ocurrir el cambio tecnológico se pueden distinguir cuatro elementos básicos que proveen de un panorama general los cambios en la tecnología reflejados en los procesos productivos:

1. **La eficiencia técnica de la producción.** Se refiere a la reducción de las cantidades en los factores empleados en la producción de una unidad de producto. También puede verse como una reducción de los costos unitarios de todos los factores productivos atribuibles a la aplicación de técnicas menores.
2. **La escala de operación de producción.** Este elemento está relacionado con los rendimientos a escala. Se refiere al cambio de la producción resultante de un cambio proporcional de todos los insumos. Los rendimientos a escala pueden ser crecientes, decrecientes o constantes, los cuales se definen según que el producto total aumente en proporción mayor, menor o igual que los aumentos en todos los insumos.

3. **El sesgo del cambio tecnológico.** Esta característica puede determinarse empíricamente en términos de la tasa marginal de sustitución técnica² de dos factores mientras los precios de los insumos se mantienen constantes. Como ejemplo, la tecnología que tenga la TMST de la mano de obra por el capital más bajo será la tecnología más usadora de capital, es aquí donde se observa el sesgo del cambio tecnológico, propiciando el ahorro de uno de los insumos.

4. **La elasticidad de sustitución.** Es la facilidad con la que un insumo puede ser sustituido por otro.

Arteaga et al. (1995) caracteriza al cambio tecnológico como un efecto combinado de varias actividades tecnológicamente relacionadas: invención, innovación, desarrollo, transferencia y difusión; el cual está enfocado a la solución de problemas.

2.2.1. Relación entre cambio tecnológico y productividad

Como se mencionó anteriormente el cambio tecnológico permite obtener una mayor cantidad de producto empleando la misma cantidad de factores o permite obtener la misma cantidad de producción usando menos cantidad de factores; la primera situación representa un mayor rendimiento en la producción y la segunda menores costos.

Diversos enfoques consideran que el cambio e innovación tecnológica es el factor clave para incrementar la productividad de un sector. Díez y Abreu (2009) definen a la productividad como la habilidad para producir más y mejores satisfactores con iguales o menores recursos, es decir, obtener más producción de cada unidad de capital y trabajo que se aporta al sistema económico. Este argumento basa su fundamento en la idea central de que la productividad es la relación entre la producción y los insumos empleados; y que la productividad es mejor cuando se logra generar una mayor producción empleando la misma cantidad de recursos, o

² La tasa marginal de sustitución técnica (TMST) es la cantidad en que se puede disminuir el uso de un insumo cuando se incrementa el uso de otro insumo, estando la producción constante. También considerada la pendiente de la isocuanta y es negativa.

bien, cuando hay una disminución de los insumos manteniendo constante el nivel de la producción. Por lo tanto, la productividad es la forma adecuada de nombrar el incremento simultáneo de la producción y el rendimiento, como resultado de la modernización que se usa en la producción y la actualización de la tecnología y capacitación (Borja, 2012).

La Organización de Cooperación y Desarrollo Económica (OCDE, 2005), considera que los impactos de la innovación sobre los resultados de una empresa o nación van desde los efectos sobre las ventas y la cuota de mercado a la mejora de la productividad y eficiencia. Para Dornbusch *et al.* (2004) el uso adecuado y eficiente de los factores inmersos en el proceso de la producción da lugar a la acumulación de factores y viceversa. Sin embargo, esta relación esta asociada directamente con la existencia de instituciones de calidad y con capacidad para el diseño de políticas económicas.

Actualmente la productividad es una condicionante básica para el desempeño competitivo de los sectores. El mayor nivel de productividad es elemental para la participación activa y sostenible de un producto dentro del mercado y mejorar los niveles de vida e ingreso de la población. También permite generar en un país ventajas comparativas en el comercio nacional e internacional.

La tecnología es detonante de la productividad y por lo tanto de la competitividad, esta última considerada como estrategia central en el orden económico vigente (Neoliberalismo). La tecnología no solo es la fuente de la productividad, elemento básico de la competitividad, si no que integra conocimiento, experiencia, equipo, instalaciones y software, permite la generación y diversificación de productos, procesos, servicios y sistemas, así como mejoras a los que ya existen (Infante y Ortiz, 2010).

2.3. Transferencia de tecnología

La transferencia de tecnología es una de las políticas que los Gobiernos han emprendido como parte importante en el apoyo para el desarrollo de diversos sectores de la economía, y como promotora del crecimiento económico de los países. En el ámbito agropecuario ha sido fundamental para la creación de programas exitosos que han permitido elevar la productividad del sector, así mismo, es un instrumento para combatir la pobreza, fortalecer la seguridad alimentaria y preservar el medio ambiente (FAO, 2011 y Trigo, 1995).

Conceptualmente, la transferencia tecnológica es considerada como la transmisión de nuevos conocimientos, productos, o procesos de una organización a otra para el beneficio empresarial de las partes implicadas (Dexter *et al*, 2007). Otra definición de transferencia de tecnología es aportada por Niño (1997) que la concibe como el proceso general de traspaso de tecnología desde los centros de generación por los investigadores hasta los usuarios potenciales finales. Este autor destaca que en un sentido más amplio, son todas las actividades y esfuerzos, individuales y colectivos, institucionales y personales, que se realizan, o es necesario realizar, para lograr llevar, por una parte, materiales, medios de trabajo e insumos y, por otra, métodos, técnicas, estrategias, ideas, nociones y conocimientos, habilidades, destrezas pertinentes y disposiciones, todo sistematizado, desde un sujeto generador hasta otro sujeto usuario de los mismos.

Para Pinedo (2007), la transferencia de tecnología es un proceso complejo en el cual se comparten conocimientos y se adaptan tecnologías para que se acomoden a las condiciones locales. Tradicionalmente el proceso de transferencia tecnológica se desarrollaba a partir de la oferta tecnológica en la que el Gobierno, instituciones y empresas generaban conocimiento científico y los usuarios o productores adaptaban dicha tecnología a su proceso productivo. Sin embargo, desde hace unos años el proceso de transferencia se desarrolla a partir de la demanda tecnológica, en la cual los productores son agentes clave en los requerimientos de investigación y transferencia al participar en la toma de decisiones y administración de los recursos (Tapia, 2002 y Pinedo 2007).

La transferencia tecnológica tiene diferentes características y a partir de las cuales se puede clasificar. Una primera clasificación depende de si la tecnología es internacional o nacional, es decir, si se da entre sistemas productivos o países, o entre sectores económicos o unidades productivas de un mismo país.

Una segunda clasificación esta determinada por la participación y vinculación que tiene el sistema científico-tecnológico dentro del proceso de transferencia. Dentro de esta clasificación se distingue *la transferencia adaptativa* que es cuando la infraestructura productiva adapta la tecnología (interna o externa) antes de poner en funcionamiento las actividades productivas. *La transferencia plena* se presenta cuando la tecnología se adopta en el sistema productivo y es utilizada para investigarla, mejorarla e innovarla. Por último esta la *pseudo transferencia* que es cuando la infraestructura científico-tecnológica no participa en el proceso.

La tercera clasificación considera a *la transferencia tecnológica vertical* la cual se presenta cuando los conocimientos generados desde los centros de investigación, universidades y empresas, son adoptados y utilizados en las unidades productivas de bienes y servicios. Mientras que la *transferencia horizontal* se tipifica así cuando una tecnología diseñada para un determinado sector económico es utilizada en otro diferente.

2.3.1. Tipos de tecnología

Dentro de las actividades prácticas de la transferencia tecnológica, la tecnología puede adquirir diferentes tipologías. Principalmente se destacan cuatro (González, 2011):

- 1. Derechos de propiedad.** Se considera a la tecnología materializada en forma de invenciones (dispositivos, componentes, procedimientos, metodologías) protegidas por derechos de propiedad industrial e intelectual o secreto industrial. Esta tecnología proviene del proceso de investigación y desarrollo, por lo que se entiende como un tipo de tecnología que proviene del aprovechamiento practico del conocimiento científico. La disponibilidad de esta tecnología esta centrada en universidades, organismos de investigación, centros tecnológicos y empresas.

- 2. Conocimiento científico.** Es el conocimiento y capacidades científicas y tecnológicas para desarrollar actividades futuras de investigación y desarrollo. El conocimiento científico es el resultado de la combinación de la aplicación del método científico y donde el investigador hace uso de su experiencia académica-científica, el resultado, es la creación de nuevo conocimiento o tecnología. Los principales difusores de esta tecnología son las universidades y centros de investigación.

- 3. Conocimiento técnico.** Se considera a los conocimientos y habilidades técnicas, son parte del saber hacer y experiencia de las personas de una organización o de dominio público destinados a prestar servicios avanzados de asesoramiento, consultoría, ingeniería, ensayos o formación. Este tipo de tecnología esta disponible en el mercado y tiene la característica de ser específicos y son proporcionados por expertos o mediante estructuras determinadas. Los centros tecnológicos y las empresas son los proveedores mas frecuentes de este tipo de investigación.

- 4. Bienes de equipo y TIC.** Son considerados aquellos activos materiales intensivos en capital y conocimiento, que ya están disponibles en el mercado y suponen una fuente importante de innovación tecnológica para ciertas empresas. La maquinaria, equipamiento, planta de fabricación, etc., son algunos ejemplos de esta tecnología, la cual lleva inmerso conocimiento y derechos de propiedad. Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) son otra forma de tecnología que permiten generar en las empresas ciertas ventajas competitivas a partir de la incorporación de determinados software o hardware. Los bienes de equipo son comercializados por empresas.

La transmisión de tecnología se logra a partir de dos mecanismos básicos; unos son los mecanismos formales que son aquellos que dan lugar a algún instrumento jurídico como son las patentes o licencias. Los segundos son los mecanismos informales de facilitación del intercambio de conocimientos tecnológicos a través de procesos de comunicación informales, tales como la asistencia técnica, consultoría, o desarrollo de proyectos de investigación en colaboración (Padilla *et al.*).

Para que la tecnología y los conocimientos lleguen al usuario final, la transferencia tiene que pasar por un proceso que corresponde a un conjunto de acciones que se realizan para materializar el paso de la tecnología desde su origen a su destino, su finalidad es permitir que el receptor utilice la tecnología en las mismas condiciones y con los mismos beneficios que el proveedor (López, 2010).

Para Tapia (2002), el proceso de transferencia en el sector agropecuario se orienta por la demanda, dentro del cual se presentan tres principales subprocesos:

1. **Demandas tecnológicas.** Dentro de este proceso los productores son parte importante en el proceso de investigación y transferencia tecnológica, los cuales actúan como agentes en la gestión del proceso. Ante este escenario, las Instituciones Gubernamentales tienen como objetivo integrar las demandas tecnológicas de los productores y convocar a los centros de investigación, universidades y despachos técnicos para dar solución a los problemas inmediatos de los productores.
2. **Investigación, validación, adaptación.** La investigación se lleva a cabo en los centros de investigación públicos y universidades. Los resultados de los proyectos de investigación son tomados por las Fundaciones Produce para su validación, adecuación y adaptación, a las condiciones particulares de los sistemas de producción más representativos. Las empresas juegan también un papel representativo, sobre todo en la fase de validación y adecuación, ya que los insumos forman parte de los paquetes tecnológicos.
3. **Transferencia de tecnología.** En esta fase se considera la transmisión de los principios que fundamentan los paquetes tecnológicos. Los actores importantes son los despachos de consultoría y asesores técnicos encargados de proporcionar el servicio de asistencia técnica a los productores.

Para que las tecnologías e innovaciones sean conocidos por los productores e incorporados a sus unidades de producción, es necesario se cumpla un proceso que implica: a) generación de conocimiento (tecnología e innovación), b) validación de la tecnología, c) transferencia de tecnología y d) la adopción de la tecnología.

Otros elementos asociados al proceso de transferencia de tecnología son: la comunicación, la difusión, el extensionismo y los agentes de cambio (Flores, 1993). Estos elementos se ha modificado con el tiempo y avanzado conforme han evolucionado los medios de comunicación, el cambio de contexto en el cual se desenvuelven todos los actores involucrados (productores, agentes de cambio, instituciones y la participación del Estado) y las formas de cómo se relacionan y participan, de pasar de esquemas lineales a esquemas participativos que inician con las necesidades y prioridades de los productores. A continuación se describen brevemente cada uno:

1. **Comunicación.** En el proceso de transferencia de tecnología, la comunicación es fundamental dado que, al transferir se trata de emitir un mensaje a una fuente receptora con el propósito de producir un efecto; por lo tanto debe de sujetarse a los principios de la comunicación y a la identificación de los medios adecuados para transmitir la información. Flores (1993), menciona dos métodos: la comunicación tradicional y el modelo de comunicación horizontal-participativo sin embargo; estos han evolucionado y se ha pasado de solo transmitir al enseñar en la práctica o aprender haciendo (Aguilar *et al*, 2010).

2. **La difusión:** Este concepto es entendido como “la diseminación de las innovaciones técnicas (información, semillas, substancias, instrumentos, etc), de las fuentes donde se generan o producen hacia los destinatarios o usuarios potenciales, a través de canales específicos y durante un tiempo definido (Flores, 1993).

3. **Agente de cambio:** Un agente de cambio es un profesionalista que influye en las decisiones innovadoras de los productores; tratan de influir en la conducta de los mismos, es decir, producir cambios entre las personas con quienes interactúan facilitando la toma de decisiones con respecto a adoptar o rechazar las innovaciones (Flores, 1993).

Martínez-García (2011), describe el proceso de desarrollo de la innovación y su transferencia consiste de seis etapas principales: a) reconocer un problema o necesidad, b) el papel de la investigación básica y aplicada, c) desarrollo, d) comercialización, e) difusión y adopción y f) consecuencias; las cuales no necesariamente se pueden presentar en el orden mencionado (Rogers, 2003, citado por Martínez-García, 2011), a continuación se describen brevemente:

1. **Reconocer un problema o necesidad:** el proceso de desarrollo de la innovación comienza (o debiera comenzar) con el reconocimiento de un problema o una necesidad percibida, que estimula las actividades de investigación y desarrollo diseñados con el fin de crear una innovación para resolver el problema o necesidad.
2. **La investigación básica y aplicada:** En esta etapa, la innovación tecnológica tiene dos puntos de partida: la investigación básica y la investigación aplicada. Sin embargo, cada uno de ellos tiene diferentes propósitos.
3. **Desarrollo:** Proceso de introducir una nueva idea con el fin de satisfacer las demandas de una población con posibles adoptantes. Por otra parte, el proceso de desarrollo de la innovación es impulsada por el intercambio de información técnica para enfrentar la incertidumbre.
4. **Comercialización:** Consiste en la comercialización y distribución de un producto que incorpora una innovación (Martínez-García, 2011). El objetivo principal es la distribución de la innovación para posibles adoptantes (Rogers, 2003).
5. **Difusión y adopción:** Estos procesos regulan la utilización de las innovaciones (Sunding y Zilberman, 2001). La difusión es el proceso en el que "una innovación es comunicada a través de ciertos canales a través del tiempo entre los miembros de un sistema social" (Rogers, 2003) y la adopción se refiere a la decisión de aplicar una innovación y seguir utilizándola (Rogers, 2003, Martínez-García, 2011).

6. **Consecuencias:** Es la etapa final del proceso y se puede definir como "los cambios que ocurren a un individuo o un sistema social como resultado de la adopción o rechazo de una innovación" (Rogers, 2003). Sin embargo, la adopción o rechazo de la transferencia de la innovación tecnológica depende de la participación de los investigadores y los agricultores en el proceso (Martínez-García, 2011).

2.4. Extensionismo

El extensionismo o servicio de Extensión Agrícola, es una actividad reconocida universalmente como un sistema de educación no formal con filosofía, procedimientos y técnicas definidas en su trato con la población rural. El extensionismo conlleva a una actividad sustantiva de carácter técnico, la naturaleza de ésta actividad es de carácter educativo, de integración social, de persuasión, comunicación y coordinación de esfuerzos. Es decir, de una consistente y creativa interacción humana que ubica como sujeto vital al productor, la familia y la comunidad rural (Jiménez, citado por Flores, 1993).

Otra definición de extensionismo la considera como la acción de transmitir conocimientos, dar asesoría y capacitación, así como transferir nuevas y mejores formas de hacer las cosas (tecnologías), por parte de alguna organización ya sea oficial o privada hacia personas u organizaciones de productores con el propósito de mejorar sus habilidades técnicas y/o empresariales a fin de que estos puedan incrementar su productividad, alcanzar la competitividad y obtener mejores utilidades (Fundación Produce, 2009).

El extensionismo se ha modificado con el tiempo, de igual forma la manera en como algunos autores lo definen, tal es el caso de McLeod y Kalim (2003, citados por Martínez-García, 2011) que lo definen como un "instrumento político y organizativo utilizado para transferir y difundir información y consejos prácticos con la intención de promover conocimientos, habilidades, actitudes y aspiraciones para facilitar el desarrollo".

En términos generales, el extensionismo se puede definir como un servicio en el cual, la educación, la asistencia y la comunicación de información se conjuntan para ayudar a los

agricultores a identificar, analizar y resolver problemas en la unidad de producción con la finalidad de contribuir al bienestar de los productores y las comunidades (Martínez-García (2011).

La educación al sector rural es un elemento importante del extensionismo con el objetivo fundamental de mejorar las condiciones de vida del producto agrícola y de su familiar, mediante un proceso de transferencia de tecnología que le permita desarrollarse integralmente e incrementar significativamente la productividad de la unidad de producción; la extensión busca la posibilidad de crear conciencia entre los productores de diversos métodos que existen para realizar su actividad de forma rentable (Flores, 1993).

Dentro de los actores que participan en los procesos del extensionismo, el agente de cambio es un profesional que influye en las decisiones innovadoras de los productores, pertenecen a organizaciones formales tales como entidades de gobierno o empresas privadas (actualmente despachos, agencias de desarrollo, entre otros) y suelen ser un vínculo (cada vez más debilitado) entre la fuente primaria de la innovación (centros de investigación y instituciones de enseñanza, etc), tomadores de decisiones y productores.

Se puede afirmar que existen factores endógenos al sistema de extensión que determinan su eficiencia; pero también existen factores exógenos al sistema, muy especialmente estos últimos influyeron de forma tan severa ya desde los años sesenta se cuestionaba a la extensión como mecanismo ideal para la transferencia de tecnología y la promoción del desarrollo rural: a) los extensionistas no llegaban al total de los productores, b) las tecnologías promovidas no correspondían a los objetivos de los productores, ni a condiciones agroecológicas y nivel de recursos disponibles para adoptarlas.

Desde entonces se presentó una crisis cuyo origen fueron factores tanto exógenos como endógenos al extensionismo, dentro de los cuales cabe mencionar los relacionados con la crisis conceptual:

1. Duda sobre la existencia de alternativas técnicas factibles de ser aplicadas a una gran variedad de condiciones agroecológicas, tipos de productores y sencillas de manejar por extensionistas sin estudios universitarios y con poca experiencia.
2. Cuestionamiento sobre la relevancia de las tecnologías en productores de escasos recursos.
3. Inexistencia del vínculo entre extensión, investigación, fuentes externas de tecnologías y el conocimiento acumulado de productores.
4. Inviabilidad de promover cambios tecnológicos en pequeños productores, sin ligar las innovaciones a la provisión de crédito, insumos, etc. (Flores, 1993).

Con respecto a los factores exógenos, estos fueron dados por el contexto, al extensionismo como una política de estado con una red conformada por empresas gubernamentales y precios controlados de los productos, con una plena participación del estado, situación que cambio completamente desde inicios de los ochenta hasta la fecha, dada la desincorporación de estado, el libre mercado y la asentada desvinculación del sector productivo con los demás actores, es decir, agentes de cambio e instituciones de investigación y enseñanza (Aguilar *et al* 2010).

2.5. Adopción de tecnología

La adopción de tecnología es un concepto referido al conjunto de actividades mentales y prácticas que realiza cada individuo desde que se conoce una novedad hasta que la aplica de manera notable en sus actividades cotidianas y productivas (Flores, 1993; Casas, 2002 y Cuevas *et al*, 2012).

Un aspecto importante a considerar en el proceso de adopción de tecnología es la tasa de adopción, la cual se refiere a la relación entre el tiempo y el porcentaje de usuarios de la tecnología. No todos los usuarios potenciales adoptan la tecnología al mismo tiempo ó con la misma intensidad (Figura 2). Cada innovación tecnológica tiene diferentes tasas de adopción

en función de varios factores, como la disponibilidad de recursos productivos, técnicos y económicos de los adoptantes, factores sociales y de política, y las características propias de la tecnología.

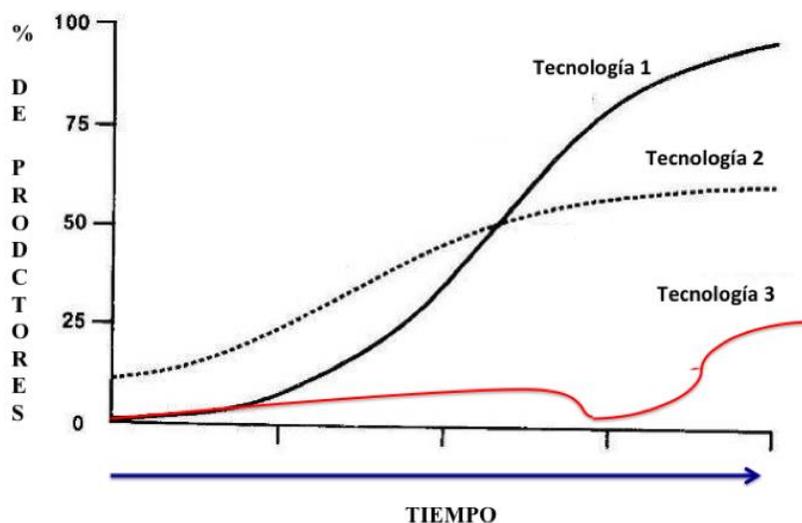


Figura 2. Proceso de adopción esta en función del tiempo y el porcentaje de productores que usan (adoptan) una tecnología específica.

Fuente: Modificado de Corro, S/f.

La adopción final de tecnología en los agricultores es definido por Feder et al., (1985) como "el grado de uso de una nueva tecnología que esta en equilibrio a largo plazo cuando el agricultor tiene toda la información sobre la nueva tecnología y su potencial. La forma de la curva de adopción es generalmente una curva logística, donde la adopción es lenta al principio, aumentando a un ritmo creciente, para posteriormente decrecer y estabilizarse (Hoag, Ascough, & Frasier, 1999, citados por Grisham y Gillespie, 2008).

La adopción de tecnología y/o innovaciones se da mediante un proceso, el "proceso de adopción" que es definida por Rogers (1974) como el curso de acciones mentales por las cuales el individuo pasa de la primera noticia sobre una innovación a decidir adaptarla, o rechazarla y a confirmar su resolución. El mismo autor considera cuatro momentos:

1. **Conocer.** El productor conoce una tecnología o innovación y se forma una idea de su funcionamiento.
2. **Persuadirse.** El productor se relaciona con la novedad en el terreno psicológico, se crea una percepción general de la nueva idea.
3. **Decidir.** El productor posee información de la innovación que le permitirá aceptar o rechazar la innovación, no sin antes haber ensayado para determinar su utilidad y determinar su potencial económico (relación beneficio/costo).
4. **Confirmar.** El productor busca reforzar la decisión, a cerca de innovar, sin embargo; puede retractarse de hacerlo si recibiera mensajes conflictivos sobre la nueva idea.

Considerando que la decisión de adopción de una o más innovaciones es una decisión humana y por lo tanto se deben de considerar cuatro puntos al respecto:

1. Voluntad de hacer las cosas,
2. Saber que hacer,
3. Saber cómo hacerlo, y
4. Tener los medios para hacerlo (Flores, 1993).

2.5.2. Factores asociados con la adopción de tecnología

Martínez-García, argumenta que la mayor parte de la población del sector rural en los países en desarrollo obtienen su sustento de la producción agrícola (Feder *et al.*, 1985, citado por Martínez-García, 2011). Las innovaciones agrícolas les ofrecen la oportunidad de aumentar su producción y sus ingresos considerablemente, sin embargo, su introducción ha sido o sólo parcialmente correcta, o ha sido rechazada por los agricultores (Feder *et al.*, 1985, citado por Martínez-García, 2011.). Existe una amplia literatura sobre la adopción de tecnología agrícola (Rogers, 2003; Sunding y Zilberman, 2001; Feder y Umali, 1993) y un gran número de

investigadores internacionales han tratado de explicar los factores que pueden estar asociados con el nivel y la tasa de adopción de tecnología en una situación particular (Rogers, 2003, citado por Martínez-García, 2011).

La adopción de tecnología agrícola depende de una gama de factores de tipo social, cultural, económicos y de las características de la innovación en sí misma (Pannell *et al.*, 2006). Prokopy *et al* (2008, citado por Howley *et al* 2012) mostró que los niveles de educación, capital, ingresos, tamaño de la explotación, el acceso a la información, el medio ambiente, la conciencia ambiental, tienen un efecto positivo asociado con la adopción de mejores prácticas tecnológicas y de gestión.

En la literatura de la economía agrícola, se destaca que en la adopción de tecnología destaca el papel de los costos fijos y variables y la heterogeneidad, tanto en términos de factores estructurales agrícolas tales como el tamaño de tierra y de las características del capital humano (productores) (Sunding y Zilberman, 2001).

Factores externos a la unidad de producción también tienen un papel importante en el proceso de adopción de tecnología. Dentro de éstos factores, Fulginiti y Perrin (1993, citados por Howley *et al*, 2012) reportan una relación positiva entre los costos de producción anteriores y la productividad actual, mientras que Miller y Tolley (1989, citados por Howley *et al*, 2012) muestran que las intervenciones en los mercados, como el apoyo a los precios de los productos agrícolas y pecuarios puede acelerar la adopción de nuevas tecnologías.

Las características de la tecnología tienen una influencia importante en la adopción de tecnología de los agricultores y la decisión en su uso (Adesina y Zinnah, 1993, citados por Holwey *et al*, 2012). En particular, la relativa complejidad de las características de la tecnología en el riesgo e inversión afectan significativamente su adopción y difusión (Batz *et al*, 1999, citado por Holwey *et al*, 2012).

En cuanto a las diferencias entre las tecnologías intensivas en capital y uso de mano de obra, Morehart (2002, citado por Holwey *et al*, 2012) encontró que la edad, el tamaño de la UP y la

especialización en la producción de leche aumentó la probabilidad de adoptar tecnologías con uso intensivo de capital, mientras que la educación y el tamaño de la UP tuvo un impacto positivo en la decisión de adoptar tecnologías con un intensivo manejo.

En este contexto, las preferencias de los productores con respecto al riesgo son también importantes en la decisión de adopción de tecnología, sobre todo si los costos de la tecnología son intensivos en capital e irreversibles (Sunding y Zilberman, 2001).

Martínez-García (2011), realiza una extensa revisión de literatura de la cual concluye que seis son los factores que influyen en la decisión del productor para adoptar o rechazar innovaciones, los cuales se pueden dividir en seis grupos principales 1) características socioeconómicas del productor y de la unidad de producción, 2) características de la tecnología; 3) limitaciones institucionales y la falta de conocimiento, 4) procesos de desarrollo de tecnología y extensión; 5) factores demográficos y ambientales, y 6) “actitudes y comportamientos sociales de los productores” (presión social). (Abdelmagid y Hassan, 1996; Batz *et al*, 1999; Negatu y Parikh, 1999; Doss *et al*, 2001; Lapar y Ehui, 2004; Phiri, *et al*, 2004; Martínez-García, 2006; Mafimisebi *et al*, 2006; Sanni *et al*, 2007 y Fashola *et al*, 2007, citados y modificado por Martínez-García, 2011).

Con respecto a los factores que influyen de forma positiva en la probabilidad de adopción de tecnologías son: la edad, la educación formal, tamaño de la unidad de producción, las creencias de los productores con respecto al incremento en los rendimientos, la importancia que le dan los productores al impacto que les puede generar la adopción de tecnología y la interacción con los servicios de extensión, así como la contribución de la actividad al ingreso (Rehman *et al*, 2007, Millar, 2010; Garforth *et al*, 2003, Butcher, 1998 y Sauer y Zilberman, 2010, citados por, Grisham y Gillespie, 2008).

En el sector lácteo en Estados Unidos, Khanal y Gillespie (2011, citados por Grisham y Gillespie, 2008) encontraron que productores jóvenes con mayor nivel de educación tienen más probabilidades de adoptar tecnologías avanzadas en el área de reproducción como la inseminación artificial, uso de semen sexado y transplante de embriones.

En tanto que un análisis del uso de inseminación artificial por productores de leche en Uganda revelo que la edad del productor, años de conocimiento de la tecnología de inseminación artificial, la producción total de leche en la unidad de producción, las ventas, las visitas de un asesor técnico al año, y la calidad de servicios de inseminación artificial proporcionada a los productores se asociaron positivamente con la adopción y el uso de la tecnología de inseminación artificial. Los factores negativos asociados con la adopción y el uso de la inseminación artificial incluyo los costes en la explotación de los servicios de inseminación artificial, la experiencia agrícola, el tamaño del hato y raza de los animales (Kaaya *et al*, 2005, citado por Grisham y Gillespie, 2008).

Se han mencionado explícitamente los factores que influyen positivamente en la adopción de tecnología y los numerosos estudios realizados al respecto en el mundo (Rogers, 2003; Sunding y Zilberman, 2001; Feder, 1993; Howley, 2012; Martínez-García, 2011; Cuevas *et al*, 2012; Dey *et al*, 2009; Flores 1993; Foster 2010; Kebede, 1989; Doss, 2006 y De Janvry y Sadoulet, 2011, entre otros), pero también se hace mención de factores que pueden ser causa de una baja tasa de adopción de tecnología (Grisham y Gillespie, 2008; Howley *et al*, 2011 y Uaiene, 2009) de tipo económico, social (comportamiento de los productores con referencia a sus usos y costumbres) de localización, de recursos, de la propia tecnología y de política:

Riesgo. La percepción del riesgo del productor a adoptar una tecnología que no le genere las ganancias esperadas en el tiempo pensado o que simplemente su implementación implique más recursos de los que puede disponer.

Acceso al crédito. Son productores que difícilmente podrán acceder a un crédito bancario y por lo tanto la adopción de tecnología que implique inversión de recursos financieros, fuertes, no será adoptada por estos productores.

La educación. Estudios reportan que esta variable puede favorecer a la adopción, en cuanto más años de escolaridad mejor será el entendimiento de ciertas tecnologías y a menor educación caso contrario, o no hacerlo, y entonces los productores con menor

educación puedan adoptar las mismas tecnologías que los demás sólo por una cuestión de actitud diferente.

La disponibilidad de información a través de la asistencia técnica (una posible explicación es la falta del apoyo gubernamental a los servicios de extensión, que es muy deficiente, no específica y no ofrecen siempre información pertinente).

El tamaño del hato. El tamaño del hato es una variable que influye en el tipo de tecnología a adoptar y el tiempo en que lo hace, dado que llega a ver productores con menos de cinco vientres, no ven atractivo adoptar tecnología que implique un costo mayor a los ingresos que puedan recibir por la venta de leche.

Edad del productor. Diversos estudios han encontrado que productores jóvenes presentan una mayor tendencia y disposición a adoptar nuevas tecnologías que productores con mayor edad.

2.6. Modelos de transferencia de tecnología

2.6.1. Modelo lineal

Bajo este modelo de transferencia de tecnología de un centro de investigación y/o universidad a una empresa, es entendida como un proceso conformado por una secuencia lineal de etapas. El modelo comienza con un descubrimiento de un científico en un laboratorio, que esta trabajando con recursos de investigación públicos, posteriormente es patentada previa validación. El siguiente paso involucra la negociación con la empresa para la transferencia y adopción de la misma. En la etapa final, la tecnología se convierte en un producto comercializado. El modelo lineal, concibe la innovación como un proceso que va desde la investigación básica (centro de investigación/universidad) a la investigación aplicada y de ahí continua el desarrollo hasta llegar a la comercialización (Cohen *et al*, 2002, citado por López *et al*, 2006).

2.6.2. Modelo dinámico

El modelo dinámico es fruto de un detallado análisis del modelo lineal y el desarrollo de un estudio cualitativo con los diferentes actores de la transferencia del conocimiento en diversas universidades de Estados Unidos.

El modelo tiene como fin la transferencia de tecnología a través de la comercialización o la difusión, sean estas formales o informales. Ello requiere de una organización que contemple recursos de personal y tecnológicos, destinados a dicha transferencia, así como sistemas de compensación, incentivos y programas de capacitación para el desarrollo de habilidades para la comercialización. El recorrido que realiza el conocimiento incorporado en la invención hasta llegar a las empresas es más o menos fluido y puede representar más o menos ingresos para el centro de investigación y/o universidad, dependiendo de las políticas y recursos que la misma haya dispuesto para la transferencia tecnológica. En consecuencia, este modelo concibe la transferencia de tecnología como un proceso que toma en consideración el análisis de factores internos que pueden afectar el proceso exitoso de transferencia de conocimiento científico-tecnológico. A pesar de ser una propuesta más integral respecto al modelo lineal, no contempla el análisis de los factores externos al proceso de transferencia de tecnología, entre ellos el papel del estado (López *et al*, 2006).

2.6.3. Modelo Triple Hélice I

En este modelo de transferencia de tecnología destaca la triada Centro de investigación y/o Universidad-Empresa (productor)-Estado. Esta triada históricamente ha sido representada como se muestra en la Figura 3. Bajo este esquema el Estado acompaña el comportamiento de los centros de investigación y/o universidades y empresas dirigiendo las relaciones entre ellas y puede asumir que está influenciada por una visión estatista, centralista, socialista de la sociedad en que se asigna un rol preponderante al Estado (López *et al*, 2006).



Figura 3. Modelo Triple-Hélice I de transferencia de tecnología

Fuente: Etzkowitz y Leydesdorff, 2000, citado por López *et al*, 2006.

Posteriormente surge una segunda versión del modelo, denominado de triple hélice II, en el que las instituciones se visualizan como unidades con sus ámbitos claramente delimitados y separados, que se relacionan entre sí como se muestra en la Figura 4 a través de líneas punteadas (López *et al*, 2006).

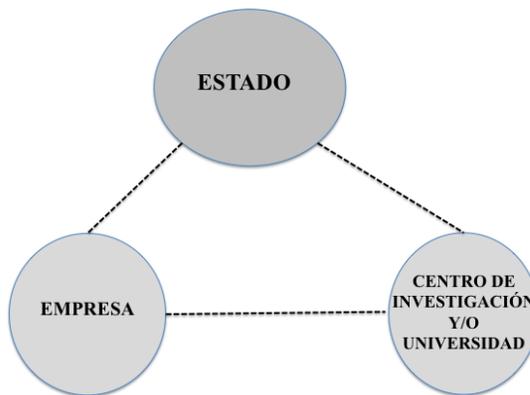


Figura 4. Modelo Triple-Hélice II de transferencia de tecnología

Fuente: Etzkowitz y Leydesdorff, 2000, citado por López *et al*, 2006.

Posteriormente surge una tercera versión, modelo triple hélice III, bajo el cual las instituciones además de realizar las funciones que le son propias, también asumen funciones de las otras. Es el caso de universidades que crean empresas o que asumen roles comúnmente asociados al gobierno, como organizar el desarrollo regional; también es el caso de aquellas empresas que cuentan con laboratorios de investigación y desarrollo destinados a crear nuevos

conocimientos. La aparición de instituciones intermedias o híbridas, como agencias pequeñas empresas u oficinas de transferencia de tecnológica que no se sitúan en ninguna de las tres esferas mencionadas-Centros de investigación y/o universidades, empresa, Estado-pero cumplen más de una de sus funciones específicas, dan cuenta de una nueva realidad. Ésta intenta ser representada por el modelo triple hélice III que se muestra en la Figura 5 (López *et al*, 2006).



Figura 5. Modelo Triple-Hélice III de transferencia de tecnología

Fuente: Etzkowitz y Leydesdorff, 2000, citado por López *et al*, 2006.

Esta última versión del modelo de Triple Hélice parece recoger toda la complejidad subyacente en la inserción de la ciencia y la tecnología en el sector productivo y en el seno de la sociedad, dando cuenta de como el entramado de relaciones entre los principales actores y cómo sus funciones se van traslapando mutuamente. Las funciones que en el pasado eran específicas de unos y otros, en la actualidad se ven invadidas (López *et al*, 2006).

2.6.4. Modelos de transferencia de tecnología agrícolas

Se conocen tres modelos que fueron implementados en países en vías de desarrollo, propuestos o asumidos como base para procesos de desarrollo rural, inspirados en la concepción que se caracterizó como “la visión de los países desarrollados”. Estos modelos fueron: 1) Difusión de innovaciones, 2) Insumos de alta rentabilidad y 3) Modelo de cambio tecnológico inducido (Sepúlveda, 1992).

2.6.4.1. Modelo de difusión de innovaciones

El modelo de Difusión de Innovaciones fue un paradigma específico de generación de transferencia de tecnología, que adquirió el carácter de un verdadero modelo de desarrollo rural. Implícitamente o explícitamente, fue el modelo que predominó en los programas latinoamericanos de extensión agrícola destinados a dinamizar la agricultura tradicional desde la década de los sesenta y continuó posteriormente. Sus creadores fueron Rogers y Svenning (1969). El modelo se basó en el proceso de comunicación siguiente:

Fuente → Mensaje → Canal → Receptor → Efecto

El emisor o la fuente es el origen de la innovación que puede ser un centro de investigación, investigadores, agentes de cambio o líderes de opinión; el mensaje es la innovación tecnológica o la nueva idea que la fuente quiere transmitir; el canal es el medio que utiliza la fuente para difundir el mensaje. Los medios pueden ser diversos y masivos como la radio, televisión, impresos o personales como: divulgadores extensionistas o líderes de la misma comunidad; el receptor con los miembros de la comunidad o sistema social a quienes se destina el mensaje; y el efecto son los cambios de actitud y conducta (adopción o rechazo) que como resultado de los nuevos conocimientos recibidos manifiestan los receptores.

Este modelo aplicado al desarrollo agrícola, supuso que alguien genera la tecnología, ésta se difunde por los canales adecuados, los destinatarios la reciben y aplican y se logra el efecto deseado. Posteriormente se incorporó al modelo el elemento “retroalimentación”, que fue la respuesta consecuente al mensaje original, que los receptores envían a la fuente. Esto permite a la fuente modificar y adecuar sus mensajes para lograr un mejor efecto. En términos del modelo, con la retroalimentación se cierra un ciclo comunicativo y así el modelo pasa a representar un proceso.

Fue el modelo más usado y con éxito en países en vías de desarrollo para productores empresariales que producían en riego o buen temporal. Sin embargo, para productores tradicionales o de subsistencia no tuvo éxito por diversas causas.

Para demostrar la utilización posterior del mismo modelo, se tuvo como ejemplo al programa de Productor-Experimentador que inicio en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en 1982 (Sepúlveda, 1992).

2.6.4.2. Modelo de los Insumos de Alta Rentabilidad

El Modelo de los Insumos de Alta Rentabilidad supuso que para alcanzar el desarrollo, era necesario que los pequeños productores incrementaran su productividad debido al uso de insumos claves y modernos propuestos por las tecnologías agrícolas, aumentando consecuentemente sus ingresos y dinamizando posteriormente el mercado interno del país.

Este modelo se baso en las ideas de Theodore W. Shultz, consideró que la adopción de tecnología pudiera explicarse prescindiendo de factores culturales y sociales, en base a la rentabilidad de los insumos propuestos. Esto implicó que cualquier tipo de productor, tanto de pequeña escala como empresarial, tenían una misma lógica de comportamiento: maximizar los ingresos.

La utilización eficiente de los recursos implicaba que:

Valor del producto marginal del recurso = Precio del insumo, y esto dentro del mercado de libre competencia. Si el modelo no funcionaba, se debía a las distorsiones del mercado causadas por la intervención del Estado (Sepúlveda, 1992).

2.6.4.3. Modelo del Cambio Tecnológico Inducido

Este modelo fue desarrollado por Hayami y Ruttan, las tecnologías se podrían dividir en tecnologías mecánicas “ahorradoras de mano de obra” y en biológicas y químicas, cuyo objetivo central, pero no único, fue “ ahorradoras de tierra” cuando ésta fuera escasa. Así en

una economía con escasez de mano de obra, la sustitución del trabajo por tierra y capital debiera primeramente dedicarse a mejorar la maquinaria e implementos agrícolas.

El modelo del cambio tecnológico inducido dio cuenta de cómo se generaban las innovaciones en el sector público y privado; de los mecanismos de interacción entre el cambio tecnológico agropecuario y el desarrollo institucional y de la industria de insumos agrícolas; de la secuencia del proceso de cambio tecnológico y del crecimiento económico (Sepúlveda, 1992).

Es importante mencionar, que estos no fueron sólo algunos modelos de transferencia de tecnología que se han implementado en el sector agrícola y se han modificado (y en algunos casos desaparecido), así como ha cambiado el contexto en el cual fueron desarrollados e implementados. En el subsector pecuario, uno de los modelos de transferencia implementados y usados hasta la fecha el Modelo de Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT).

2.6.4.4. Modelo GGAVATT

A partir de 1983, un grupo de investigadores de diferentes disciplinas del INIFAP, inició trabajos tendientes a desarrollar un modelo de Validación y Transferencia de Tecnología en la Región Golfo Centro. Dicho modelo se basó en la formación de grupos de ganaderos con deseos de incorporar tecnologías en sus unidades de producción, asesorados por investigadores del Campo Experimental de la Posta y Paso del Toro, Veracruz.

El modelo GGAVATT se basa en los principios y fundamentos del trabajo en grupo, en donde los integrantes comparten experiencias y referencias; así participan activamente en la toma de decisiones y acuerdos, construyendo sus propias alternativas de progreso (Espinosa *et al*, 2009).

Las características que identifican al modelo “GGAVATT”, son (Aguilar *et al*, 2002):

1. **La autonomía.** Entendida como la capacidad que tiene el grupo de productores de decidir su forma de organización, acciones, objetivos y metas, considerando sus intereses y recursos.
2. **La flexibilidad.** El modelo, en las condiciones probadas, ha mostrado que tiene un amplio ámbito y rango de adaptabilidad, de acuerdo al entorno ecológico y a las condiciones técnicas, sociales económicas y culturales de los productores.
3. **La capacitación continua.** Al propiciar la interacción y el intercambio continuo de información y experiencias entre sus componentes (productores-asesor-institución de investigación), permite fortalecer la capacitación técnica del grupo para manejar adecuadamente los recursos naturales, productivos y económicos. La metodología utilizada es principalmente la de aprender haciendo.
4. **El enfoque holístico.** En las actividades de los grupos se considera la planeación y el manejo integral de los recursos para la sustentabilidad del sistema productivo.
5. **La cooperación.** El funcionamiento del modelo se basa en el dialogo y la negociación entre los componentes del GGAVATT.

Actualmente el modelo GGAVATT se entiende como un mecanismo de validación y transferencia de tecnología y de retroalimentación al sistema de investigación, en donde participan ganaderos amigos con fines similares de producción e integrados en un grupo en torno a un módulo de validación (un mismo productor innovador del grupo), el cual aplica la tecnología generada en los centros de investigación, asesorado por agentes de cambio oficiales privados, como inductores del cambio tecnológico; en primera instancia con el productor participante con el módulo de validación y posteriormente con el resto del grupo (Figura 6), buscando en el futuro impactar en productores vecinos, que no necesariamente pertenezcan al GGAVATT.

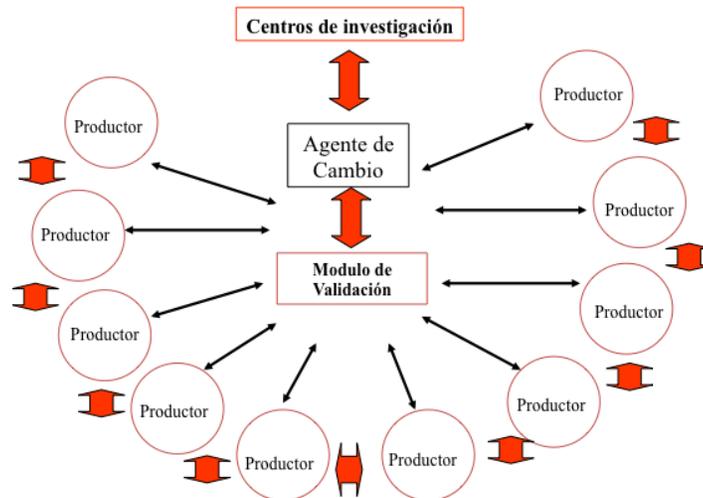


Figura 6. Esquema operación del modelo GGAVATT

Fuente: Aguilar *et al*, 2002.

El GGAVATT se forma con la integración de un grupo de 15 a 20 productores amigos, cuyo factor en común es el sistema de producción. El grupo se formaliza en una asamblea constitutiva, en la que se define el nombre del grupo y en forma democrática se designa un presidente, un secretario y un tesorero, formando así la mesa directiva.

La figura importante del modelo GGAVATT es el asesor técnico o agente de cambio, cuya primera tarea, una vez integrado el grupo, es realizar un diagnóstico estático de la situación agropecuaria, socioeconómica y técnico-productiva de cada uno de los productores. La información de este diagnóstico sirve de referencia para comparar avances y además es la base para plantear las acciones y metas con las que trabajarán los productores. El asesor se compromete a visitar a cada productor al menos dos veces al mes y con todos ellos realizará una junta mensual, considerada clave para el avance del GGAVATT (Espinosa *et al*, 2009).

CAPITULO III

EL EXTENSIONISMO EN MÉXICO

El extensionismo en México ha sido un tema estudiado por diversos autores e instituciones, con la finalidad de describir con detalle sus orígenes y estado actual. En este sentido, los sistemas de extensionismo rural en México se remontan al período que siguió a la consolidación de la Revolución Mexicana, donde se llevó a cabo un proyecto asistencial y de reparto de tierras para atender masivamente a la población rural, que en aquellos años era la mayoría de la población nacional. Para ello se comisionaron docentes para que se trasladaran a las comunidades rurales y atendieran las necesidades de sus pobladores, realizando todo tipo de funciones. Los objetivos eran preparar maestros para las comunidades rurales y centros de población indígena, propiciar el mejoramiento profesional de los maestros en servicio e "incorporar al progreso general del país los núcleos de población rural de las zonas donde se establecieran las escuelas rurales" (SEP, 1984 citado por SAGARPA-FAO, 2005).

Desde la década de los sesenta hasta los años noventa, el gobierno mexicano desarrolló un sistema de extensión y transferencia de tecnología agrícola. La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) -actualmente SAGARPA- apoyó el extensionismo a través de la Dirección del Sistema de Extensión Agrícola y la investigación por medio del INIA, que tuvo un eficaz programa de transferencia de tecnología.

La SARH empleaba aproximadamente a 25,000 extensionistas en todo el país (Aguilar et al, 2005). Las prioridades tanto de la investigación como del extensionismo durante este período fueron: a) la sustitución de importaciones, b) la seguridad alimentaria y c) el apoyo a los agricultores de subsistencia (OCDE, 1997). Eso significaba que el apoyo se concentraba en los alimentos básicos, es decir, maíz, trigo, frijol, arroz y sorgo (OCDE, 2011).

Desde su aplicación, los programas de extensionismo rural, han tomado diversos enfoques. En un inicio tenían un carácter institucional financiado con recursos públicos, ligado a los servicios estatales de investigación y al abasto de insumos, crédito, seguros y comercialización de cosechas. A principios de los ochenta la SAGARPA contaba con 25 mil extensionistas, profesionistas, técnicos medios y prácticos, como empleados de gobierno.

Durante el período de 1988 a 1994, estos programas se eliminaron como consecuencia de la consolidación del paradigma económico y social orientado a una economía globalizada, más competitiva y rentable. Además de las políticas de reducción de gasto público y reducción del Estado y la visión de un nuevo desarrollo centrado en la creación de acceso a bienes y servicios (Manrubio y Santoyo, 2010, citados en OCDE, 2011).

En 1996 se restaura el servicio de extensión, a través del Sistema Nacional de Extensionismo y Desarrollo Tecnológico (SINDER), implementándose dos programas: Capacitación y Extensión y Programa Elemental de Asistencia Técnica (SAGARPA, 2010, citado en OCDE, 2011). El período de 2000 a 2009 se considera una etapa de transición del extensionismo clásico al sistema de servicios profesionales privados pagados con recursos públicos. Una de las características de este nuevo extensionismo es el involucramiento de más instituciones del Gobierno Federal tales como SAGARPA (FIRCO, INCA Rural, SENASICA, etc.), los Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura del Banco de México (FIRA), la Secretaría de la Reforma Agraria, Financiera Rural, la Comisión Nacional Forestal, el Fondo Nacional de Empresas Sociales, la Comisión de Desarrollo Indígena. Además, este nuevo extensionismo se vuelve más flexible al incorporar métodos participativos como los grupos ganaderos de validación y transferencia de tecnología (GGAVATT) (OCDE, 2011).

Algunos programas que se han implementado desde la década de los noventa se mencionan en el Cuadro 1, así como la institución o dependencia encargada de su operación y la vigencia del programa.

Cuadro 1. Programas de extensionismo en México.

Programa	Institución	Años de operación
Programa de Estímulos Regionales (PER).	FIRCO	Años noventa
Programa de Atención a Productores de Bajos Ingresos con Características de Sujetos de Crédito Incipientes de Crédito (PROBISCI).	FMDR	Años noventa
Clubes de Rendimientos Máximos Económicos (Club REME).	FIRA	Años noventa
Programa de Desarrollo Rural Integrado del Trópico Húmedo	IMTA	Años noventa
Sistema Veracruzano de Autogestión Productiva	SEDAP	

Programa de Asesores Externos	FIRA	
Programa Especial de Asistencia Técnica (PEAT)	SARH	1995-2000
Programa de Capacitación y Extensión (PCE)	SARH	1995-2000
Programa de Fomento a Empresas Comercializadoras Agropecuarias (PROFECA)	SAGARPA	1998-2001
Programas de Capacitación y Asistencia Técnica	Financiera Rural	De 2002 a la fecha
Programas de Capacitación y Asistencia Técnica	CONAFOR	De 2002 a la fecha
Programas de Capacitación y Asistencia Técnica	CDI	De 2001 a la fecha
Programas de Capacitación y Asistencia Técnica	FONAES	De 1993 a la fecha
Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología (PITT)	SAGARPA	1997-2009
Programa de Servicios Profesionales para el Desarrollo Rural (PESPRO)	SAGARPA	2001
Programa de Desarrollo de Capacidades (PRODESCA)	SAGARPA	2002-2007
Desarrollo de Proyectos Agropecuarios Integrales (DPAI)	SAGARPA	1998-2007
Programa de Soporte	SAGARPA	2008-2010

Fuente: OCDE, 2011.

Como se ha citado en párrafos anteriores, por encargo de la SAGARPA, la OCDE realizó un estudio acerca del extensionismo en México, en el cual se menciona (además de lo expuesto anteriormente) que en México no existe un servicio de extensión agrícola específico como tal. Los agricultores cuentan con asistencia técnica al acceder a los distintos programas de apoyo de la SAGARPA como una parte integral de los mismos. La asistencia técnica los productores la reciben por medio de contratistas del sector privado, es decir, prestadores de servicios profesionales (PSP), cuya función es poner en práctica los programas en el nivel de la explotación agrícola. Los servicios profesionales definidos para estos efectos incluyen la planeación estratégica, la formulación de proyectos, el acceso a los recursos públicos, la asesoría técnica, las estrategias comerciales y la capacitación, entre otros; su objetivo es

apoyar a los agricultores para que aumenten su eficiencia y facilitar su incorporación a las cadenas de valor.

3.1. La asistencia técnica y la UTEP

A partir de 2008 se realizan una serie de cambios en el “sistema de extensión” con el agrupamiento en un solo marco normativo de todas las iniciativas que se venían desarrollando en los diferentes ámbitos de la SAGARPA, agrupando en un solo Componente llamado *Asistencia técnica y capacitación*” bajo la coordinación de la Subsecretaría de Desarrollo Rural y como parte del Programa Soporte (Aguilar *et al*, 2010).

Esta integración fue aceptada por las diferentes áreas de SAGARPA, bajo el compromiso de respetar la diversidad de las cadenas productivas, territorios y objetivos a alcanzar por parte de los servicios técnicos. Razón por la cuál se decidió crear siete estrategias de carácter nacional que contarán con el soporte técnico y metodológico de Unidades Técnicas Especializadas (UTE) en la temática de cada estrategia. El INIFAP funge como UTE de Asistencia Pecuaria, la FAO en PESA³, el Colegio de Postgraduados (CP) en Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA) y Programa de Apoyo a la Cadena Productiva de Maíz y Fríjol (PROMAF), la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) en Gestión de la Innovación, el INCA Rural en asesoría a Consejos Municipales y en Desarrollo Empresarial. Esto significo involucrar a las instituciones de Enseñanza e Investigación relacionadas con el medio rural más importantes del país, así como al organismo líder internacional en temas del medio rural, la FAO.

Además de la participación del CP, la UACH e INIFAP, la SAGARPA impulsó al interior de todos los estados involucrados que las universidades estatales participaran en calidad de Centros de Evaluación del desempeño de los prestadores de servicios profesionales, logrando dicho propósito en los estados de Chiapas, Estado de México, Colima, Nayarit, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Durango y Chihuahua, 12 universidades en total. La cantidad de prestadores de servicios profesionales involucrados en las siete estrategias nacionales, además de las estatales y en la prestación de servicios diversos, sumaron un total

³ Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria (PESA).

de 10,223 profesionistas, con un gasto público de alrededor de los mil millones de pesos (Aguilar *et al*, 2010).

Con respecto al coejercicio en el año 2008 el objetivo y cobertura de la estrategia pecuaria representó el 9% y la contratación de PSP fue a través de grupos de productores organizados en Grupos de Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT), la contratación del PSP era para mejorar sus capacidades productivas y el aprovechamiento de los recursos dedicados a la producción pecuaria (Aguilar *et al*, 2010).

En los años subsecuentes el objetivo de la estrategia Pecuaria no se ha modificado radicalmente, las modificaciones se han dado a nivel normativo por ejemplo, el monto a pagar a los prestadores de servicios profesionales pecuarios, el tamaño de los grupos de productores y el tiempo del servicio.

Los objetivos específicos de la UTEP son:

1. Desarrollar y fortalecer las capacidades y conocimientos así como las metodologías de transferencia de tecnologías, las capacidades de organización social y actualización técnica a los Prestadores de Servicios Profesionales Pecuarios (PSPP).
2. Establecer un sistema de soporte tecnológico permanente y continuo, como apoyo al desarrollo de capacidades, conocimientos y habilidades de los Prestadores de Servicios Profesionales Pecuarios (PSPP), con el fin de impulsar la innovación tecnológica en los sistemas producto pecuarios.
3. Establecer un proceso de seguimiento y evaluación continuo de la estrategia, que considere los diferentes ámbitos de acción: productor, PSPP y UTE.

Para el desarrollo de estos objetivos la UTEP se propuso aprovechar de manera más integral las fortalezas del INIFAP:

Cobertura nacional.

Infraestructura física y humana.

Experiencia en capacitación y transferencia de tecnología.

Institución productora de conocimientos y tecnologías

Experiencia en soporte a PSP.

Vinculación interinstitucional.

La estrategia de la UTEP inicio en el año 2008 y en el ciclo 2008-2009 con la capacitación, acompañamiento y seguimiento técnico y la evaluación de los servicios. En los ciclos 2009-2010, 2010-2011, las funciones de la UTEP se concretaron a la capacitación, acompañamiento y seguimiento técnico; además de trasladar la estrategia para su total operación a los Centros Estatales de Evaluación, los cuales a partir de ciclo 2009-2010, realizarón la evaluación de los servicios pecuarios relacionados con la asistencia técnica (UTEP. 2009 y 2010) .

El diseño de la estrategia contempló la elaboración de instrumentos como: cuestionarios de diagnóstico de línea base, lineamientos para la elaboración del diagnóstico, lineamientos para la elaboración de programas de trabajo grupal y por productor, formatos de seguimiento mensual que contemplaron la captura de información de tipo tecnológico (incorporación de tecnologías y actividades), variables productivas y variables económicas (Anexo 2).

3.1. Contexto Mundial y Nacional del mercado de leche

3.1. Contexto Mundial

3.1.1. Producción Mundial

En los últimos años el mercado mundial de la leche se ha visto afectado por diversos factores como: a) la crisis económica mundial; b) el descenso en los precios internacionales del producto; c) el incremento en la demanda de cultivos como materia prima para combustibles; y d) la especulación formada alrededor del precio del petróleo (que encareció los insumos alimenticios y diversos costos atribuidos a la actividad). Estos factores han impactado en el desempeño y rentabilidad de la actividad.

Estas causas explican que durante 2007 y 2008 la producción mundial mostrara un crecimiento bajo; sin embargo, en 2010, la producción mundial de leche fresca recuperó su crecimiento contabilizándose en 599.6 millones de toneladas (Figura 7). La producción mundial de leche mostró en el período 2000-2010 una tasa de crecimiento media anual de 2.04% (FAO, 2012).

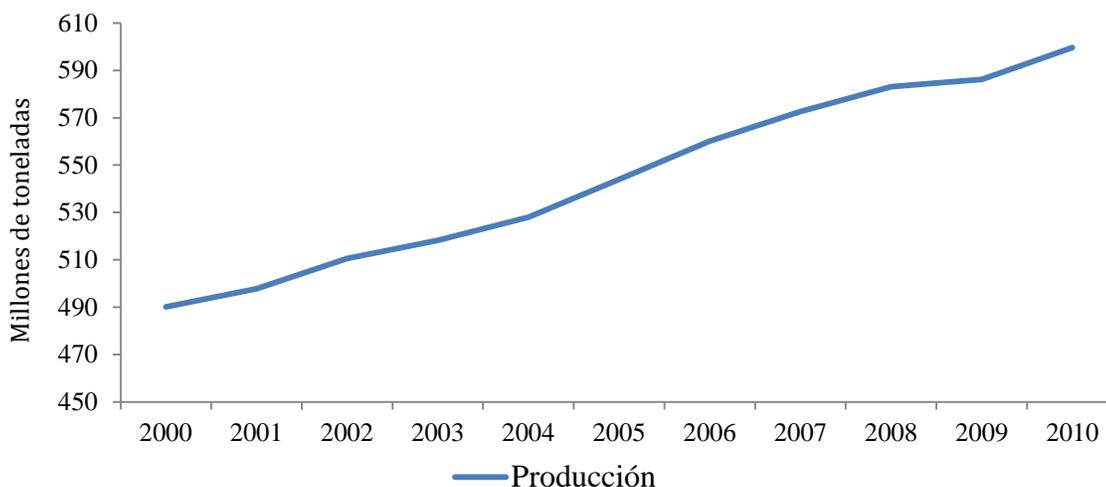


Figura 7. Producción mundial de leche fresca de bovino, 2000-2010. Gráfica 1.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO, 2012.

A nivel mundial los principales países productores son Estados Unidos que aporta 14.6% del total de la producción mundial, le sigue India, China, Rusia, Brasil, Alemania, Francia y Nueva Zelanda, en suma estos ocho países generan 51.2% de la producción total mundial (Figura 8). En el caso de México aportó 1.8% del total de la producción mundial, ocupando el quinceavo lugar en la lista de países productores.

Según estadísticas de FAO (2012), el inventario de ganado lechero a incrementado a nivel mundial, en el año 2000 se registraron 220.9 millones de cabezas en el mundo, mientras que en el 2010 el inventario fue de 264.6 millones de cabezas bovinas lecheras (Figura 8).

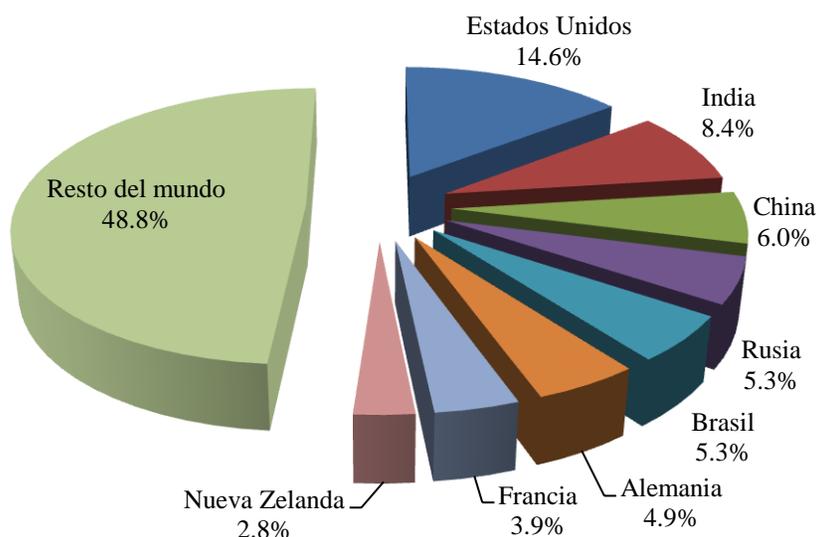


Figura 8. Participación de los principales países productores de leche fresca de bovino en la producción mundial. 2010.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAO, 2012.

3.1.2. Consumo mundial

La demanda de leche se ha intensificado en el mundo como derivado de la tendencia de la población por el consumo de productos saludables; la leche constituye un alimento básico y es considerada como parte de una dieta saludable y nutritiva para todas las edades. Bajo esta perspectiva el consumo mundial muestra una tendencia creciente en su comportamiento.

En el 2009, se consumieron en el mundo cerca de 600 millones de toneladas de leche fresca. Según estadísticas de SIAP (2011), los países de Asia son los de mayor consumo a nivel mundial. India es el principal consumidor de esta región; sin embargo, China es un mercado en crecimiento en el consumo de lácteos, situación que está alterando el comportamiento del consumo mundial. Después de Asia, los países de la Unión Europea y Estados Unidos son consumidores potenciales de leche (Cuadro 2).

Dado que el producto no solo es consumido en forma fluida, la leche en polvo representa una fuente de consumo del producto, una de las particularidades de la leche en polvo es que es el único producto cuyo consumo en los países en desarrollo supera al de los países desarrollados.

Cuadro 2. Consumo de leche fluida de bovino para diferentes países, 2006-2010.

Países	2006	2007	2008	2009	2010
Miles de toneladas					
Norteamérica					
Canadá	3,058	3,086	3,145	3,103	3,184
Estados Unidos	27,705	27,710	28,096	28,223	28,253
Subtotal	30,763	30,796	31,241	31,326	31,437
América del Sur					
Argentina	1,900	1,900	1,975	2,100	2,130
Brasil	13,755	10,170	10,684	10,895	11,234
Subtotal	15,655	12,070	12,659	12,995	13,364
Unión Europea	34,084	33,334	33,744	33,700	33,950
Europa del Este					
Rusia	12,000	12,000	12,100	12,114	11,800
Ucrania	6,086	3,641	3,520	3,483	3,290
Subtotal	18,086	15,641	15,620	15,597	15,090
Asia					
China	13,809	14,820	14,581	11,791	12,010
India	39,920	42,680	44,520	48,160	49,140
Japón	4,648	4,521	4,442	4,264	4,150
Subtotal	58,377	62,021	63,543	64,215	65,300
Oceanía					
Australia	2,127	2,162	2,205	2,272	2,284
Nueva Zelanda	360	360	345	300	300
Subtotal	2,487	2,522	2,550	2,572	2,584

Fuente: SIAP, 2011. Boletín de leche: julio-septiembre, 2011.

3.1.3. Importaciones y exportaciones mundiales

En 2009, se importaron 7.2 millones de toneladas de leche a nivel mundial. Los países importadores se ubican en la región de la Unión Europea, principalmente Italia, Alemania, Bélgica, España, Países Bajos y Francia; en conjunto, estos países importaron 71.9% del total mundial (Cuadro 3).

Cuadro 3. Principales países importadores de leche fresca de bovino, 2009.

Países	Importaciones Miles de ton.	Participación %
Italia	1690	23.3
Alemania	1641	22.7
Bélgica	641	8.9
España	544	7.5
Países Bajos	378	5.2
Francia	312	4.3
Resto del Mundo	2034	28.1
Total	7239	100.0

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAO, 2012.

Las exportaciones mundiales de leche en 2009 fueron de 8.16 millones de toneladas. El grueso de la dinámica en el comercio de este producto se desarrolla principalmente en los países de la Unión Europea, destacando a Alemania como el principal país exportador, seguido de Francia, Bélgica, la República Checa, los Países Bajos, Austria, Reino Unido y Dinamarca (Cuadro 4).

Otros países que se destacan por su importancia en la exportación de leche son Estados Unidos, Nueva Zelanda y Australia, estos dos últimos países constituyen la región exportadora de lácteos con alto grado de competitividad más importante a nivel mundial.

Cuadro 4. Principales países exportadores de leche fresca de bovino, 2009.

Países	Exportaciones Miles de ton.	Participación %
Alemania	2017	24.7
Francia	729	8.9
Bélgica	639	7.8
República Checa	625	7.7
Países Bajos	545	6.7
Austria	516	6.3
Reino Unido	459	5.6
Dinamarca	341	4.2
Resto del Mundo	2294	28.1
Total	8165	100.0

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAO, 2012.

Hoy en día el comercio internacional de leche y productos lácteos se enfrenta a diversas circunstancias que afectan su desempeño; se observa un limitado crecimiento en las exportaciones de los países exportadores tradicionales. El bajo crecimiento ha sido resultado de las políticas adoptadas por la Unión Europea, en cuanto a quitar los subsidios a la importación, además de que Nueva Zelanda tiene una superficie limitada dedicada a la lechería (FIRA, 2007).

3.2. Situación nacional del mercado de la leche

3.2.1. Producción nacional

Durante el período 2008- 2010, México produjo 10.6 millones de toneladas de leche, con un valor de la producción promedio de 48.86 mil millones de pesos. Para ese mismo período se registró un inventario promedio de 2.35 millones de cabezas bovinas lecheras.

La producción nacional de leche muestra una tasa de crecimiento promedio anual de 1.4% durante el período 2000-2010. Este comportamiento creciente es atribuido a factores como la consolidación y expansión de las principales empresas lecheras nacionales y de organizaciones de productores integrados, que han incrementado su participación en el mercado de productos terminados, manteniendo así los ingresos de los productores y haciéndolos partícipes del valor agregado en el proceso de transformación en productos como

yogurt, cremas, leches saborizadas, etc. (ASERCA, 2010). Según FIRA (2007), el 66% de la leche fresca es destinada a la industria formal, mientras que el 34% restante se comercializa cruda o procesamiento informal.

A nivel estatal, Jalisco es el principal estado productor de leche, concentra 18% de la producción total; le siguen Coahuila, Durango, Chihuahua, Guanajuato, Veracruz, Estado de México, Hidalgo, Puebla, Chiapas, Aguascalientes y Michoacán, que en total aportan 84.4% del total de la producción nacional de leche (Figura 9).

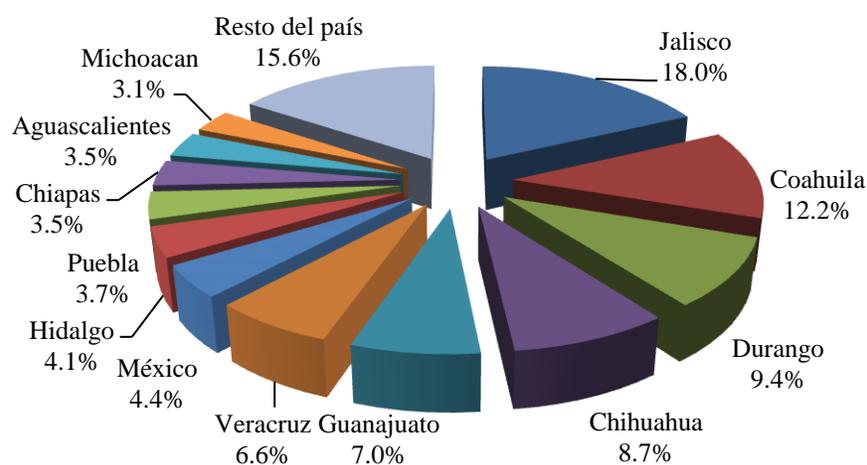


Figura 9. Principales estados productores de leche en México, 2008-2010.

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de SIACON, 2010.

La producción de leche nacional proviene en 63% de ganado especializado y 37% de ganado de doble propósito (ASERCA, 2010); se lleva a cabo en diferentes regiones ecológicas y bajo distintos sistemas de producción como son:

1. **Sistema especializado.** Se localiza principalmente en áreas semiáridas y desérticas. Se caracteriza por grandes hatos de ganado Holstein, alimentado con forrajes irrigados principalmente alfalfa, granos y subproductos. El equipo e instalaciones son especializadas y la ordeña es mecánica. La producción de leche es alrededor de 8,000 kg/vaca/año. Los principales estados productores con este sistema de producción son: Coahuila, Durango, Chihuahua, y Aguascalientes (INIFAP, 2010).

2. **Sistema de doble propósito.** Se localiza en las áreas tropicales y se caracteriza por tener un tamaño de pequeño a mediano en las explotaciones. El pastoreo se da en praderas de gramíneas tropicales introducidas con ganado de cruza de Cebú con Holstein o Pardo Suizo para la producción de leche y becerros. Se tiene un uso limitado o nulo de suplementos, se practica la monta directa y muy poco la inseminación artificial. La producción de leche es alrededor de 700 kg/vaca/año. Los principales estados productores con este sistema de producción son: Veracruz, Chiapas y Tabasco. (INIFAP, 2010).

3. **Sistema de lechería familiar.** Se localiza principalmente en regiones semiáridas y templadas. Entre las características de este sistema destaca que aprovechan los recursos de las familias rurales como mano de obra y residuos de las cosechas de sus parcelas agrícolas, así como el pastoreo de tierras de agostadero. Las razas principales son Holstein mantenido en semiestabulación. Se utiliza la monta directa y en ocasiones la inseminación artificial. La alimentación puede contemplar cultivos forrajeros de temporal, uso de granos y ensilados de cultivos forrajeros. La ordeña puede ser manual o mecánica. La producción de leche es de alrededor de 3,000 kg/vaca/año. Los principales estados productores con este sistema de producción son: Jalisco, Guanajuato, Estado de México, Hidalgo y Puebla (INIFAP, 2010) (Figura 10).



Figura 10. Principales estados productores. Sistemas de producción de leche de bovino por regiones agroecológicas en México.

Durante 2010, la producción nacional de leche mostró meses de mayor producción que van de Junio a Noviembre, teniendo el pico mas alto en Agosto. Este comportamiento es explicado por factores como el clima que propicia el cultivo de forrajes y una mayor demanda de leche por parte de la industria (Figura 11).

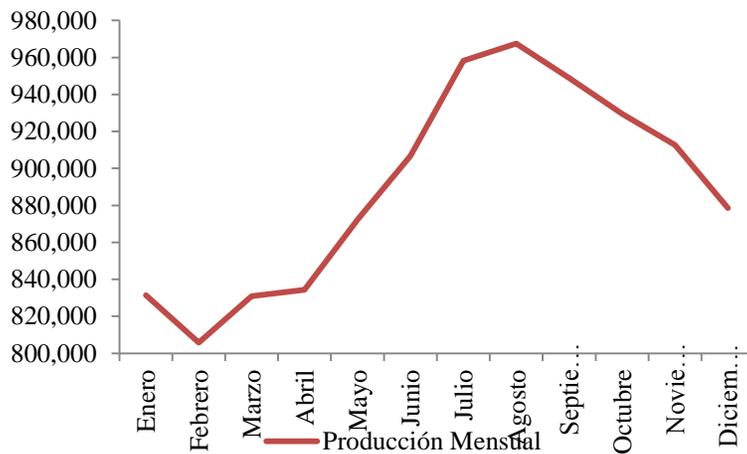


Figura 11. Estacionalidad de la producción nacional de leche, 2010.

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de SIAP, 2011.

La estacionalidad también depende del sistema de producción, en el caso del sistema especializado no muestra esta tendencia de máxima producción durante las épocas de lluvias por dos causas: 1) se tiene un ganado especializado; 2) su alimentación esta basada en alimento balanceado y forrajes de corte, por lo que mantienen volúmenes de producción constantes durante todo el año.

En el caso de los sistemas de producción de doble propósito y familiar la alimentación depende de la disponibilidad del forraje y los precios pagados al productor, mostrando esta variabilidad en la producción durante el año.

3.2.2. Consumo nacional

La leche contiene un alto grado de proteínas y aminoácidos que lo hacen uno de los alimentos más completos en la dieta humana, ya sea consumido en forma fluida o a través de sus productos derivados.

El consumo de leche en México ha mostrado en los últimos años un crecimiento propiciado principalmente por el valor agregado que se ha dado al producto y la diversidad de productos derivados de la leche: variedades de queso, leche saborizada, yogurt, crema, mantequilla entre otros.

En el período 2007-2009, se estima un Consumo Nacional Aparente (CNA) de 10.6 millones de toneladas de leche, este consumo solo considera la producción e intercambio de leche fresca; mientras que, se estima un CNA de 13.3 millones de litros considerando leche fluida y productos lácteos transformados (ASERCA, 2010). El CNA de leche en México observa una tasa de crecimiento promedio de 1.4% durante el período 2000-2009; de igual manera, el consumo *per cápita* ha incrementado de 116.14 litros en 1999 a 124.3 litros en 2009 al año. Según FIRA (2007), del total de la leche fresca que se consume 72% es leche industrializada, 27% leche sin procesar y 1% leche de importación (Figura 12).

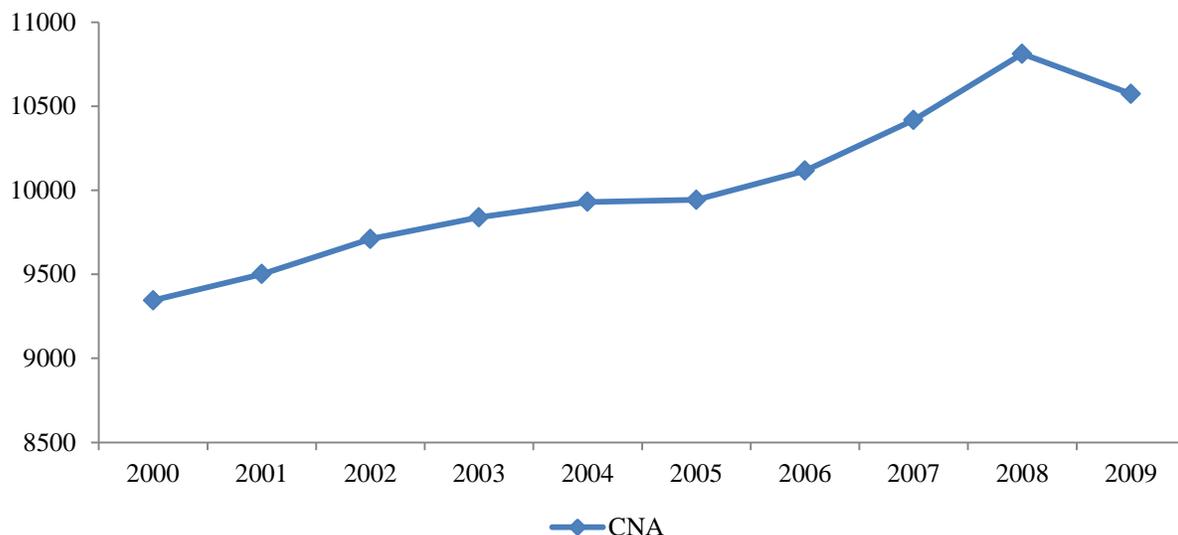


Figura 12. Consumo Nacional Aparente de leche fresca en México, 2000-2009.

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de SIACON (2010) y FAO (2012).

3.3.3. Importaciones y exportaciones nacionales

México es un país importador de leche y productos lácteos, la participación que tuvieron las importaciones durante el 2009 fué de 22% en el CNA. Las importaciones de leche fresca se contabilizaron durante el 2009 en 25,721 miles de litros. La mayor importación que se realiza es de leche en polvo. Por otro lado, los sueros y lacto sueros muestran el mayor volumen de importación de los productos lácteos, seguidos de los quesos y requesón (Cuadro 5).

Cuadro 5. Importaciones mexicanas de leche de bovino y derivados lácteos, 2000-2009.

Año	Fluida	Crema	En		Sueros y	Mantequilla	Gasa	Queso y
	Miles de litros		polvo	Yogurt	lacto sueros		butírica	requesón
			Toneladas					
2000	34,949	9,024	151,215	971	65,344	1,159	32,856	54,091
2001	30,257	10,884	184,178	1,170	83,988	2,695	32,055	66,181
2002	53,744	14,138	162,621	1,581	64,923	1,767	36,882	71,529
2003	57,731	20,031	157,802	1,338	64,047	1,752	37,155	77,568
2004	69,563	21,191	158,642	1,148	66,816	3,635	49,547	74,246
2005	76,813	7,985	182,845	1,109	78,158	3,367	47,353	78,299
2006	29,153	13,711	143,529	1,280	109,953	3,875	31,061	78,412
2007	73,109	15,233	153,170	1,004	120,415	5,818	36,133	85,914
2008	46,899	14,043	173,164	895	90,323	5,978	23,036	68,148
2009	25,721	17,788	186,863	902	90,074	4,526	39,187	73,023

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de SIAP, 2011.

Según la Secretaría de Economía (SE, 2011), 99% del total de las importaciones que realiza México tiene como lugar de origen a Estados Unidos, existen otros países de los cuales México importa como son Francia y Argentina.

Las exportaciones de leche son bajas comparadas con el volumen importado, en el Cuadro 5 se observan los volúmenes de exportación de leche fresca y en polvo, así como los derivados lácteos. En el 2009, se exportaron 2,411 miles de litros de leche fresca y 4.6 mil toneladas de leche en polvo. Los yogurt y quesos son los derivados lácteos que muestran un mayor nivel de exportación en México.

Cuadro 6. Exportaciones mexicanas de leche de bovino y derivados lácteos, 2000-2009.

Año	Fluida	Crema	En polvo	Yogurt	Sueros y lacto sueros	Mantequilla	Gasa butírica	Queso y requesón
	Miles de litros		Toneladas					
2000	227	223	603	203	734	59	2	502
2001	170	61	731	282	342	107	12	913
2002	26	22	474	315	128	26	7	936
2003	39	25	2,193	539	374	21	405	996
2004	27	1,021	1,230	484	598	760	248	1,619
2005	30	1,698	2,189	887	1,151	174	776	2,547
2006	65	1,364	3,576	2,664	2,339	197	257	3,942
2007	33	1,653	4,005	2,944	3,034	1,136	374	3,959
2008	384	4,091	6,538	2,775	2,902	4	36	4,563
2009	2,411	2,411	4,650	4,650	3,185	10	17	4,221

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de SIAP, 2011.

3.4. La producción lechera en el Estado de Guanajuato.

El Estado de Guanajuato ocupa el quinto lugar entre los principales estados productores de leche del país. En el 2010 la producción de Guanajuato fue de 775.1 miles de toneladas que representaron 7.3% del total de la producción nacional; se contabilizó un inventario de 184.7 mil cabezas de ganado lechero (Cuadro 7).

El estado de Guanajuato se constituye de 45 municipios, en mayor y menor medida se observa en todos los municipios la actividad ganadera de bovino. Según datos del Censo Agrícola (2007), se estima que 81.7% de la producción de leche se obtiene de ganado especializado; mientras que, 18.3% es producida por ganado para doble propósito.

Cuadro 7. Producción, valor de la producción, inventario y participación en la producción nacional del Estado de Guanajuato, 2000-2010.

Año	Producción	Valor de la producción	Inventario	Participación en la producción nacional
	Miles de ton.	Millones de pesos	Miles de cabezas	%
2000	629.3	1846.9	148.6	6.8
2001	644.3	1735.7	153.1	6.8
2002	661.9	1821.9	150.9	6.9
2003	647.5	1861.4	154.4	6.6
2004	633.4	2015.4	161.2	6.4
2005	647.8	2610.7	163.1	6.6
2006	673.0	2366.1	167.4	6.7
2007	674.7	2501.6	167.6	6.5
2008	684.2	2673.3	169.3	6.5
2009	761.8	2978.4	184.5	7.2
2010	775.1	3250.8	184.7	7.3

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de SIACON, 2010.

CAPITULO IV METODOLOGÍA

La información se obtuvo de 21 grupos de productores de leche (GGAVATT) con un total de 281 productores, de los cuales se eliminó el 14% de la información por falta de consistencia. Por lo tanto; la información analizada fue del 86% restante correspondiente a 248 productores de leche del estado de Guanajuato. Cada uno de los 21 grupos recibieron apoyo para el pago de un prestador de servicios profesionales pecuarios (PSPP) por parte del Programa Soporte de la SAGARPA durante el ciclo de septiembre de 2010 a marzo de 2011 (Cuadro 8 y Figura 13), cada PSPP aplicó un cuestionario de línea base al inicio del ciclo y posteriormente cada mes capturó información técnica, económica y de uso de tecnologías. Con esta información se obtuvo el índice de adopción de tecnología, la caracterización de los productores y el modelo probabilístico de adopción (UTEP-INIFAP, 2011).

Cuadro 8. Total de productores analizados por GGAVATT.

Nombre de los grupos	Municipio	No de integrantes
10 Aliados	Irapuato	14
Acámbaro	Acámbaro	13
Duarte	León	9
El Brete	Huanímaro	13
El Diezmo	Cortázar	19
El Laurel	Juventino Rosas	8
El Progreso	León	12
El Salto	Ocampo	7
Estancia del Llano	Apaseo el Alto	18
Irapuato	Pénjamo	15
Juventino Rosas	León	9
La Providencia	Salamanca	9
Labor del Cuije	León	13
Leche Salmantino	Romita	13
Leche San Pedro	León	12
Producción láctea del Rincón	San Francisco del Rincón	6
San Badillo	Celaya	10
San José	Dolores Hidalgo	12
Valle de Santa Cruz	Juventino Rosas	12
Valle de Santiago	Valle de Santiago	10
Villagrán	Villagrán	14

Fuente: Elaboración propia con información de la UTEP-Guanajuato (UTEP-INIFAP,2011).

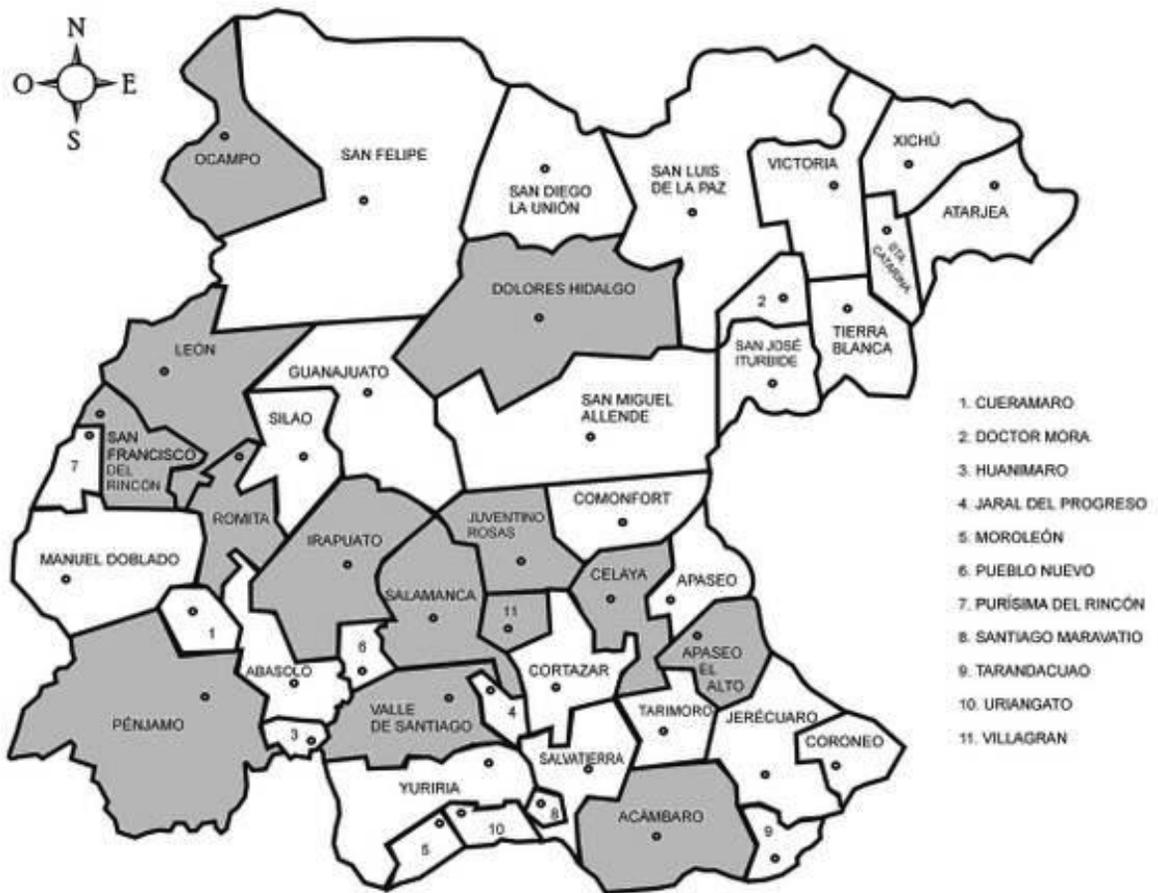


Figura 13. Distribución geográfica de los grupos en el estado de Guanajuato.

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del INEGI, 2012.

4.1. Índice de adopción de tecnología

Para estimar el índice de adopción tecnológica (IAT) se utilizó la información del uso de 24 componentes tecnológicos registrados en el último mes del servicio (marzo de 2011) por los PSPP de cada uno de los 248 productores. El IAT parte de un valor nominal de 100 para representar el uso del 100% de las 24 tecnologías registradas, agrupadas en seis áreas: 1) manejo, 2) alimentación, 3) reproducción y genética, 4) sanidad y pruebas diagnósticas, 5) forrajes y 6) conservación del medio ambiente. Para construir el IAT se ponderaron las áreas y sus tecnologías de acuerdo a los ponderadores determinados por medio de revisión de

literatura (Espinosa, *et al* 2009 y Urdaneta *et al*, 2004) y validados en un panel de especialistas en producción animal correspondientes a cada disciplina o área zootécnica relacionada con la producción de leche, mismos que se presentan en el Cuadro 9. Para la estimación del IAT se aplicó la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^{K=6} IAT = |\sum(\rho_i)(VMUCPD_i)| \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

IAT = Índice de Adopción Tecnológica.

K= número de áreas o disciplinas que agrupan los componentes tecnológicos aplicados.

ρ_i = ponderación otorgada a la *i*-ésima disciplina o área:

$$\sum_{j=i}^{k=6} \rho_i = 100; i = 1, 2, \dots, k, k = 6 \dots \dots \dots (2)$$

$VMUCPD_i$ = Es el valor máximo obtenido por el uso de componentes tecnológicos correspondientes a cada disciplina, cuyo valor va de 0 a 100.

Cuadro 9. Áreas utilizadas para estimar el Índice de Adopción de Tecnología en Unidades Familiares de Producción de leche en Guanajuato.

Áreas	Ponderación
Actividades de manejo	15
Sanidad y pruebas diagnósticas	25
Forrajes	5
Alimentación	25
Reproducción y genética	25
Medio ambiente	5

Fuente: Modificado de Espinosa, 2009 y complementado con Urdaneta *et al*, 2004.

Con la ponderación por área se procedió a ponderar al interior de cada área en las actividades y tecnologías incluidas, ponderando el valor total del área entre cada una de las actividades, según su importancia, dicho valor se presenta entre paréntesis en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Tecnologías y actividades utilizadas para estimar el Índice de Adopción de Tecnología en Unidades Familiares de Producción de leche en Guanajuato.

Actividades de Manejo	Sanidad y pruebas diagnósticas	Forrajes	Medio ambiente
Registro técnicos (2)	Diagnóstico de mastitis (3)	Conservación de forrajes en silo (2)	Uso de cerco vivo (2)
Registros económicos (2)	Desparasitación (3)	Conservación de forraje henificado (1)	Actividades de reforestación (1)
Identificación numérica (1)	Vacunación (3)	Siembra de forrajes de corte (2)	Elaboración de composta (2)
Pesaje de becerros al nacimiento (2)	Diagnostico brucelosis y tuberculosis (3)		
Pesaje de becerros al destete (2)	Análisis coproparasitológico (2)		
Pesaje de leche (2)	Prácticas sanitarias de ordeño (10)		
Lotificación del ganado (2)			
Crianza artificial (2)			
		Alimentación	Reproducción y genética
		Uso de ensilaje (10)	Inseminación artificial (13)
		Suplementación con minerales (5)	Diagnostico de gestación (12)
		Suplementación con dieta balanceada (10)	

¹El número entre paréntesis es el ponderador utilizado para estimar el IAT.

Fuente: Elaboración propia con base a Espinosa, 2009 y complementado con Uradenta *et al*, 2004.

4.2. Caracterización de productores

Para caracterizar a los 248 productores, primeramente se clasificó el IAT obtenido en tres niveles tecnológicos:

- Productores con nivel tecnológico alto (NTA), si el valor del IAT fue de **60-100**,
- Productores con nivel intermedio (NTI) con valor de IAT en el rango **> 30 < 60** y
- Productores con bajo nivel tecnológico (NTB) con valor de IAT **< 30**.

Posteriormente se capturaron para cada uno de los 248 productores variables de tipo social, productivo y económico (Cuadros 10 y 11).

Cuadro 11. Variables productivas y económicas del diagnóstico de línea base de los 248 productores de lechería familiar en Guanajuato.

Variable	Abreviatura	Descripción
Hectáreas dedicadas a la ganadería	HDG	Hectáreas
Producción promedio de leche por vientre en ordeño	PPLVO	Medida en litros (l) y estimada a partir de los registros mensuales de producción de leche entre el número de vacas en ordeño.
Costo unitario por litro de leche	CU	Medido en (\$), estimado a partir de los registros económicos mensuales, sumando los costos totales entre el total de litros producidos.
Relación Beneficio Costo promedio	R.B/C	Estimada a partir de los registros económicos mensuales, aplicando la siguiente fórmula, $RB/C=(\text{Ingresos totales}-\text{Costos totales})/\text{Costos totales de producción}$

Fuente: Elaboración propia con base a la información de los diagnósticos de línea base de los 248 productores de lechería familiar de Guanajuato (UTEP-2011).

Estas variables se analizaron a través de una regresión lineal para determinar su nivel de significancia según el tipo de productor por nivel tecnológico y la comparación de medias con la prueba de “t” de Student a un nivel de significancia de $Pr < 0.01$, en el paquete computacional SAS versión 2009. Los valores de Pr mayores al criterio establecido, se consideraron como tendencias.

Las variables presentadas en el Cuadro 12 de tipo cualitativo y discretas se obtuvieron del cuestionario de línea base de cada productor y se analizaron con una prueba de Chi-cuadrada a un nivel de significancia de $Pr < 0.01$, agrupando los valores en rangos según la variable.

Cuadro 12. Descripción de variables del diagnóstico de línea base analizadas con la prueba de Chi-cuadrada.

Variable	Descripción
Años de recibir asistencia técnica	Dos rangos: a) 1 a 4 años e incluye los valores de 1 a 3 años de los grupos de nivel tecnológico bajo y medio y, b) 5 a 8 años.
Edad	Rangos: a) 21 a 43 años, b) 44 a 55 años y c) 56 a 94 años.
Escolaridad	Rangos: a) 0 años, b) 6 años, y c) 9 a 16 años
Vientres en ordeño	Rangos: a) 2 a 12 Cb. b) 13 a 30 Cb. c) Más de 31 Cb.

Fuente: Elaboración propia con base a la información de los diagnósticos de línea base de los 248 productores de lechería familiar de Guanajuato (UTEF-2011).

4.3. Modelo probabilístico

Diversos autores (De Janvry *et al* 2011; Wolf 2012; Greene 2001; Cervantes *et al*, 2007; Cuevas *et al*, 2012 y Bwire, 2002) ofrecen un amplio análisis teórico y empírico sobre variables que inciden en la adopción de tecnologías relacionadas con aspectos sociales, ambientales y técnicos, entre las que destacan la edad del productor, tamaño de la UP, escolaridad, años de experiencia como productor, años de recibir asistencia técnica, hectáreas dedicadas a la actividad, tamaño de la familia, género, tenencia de la tierra, entre las más importantes; por lo tanto las variables consideradas se presentan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Variables utilizadas en el modelo probabilístico

Variable	Abreviatura	Descripción
Años de recibir asistencia técnica	AT	Años
Edad del productor	E	Años
Escolaridad	ES	Años concluídos de educación
Otras actividades económicas	OAE	Ninguna=0, Asalariado fijo=1, Asalariado eventual=2, Negocio particular=3 y, Otra (s)= 4
Ingreso por la actividad ganadera	IAL	Aporta menos o igual al 50%=0, Aporta más del 50%=1, Es la única fuente de ingresos (100%)=2
Número de vientres	NV	Cabezas
Hectáreas dedicadas a la ganadería	HDG	Hectáreas
Número de vientres en ordeño	VO	Cabezas

Fuente: Elaboración propia con base a la información de los diagnósticos de línea base y formatos de seguimiento mensual de variables productivas de los 248 productores de lechería familiar de Guanajuato (UTEF-2011).

Estas variables fueron consideradas como factores que influyen en la probabilidad de la adopción de innovaciones pecuarias a través de la estimación de un modelo de elección binaria basada en el primer caso, dado que se busca establecer una relación probabilística entre la adopción de innovaciones por productores del sistema de lechería familiar y diferentes variables que intervienen en la decisión de adoptar o no adoptar innovaciones.

Varios métodos han sido usados en estudios de adopción. Algunos de los más usados y apropiados son el modelo Probit, Logit y los menos usados el modelo Tobit y el modelo lineal de probabilidad (MLP). Estos modelos, son probabilísticos y con variable dependiente dicotómica.

Se denomina **modelo lineal de probabilidad (MLP)**. Esto es porque la expectativa condicional de Y_i dado X_i , $E(Y_i|X_i)$ puede interpretarse como la **probabilidad condicional** de que el suceso tenga lugar dado X_i ; es decir, $Pr(Y_i = 1|X_i)$.

En el supuesto de que $E(u_i) = 0$, para obtener estimadores insesgados se obtiene:

$$E(Y_i|X_i) = \beta_1 + \beta_2 X_i \text{ ----- (1)}$$

Si P_i = probabilidad de que $Y_i = 1$ (es decir, de que el suceso ocurra) y $(1 - P_i)$ = probabilidad de que $Y_i = 0$ (es decir, de que el suceso no ocurra), la variable Y_i tiene la siguiente distribución (de probabilidad):

Y_i	Probabilidad
0	$1 - P_i$
1	P_i
Total	1

Es decir, Y_i , sigue la **distribución de probabilidades de Bernoulli**.

Por consiguiente, por la definición de esperanza matemática, se obtiene:

$$E(Y_i) = 0(1 - P_i) + 1(P_i) = P_i \text{----- (2) } \acute{o}$$

$$E(Y_i) = X_i \beta = P_i$$

Al comparar (1) con (2), se igualan:

$$E(Y_i|X_i) = X_i \beta = P_i$$

es decir, la esperanza condicional del modelo $Y_i = X_i \beta + u_i, i = 1, 2, \dots, n$ en realidad se interpreta como la probabilidad condicional de Y_i . En general, la esperanza de una variable aleatoria de Bernoulli está dada por la probabilidad de que esa variable sea igual a 1. Por lo tanto; es de observarse que existen n intentos de independientes, cada uno con una probabilidad p de éxito y una probabilidad $(1 - p)$ de fracaso, y la X de tales intentos representa el número de éxitos, se dice que X sigue una **distribución binomial**. La media de la distribución binomial es np , y su varianza, $np(1 - p)$. El término éxito se define dentro del contexto del problema.

Como la probabilidad P_i debe de encontrarse entre 0 y 1, se tiene la siguiente restricción:

$$0 \leq E(Y_i|X_i) \leq 1$$

es decir, la esperanza condicional (o probabilidad condicional) debe encontrarse entre 0 y 1.

De lo expuesto anteriormente, pareciera que el valor de los coeficientes de X_i pudiera obtenerse con Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) sin dificultad, a los modelos de regresión con variable dependiente binaria, sin embargo; no es así, pues el MLP plantea diversos problemas a saber:

- No normalidad de las perturbaciones u_i (sigue la distribución de Bernoulli).
- Varianzas heterocedásticas de las perturbaciones.

$$1. \sigma_{y_i}^2 = E\{y_i - E(y_i)\}^2$$

$$2. = (1 - P_i)^2 P_i + (0 - P_i)^2 (1 - P_i)$$

$$= P_i(1 - P_i) \text{ lo que equivale a :}$$

$$\sigma_{y_i}^2 = E(y_i)[1 - E(y_i)]$$

porque $E(y_i) = X_i \beta = P_i$, lo que indica que la varianza de las observaciones (que es igual a la varianza de los errores, porque $u_i = y_i - P_i$, y P_i es constante) es una función de la media.

- No cumplimiento de $0 \leq E(Y_i|X_i) \leq 1$.
- Valor cuestionable de R^2 como la medida de la bondad de ajuste.

Esta restricción puede causar graves problemas en la elección de una **función de respuesta lineal**. Sería posible ajustar un modelo con los datos para los cuales los valores predichos de la respuesta salen del intervalo 0,1.

En general, cuando la variable dependiente es binaria, hay bastantes pruebas empíricas que indican que la forma de la función de respuesta debe ser no lineal. Una función monótonamente creciente (o decreciente), en forma de S (o de S invertida), como la de la Figura 14, es la que se acostumbra a emplear; esta función se llama función de respuesta logística y tiene la forma:

$$E(Y) = \frac{\exp(x' \beta)}{1 + \exp(x' \beta)}$$

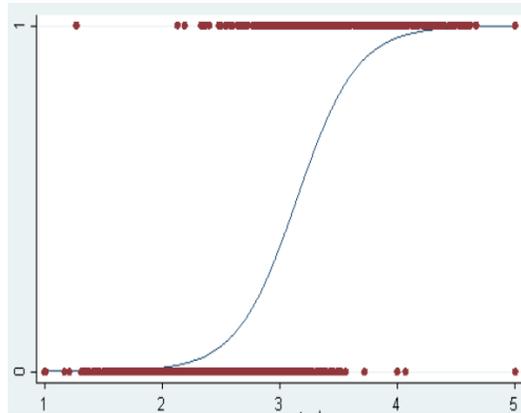


Figura 14. Ejemplo de la función logística en forma de S.

Fuente: Valverde, 2008.

Como se ha mencionado con el MLP se presentan varios problemas: 1) la no normalidad de los u_i , 2) la heterocedasticidad de u_i , 3) la posibilidad de que \hat{Y}_i se encuentre fuera del rango 0-1 y 4) los valores generalmente bajos de R^2 , por consiguiente se necesita un modelo probabilístico que tenga dos características:

- A medida que aumente X_i , $P_i = E(Y = 1|X)$ también aumente sin salirse del intervalo 0-1, y
- La relación entre X_i y P_i sea no lineal, es decir, “uno se acerca a cero a tasas cada vez más lentas a medida que se reduce X_i , y se acerca a uno con tasas cada vez más lentas a medida que X_i se hace más grande.

En términos geométricos, el modelo que se desearía tener sería de la forma de la Figura 14.

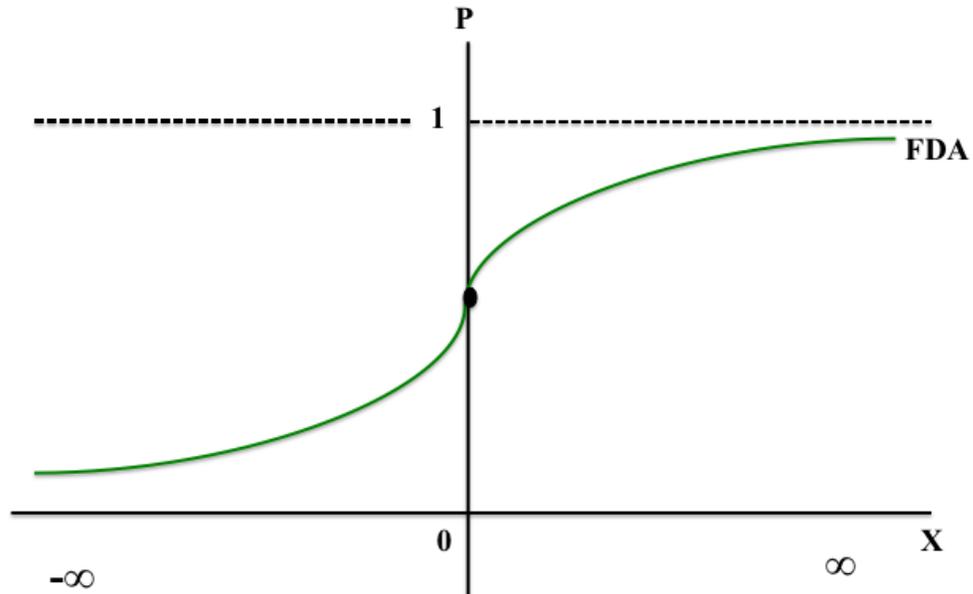


Figura 15. Función de distribución acumulativa (FDA).

Fuente: Elaboración propia con base a Gujarati y Porter, 2009.

Se observa que la probabilidad se encuentra entre 0 y 1, y que éste varía en forma no lineal con X . En la Figura 15, una curva en forma de S, o sigmoidea, se parece a la función de distribución acumulativa de una variable aleatoria (FDA). Por lo tanto, se puede utilizar fácilmente la FDA en regresiones de modelos en los cuales la variable dependiente es dicotómica, para adquirir valores 0-1. Existe una FDA única para cada variable aleatoria y suelen seleccionarse (las que tienen esta distribución) para representar los modelos de respuesta 0-1 en: la logística y la normal; la primera da lugar al **modelo logit**, y la última, al modelo **probit** (o normal).

Dado que la representación de ambas funciones, así como los resultados obtenidos con la modelización de sus correspondientes modelos, son muy similares, por una mayor simplicidad en términos interpretativos y computacionales el modelo Logit suele ser el preferido en la mayoría de las aplicaciones prácticas. La función logística es una correcta aproximación a la situación en que:

$$E(Y_i) \rightarrow 0 \text{ cuando } X_i \rightarrow -\infty$$

$$E(Y_i) \rightarrow 1 \text{ cuando } X_i \rightarrow +\infty$$

En el caso del modelo Logit, la función utilizada es la logística, por lo que la especificación de este tipo de modelos se puede expresar de la siguiente forma (Gujarati y Porter, 2009):

$$Y_i = \frac{\exp(X_i'\beta)}{1+\exp(X_i'\beta)} + u_i \text{ ó}$$

$$Y_i = \frac{1}{1 + e^{(-\alpha - \beta_k X_{ki})}} + \varepsilon_i = \frac{e^{(\alpha + \beta_k X_{ki})}}{1 + e^{(\alpha + \beta_k X_{ki})}} + \varepsilon_i$$

En la estimación de los coeficientes de un modelo logístico es posible utilizar el método de máxima verosimilitud como se presenta a continuación:

La forma general del modelo de regresión logística es

$$Y_i = E(y_i) + \varepsilon_i$$

donde las observaciones y_i son variables aleatorias independientes de Bernoulli, cuyos valores esperados son:

$$E(y_i) = \pi_i = \frac{\exp(X_i'\beta)}{1 + \exp(X_i'\beta)}$$

Usando el método de **máxima verosimilitud** para estimar los parámetros del predictor lineal $X_i'\beta$. Cada observación de la muestra sigue la distribución de Bernoulli, por lo que la distribución de la probabilidad de cada observación es:

$$f_i(y_i) = \pi_i^{y_i}(1 - \pi_i)^{1-y_i}, i = 1, 2, \dots, n$$

y naturalmente, cada observación y_i toma el valor 0 ó 1. Como las observaciones son independientes, la función de verosimilitud no es más que:

$$L(y_1, y_2, \dots, y_n, \beta) = \prod_{i=1}^n f_i(y_i) = \prod_{i=1}^n \pi_i^{y_i} (1 - \pi_i)^{1-y_i}$$

Trabajando con el logaritmo de la máxima verosimilitud:

$$\ln L(y_1, y_2, \dots, y_n, \beta) = \ln \prod_{i=1}^n f_i(y_i) = \sum_{i=1}^n \left[y_i \ln \frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right] + \sum_{i=1}^n \ln(1 - \pi_i)$$

Ahora bien, como $1 - \pi_i = [1 + \exp(X_i' \beta)]^{-1}$, y $\eta_i = \ln[\pi_i / (1 - \pi_i)] = X_i' \beta$, el logaritmo de la verosimilitud se puede expresar como sigue:

$$\ln L(y, \beta) = \sum_{i=1}^n y_i X_i' \beta - \sum_{i=1}^n \ln [1 + \exp(X_i' \beta)]$$

Con frecuencia, en los modelos de regresión logística se tienen observaciones o intentos repetidos en cada nivel de las variables x , esto suele suceder con experimentos diseñados. Sea y_i la cantidad de 1 observado en i , y n_i la cantidad de intentos en cada observación, entonces, el logaritmo de la verosimilitud se transforma en:

$$\ln L(y, \beta) = \sum_{i=1}^n y_i \pi_i + \sum_{i=1}^n n_i \ln(1 - \pi_i) - \sum_{i=1}^n y_i \ln(1 - \pi_i)$$

Es posible usar métodos numéricos de búsqueda, para calcular los estimados $\hat{\beta}$ por máxima verosimilitud (MLE, por *maximum likelihood estimates*); sin embargo, sucede que se pueden usar los mínimos cuadrados iterativamente ponderados (IRLS) para determinar los MLE, existen varios programas de computo para implementar los IRLS para modelos de regresión logística, en el programa SAS.

Sea $\hat{\beta}$ el estimador final de los parámetros del modelo que se obtiene con el algoritmo anterior. Si son correctas las hipótesis del modelo, se puede demostrar que, en forma asintótica.

$$E(\hat{\beta}) = \beta \text{ y } \text{Var}(\hat{\beta}) = (X'V^{-1}X)^{-1}$$

El valor estimado del predictor lineal es $\hat{\eta}_i = x_i' \hat{\beta}$, y el valor esperado del modelo de regresión logística se escribe con frecuencia como sigue:

$$\hat{y}_i = \hat{\pi}_i = \frac{\exp(\hat{\eta}_i)}{1 + \exp(\hat{\eta}_i)} = \frac{\exp(x_i' \hat{\beta})}{1 + \exp(x_i' \hat{\beta})}$$

$$= \frac{1}{1 + \exp(-x_i' \hat{\beta})}$$

Otro método que se menciona en la literatura es el **método Newton-Raphson**, con máxima verosimilitud se obtiene:

$$l(\beta_0, \beta_1) = \ln [L(\beta_0, \beta_1)]$$

$$= \sum_{i=1}^n (y_i \ln[\Pi_{1/i}] + (1-y_i) \ln[1 - \Pi_{1/i}])$$

Derivando e igualando a cero:

$$\left. \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n [Y_i - \Pi_{1/i}] = 0 \\ \sum_{i=1}^n X_i [Y_i - \Pi_{1/i}] = 0 \end{array} \right\} \text{Ecuaciones de verosimilitud} \xrightarrow{\text{Método Newton-Raphson}}$$

El modelo utilizado fue un modelo Logit que emplea la siguiente distribución logística:

$$F(X_i' \beta) = \int_{-\infty}^{X_i' \beta} \frac{\exp(-t)}{[1 + \exp(-t)]^2} dt = \frac{1}{1 + \exp(-X_i' \beta)}$$

El modelo Logit utilizado fue:

$$[y = 1] = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \sum_i \beta_i x_i + \varepsilon)}} \text{-----(3)}$$

donde:

$y = 1$, si el productor obtuvo un IAT mayor a 30 y 0 en otro caso.

β = Vector de parámetros.

x = Vector de factores que explican la probabilidad de y .

ε = Término de error.

Se consideró un modelo con ocho variables:

$$[y = 1] = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 AT + \beta_2 E + \beta_3 ES + \beta_4 OAE + \beta_5 IAG + \beta_6 NV + \beta_7 HDG + \beta_8 VO + \varepsilon)}} \dots (4)$$

Para la interpretación del modelo se calcularon los efectos marginales que reflejan el efecto del cambio en una unidad en cada una de las variables independientes en la probabilidad de la adopción de innovaciones, dado que es la derivada de la probabilidad con respecto a la media de cada una de las variables (Wolf 2012). Es decir, el efecto marginal de la variable AT es la probabilidad de que el cambio ocurra si, el servicio de asistencia técnica se incrementa en un año.

El valor de los parámetros del modelo utilizado a diferencia de los valores obtenidos de otros modelos no lineales, no son necesariamente los efectos marginales que se obtienen en un modelo de regresión lineal, en este sentido, el efecto marginal se define como:

$$\frac{\partial E[y|x]}{\partial x} = \left\{ \frac{dF(\beta'x)}{d(\beta'x)} \right\} \beta = f(\beta'x)\beta \dots (5)$$

donde:

$F(.)$ = función de distribución

$f(.)$ = función de densidad normal estándar.

Para interpretar los resultados del modelo estimado, se calcularon los efectos marginales en varios valores de " χ ", en las medias de los regresores o en otros puntos que puedan resultar de

interés. Una vez fijado " χ ", el factor de escala que relaciona el coeficiente del modelo con la pendiente es el mismo para todas las componentes del vector β , de la ecuación (5).

Estimado el modelo, fue necesario conocer la bondad de ajuste, para lo cual se utilizó el Índice de Cociente de Verosimilitudes, cuyo valor se encuentra entre 0 y 1 (Greene 2001).

$$ICV = 1 - \frac{\ln L}{\ln L_0} \dots \dots \dots (6)$$

$$\ln L_0 = n[P \ln P + (1 - P) \ln(1 - P)] \dots \dots (7)$$

Donde:

L = la verosimilitud de la muestra cuando en $\beta' x$ de la ecuación (3), β' es diferente de cero ($\beta_i \neq 0$) ($i = 0, 1 \dots k + 1$).

L_0 = Verosimilitud restringida de la muestra cuando $\beta' x$ de la ecuación (3), β' es igual a cero ($\beta_i = 0$) ($i = 0, 1 \dots k + 1$).

P = proporción de observaciones para las que la variable dependiente es igual a uno.

El ICV es un valor análogo al coeficiente de determinación R^2 de un modelo de regresión convencional, sin embargo es necesario considerar que dichos valores difieren según la naturaleza de la información (Greene 2001).

La estimación del vector β del modelo se obtuvo con el procedimiento estadístico PROC LOGISTIC, del paquete computacional SAS versión 2009.

CAPITULO V

RESULTADOS

4.1. El sistema de lechería familiar en México

El sector lechero mexicano se distingue por su heterogeneidad productiva, tanto en las formas de producción (sistemas) como en los diversos tamaños de las unidades productivas; se produce leche tanto en el altiplano como en las zonas de los trópicos, bajo condiciones muy distintas y no sólo por las características geográficas naturales, que requieren de cierto tipo de ganado y alimentación (Martínez et al, 1999; Rodríguez y Chombo, 1998; Muñoz y Zepeda, 1994; García et al, 1997, citados por Espinosa Ortiz, *et al.*, 2007); dado el alto grado de heterogeneidad, presentan diversos problemas de tipo social, económico, tecnológico, de productividad, competitividad y sustentabilidad.

Diversos autores (Álvarez *et al.*, 1997; García H., 1996, García H, y Martínez, 1997; Del Valle, 1997; Larrondo, 1997; Sosa F., 1997, Álvarez Montaña, 1997, Núñez O, 2001; Cuevas *et al.*, 2007; Romero *et al.*, 2009, y Caballero García, 2010), coinciden en los cuatro grandes problemas del sector lechero a nivel nacional y estatal: a) desarticulación de la cadena productiva de leche; b) productor empobrecido (descapitalizado); c) ausencia y/o desconocimiento de apoyos y subsidios oficiales y no oficiales; d) mercado invadido por leche en polvo y productos y derivados lácteos importados, bajos precios e inestabilidad en la producción. Sin embargo, esta problemática es distinta para cada productor y sistema de producción, los cuales han sido clasificados bajo diversos criterios como el uso de los recursos, tamaño del hato, costos de producción, la productividad y la rentabilidad de las unidades de producción.

El sistema de lechería familiar no ha sido la excepción y además de ser clasificados al interior del mismo bajo los criterios ya citados y además comparados con los otros sistemas, algunos autores (Sánchez, 1985; Cervantes *et al.*, 2001, citados por García-Muñiz *et al.*, 2007) concluyen que pueden clasificarse de acuerdo con su nivel tecnológico. No obstante, de las bastas clasificaciones de los productores, las más aceptadas son las que hacen referencia a

productores pequeños, medianos y grandes, siendo estas más por comodidad que por precisión (Cervantes y Álvarez, 2001).

Diversas instituciones oficiales del sector como la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA), FIRCO, FIRA-Banco de México, entre otras, han clasificado a los productores lecheros en tres tipos: a) pequeños (pp) con hasta 20 vacas en producción, medianos (pm) entre 21 y 80 vientres productivas y grandes (pg) con más de 80 vacas en ordeño, los que reperesantan el 70, 20 y 10% respectivamente (Nuñez O, *et al.*, 2001).

El objetivo principal de dicha clasificación es el direccionar los subsidios y apoyos gubernamentales, con la finalidad de tener una mayor cobertura y presición en la entrega de los mismos, sin embargo; en promedio, sólo el 10% del total de los productores accede regularmente a los apoyos y subsidios oficiales y no oficiales implementados por diversas instancias federales, ligado al hecho de que los pg son los que regularmente cuentan con esos apoyos, dejando al 90% fuera de acceder a ellos. Este hecho contrasta fuertemente con las políticas de apoyo a la actividad lechera en otros países, en donde la actividad se desarrolla en sistemas familiares con subsidios de hasta el 64% sobre sus costos de producción, cuando en México, éstos son menores al 5% en promedio (Marín, 1997).

Los apoyos y subsidios gubernamentales no sólo se han concretado a intentar incentivar la producción de leche mediante infraestructura, maquinaria y equipo, material biológico y semovientes; sino también el desarrollo de las capacidades de los productores a través del pago del servicio de asistencia técnica y capacitación a través de diversos mecanismos y objetivos. Así mismo, se ha resaltado la importancia de la asistencia técnica, como aspecto relacionado directamente o indirectamente con la eficiencia en el manejo de los diversos recursos e infraestructura existente en las unidades de producción, y por ende, sobre la productividad y la calidad de la leche, aspecto que se ha tornado de suma importancia debido a la creciente exigencia de los consumidores.

Ha sido notable la ausencia de programas permanentes de asistencia técnica, en pequeños y medianos productores lecheros y que se traduce en: a) carencia de registros productivos de

información individual y del hato; b) toma de decisiones limitadas, dada la falta de información de tipo económico y productivo; d) utilización deficiente de los diversos recursos e infraestructura; e) apatía e indolencia del productor hacía el técnico y la importancia de la asistencia técnica; f) altos costos de producción y g) baja productividad y pobre rentabilidad (Núñez O, *et al.*, 2001).

4.2. Caracterización de las unidades de producción

De acuerdo a los resultados obtenidos se obtuvieron tres tipos de productores en función del valor obtenido del Índice de Adopción de Tecnologías (IAT) calculado, con el cual se les clasificó como productores de bajo, medio y alto nivel tecnológico. Los productores de nivel tecnológico bajo obtuvieron un IAT menor a 30 y representan el 10% del total de los productores (25 productores), los del nivel medio tienen un IAT mayor a 30 y menor a 60, representan el 37% (91 productores) y los de alto nivel tecnológico con IAT mayor a 60 y menor a 100, siendo el 53% del total (132 productores). Además del IAT principal criterio de clasificación de las UP, se incluyeron otras ocho variables de tipo social, económico y productivo.

Los productores con más años de recibir asistencia técnica, más jóvenes, mayor nivel de escolaridad y mayor número de vientres en ordeño fueron los del nivel tecnológico alto; en los productores de nivel tecnológico medio los porcentajes en edad y escolaridad fueron mayores al 30%, el más bajo en años de recibir asistencia técnica y con vientres en ordeño de 31 a 55 Cb en 42.9%; en tanto que los productores de nivel tecnológico bajo, el 26.5% ha recibido asistencia técnica más de 5 años, el 31.3% no tienen estudios y no tienen más de 30 vientres en ordeño (Cuadro 14).

Cuadro 14. Años de recibir asistencia técnica, edad, escolaridad y vientres en ordeño por nivel tecnológico.

Variable	Descripción	n	UPNTB %	UPNTM %	UPNTA %	P
Años de recibir asistencia técnica	1 a 4	116	12.93	10.34	76.72	
Años de recibir asistencia técnica	>5	132	26.52	4.5	68.94	0.0110
	Años					
Edad	21 a 43	92	5.43	36.96	57.61	0.3833
Edad	44 a 55	72	11.11	36.11	52.78	
Edad	56 a 94	84	14.29	36.90	48.81	
	Años					
Sin escolaridad	0	32	31.25	31.25	37.50	<0.0001
Primaria	6	103	9.71	44.66	45.63	
Secundaria y más	9 a 16	103	4.42	30.97	64.60	
	Numero de					
	Cb.					
Vientres en ordeño	2 a 12	162	14.20	40.74	45.06	
Vientres en ordeño	13 a 30	72	2.78	26.39	70.83	0.0018
Vientres en ordeño	31 a 55	14	0	42.86	57.14	

Nota: UPNTB= Unidades de producción con nivel tecnológico bajo, UPNTM= Unidades de producción de nivel tecnológico medio y UPNTA= Unidades de producción de nivel tecnológico alto.

Fuente: Elaboración propia con base a la encuesta de línea base aplicada a unidades de producción de lechería familiar, UTEP-INIFAP, 2011.

Los rangos de escolaridad y el número de vientres en ordeño de los productores de los tres niveles tecnológicos son independientes y los rangos de edad y años de recibir asistencia técnica entre los productores de los tres niveles tecnológicos no lo son (Cuadro 14).

Con la información recopilada mes con mes en el formato de seguimiento a variables económicas, se obtuvo la estructura de costos por nivel tecnológico, los cuales durante todo el ciclo fueron más altos en las unidades con nivel tecnológico alto con respecto a los obtenidos por los productores de los niveles medio y bajo (Cuadro 15), el costo en la alimentación representó el mayor porcentaje en los tres tipos de unidades de producción (Figura 16). Los costos de mano de obra representaron más del 70% (Figura 16).

Cuadro 15. Estructura de costos y precios pagados al productor por nivel tecnológico (en pesos mexicanos).

Concepto	UPNTB	UPNTM	UPNTA
Mano de obra	22,444	32,540	49,591
Alimentación	80,164	121,239	168,026
Otros costos*	3,843	6,003	11,335
Costo total	112,627	168,839	239,268
Costo unitario promedio	3.7	4.02	4.15
Precio promedio pagado al productor	4.0	4.2	4.30
Precio mínimo pagado al productor	3.4	3.4	4.0
Precio máximo pagado al productor	4.6	5.5	5.5

Fuente: Elaboración propia con base a formatos de seguimiento mensual de unidades de producción de lechería familiar que participaron en un programa de gobierno de asistencia técnica y capacitación en Guanajuato, UTEP-INIFAP, 2011.

* Nota: En el rubro de otros costos se concentraron costos variables relacionados con el pago por luz electricas, agua y administración.

Con respecto al precio recibido por el productor este no fue menor a los cuatro pesos por litro y los precios mínimos y máximos fueron diferentes para cada nivel tecnológico, destaca que aunque en el nivel tecnológico alto, los costos son mayores al igual que los precios recibidos por litro de leche, el costo unitario es también alto con respecto a los otros niveles tecnológicos, más no lo suficiente para superar al precio promedio y al precio máximo recibido.

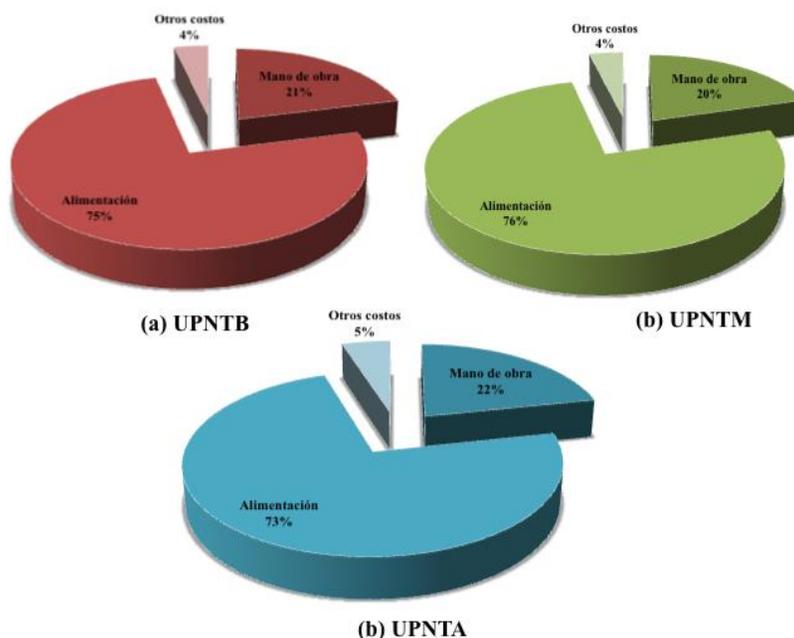


Figura 16. Estructura de costos por tipo de productor.

Nota: UPNTB, UPNTM y UPNTA, significa unidades de producción con nivel tecnológico bajo, medio y alto respectivamente.

Fuente: Elaboración propia con base a formatos de seguimiento mensual de unidades de producción de lechería familiar que participaron en un programa de gobierno de asistencia técnica y capacitación en Guanajuato, UTEP-INIFAP, 2011.

En función de los resultados obtenidos, los productores de nivel tecnológico alto tienen en promedio un mayor número de hectáreas dedicadas a la ganadería, producen más litros de leche por vaca en ordeño y una relación beneficio costo mayor a los otros dos tipos de productores, sin embargo; el producir un litro de leche les cuesta más ($\$4.15 \pm 0.08$) en comparación con los productores de nivel tecnológico bajo y medio; simultáneamente los productores de nivel bajo tienen en promedio menor superficie para la actividad ganadera, producen menos litros por vientre a un costo menor a los $\$4.00$ y una R. B/C promedio de 1.13 ± 0.03 , dos centavos menos que la obtenida por los productores de nivel medio y tres centavos menos que la obtenida por los productores de nivel tecnológico alto (Cuadro 16).

Cuadro 16. Variables productivas y económicas.

Variable	Descripción	UPNTB	UPNTM	UPNTA	P
Hectáreas dedicadas a la ganadería	ha	1.76 ± 1.22^a	2.018 ± 0.64^b	3.98 ± 0.53^b	0.0362
Producción promedio de leche por vientre en ordeño	L	16.32 ± 1.68	17.11 ± 0.88	19.42 ± 0.73	0.0626
Costo unitario promedio	$\$ L^{-1}$	3.77 ± 0.18	4.02 ± 0.09	4.15 ± 0.08	0.1304
Relación Beneficio Costo promedio	Unidades	1.13 ± 0.03	1.15 ± 0.02	1.16 ± 0.01	0.7009

Nota: UPNTB= Unidades de producción con nivel tecnológico bajo, UPNTM= Unidades de producción de nivel tecnológico medio y UPNTA= Unidades de producción de nivel tecnológico alto.

Fuente: Elaboración propia con base a la encuesta de línea base aplicada a unidades de producción de lechería familiar, UTEP-INIFAP, 2011.

En las variables productivas y económicas, la variable de hectáreas dedicadas a la ganadería presentó diferencias significativas ($P_r < 0.01$), en tanto la producción promedio de leche por vientre en ordeño, el costo unitario promedio por litro producido y la relación beneficio costo promedio tendieron a ser significativas a una probabilidad del 90%; los tres tipos de productores por nivel tecnológico tienden a ser homogéneos en este tipo de variables.

Otras variables consideradas fueron la aportación al ingreso del productor por la actividad lechera y otras actividades económicas diferentes a la producción de leche de vaca. Con respecto a la aportación al ingreso por la actividad lechera, para el 48% de los productores de

nivel tecnológico alto es su única fuente de ingresos, 40% en el nivel medio y 21% en el nivel bajo.

El 80% de los productores de alto nivel tecnológico se dedican exclusivamente a la producción de leche, 73% del nivel medio y 29% del nivel bajo, en este mismo nivel el 54% se dedica a otras actividades económicas diferentes de ser asalariado fijos o poseer un negocio particular. El 15% de los productores del nivel medio tienen un negocio particular y 13% del nivel bajo son asalariados eventuales en diversas actividades como la albañilería y la agricultura.

Los sistemas de producción de leche en México y otras partes del mundo han sido caracterizados con diferentes objetivos; sin embargo predominan los enfocados a conocer a los productores y la lechería desde el punto de vista: a) social, b) económico y tecnológico (Cervantes *et al* 2001; Cuevas *et al* 2007; Martínez-García, 2011 y García *et al* 2007). El sistema de producción de lechería familiar en México se ha caracterizado principalmente por nivel tecnológico en estados como Jalisco, Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala y Guanajuato.

Los resultados obtenidos de la caracterización tecnológica realizada a productores del sistema de lechería familiar participante en un programa de asistencia técnica gubernamental en el estado de Guanajuato, arrojó tres tipos de productor por nivel tecnológico derivado del uso de componentes tecnológicos con la presencia de un prestador de servicios profesionales: productores con nivel tecnológico alto, medio y bajo; mismo número de estratos encontrados por otros autores (Cuevas *et al* 2007, Cervantes *et al* 2001, Cuevas *et al* 2012 y Espinosa *et al* 2008), sin embargo; la proporción entre los niveles fue similar a lo reportado para productores de lechería familiar en Guanajuato en el nivel bajo con 10% y diferente en los niveles medio y alto (57% y 33%, respectivamente) (Espinosa *et al* 2009), e igualmente se observan diferencias en cuanto al tamaño de los grupos por nivel tecnológico en el estado de Hidalgo con productores de nivel tecnológico bajo del 18.5%, 68.8% medio y 12.7% alto (Cuevas *et al* 2007), de igual forma difiere con los porcentajes de los grupos de productores beneficiarios de

un programa gubernamental con asistencia del sistema de doble propósito en Sinaloa (38%, 36.4% y 25.6%, respectivamente) (Cuevas *et al* 2012).

La edad, nivel de escolaridad, tamaño de la UP y/o hato, tenencia de la tierra, tipo de mano de obra, años de experiencia como productor, asistencia técnica, son algunas de las variables que se han incluido en tipificaciones y caracterizaciones de productores tanto, agrícolas como pecuarios (Martínez-García, 2011; De Janvry *et al* 2011; Cuevas *et al* 2007; Cervantes *et al* 2001; Cuevas *et al* 2012 y García *et al* 2007). Con respecto a la edad, escolaridad del productor y años de recibir asistencia técnica, son similares a lo reportado por otros autores (Cuevas *et al* 2007 y Cervantes *et al* 2001), con productores mayores a 50 años sobre todo en el nivel tecnológico alto y educación primaria para los niveles medio y alto; en años de recibir asistencia técnica más de 5 años en productores de nivel tecnológico alto.

El número de vientres en ordeño coincidieron con los datos obtenidos en Jalisco de más e igual a 55 vientres en nivel tecnológico alto, de 25 a 42 el nivel intermedio y menor e igual a 27 vientres en el nivel bajo, cabe mencionar que el número de vientres en producción es un elemento que caracteriza a la lechería familiar en México con hatos que pueden ser menores a 10 vacas en producción y hasta 80 ó 90, más sus reemplazos, además de la predominancia de la mano de obra familiar (Cervantes *et al* 2001).

La producción de leche por vaca en ordeño obtenida por nivel de productor es diferente a lo obtenido en Jalisco, en donde se reporta menos o igual a 19 litros por vientre en el sistema bajo en línea de ordeño (Martínez 2011).

El costo unitario de la leche producida obtenido por nivel tecnológico fue similar a los calculados en el estado de Guanajuato (Espinosa *et al* 2009) y Veracruz para el sistema de doble propósito, con respecto a ser mayor en el nivel tecnológico más alto, menor en el nivel intermedio y bajo, dicha variación no fue mayor a dos pesos (Espinosa *et al* 2008 y Cuevas *et al* 2007) y al igual que lo obtenido en Guanajuato la relación beneficio costo tendió a ser significativa y no presentó diferencias entre los grupos.

4.3. Evaluación del uso de componentes tecnológicos

Los productores de los tres niveles tecnológicos incorporaron los 24 componentes tecnológicos (Ct) distribuidos en las áreas de manejo, sanidad y pruebas diagnósticas, alimentación, forrajes, reproducción y genética y conservación del medio ambiente en porcentajes diferenciados. En el área de manejo el porcentaje promedio del uso de los ocho componentes fue de 70% en el nivel bajo, 67% en el nivel medio y 71% en el nivel alto. El componente de mayor uso en los tres niveles fue la identificación numérica en más del 90% y el pesaje de becerros al destete el de menor uso con 40% en el nivel bajo, 30% en el nivel medio y 41% en el nivel alto, sobresale el uso de registros técnicos y económicos en los tres niveles en más del 60% y hasta el 95% en registros técnicos en el nivel alto (Figura 17).

Los componentes tecnológicos de sanidad y pruebas diagnósticas fueron seis, destacaron el diagnóstico de mastitis en más del 50% y hasta el 67% en productores de alto nivel y los diagnósticos de brucelosis y tuberculosis en 72% en productores de nivel bajo, 71% en el nivel medio y 79% en el alto, el porcentaje promedio de uso fue de los seis componentes fue de 58% en el nivel bajo, 66% en el medio y 68% en el alto (Figura 17).

En el área de alimentación el porcentaje promedio de uso de los tres componentes fue de 56% en el nivel bajo, 62% en el nivel medio y 61% en el nivel alto; el uso de minerales fue el más representativo de esta área con 72% en el nivel bajo, 86% en el nivel medio y 80% en el alto que a diferencia de los otros niveles, el uso de ensilaje fue mayor con un 48% (Figura 17).

La siembra de forrajes de corte la realizó el 84% de los productores de nivel tecnológico bajo, superior en 1% al porcentaje de uso de los productores de nivel alto, que en promedio tienen 3.98 ± 0.53 Ha dedicadas a la ganadería a diferencia de las 1.76 ± 1.22 Ha del nivel bajo, en el cual el 76% conserva forrajes mediante el henificado, en tanto que en el nivel alto la conservación de forrajes (silo) se realizó en 73%.

En el nivel medio los productores conservan el forraje (henificado) en 78% y siembran forrajes de corte en 71% (Figura 17). El porcentaje promedio de uso de los tres componentes fue mayor en el nivel alto con 77%, seguido del nivel medio con 73% y 72% en el nivel bajo.

En el área de reproducción y genética, los componentes tecnológicos considerados fueron dos, la inseminación artificial y el diagnóstico de gestación. En los tres niveles usaron ambos componentes con porcentajes mayores al 70%, destaca el uso de la inseminación artificial en 93% por los productores de nivel alto (Figura 17).

Los componentes del área de conservación del medio ambiente con mayor porcentaje de uso en los tres niveles tecnológicos fue la reforestación y la elaboración de composta. La reforestación fue realizada por el 31% de los productores de nivel medio y la elaboración de composta por el 20% de los productores de nivel tecnológico bajo (Figura 17). En términos generales, estos componentes se usaron en promedio en 20% en el nivel bajo, 21% en el nivel medio y 19% en el nivel bajo y, en general fueron los componentes con los menores porcentajes de uso de los 25 registrados.

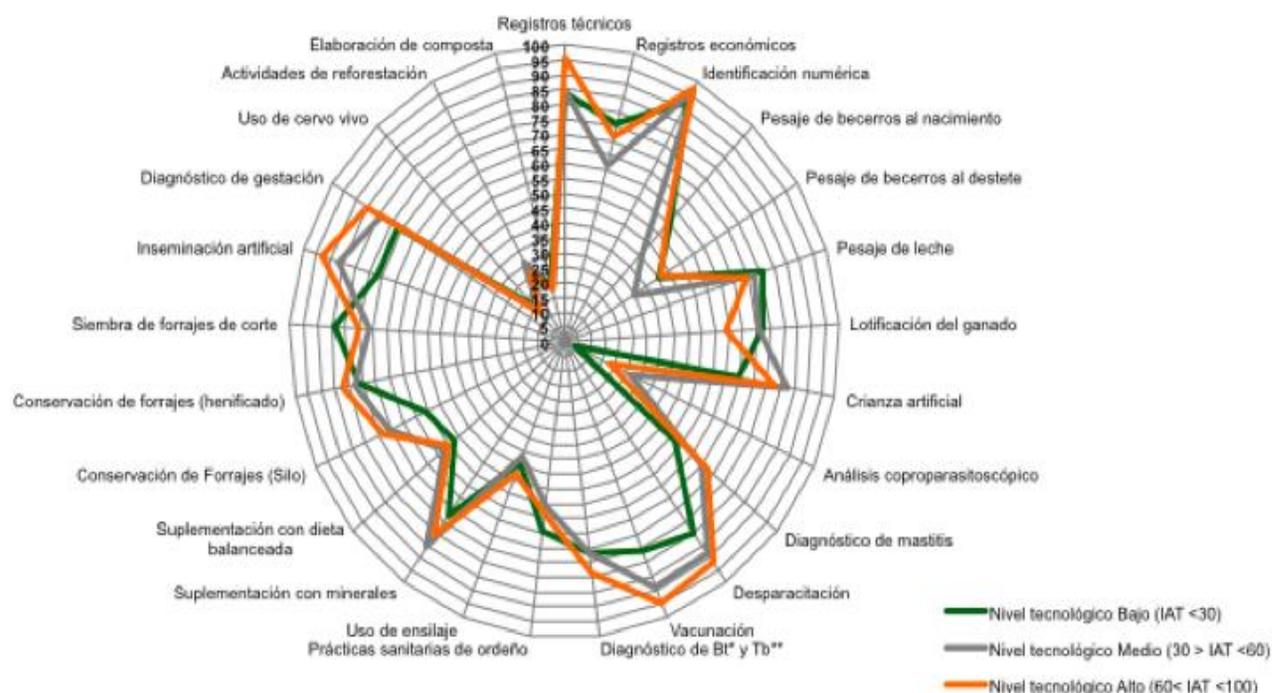


Figura 17. Porcentaje de adopción de tecnologías por nivel tecnológico en unidades familiares de producción de leche en Guanajuato.

Fuente: Elaboración propia con base a formatos de seguimiento mensual de unidades de producción de lechería familiar que participaron en un programa de gobierno de asistencia técnica y capacitación en Guanajuato, UTEP-INIFAP, 2011.

Nota: Bt*= Brucelosis, Tb**= Tuberculosis.

Los componentes tecnológicos de mayor uso fueron del área de alimentación, dato que coincide con lo reportado para productores de doble propósito en Sinaloa (Cuevas *et al* 2012) y contrasta con la importancia a los componentes de sanidad y manejo del mismo trabajo; sin embargo, un componente tecnológico importante para el sistema en el área de reproducción es la inseminación artificial, la cual se utiliza en productores de nivel tecnológico alto en el estado de Jalisco (Cervantes *et al* 2001) e Hidalgo, su uso fue importante y no así la monta natural, situación similar en los productores de nivel alto con 93%.

4.4. Factores que influyen en la probabilidad de adopción de tecnología

4.4.1. Modelo probabilístico

Los resultados del modelo Logit utilizado para estimar la probabilidad de la influencia de factores sociales, económicos y productivos, en la adopción de tecnología presentados en el Cuadro 16, muestran que los estimadores de las variables de mayor significancia a una $Pr > 0.01$ fueron: número de vientres en ordeño (NVO), años de escolaridad (ES) y años de recibir asistencia técnica (AT). Las variables de menor nivel de significancia: otras actividades económicas (OAE), número de vientres (NV) y la aportación de la actividad lechera a los ingresos del productor (IAG).

La bondad de ajuste del modelo se evaluó a través del Índice de Cociente de Verosimilitudes (ICV). El valor obtenido para dicho índice fue de 0.5430, lo que ratifica el ajuste del modelo con las variables incluidas.

Cuadro 17. Parámetros estimados del modelo probabilístico.

Parámetro	DF	Estimador	Error estándar	Valor de Chi-cuadrado	
				de Wald	Pr > ChiSq
Intercepto	1	-1.7365	1.107	2.462	0.1166
AT	1	0.3822	0.153	6.239	0.0125
E	1	-0.0116	0.016	0.532	0.4659
ES	1	0.2219	0.063	12.395	0.0004
OAE	1	0.0078	0.114	0.005	0.9456
IAG	1	-0.1983	0.317	0.392	0.5313
NV	1	-0.0014	0.015	0.009	0.9267
HDG	1	0.0202	0.050	0.166	0.6835
VO	1	0.1657	0.050	10.945	0.0009

Fuente: Elaboración propia, salida de SAS (2009).

Para la interpretación de los resultados, se calculó el efecto marginal para cada una de las variables explicativas sobre la probabilidad de $y=1$. Los efectos marginales del modelo estructurado se presentan en el Cuadro 17. Como se observa, el mayor efecto marginal corresponde a la variable escolaridad (ES), con un valor de 0.0281; lo que significa que a medida que se incrementen los años de escolaridad de los productores del sistema de lechería familiar en Guanajuato, la probabilidad adopción de tecnología aumenta en 0.0281.

El efecto marginal de la variable número de vientres en ordeño (VO) fue de 0.0210, lo que implica que al incrementarse el número de vientres de ordeño en una cabeza, la probabilidad de la adopción de innovaciones aumentará en 0.0210. Con respecto al efecto marginal de la asistencia técnica (AT), la probabilidad de adopción de innovaciones al aumentar en un año el recibir este servicio se incrementará en 0.0690; las hectáreas dedicadas a la ganadería (HDG) al incrementarse en una hectárea, la probabilidad de una mayor adopción de tecnología será de 0.0026 y la edad (E), presentó un efecto marginal de 0.0015 que significa que ante un cambio en dicha variable, la probabilidad de adopción de innovaciones disminuye en 0.0015, lo que implica una menor adopción de tecnología y por lo tanto un menor nivel tecnológico.

Cuadro 17. Efectos marginales estimados del modelo probabilístico.

Variable	Descripción	n	Media	Desviación estándar
Asistencia técnica	Años	248	0.0690	0.0771
Edad	Años	248	-0.0015	0.0017
Escolaridad	Años	248	0.0281	0.0316
Otras actividades económicas		248	0.0009	0.0011

Aportación al ingreso de la actividad lechera		248	-0.0251	0.0282
Número de vientres	Cb	248	-0.0002	0.0002
Hectáreas dedicadas a la ganadería	ha ⁻¹	248	0.0026	0.0028
Número de vientres en ordeño	Cb	248	0.0210	0.0236

Fuente: Elaboración propia, salida de SAS (2009).

Diversos modelos han sido utilizados para medir la adopción de tecnologías, así como la frecuencia, intensidad e impacto; para estimar la probabilidad de adopción sujeta a diversos factores los modelos Logit y Probit han sido utilizados (Kumar y Quisumbing 2010, Dey *et al* 2010 y Kebede 1990).

En Malawi se utilizó un modelo Logit para medir adopción de una tecnología de tipo agrícola, con variables como la edad, la educación, el acceso a servicios de extensión, al crédito y el tamaño de la UP en hectáreas, en este sentido la edad fue significativa a diferencia de los resultados obtenidos, no obstante; concuerda con la escolaridad y la asistencia técnica en cuanto al nivel de significancia y el signo, por lo tanto; los productores con acceso a asistencia técnica tienen más probabilidad de adoptar tecnología (Dey *et al* 2010) y con respecto al nivel de educación, existe evidencia de la relación entre el nivel de educación y la decisión de adoptar es mixto (Velasco *et al* 2009, Asfaw y Admassie 2004) y estudios en países en vías de desarrollo (Lipton *et al* 2002, Godoy y Alavarado 1998, Mukhopadhyay 1994 y Njoku 1990), revelaron que la educación no necesariamente influyen en la adopción de tecnología agrícola pero si positiva y significativamente relacionada con la intensidad de adopción (Yirga *et al* 1996).

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La caracterización permitió identificar productores del sistema de lechería familiar beneficiarios de un programa gubernamental por nivel tecnológico alto, medio y bajo, según el uso de innovaciones y el Índice de Adopción de Tecnologías estimado. Los tres grupos presentaron comportamientos similares con respecto a la adopción de innovaciones. Siendo el componente tecnológico de mayor uso el de inseminación artificial.

Con respecto a las variables económicas, en el nivel alto y medio se presentaron los costos unitarios promedio por litro de leche más altos y las relaciones beneficio costo más bajas a diferencia del costo unitario promedio de los productores de nivel tecnológico bajo, el cual fue menor y tuvieron una relación beneficio costo promedio mayor, contrario a lo esperado por tener un mayor nivel tecnológico y un mayor número de vientres en ordeño y hectáreas dedicadas a la ganadería.

Los principales factores que influyeron en la probabilidad de adopción de innovaciones fueron los años de recibir asistencia técnica, la escolaridad y el número de vientres en ordeño, no obstante; en la decisión del productor de incorporar una innovación a su UP, la probabilidad de que adopte o no, estuvo influenciada por la escolaridad del productor, la cual al aumentar también se incrementa la probabilidad de adopción, situación similar con la asistencia técnica, que al incrementarse y mejorar también incrementan la probabilidad de adopción de innovaciones y por lo tanto un mejor nivel tecnológico.

Derivado de lo anterior se recomienda hacer escenarios con respecto al criterio del Índice de Adopción de Tecnología estimado, para precisar los efectos de la política de asistencia técnica y la innovación tecnológica.

CAPITULO VII

LITERATURA CITADA

- ASERCA. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. 2010. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2010. Claridades Agropecuarias. Numero 207. Pág. 34-43.
- Asfaw A and Admassie A. The role of education on the adoption of chemical fertiliser under different socioeconomic environments in Ethiopia. *Agric. Eco.* 2004; 30: 215-228.
- Casas DE y Velázquez HMA. Una metodología para evaluar el proceso de generación, transferencia y adopción de tecnología. *Agrocien.* 2002; (36): 123-130.
- Cervantes EF, Santoyo CH y Álvarez MA. Lechería familiar. Factores de éxito para el negocio. Ed. Plaza Valdés, México 2001; 221.
- Cordero S. P., H. Chavarría, R. Echeverri y S. Sepúlveda. 2003. Territorios Rurales, Competitividad y Desarrollo. Cuaderno Técnico No. 23, IICA. 18 p.
- Cuevas R., V.; Espinosa G. J. A.; Moctezuma L., G.; Romero S., F.; Jolalpa B., J. L.; Vélez I., A. y Vázquez G., R. 2007. La cadena agroalimentaria de leche de vaca en el estado de Hidalgo: diagnóstico y prospección al año 2020. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Fundación Hidalgo Produce A. C. Libro técnico No. 2. Pág. 48-53.
- Cuevas RV, Baca del Moral J, Cervantes EF, Espinosa GJA, Aguilar AJ y Loaiza MA. Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa. *Tec. Pec.* 2012 [En prensa]
- Cuevas RV., Espinosa GJA., Moctezuma LG., Jolalpa B JL., Romero SF., Vélez IA., Flores MAB y Vázquez GR. La Cadena Agroalimentaria de Leche de Vaca en el Estado de Hidalgo: Diagnóstico y Prospección al año 2020. INIFAP. 2007. Pachuca, Hgo. México: 194.
- De Janvry A, Dustan A and Sadoulet E. Recent advances in impact analysis methods foro ex-post impact assessments of agricultural technology: options for the CGIAR. Report prepared for the workshop: Increasing the rigor of ex-post impact assessment of agricultural research: A discussion on estimating treatment effects, organized by the CGIAR Standing Panel on Impact Assessment (SPIA). University of California at Berkeley, 2011.
- Dey MM, Paraguas FJ, Kambewa P y Pemsil De. The impact of integrated aquaculture-agriculture on small-scale farms in Southern Malawi. *Agric. Econ.* 2010; 41: 67-79.
- Doss CR. Analyzing technology adoption using microstudies: Limitations, challenges and opportunities for improvement. *Agric. Econ.* 2006; (34): 207-219.

- Espinosa GJA, Aguilar BU, Román PH, Contreras HA, Martínez RJL, Trujillo JE, Osorio RML, Barrera LO, Román PSI y Pérez SJM. Factores económicos que impactan en el sistema de bovinos de doble propósito y Lechería tropical de Veracruz, México. Avances en la Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal y Acuícola en el Trópico Mexicano. INIFAP. Universidad Veracruzana, Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo; Tecnológico de Úrsulo Galván, Instituto Tecnológico de Boca del Río y Universidad Autónoma de México. Veracruz, México. 2008; 432.
- Espinosa GJA, González OR, Luna EAA y Ramírez SM. Efectos productivos y económicos de la transferencia de tecnología a través de grupos organizados en el sistema de lechería familiar de Guanajuato. La lechería Familiar en México. UACH, CIESTAAM, COLPS, UAM y CONACYT, México. 2009: 137-165.
- FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 2007. Red de leche en México: análisis de la circunstancia actual. Simposio 2007. Lácteos & cárnicos. Chihuahua, México.
- FIRA. 2001. Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura, 2001. Tendencia y oportunidades del desarrollo de la lechería en México. Boletín informativo. No. 317. Vol. XXXIII. FIRA. Banco de México. México. D.F.
- Flores MAB. Análisis del proceso de generación-transferencia de tecnología-adopción de la tecnología generada por el campo experimental “La Campana” (INIFAP) para la ganadería bovina productora de carne en el municipio de Chihuahua, Chi. [Tesis Maestría]. Montecillos, Texcoco, México. Colegio de Postgraduados, 1993.
- Foster AD and Rosenzweig M. Microeconomics of technology adoption. Economics Growth Center, Yale University. Center discussion paper no. 984 2010: 42.
- Fox, Jonathan y Haight, Libby, “Acceso público a las evaluaciones externas de los programas federales”, documento de trabajo, 5 de octubre de 2005. Consultado en <http://www.fundar.org.mx/mexico/pdf/pdfsderechoasaber/sec5%20jonathan%20fox%20y2.pdf>. Septiembre 2011.
- García-M JG, Mariscal-A DV, Caldera-N NA, Ramírez-V R, Estrella-Q H y Núñez-D R. Variables relacionados con la producción de leche de ganado Holstein en Agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico. Interciencia, 2007; 2(12): 841-846.
- Godoy RF and Alvarado CM. Adoption of modern agricultural technologies by lowland indigenous groups in Bolivia: The role of households, villages, ethnicity, and markets. Human Ecology 1998; 26 (3): 351-69.

- González OTA, Peña VN y Espinosa GJA. GGAVATT de lechería familiar La Labor. Primera Evaluación. INIFAP 2001; 27.
- Greene HW. *Econometric Analysis*. Ed 7. Prentice Hall Pearson. Estados Unidos 2001.
- Hernández LE y Del Valle R M del Carmen, 2000. La industria láctea de México en el contexto del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Banco Interamericano de Desarrollo. Departamento de Integración y Programas Regionales. Ed. BID-INTAL, Buenos Aires, Argentina. 100 páginas. En http://www.iadb.org/INTAL/aplicaciones/uploads/publicaciones/e_REDINT_01_2000_TLCAN.pdf. 23 de septiembre de 2009.
- INEGI. Estados Unidos Mexicanos. Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Aguascalientes, Ags. 2009.
- Kebede Y, Gunjal K y Coffin G. Adoption of New Technologies in Ethiopian Agriculture: The Case of Tegulet-Bulga District, Shoa Province. *Agric. Econ.* 1990; 4: 27-43.
- Kumar N y Quisumbing AR. Acces, Adoption, and Diffusion. Understanding the Long-term Impacts of Improved Vegetable and Fish Technologies in Bangladesch. International Food Policy Research Institute. Sustainable solutions for hunger and poverty. Supported by the CGIAR. IFPRI Discussion Paper 00995, 2010: 1-34.
- Lipton M, Sinha S and Blackman R. Reconnecting agricultural technology to human development. *J. Human Dev.* 2002; 3: 123-152.
- López GMS, Mejía CJC y Schmal SR. Un acercamiento al concepto de la transferencia de tecnología en las Universidades y sus diferentes manifestaciones. *Panorama Socioeconómico*. Universidad de Talca, Chile 2006; 24 (32); 70-81.
- Martínez – GCG. Factors influencing adoption of crop and forage related and animal husbandry technologies by small-scale dairy farmers in the highlands of central México. [Tesis Doctorado]. Inglaterra: University of Reading; 2011.
- Montes ND, Zapata NR, Alo AMP and Mullen JD. Management of internal parasites in goats in the Philippines. Australian Center for International Agricultural Research 2008. Available: <http://aci-ar.gov.au/publication/IAS057>. Accessed jul 23, 2012.
1. Morales G. M. A y J. L Pech V. 2000. Competitividad y Estrategia: el enfoque de las competencias esenciales y el enfoque basado en los recursos. *Contaduría y Administración*. 197: 47-63.

- Mukhopadhyay SK. Adapting household behaviour to agricultural technology in West Bengal, India: Wage labor, fertility and child schooling determinants. *Econ. Dev. Cultural Change* 1994; 43 (1); 91-115.
- Nerlove M y Press SJ. Univariate and multivariate log linear and logistic models. Rand-1306-EA/NIH, San Monica: 15-42.
- Njoku JE. Determinants of adoption of improved oil-palm production technologies in Imo State, Nigeria. African rural social science series: Research report No. 10. Winrock International, Institute for Agricultural Development, Winrock International, Morrilton, Ark. 1990.
- Núñez O., J. M., S. Antonio, Rodríguez P., C. G. y R. Blanco D. 2001. El papel de la asistencia técnica, sobre la productividad y calidad de la leche en las explotaciones lecheras por estrato de productor en la región del sur del estado de Jalisco. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 8: 174-180.
- OCDE. 50 mejores políticas para una vida mejor. Análisis del extensionismo agrícola en México. 2001. Available: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/EXTENSIONISMO/ESTUDIOS%20OCDE%20EXTENSIONISMO.pdf>. Consultado julio 15, 2012.
- Piedra, M. A. y P. L. Kennedy. 1999. Hacia un Marco Conceptual para Evaluar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria. Costa Rica. Disponible en: <http://www.redepapa.org/piedra.pdf>. 20 p.
- Piedra, M. A. y P. L. Kennedy. 1999. Hacia un Marco Conceptual para Evaluar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria. Costa Rica. Disponible en: <http://www.redepapa.org/piedra.pdf>. 20 p.
- Roe T. Risks and information: farm level impediments to transforming traditional agriculture. Molnar JJ and Clonts A.A. *Transferring Food Production Technologies to Developing Nations*. Westview, Bolder, C.O. 1983, 105.
- SAGARPA (2005). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Programa Nacional Pecuario 2005. 17 de Agosto de 2005. México, D.F. pp: 1-18. [In Spanish].
- SAGARPA, 2010. Asistencia Técnica y capacitación. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/AsistenciaCapacitacion/Paginas/default.aspx>.
- Sepúlveda GI. El cambio tecnológico en el Desarrollo Rural. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México. 1992; 159.
- Shakya PB and Flinn JC. Adoption of modern varieties and fertilizer use on rice in the eastern terrain of Nepal. *J. Agric. Economic*. 1985; (36): 409-419.

- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2011. Boletín de leche: julio-septiembre de 2011. SAGARPA.
- Thirtle C, Lin L and Piesse J. The impact of research-led agricultural productivity growth on poverty reduction in Africa, Asia and Latin America. *World Dev.* 2003; 31(12): 1959-1975.
- Urdaneta F, Materán M, Peña ME y Casanova A. Tipificación tecnológica del sistema de producción con ganadería bovina de doble propósito (BOS TAURUSXBOS INDICUS). *Revis. Cient. Universidad de Zulia, Venezuela*, 2004; 24(3): 1-16.
- UTEPI-INIFAP (Unidad Técnica Especializada Pecuaria- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2011. [en línea]: [_www.utep.inifap.gob.mx](http://www.utep.inifap.gob.mx) consultado 17 de Julio de 2011.
- Velasco-F j, Ortega-S L, Sánchez-C E y Urdaneta F. Factores que influyen sobre el nivel tecnológico presente en las fincas ganaderas de doble propósito localizadas en el estado de Zulia, Venezuela. 2009; *FCV-LUZ* 19 (2); 187-195.
- Wolf CA. Dairy farmer use of Price risk management tools. *J. Dairy Sci* 2012; 95 (7): 4176-4183.
- Yirga C, Shapiro BI, Demeke M. Factors influencing adoption of new wheat technologies in Wolmera and Addis Alem Areas of Ethiopia, Ethiopia. *J. Agric. Econ.* 1996. 1(1);63-84.
- Yotopoulos AP y Nugent BJY. Investigaciones sobre el desarrollo económico. El cambio tecnológico. México Ed. Fondo de Cultura Económica, 1981.

ANEXO I

Cédula de Diagnóstico para Unidades de Producción Rural de bovinos leche

Nombre del PSPP entrevistador:		Fecha de la entrevista:	DD	MM	AA

1. Información general del grupo de productores

1.1. Nombre del grupo de productores:	
---------------------------------------	--

1.2. Figura asociativa del grupo (**marque con una "x"**):

Sociedad de Producción Rural (S.P.R.)		Sociedad Cooperativa	
Unión de Ejidos o de Comunidades (U.E. o U.C.)		Sociedad Civil (SC)	
Asociación Rural de Interés Colectivo (ARIC)		GGAVATT	
Unión de Sociedades de Producción Rural (USPR)		Otra(s)	
Sociedad de Solidaridad Social (S. de S.S.)		Ninguna	

1.3. Señale si tiene alguno de los siguientes cargos en el grupo:

Cargo	Marque con una "x"
Presidente	
Secretario	
Tesorero	
Otro(s)	

2. Información general de la unidad de producción

2.1. Nombre del productor:	
CURP:	
Género:	Masculino () Femenino ()

2.2. Años que tiene recibiendo Asistencia Técnica y Capacitación	Años (escriba con número)

2.3. Nombre de la unidad de producción:	
---	--

2.4. Ubicación de la unidad de producción:

Estado:	
Municipio:	
Comunidad o localidad: (especificar calle y número, si aplica)	
Distrito de Desarrollo Rural (DDR) de SAGARPA	

2.5. Ubicación georeferenciada:

Latitud			Longitud		
Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos

2.6. Número en el Padrón Ganadero Nacional (PGN):	
---	--

3. Aspectos sociales y económicos

3.1. Edad en años:	
--------------------	--

3.2. ¿Sabe leer y escribir? (marque con una "x")	SI		NO	
--	----	--	----	--

3.3. Grado de escolaridad (marque con una "x")

Grado	Completo	Si no terminó, indique años cursados	Grado	Completo	Si no terminó, indique años cursados
Primaria			Licenciatura		
Secundaria			Posgrado		
Carrera técnica			Ninguno		
Bachillerato					

3.4. ¿El productor forma parte de una asociación de productores o ganadera? (marque con una "x")

Asociación ganadera local (afiliada de la Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas -CNOG-)	
Unión de productores o lecheros independiente de la CNOG	
Asociación de productores o lecheros independiente de la CNOG	
Sistema producto bovinos leche	
Otra(s)	
Ninguna	

3.5. Número de dependientes económicos:

Número de menores de edad (menor de 18 años)	Número de mayores de edad (igual o mayor de 18 años)
--	--

3.6. Actividades económicas del productor, fuera de su unidad de producción (**marque con una "x"**)

Ninguna	Negocio particular
Asalariado fijo	Otra(s)
Asalariado eventual	

3.7. Número de personas que emplea en su rancho:

Empleados permanentes	Empleados eventuales
Familiares permanentes	Familiares eventuales

3.8. Aportación de la actividad lechera en los ingresos del productor (**marque con una "x"**)

Aporta menos o igual al 50%	
Aporta más del 50 %, pero menos del 100%	
Es la única fuente de ingresos (100%)	

3.9. Otras actividades productivas dentro del rancho

Actividad y destino de la producción(marque con una "x")		
Actividad	Destino	
	Auto consumo	Venta
Ganadera	Bovina de doble propósito	
	Bovina productora de carne	
	Apicultura	
	Ovina	
	Caprina	
	Porcina	
	Aves de traspatio	
	Otra(s)	
Agrícola	Cultivo de básicos (maíz y/o frijol)	
	Cultivo de hortalizas	
	Cultivos de frutales	
	Otra(s)	
Forestal	Extracción de maderas	
	Extracción de no maderables (para leña, carbón, cercos, etc.)	
	Recolección de plantas medicinales o especias	
	Otra (especifique)	
Acuícola	Cría de peces	
	Pesca	
	Otra(s)	
Otras	Elaboración y venta de artesanías	
	Maquila de algún producto	
	Otra(s)	

4. Características de la unidad de producción

4.1. Tipo de propiedad (marque con una "x"):	Particular		Ejidal		Comunal		Rentada	
--	------------	--	--------	--	---------	--	---------	--

4.2. Infraestructura carretera y caminos de acceso

Distancia de la UPR a la cabecera municipal, en km				
Distancia de la UPR a la comunidad, en km				
Caminos de acceso a la UPR (marque con una "x"):	Existencia	Condición o estado		
	SI	Bueno	Regular	Malo
Carretera de asfalto				
Carretera de terracería				
Vereda				

4.3. Clima **(marque con una "x"):**

Árido		Trópico húmedo		Templado	
Semiárido		Trópico seco		Otro(s)	

4.4. Sistema de producción **(marque con una "x"):**

Estabulado (las vacas en producción permanecen en corral)	
Semi-estabulado (las vacas en producción salen a pastar y reciben alimentación complementaria en corral)	

4.5. Productos generados por la actividad lechera en el año pasado

Producto	Marque con una "x"	Cantidad
Leche (litros)		
Reemplazos (cabezas)		
Becerros al nacimiento (cabezas)		
Animales para abasto (cabezas)		
Otro(s)		

4.6. Da valor agregado al producto leche (marque con una "x")	SI		NO	
--	----	--	----	--

4.7. Tipo de producto que genera

Producto	Cantidad
Queso (kg)	
Yogurt (litros)	
Crema (kg)	
Dulces (kg)	
Otro(s)	

5. Inventarios

5.1. Semovientes

5.1.1. Bovinos

Tipo de animal	Cantidad
Sementales	
Vacas en producción	
Vacas secas	
Vaquillas (servicio–primer parto)	
Hembras en desarrollo (destete–servicio)	
Becerras	
Becerros	
Toretos	

5.1.2. Otro tipo de ganado

Tipo de animal	Cantidad	Tipo de animal	Cantidad
Caballos		Aves de traspatio	
Cerdos		Ninguno	
Borregos		Otro(s)	
Bovinos para carne			
Cabras			

5.2. Tierra

5.2.1. Tierras para la agricultura (**escriba**)

Total de hectáreas (ha) de superficie agrícola:		De riego (No.de ha)	De temporal (No. de ha)	
Desglosar:				
Superficie destinada a cultivos no forrajeros como fríjol, maíz, hortalizas, caña, nopal, etc.				
Superficie destinada a cultivo de frutales				
Superficie destinada a cultivo de forrajes:	Especificar tipo de pradera:	De riego (No.de ha)	De temporal (No. de ha)	
Hectáreas destinadas a cultivo de praderas para pastoreo directo	Ballico			
	Clitoria			
	Rye grass			
	Otro(s)			
	Especificar tipo de forraje de corte:	De riego (No.de ha)	De temporal (No. de ha)	
Hectáreas destinadas a cultivo de forrajes de corte	Maíz			
	Sorgo			
	Avena			

	Otro(s)		
No aplica			

5.2.2. Tierras de agostadero o pastizal

Total de hectáreas de superficie de agostadero:	(No.de ha)	Principal tipo de terreno (marque con una "x")			
		Plano	Lomerío	Quebrado	Otro
Desglosar:					
Superficie disponible para pastoreo					
Superficie disponible para extracción forestal maderable					
No aplica:					

5.3. Fuentes de agua (marque con una "x")

Fuente de agua	Para la agricultura	Para el ganado en el agostadero o pastizal	Para el ganado en los corrales
No tiene			
Ríos			
Arroyos			
Manantial			
Presas (agua rodada)			
Pozo			
Toma domiciliaria			
Otra(s)			

5.4. Instalaciones (anote cantidad y marque con una "x" el tipo de propiedad)

Infraestructura	Cantidad	Tamaño (m o m ²)	Condición (bueno, regular y malo)	Uso y/o propiedad	
				Particular	Comunal
Corral de manejo					
Manga para manejo					
Área o corral de ordeño					
Sala de ordeña (anotar el número de plazas)					
Paridero					
Becerreras					
Echaderos					
Baño garrapaticida					
Comederos					
Bebederos					
Cerco eléctrico					
Bodega					
Silos					
Taller de lácteos					
Potreros (ha)					
Otro(s)					

5.5. Maquinaria y equipo (anote cantidad y **marque con una “x”** el tipo de propiedad)

Maquinaria y equipo	Cantidad	Condición (bueno, regular o malo)	Uso y/o propiedad	
			Particular	Comunal
Arado				
Tractor				
Rastra				
Picadora				
Molino de martillo				
Ensiladora				
Empacadora				
Bomba de agua				
Bomba de mochila				
Báscula				
Termo de inseminación artificial				
Ordeñadora mecánica				
Tinas de cuajo				
Tanque enfriador				
Descremadora				
Pasteurizadora				
Camioneta				
Remolque				
Otro(s)				

6. Prácticas de manejo y componentes tecnológicos

6.1. Manejo general

6.1.1. Identificación de los animales (marque con una “x”)	No identifica		Arete		Collar	
	Arete SINIIGA		Tatuaje		Fierro	

6.1.2. ¿Cuenta con registros de producción de leche? (marque con una “x”)	SI		NO	
Individual				
Total de la producción de vacas en ordeño				
Ambos				

6.1.3. Periodicidad de la medición de la producción de leche (**marque con una “x”**)

Periodicidad	
Semanal	
Quincenal	
Mensual	
Otro	

6.1.4. ¿Cuenta con registros económicos? (marque con una “x”)	SI		NO	
--	----	--	----	--

6.1.5. Datos que registra en las etapas de crianza y desarrollo (**marque con una “x”**)

Fecha de nacimiento	
Peso al nacimiento	
Fecha al destete	
Peso al destete	
Edad al primer servicio	
Peso al primer servicio	

6.1.6. ¿Asegura el consumo de calostro de las crías recién nacidas? (marque con una “x”)	SI		NO	
---	----	--	----	--

6.1.7. Número de días que suministra calostro a las crías (**anote**):

6.1.8. ¿Lleva a cabo crianza artificial? (marque con una “x”)	SI		NO	
--	----	--	----	--

6.1.9. Eliminación de tetas supernumerarias en la becerras (marque con una “x”)	SI		NO	
--	----	--	----	--

6.1.10. Desinfección de ombligo del becerro al nacer (marque con una “x”)	SI		NO	
--	----	--	----	--

6.1.11. Descornado de crías (**marque con una “x”**)

Despunte	
Con pasta	
Con fierro candente	
Otro(s)	
No descorna	

6.1.12. ¿Lotifica el hato? (marque con una “x”)	SI		NO	
--	----	--	----	--

6.1.13. Tipo de ordeño (**marque con una “x”**)

Manual	
Mecánica	
Ambos	

6.1.14. Número de ordeñas al día:	
-----------------------------------	--

6.2. Genética

6.2.1. Composición genética del hato

6.2.1.1. Razas presentes en el hato (marque con una “x”)		
Raza	Machos	Hembras
Holstein		
Pardo Suizo Americano		
Jersey		
Guersey		
Ayrshire		

Shorthorn		
Criollo		
Otro(s)		

6.2.1.2. ¿Emplea toros evaluados genéticamente?	SI		NO		No aplica	
---	----	--	----	--	-----------	--

6.2.1.3. ¿Efectúa selección de pie de cría?	SI		NO		No aplica	
---	----	--	----	--	-----------	--

6.2.2. Criterios de selección (**marque con una "x"**)

6.2.2.1. Para la selección de hembras de remplazo:	
Por genotipo (datos productivos):	
Por producción de leche de la madre	
Por comportamiento productivo y reproductivo de la madre	
Por composición genética (raza del padre y de la madre)	
Por fenotipo (apariencia física)	
Implantación de la ubre	
Apariencia general	
Ninguno	
Otro(s)	

6.2.2.2. Para la selección del semental	
Por genotipo (datos productivos):	
Por comportamiento productivo y reproductivo de la madre	
Por comportamiento productivo y reproductivo de las hijas	
Por fenotipo (apariencia física)	
Otro(s)	
Ninguno	
No aplica	

6.2.2.3. Para la selección de semen en caso de inseminación artificial:	
Por genotipo (datos productivos de descendencia)	
Por fenotipo (apariencia física, foto)	
Por recomendación del asesor técnico	
Ninguno	
Otro(s)	

6.3. Reproducción (**marque con una "x"**)

6.3.1. Tipo de empadre implementado	Continuo		Por época	
-------------------------------------	----------	--	-----------	--

6.3.2. Evaluación de la capacidad reproductiva del semental	SI		NO		No aplica	
---	----	--	----	--	-----------	--

6.3.3. Evaluación (viabilidad) del semen congelado	SI		NO		No aplica	
--	----	--	----	--	-----------	--

6.3.4. Detección de celos o estros		SI		NO	
------------------------------------	--	----	--	----	--

6.3.5. ¿Practica la sincronización de estros?		SI		NO	
---	--	----	--	----	--

6.3.6. Método reproductivo utilizado (marque con una “x”, pueden ser varias opciones)	
Monta libre	
Monta controlada	
Inseminación artificial	
Transferencia de embriones	

6.3.7. ¿Si realiza inseminación artificial, la hace el productor o alguien ajeno a la unidad? (marque con una “x”)	Productor		Persona ajena a la unidad	
---	-----------	--	---------------------------	--

6.3.8. Se determina la condición corporal de las hembras antes de:	SI	NO
Empadre		
Parto		

6.3.9. ¿Se practica el diagnóstico de gestación? (marque con una “x”)	SI		NO	
--	----	--	----	--

6.4. Alimentación

6.4.1. Alimentación del ganado

Tipo de alimento	Momento o época en que se proporciona (marque con una “x”)			
	Todo el año	En lluvias	En secas	Otro
Pastoreo en agostadero				
Pastoreo en praderas cultivadas				
Pastoreo de rastrojos de residuos de cosechas				
Uso de forrajes de corte en verde				
Ensilaje de maíz y otros				
Henos o pacas:				
Alfalfa				
Avena				
Maíz				
Otro:				
Concentrados:				
Comerciales				
De elaboración propia				
Bloques comerciales				
Bloques de elaboración propia				
Melaza-urea				
Granos y oleaginosas				
Sal común				
Sales minerales				
Bloques minerales				
Vitaminas (ADE)				

Otro tipo de alimento				
-----------------------	--	--	--	--

6.4.2. Renta de tierra para pastoreo o para siembra de forrajes (marque con una "x")	SI		NO		Escriba el precio (\$) por ha	O escriba el precio (\$) por animal

6.4.2.1. Meses en que renta la tierra (marque con una "x")	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

6.4.3. Animales que suplementa

Tipo de animal por etapa fisiológica que suplementa (marque con una "x")	
Becerras durante la fase de crianza	
Becerras en desarrollo	
Becerras	
Vaquillas en preparación a su primer servicio reproductivo	
Vaquillas durante su primera gestación	
Hembras durante la lactación temprana	
Hembras en producción	
Hembras en el último mes del periodo seco	
Sementales	
Otro(s)	
No suplementa	

6.5. Prácticas agronómicas

6.5.1. Manejo del agostadero o potrero (no aplica para producción estabulada)

6.5.1.1. División de potreros (marque con una "x")	SI		NO	
---	----	--	----	--

6.5.1.2. Tipo de pastoreo (marque con una "x")	Estación del año			
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Rotacional				
Continuo				
Mixto				
Otro(s)				

6.5.1.3. Escasez de forrajes (marque con una "x")												
Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Escasez												
Compra de forraje												

6.5.2. Manejo de cultivos forrajeros (marque con una “x”)

Tipo de cultivo	Preparación del terreno			Siembra			Fertilización					Control de hierbas					Control de plagas			
	M	TA	Am	Ma	M	Ta	QM	QMa	Or	Ot	No	QMo	Ma	M	Ot	No	QMo	Bi	Ot	No
Praderas para pastoreo directo (Ballico, Clitoria, etc.)																				
Cultivo de forrajes para pastoreo directo (maíz, etc.)																				
Cultivo de forrajes de corte (maíz, sorgo, etc.)																				

6.5.3. Conservación del forraje (**marque con una “x”**)

Tipo de forraje	Método de conservación de forraje			
	Ensilaje	Henificado	Otro	No realiza
Maíz				
Sorgo				
Alfalfa				
Avena				
Otro(s)				

6.5.4. Manejo del pastoreo en praderas cultivadas para pastoreo directo (Ballico, Clitoria, etc.)

6.5.4.1. División de potreros (marque con una “x”)	SI		NO		No aplica	
---	----	--	----	--	-----------	--

6.5.4.2. Tipo de pastoreo (marque con una “x”)				
	SI	NO	Frecuencia	Época
Rotacional				
Continuo				
Mixto				
Otro(s)				
No aplica				

6.5.4.3. Prácticas de rehabilitación y/o conservación de agostaderos que realiza (marque con una “x”)			
Obras de conservación de suelo		Obras de captación de agua	
Establecimiento de praderas		Actividades de reforestación, revegetación o resiembra	
No aplica		Otro(s)	

6.5.5. ¿Realiza manejo de excretas?	SI		NO	
-------------------------------------	----	--	----	--

6.5.5.1. ¿Mediante que acciones lo realiza? (marque con una “x”)	
Elaboración de composta	
Elaboración de lombricomposta	
Genera gas (biodigestor)	
Otro(s)	

6.6. Sanidad

6.6.1. Participación en campañas zoonosanitarias (marque con una “x”)	
Campaña contra la brucelosis bovina	
Campaña contra la tuberculosis bovina	

6.6.2. Enfermedades o problemas más comunes (marque con una "x")	
Retención de placenta	
Abortos	
Diarreas	
Neumonías	
Mastitis	
Rabia (derriengue)	
Problemas en ojos	
Timpanismo	
Problemas de patas	
Partos distócicos	
Gabarro	
Acidosis	
Otro(s)	

6.6.3. Inmunizaciones (marque con una "x")

Biológico	
Bacterina 1 a 4 (vías)	
Bacterina 5 a 8 (vías)	
Brucelosis	
Derriengue	
Pasteurelisis	
Clostridiasis	
Leptospirosis	
Otra(s)	
No vacuna y/o bacteriniza	

6.6.4. Desparasitaciones (marque con una "x")

6.6.4.1. ¿Realiza análisis coproparasitológicos en el hato?	SI		NO	
6.6.4.2. ¿Otras pruebas diagnósticas?	SI		NO	

6.6.5.1. ¿Realiza desparasitación interna? (marque con una "x")	SI		NO
¿Qué tipo de animales?			
Becerras durante la crianza			
Vaquillas			
Animales adultos			
Otro(s)			

6.6.5.2. ¿Realiza desparasitación externa? (marque con una "x")	SI		NO
¿Qué tipo de animales?			
Becerras durante la crianza			
Vaquillas			
Animales adultos			

Otro(s)	
---------	--

6.7. Manejo sanitario de la ordeña

6.7.1. Diagnóstico de mastitis subclínica (marque con una "x")	
Prueba de California	
Prueba de fondo negro	
Otro(s)	
Ninguna	

6.7.2. Prácticas e higiene durante la ordeña (marque con una "x")	
Lavado de ubre y pezones	
Secado con material desechable individual	
Despunte	
Uso de selladores	
Otro(s)	
Ninguna	

6.7.3. Aplicación de antibiótico intramamario al momento del secado (marque con una "x")	SI		NO	
---	----	--	----	--

6.7.4. Mortalidad en el último ciclo o año (**indique el número**)

No. de adultos		No. de crías	
----------------	--	--------------	--

6.7.5. Abortos en el último ciclo o año (en caso de presentación de abortos, indique el número) (**marque con una "x" y escriba**)

SI		NO		No. de abortos (escriba)	
----	--	----	--	-----------------------------------	--

6.7.6. Causas de desecho de animales en edad productiva	marque con "x"
Baja producción	
Problemas reproductivos	
Problemas de patas	
Problemas de la ubre	
Enfermedad	
Otra(s)	

7. Comercialización

7.1. ¿A quién vende productos? (marque con una "x")	Leche	Derivados lácteos
Quesero		
Centro de acopio		
Directo al consumidor		
Tiendas de abarrotes		
Restaurantes		
Industria de la transformación		
Intermediario		

Otros productores		
Otro(s)		

7.2. ¿A quién vende animales ¿(marque con una “x”)	
Intermediario	
Otros productores	
Frigorífico	
Rastro TIF	
Rastro municipal	
Otro(s)	

7.3. Venta de productos en el último ciclo o año (de acuerdo a la finalidad de la producción) **(escriba)**

Tipo	Cantidad	Ingreso total (\$)
Leche (litros)		
Queso (kg)		
Yogurt (litros)		
Crema (kg)		
Animales de desecho (cabezas)		
Vaquillas (cabezas)		
Toretos (cabezas)		
Becerros (cabezas)		
Hembras de reemplazo (cabezas)		
Sementales (cabezas)		
Otro(s)		

7.4. Productos destinados para el autoconsumo en el último ciclo o año **(escriba)**

Tipo	Cantidad
Leche (litros)	
Queso (kg)	
Yogurt (litros)	
Crema (kg)	
Otro(s)	

8. Inversiones en la unidad bovina en el último ciclo o año.

8.1. Inversión en animales, instalaciones, maquinaria y equipo en el último ciclo o año (escriba)

Concepto	Cantidad	Precio unitario (\$)
Animales		
Sementales		
Vaquillas		
Vacas		
Destetes		
Otro(s)		
Instalaciones		
Casa habitación		
Corrales		
Bodega		
Sala de ordeña		
Galeras		
Otro(s)		
Maquinaria		
Tractor		
Camión		
Otro(s)		
Equipo		
Termo de inseminación		
Implementos agrícolas		
Otro(s)		

Nombre y firma del productor
(confirma que fue visitado y entrevistado)

Nombre y firma del PSPP entrevistador

ANEXO 2

Formatos de seguimiento de la estrategia de la Unidad Técnica Especializada Pecuaria

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS Unidad Técnica Especializada de la Estrategia de Asistencia Técnica Pecuaria Sistema producto Bovinos leche Formato para el seguimiento de manejo y prácticas tecnológicas		
Nombre del Grupo:	Nombre del PSP:	Mes:
_____	_____	_____

	Actividades (Programa de trabajo)	Productor 1	Productor 2	Productor 3	Productor 4	Productor 5	Productor 6	Productor 7	Productor 8	Productor 9	Productor 10	Productor 11	Productor 12	Productor 13	Productor 14	Productor 15	Productor 16
Actividades del grupo	Reunión mensual																
	Curso o taller de capacitación																
	Giras tecnológicas																
	Eventos masivos de transferencia de tecnología (ferias, exposiciones, encuentros, etc.)																
Actividades de manejo	Identificación numérica del ganado a fuego																
	Identificación SINIIGA																
	Registro de fecha de nacimiento de becerros y su peso																
	Registro de fecha de destete de becerros y su peso																
	Pesaje de las vaquillas a 1er. servicio (kg)																
	Pesaje de las vaquillas a 1er. parto (kg)																
	Registro del pesaje mensual de la leche producida por vaca																
	Lotificación del ganado																

Actividades de conservación del medio ambiente	Elabora Queso																	
	Elabora Yogurt																	
	Reforestación																	
	Elaboración de composta																	
	Uso de cercos vivos																	
	Uso de calentador solar																	

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS
Unidad Técnica Especializada de la Estrategia de Asistencia Técnica Pecuaria
Sistema producto Bovinos leche
Formato para el seguimiento de indicadores de resultados técnicos

Variables	Productor 1	Productor 2	Productor 3	Productor 4	Productor 5	Productor 6	Productor 7	Productor 8	Productor 9	Productor 10	Productor 11	Productor 12	Productor 13	Productor 14	Productor 15	Productor 16
Total de vientres (vacas secas, vacas en ordeño y vaquillas)																
Número de vacas en ordeño																
Número de vacas secas																
Número de vaquillas (del destete a la concepción)																
Número de becerras lactando																
Número de partos																
Número de abortos observados																
Producción total de leche en establo por mes (kg)																
Número de retenciones placentarias																
Número de muertes de hembras adultas																
Número de crías muertas																
Peso promedio de crías al nacimiento (kg)																

Peso promedio de crías al destete (kg)																			
Edad promedio de las becerras al destete (días)																			
Peso promedio de vaquillas a 1er. servicio (kg)																			
Edad promedio de vaquillas a 1er. parto (meses)																			
Peso promedio de vaquillas a 1er parto (kg)																			
Número promedio de servicios por concepción en hembras gestantes																			
Duración promedio del periodo abierto (días)																			
Número de animales enfermos (casos diferentes a mastitis)																			
Número de vacas enfermas por mastitis																			
Número de reemplazos autogenerados																			
Número de reemplazos adquiridos																			
Número de vaquillas incorporadas a la ordeña																			
Número de vacas desechadas																			

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
Unidad Técnica Especializada de la Estrategia de Asistencia Técnica Pecuaria
Sistema producto Bovinos leche
Formato para el seguimiento de indicadores de resultados económicos

Variables económicas	Productor 1	Productor 2	Productor 3	Productor 4	Productor 5	Productor 6	Productor 7	Productor 8	Productor 9	Productor 10	Productor 11	Productor 12	Productor 13	Productor 14	Productor 15	Productor 16
	Leche (litros)															
Ingreso por venta de leche (\$)																
Número de vaquillas vendidas																
Ingreso por venta de vaquillas (\$)																
Número de becerros vendidos																
Ingreso por venta de becerros (\$)																

ANEXO 3

Programación en SAS del modelo probabilístico

```
DATA A;
INPUT AV AT GE E ES OAE IAG NV HDG VO;
AV1=abs(AV-1);
CARDS;

...

proc logistic OUTEST=BETAS2;
CLASS AV1;
MODEL AV1=AT E ES OAE IAG NV HDG VO; OUTPUT OUT=C P=PROB XBETA=XB;
PROC PRINT;
DATA EFFECTAT; SET C;
drop at e es oae iag nv hdg
EFFECTAT=(1/SQRT(2*(ARCOS(-1))))*EXP(-(XB**2)/2)*(0.3822);
DATA EFFECTE; SET C;
EFFECTE=(1/SQRT(2*(ARCOS(-1))))*EXP(-(XB**2)/2)*(-0.0116);
DATA EFFECTES; SET C;
EFFECTES=(1/SQRT(2*(ARCOS(-1))))*EXP(-(XB**2)/2)*(0.2219);
DATA EFFECTOAE; SET C;
EFFECTOAE=(1/SQRT(2*(ARCOS(-1))))*EXP(-(XB**2)/2)*(0.00779);
DATA EFFECTIAG; SET C;
EFFECTIAG=(1/SQRT(2*(ARCOS(-1))))*EXP(-(XB**2)/2)*(-0.1983);
DATA EFFECTNV; SET C;
EFFECTNV=(1/SQRT(2*(ARCOS(-1))))*EXP(-(XB**2)/2)*(-0.00141);
DATA EFFECTHDG; SET C;
EFFECTHDG=(1/SQRT(2*(ARCOS(-1))))*EXP(-(XB**2)/2)*(0.0202);
DATA EFFECTVO; SET C;
EFFECTVO=(1/SQRT(2*(ARCOS(-1))))*EXP(-(XB**2)/2)*(0.1657);
DATA EFF; MERGE EFFECTAT EFFECTE EFFECTES EFFECTOAE EFFECTIAG EFFECTNV
EFFECTHDG EFFECTVO;
PROC PRINT;
PROC MEANS;
DATA ICV;
LNLO=248*(((198/248)*LOG(198/248))+(1-(198/248)*LOG(1-(198/248))));
ICV=1-(237.885/520.496);
PROC PRINT;
RUN; QUIT;
```