



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN
Y SERVICIO EN ZOOTECNIA

POSGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL

EVALUACIÓN DE AGROEMPRESAS LECHERAS CON DIFERENTE NIVEL TECNOLÓGICO EN EL OCCIDENTE Y NORTE DE MÉXICO

TESIS

Que como requisito parcial
para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN GANADERA



Presenta:

GILBERTO MALDONADO GARCIA

Bajo la supervisión de: DOLORES VALENTINA MARISCAL AGUAYO,
Ph.D. RAFAEL NÚÑEZ DOMÍNGUEZ, Ph.D.



Julio 2011

Chapingo, Estado de México

EVALUACIÓN DE AGROEMPRESAS LECHERAS CON DIFERENTE NIVEL
TECNOLÓGICO EN EL OCCIDENTE Y NORTE DE MÉXICO

Tesis realizada por **GILBERTO MALDONADO GARCÍA**, bajo la supervisión del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial
para obtener el grado de:

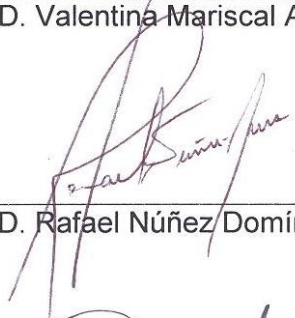
MAESTRO EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN GANADERA

CODIRECTORA:



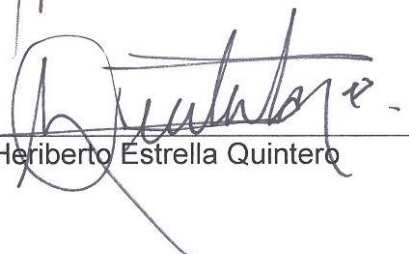
Ph.D. Valentina Mariscal Aguayo

CODIRECTOR:



Ph.D. Rafael Núñez Domínguez

ASESOR:



M.C. Heriberto Estrella Quintero

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE APÉNDICES	viii
DEDICATORIA	ix
AGRADECIMIENTOS.....	x
DATOS BIOGRÁFICOS.....	xi
1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 Características de la producción de leche en México	2
2.1.1 Principales estados en producción de leche de bovino.....	3
2.1.2 Importaciones	5
2.2 Sistemas de producción de leche nacional.....	6
2.2.1 Sistema especializado	7
2.2.2 Sistema semi-especializado.....	8
2.2.3 Sistema doble propósito.....	8
2.2.4 Sistema familiar o de traspatio.....	9
2.3 Clasificación de agroempresas lecheras por nivel tecnológico	10
2.3.1 Clasificación del grado de desarrollo de los productores en México	12
2.4 El servicio de asesoría y su impacto.....	13
2.4.1 Importancia de los registros en la unidad de producción	14
2.5 Principales factores que afectan la producción lechera	15
2.6 Indicadores de desarrollo de agroempresas lecheras.....	17
2.7 Indicadores reproductivos	18
2.7.1 Periodo de gestación (DG).....	18
2.7.2 Intervalo parto primer celo (IPPC).....	19
2.7.3 Intervalo parto primer servicio (IPPS)	23

2.7.4	Servicios por concepción (SPC)	25
2.7.5	Días abiertos o intervalo parto-preñez (DA).....	27
2.7.6	Intervalo entre partos (IEP)	30
2.8	Literatura citada	32
3.	NIVEL TECNOLÓGICO Y SU EFECTO EN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE AGROEMPRESAS DE BOVINOS LECHEROS	41
3.1	Resumen.....	41
3.2	Abstract.....	42
3.3	Introducción	43
3.4	Materiales y métodos	44
3.4.1	Agroempresas incluidas en el estudio.....	44
3.4.2	Levantamiento de datos.....	44
3.4.3	Determinación del nivel tecnológico de las agroempresas lecheras Nivel tecnológico.....	45
	Índice de calidad genética.....	45
	Índice de manejo de alimentación.....	46
	Índice de manejo reproductivo	47
	Índice de manejo sanitario	47
	Índice de infraestructura y equipo	48
3.4.4	Características de las agroempresas según el nivel tecnológico	49
3.4.5	Análisis de la información	49
3.4.6	Análisis estadístico.....	50
3.5	Resultados y discusión	51
3.5.1	Intervalo parto primer celo (IPPC).....	53
3.5.2	Intervalo parto primer servicio (IPPS)	54
3.5.3	Servicios por concepción (SPC)	55
3.5.4	Días abiertos (DA).....	57

3.5.5	Intervalo entre partos (IEP)	60
3.6	Conclusión	61
3.7	Literatura citada	61
4.	APÉNDICES	66

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Promedio de producción de leche de bovino (millones de litros) en las principales entidades federativas durante el año 2010.	3
Cuadro 2. Características básicas y producción nacional de los sistemas de producción de leche de bovinos en México.	7
Cuadro 3. Clasificación de agroempresas de acuerdo con el valor del nivel tecnológico (NT).....	45
Cuadro 4. Tipos de animal y ponderaciones de la calidad genética.	46
Cuadro 5. Fuentes de alimentación y sus respectivas ponderaciones.	46
Cuadro 6. Tipo de manejo reproductivo y sus respectivas ponderaciones.	47
Cuadro 7. Actividad sanitaria y su respectiva ponderación.....	47
Cuadro 8. Infraestructura y equipo, y sus respectivas ponderaciones.....	48
Cuadro 9. Estadísticos descriptivos para las variables intervalo parto primer celo (IPPC), intervalo parto primer servicio (IPPS), número de servicios por concepción (SPC), días abiertos (DA) e intervalo entre partos (IEP).....	50
Cuadro 10. Niveles de significancia para cada una de las variables reproductivas evaluadas.	52
Cuadro 11. Medias de cuadrados mínimos (\pm EE) de los efectos principales número de parto, año de parto, época de parto y nivel tecnológico para las variables reproductivas.	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Número de servicios por concepción (SPC) por nivel tecnológico.....	56
Figura 2. Interacción del nivel tecnológico por el número de parto.	57
Figura 3. Intervalo entre partos (IEP) de los niveles tecnológicos de transición y empresarial.	61

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Empresas utilizadas para la investigación.	66
Apéndice 2. Empresas con la ponderación obtenida y su clasificación de nivel tecnológico.	67
Apéndice 3. Empresas con la ponderación obtenida y su clasificación de nivel tecnológico (continuación).	68
Apéndice 4. Estadísticos descriptivos de las variables de respuesta.	68
Apéndice 5. Ingresos estimados a partir de las encuestas realizadas a los productores.	69
Apéndice 6. Encuesta aplicada a los productores para determinar el nivel tecnológico.	70

DEDICATORIA

A mi madre la señora **Margarita García Villafañe**

Por ser una persona a la cual admirar, ya que ha sabido afrontar los obstáculos de la vida sin que se quebrantara su fe. Por todo el cariño, apoyo y confianza que ha depositado en mí y hoy puedo decirle que una vez más “no he fallado”. ¡Gracias mamá!

A mis hermanos **Octavio Isauro, José Manuel, Carlos Alberto, Leisa Adriana y Jesús Bernardo**

Porque siempre he contado con su apoyo y son en mi vida un ejemplo de lucha, sacrificio pero sobre todo de que no hay imposibles, y que la vida se construye del mismo material que los sueños.

A mis **tíos, sobrinos y primos**

Porque en ellos encontré el refugio cuando me sentía solo y quería dejar todo olvidado, ellos me daban la alegría para poder seguir adelante. Y porque cada que los veo siento el gran cariño y admiración que tienen por mí.

A mis **compañeros del Posgrado en Producción Animal**

Por su amistad y compartir momentos agradables, siempre los recordaré.

A **Beatriz H. M**

Por ser una parte importante en esta etapa de mi vida, compartiendo momentos lindos, y en ocasiones decepciones, tristezas, angustia, pero siempre ayudándome a buscar la manera de salir adelante, de todo corazón y por todos los instantes únicos que hicieron que valiera la pena el día a día. ¡Gracias!

A **ti**

Que buscas página tras página una respuesta a tu sed de preguntas

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, porque es él que me ha permitido alcanzar una meta más en mi vida.

A la **Universidad Autónoma Chapingo**, mi muy querida *alma mater* la cual me brindo la oportunidad de tener una formación profesional, además de darme grandes satisfacciones durante mi estancia en ella.

Al **Posgrado en Producción Animal**, por permitirme pertenecer a él. Todos mis maestros que siempre me brindaron lo mejor de ellos, y ser un amigo de quien siempre se podía confiar y conducirme por el mejor camino.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)** por el apoyo económico que me brindó para realizar mis estudios de posgrado.

A la **Ph.D. Valentina Mariscal Aguayo** por su amistad y por haber compartido su conocimiento y valioso tiempo en la codirección de ésta investigación.

Al **Ph.D. Rafael Núñez Domínguez** por su amistad, paciencia, codirección y ayuda para concluir este escrito, ya que sus sabios y en ocasiones fuertes consejos me forzaron día a día a mejorar. ¡Gracias!

Al **M.C. Heriberto Estrella Quintero** como parte de mi comité, por su amistad y acertada participación en la presente investigación.

A los miembros del **Despacho San José Asesores**, el Ing. Andrés, Ing. Marcos, Ing. Martin, Ing. José, y el M.C. Lorenzo por contribuir con su información generada, consejos, sugerencias y amistad.

A la **Cooperativa Productores Lecheros de Acatic**. Jalisco (PROLEA S.C) Por permitir contar con su información para la realización de la presente investigación, en especial al Ing. Daniel Pichardo por su tiempo, amistad y contribuciones.

Al Ing. Efrén Trujillo perteneciente al proyecto **EULACIAS** que proporcionó la información para la culminación de esta investigación.

Al Ing. Sergio Castro, soporte técnico del **Agropec Star®** que proporcionó la información y asesoría sobre el software para la culminación de esta investigación.

Al MC. Estrella, la Ph. D. Valentina, implementadores de “**Modelo integral de asesoría y consultoría CHAPINGO-AGROPEC STAR**” por haber proporcionado la información de las agroempresas de FIRA y el proyecto EULACIAS, participantes en la realización de este estudio.

DATOS BIOGRÁFICOS



Datos personales

Nombre	Gilberto Maldonado García
Fecha de nacimiento	14 de mayo de 1986
Lugar de nacimiento	Santiago Suchilquitongo, Etlá, Oaxaca
No. cartilla militar	8212675
CURP	MAGG860514HOCLRL04
Profesión	Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia
Cédula profesional	6117212

Desarrollo académico

Bachillerato	Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo (2001-2004).
Licenciatura	Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo (2004-2008).
Maestría	Maestría en Ciencias en Innovación Ganadera, Posgrado en Producción Animal, Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo (2010-2011).

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

En México, la producción de leche de bovino es una de las actividades pecuarias más importantes, ya que se realiza en la mayor parte del territorio nacional con 790 mil unidades de producción, siendo la segunda dentro del sector pecuario (SAGARPA, 2009), con una producción en 2010 de 10.7 millones de toneladas de leche (SIAP, 2011). Sin embargo, estos incrementos no han sido suficientes para satisfacer la demanda interna, por lo que se necesitan alternativas para aumentar la producción que permitan reducir la cantidad de leche importada. SAGARPA (2010) señala que durante el 2009, el consumo nacional aparente (CNA) se ubicó en 13,3 millones de toneladas, volumen superior en 1.65% respecto al 2008, y donde el 22% del CNA provino de las importaciones.

Dada la situación anterior, los sistemas de producción deben ser más eficientes para poder ser competitivos y así incorporarse al desarrollo económico nacional. La asesoría oportuna, de calidad y accesible es un factor para que los sistemas de producción sean competitivos (Mariscal *et al.*, 2007). Así mismo, es importante la clasificación de las unidades de producción de acuerdo con la utilización de herramientas tecnológicas, ya que influyen directa e indirectamente en la eficiencia del manejo de los diversos recursos e infraestructura existente en las unidades de producción, y por ende, en la productividad y calidad del producto final (Núñez *et al.*, 2001).

Por lo anterior, es importante evaluar las características reproductivas, así como el grado de tecnología implemada en las unidades de producción de bovinos lecheros que utilizan el “Modelo Estratégico de Servicios Integrales de Asesoría y Consultoría Chapingo-Agropec Star” para medir las mejoras, el impacto y el grado de avance en la búsqueda de la eficiencia.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Características de la producción de leche en México

La producción de leche de bovino es una de las actividades pecuarias más importantes en nuestro país, ya que se realiza en la mayor parte del territorio nacional con 789 mil unidades de producción. Por el valor de la producción, es la segunda en importancia dentro del subsector pecuario (21%), después de la industria de la carne. También genera más de 200 mil empleos permanentes remunerados y apoya a 318 industrias, que generan más de 500 mil empleos directos e indirectos (SAGARPA, 2009). Donde la lechería especializada aporta 85% de la producción y la ganadería bovina de doble propósito (carne y leche) contribuye con el restante 15% (SAGARPA, 2009).

En el 2010, la producción de leche alcanzó 10.7 millones de toneladas de leche, cantidad que representó un incremento de 3.8% con respecto al 2008. Una alta concentración de la producción se mantuvo en nueve entidades federativas que aportaron en conjunto el 74.2% del total nacional. Los principales estados son: Jalisco, Coahuila, Durango, Chihuahua, Veracruz, Guanajuato, México, Hidalgo, Puebla (SIAP, 2011), especificados en el Cuadro 1. Estos incrementos son consecuencia de los sistemas de ordeña, aplicación de técnicas en el manejo de razas especializadas en producción de leche y el equipamiento de las unidades productivas (SAGARPA, 2010).

Según la FAO, México ocupa el décimo séptimo lugar al aportar un 1.8% de la producción mundial de leche. A nivel de Latinoamérica, nuestro país ocupa el tercer lugar, sólo después de Brasil y Argentina (SAGARPA, 2009).

Cuadro 1. Promedio de producción de leche de bovino (millones de litros) en las principales entidades federativas durante el año 2010.

Entidades	Porcentaje	Producción de leche
Jalisco	18.0	1928.09
Coahuila	12.2	1306.82
Durango	9.1	974.76
Chihuahua	8.8	942.62
Veracruz	6.7	717.68
Guanajuato	7.2	771.24
Estado de México	4.4	471.31
Hidalgo	4.2	449.89
Puebla	3.7	396.33
Otros	25.8	2752.88
Total	100.0	10711.6

Fuente: SIAP (2011)

Durante el año 2010, se presupuestaron recursos por mil 360 millones de pesos para apoyar la ganadería lechera del país bajo los siguientes rubros y de acuerdo a las reglas de operación establecidas: Compra de activos productivos, conservación y uso sustentable del suelo y agua, establecimiento de biodigestores, mejoramiento de recursos genéticos, asistencia técnica y capacitación, innovación tecnológica, ordeña por contrato, fondo de estabilización para la comercialización y promoción del consumo de productos nacionales, entre otros (SAGARPA, 2010).

2.1.1 Principales estados en producción de leche de bovino

El estado de Jalisco perteneciente a la región occidente, ocupa el primer lugar a nivel nacional en producción de leche, de acuerdo con el volumen producido, con 1,898.82 millones de litros de leche anuales (SIAP, 2011). Al interior del estado se reportan 95,438 vacas productoras de leche, donde se considera un tamaño promedio de hato de 66 cabezas, y se estima que el estado tiene 15,082 hatos, aproximadamente; la producción promedio de leche vaca⁻¹ hato⁻¹ tiene como mínimo 5 L de leche y un máximo de 30 L de leche, con una media de 18.6 L y donde las agroempresas presentan una producción de forraje inferior al 50% de su necesidades y están en el límite crítico de rentabilidad de su producción de leche, ya que, en el año 2005 el estado proporcionó cerca del

15.6% de los ingresos totales generados, y que equivalen a 4 mil 849 millones de pesos constantes por debajo de los ingresos percibidos en el año de 1996, que ascendieron a 5 mil 496 millones de pesos, es decir, que en términos reales sus ingresos se han estado deteriorando (SAGARPA, 2005).

En la actualidad, la región de La Laguna, ubicada en los estados de Coahuila y Durango, ocupa el lugar nacional 2 y 3 de acuerdo al volumen de leche que producen estos estados, con 1286.98 y 959.96 millones de litros de leche, respectivamente (SIAP, 2011). Y donde en conjunto se considera como la primera cuenca lechera especializada del país, cuya característica fundamental es la de ser el complejo lechero más tecnificado y moderno con base en el denominado “modelo Holstein”, el cual se relaciona con el subsistema agrícola por medio de la producción de forrajes y en especial de alfalfa, ya que el origen de los ingredientes que componen la dieta utilizada en este sistema proviene de la “artificialización” del ecosistema mediante especies inducidas de plantas forrajeras cultivadas y cosechadas para la alimentación del ganado (SAGARPA, 2005).

En reportes de SAGARPA (2005), se observa la existencia de ganado especializado con registro; desarrollo de la inseminación artificial y la importación de vaquillas de reemplazo; la introducción de alimentos balanceados (forrajes y granos); el uso de insumos químicos y farmacéuticos para el control sanitario; la instalación de equipos automáticos de ordeña y de tanques enfriadores para su conservación hasta la entrega en plantas pasteurizadoras e industrializadoras, el mejoramiento de infraestructura y técnicas para el manejo y cuidado del hato. Además, tiene una efectiva integración vertical que abarca desde la etapa de producción forrajera, producción primaria de leche y su industrialización, hasta la distribución y comercialización directa. En esta integración vertical tienen una intervención y relación permanente empresas transnacionales y nacionales. Según SAGARPA (2005), la Comarca Lagunera produce el 22% de la producción nacional, y donde el estado de Coahuila tiene una tasa media anual de crecimiento (TMAC)

de 7.2%, la más alta para todos los estados, que equivale a un incremento en el valor de la producción de mil 694 millones de pesos; por lo que se coloca como una de las mejores economías en la producción de leche (SAGARPA, 2005).

El estado de Chihuahua perteneciente a la región norte ocupa el cuarto lugar a nivel nacional en producción de leche, de acuerdo con el volumen producido, con 928.31 millones de L de leche (SIAP, 2011), presentando un crecimiento real promedio para el valor de la producción de 3.5% anual al pasar de 2 mil 24 millones de pesos en 1996 a 2 mil 326 millones de pesos para el final del periodo, lo que equivale a un incremento en 302 millones de pesos (SAGARPA, 2005). Según datos de la evaluación de Alianza para el Campo en el 2007, la actividad lechera en el estado se desarrolla con 8,000 productores, de éstos menos de 100 productores se consideran intensivos y el resto son predominantemente de tipo familiar. Los estados de Guanajuato y Querétaro, pertenecientes a la región bajo, ocupan los lugares nacionales 6 y 14, de acuerdo con el volumen que producen, con 759.6 y 200.8 millones de litros, respectivamente (SIAP, 2011) de la producción de estos estados, y se manifiesta en un asenso conservador pero sostenido, esto debido a las mejoras en los precios internacionales y la integración de productores en consorcios lecheros integrales.

Respecto al procesamiento de leche, son varias las empresas que destacan en esta región como: Alpura, lácteos Blanquita, leche León, entre otros. Donde el 85% de la leche de Guanajuato se genera por ganado especializado, distribuido en importantes cuencas lecheras ubicadas en el distrito de desarrollo rural de Cortázar, mientras que el 15% se genera por una ganadería poco tecnificada y de tipo familiar (SAGARPA, 2009).

2.1.2 Importaciones

En México, los reportes de SAGARPA (2010) muestran que la producción nacional ha sido insuficiente para cubrir la demanda, por lo que se necesitan alternativas para aumentar la producción que permitan reducir el número de

importaciones de leche y sus derivados (Espinosa, 2001). Por ejemplo en junio de 2004 la importación de leche en polvo fue de 130,761 toneladas, de las cuales 35,761.8 fueron asignadas directamente para la industria privada, y 5 mil toneladas por licitación pública para la empresa LICONSA, que importó un volumen de 90 mil toneladas. Dicha situación repercute en la balanza comercial y en las acciones del gobierno para suministrar proteína a la población de bajos ingresos (SAGARPA, 2005).

SAGARPA (2010) señala que durante el 2009, el consumo nacional aparente (CNA) se ubicó en 13,3 millones de toneladas, volumen superior en 1.65% respecto al 2008. El CNA ha tenido un crecimiento anual de 1.8% en los últimos 10 años, y donde en este periodo, el 22% del CNA provino de las importaciones.

Cabe destacar que México, no sólo sobresalen como un gran importador de productos lácteos, sino también de insumos para el desarrollo de la actividad lechera primaria (animales de registro, alimentos, semen, embriones, vacunas, medicinas, hormonas y equipos) y como usuario de tecnologías de producción de países desarrollados (Del Valle y Álvarez, 1997 citado por Larios, 2009).

2.2 Sistemas de producción de leche nacional

De acuerdo con los datos de SAGARPA (2001), en México, la producción de leche se desarrolla en condiciones tecnológicas, agroecológicas y socioeconómicas muy heterogéneas, por lo que se pueden distinguir sistemas que van desde los tecnificados hasta los de subsistencia en la misma región, distinguiéndose en ellos cuatro sistemas productivos: el especializado o intensivo, el semi-especializado, el doble propósito y el familiar o de traspatio (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características básicas y producción nacional de los sistemas de producción de leche de bovinos en México.

Características	Especializado	Semi-especializado	Familiar	Doble propósito
Tamaño del hato (cab)	300-400	180-200	2-10	30-40
Días de lactancia	305	280-305	210-260	120-180
Rendimientos, L vaca ⁻¹ d ⁻¹	20-27	18-20	6-12	3-9
Producción de leche nacional (1998)				
Miles de litros	4,196	1718	780	1622
Participación %	50.6	21.3	9.8	18.3

Fuente: SAGARPA (2001)

2.2.1 Sistema especializado

El sistema especializado, también conocido como intensivo o estabulado, se caracteriza por contar con ganado especializado en la producción de leche, este sistema se desarrolla principalmente en el altiplano, en zonas áridas y semiáridas del norte del país, básicamente con ganado de la raza Holstein en 95% de los casos y en menor grado Pardo Suizo Americano y Jersey, con un promedio de 350 vacas hato⁻¹, las cuales producen más de 6 mil L leche vaca⁻¹ año⁻¹.

Estos sistemas cuentan con instalaciones especializadas, procesos mecánicos, y un manejo predominante en estabulación, realizando prácticas de medicina preventiva, reproducción y mejoramiento genético. La dieta está basada en alimentos balanceados y forrajes de corte (SAGARPA, 2001).

La leche producida en estos sistemas, principalmente es destinada a las plantas pasteurizadoras y transformadoras; la industria procesadora de la leche fluida es el principal mercado debido a que los otros sistemas difícilmente cumplen con los estándares de calidad (SAGARPA, 2005), la aportación del total nacional de leche fresca es de alrededor del 50.6% con sólo 17.44% del total de vientres productores de leche.

Las empresas de estos sistemas por lo general se encuentran más integradas a la industria y es mayor su participación en el valor final del producto. Por otra

parte, los altos precios de los granos forrajeros los afectan en mayor medida, dado su gran consumo. También existe un alto grado de competencia, por lo que constantemente se mejora la tecnología y el tamaño de la unidad de producción, su grado de integración y su habilidad gerencial; lo que resulta en la depuración de los productores participantes, que cada vez son menores, y con mejores aptitudes para persistir en esta actividad productiva (FIRA, 2001).

2.2.2 Sistema semi-especializado

Los sistemas semi-especializados se ubican en el centro y norte del país incluyendo los estados de Zacatecas, Jalisco, Aguascalientes, Chihuahua y Coahuila. Los genotipos más utilizados son Holstein, Pardo Suizo Americano y sus cruza. El ganado está en semiestabulación, en pequeñas extensiones de terreno, con instalaciones acondicionadas a la agroempresa lechera. La extracción de la leche se realiza con ordeñadora mecánica de pocas unidades y manual, careciendo en la gran mayoría de equipo propio para enfriamiento y conservación de la leche, por lo que se considera un nivel medio de tecnología en infraestructura y equipo. La alimentación está basada en pastoreo, complementada con forraje de corte y concentrado. También presentan cierto tipo de control productivo y programas de reproducción con inseminación artificial (SAGARPA, 2001).

2.2.3 Sistema doble propósito

Los sistemas de producción de doble propósito se desarrollan principalmente en las regiones tropicales del país, donde utilizan razas cebuinas y cruza con Suizo, Holstein y Simmental, principalmente. La alimentación se basa en pastoreo (implantado o libre), con el uso mínimo de suplementos alimenticios y ocasionalmente subproductos agrícolas. Las instalaciones son rústicas, construidas con los materiales de la región, en promedio de cabezas por hato es de 40 vacas, con $580-720 \text{ L vaca}^{-1}\text{año}^{-1}$ y la duración de la lactancia es de 6-7 meses promedio. Las prácticas que se implementan son medicina preventiva y reproductiva, mejoramiento genético y manejo de recursos forrajeros, donde

se tiene un gran margen de oportunidades para ser mejorados (SAGARPA, 2005).

Tienen dos objetivos fundamentales: la producción de leche que comúnmente se ordeña de manera manual con el apoyo del becerro para facilitar la bajada de la leche y la producción de carne, mediante la venta de becerros al destete.

La leche vendida constituye la principal fuente de ingresos y se utiliza fundamentalmente para mantener la operación de la unidad de producción, y se destina principalmente para consumo como leche bronca, para la elaboración de quesos de tipo artesanal y para el procesamiento en empresas agroindustriales (SAGARPA, 2001).

2.2.4 Sistema familiar o de traspatio

El sistema de producción familiar está formado por unidades de producción dirigidas a aprovechar los recursos familiares rurales, mano de obra, cultivos forrajeros y residuos de cosecha, el ganado utilizado es principalmente de raza Holstein y en menor proporción Suizo Americano y cruza, promedio de 8 vacas por hatos las que producen de 1.6-2.8 mil L vaca⁻¹año⁻¹. Este segmento aporta el 9% de la producción total de la leche fresca, contando con el 7.89% del inventario total de vientres productores de leche del país (SAGARPA, 2001).

La alimentación de estos sistemas se basa en el subministro de forraje y esquilmos provenientes de los cultivos del mismo productor, mezclado con maíz molido y el pastoreo directo en pastos nativos. La ordeña es generalmente manual, el nivel tecnológico en este sistema es bajo, los productores no realizan prácticas reproductivas, de medicina preventiva y mejoramiento genético, se carece de registros de producción y las instalaciones son rudimentarias (SAGARPA, 2001).

La ventaja del sistema es su flexibilidad, ya que depende poco de insumos externos y tiene bajos costos de operación, si bien es notoria su baja tecnificación y escala, su esencia, lógica y objetivos son diferentes a los

sistemas intensivos. Para la industria tienen ventajas de precios y de sostenibilidad en el abasto, pero desventajas en la cantidad ofrecida y la calidad sanitaria (FIRA, 2001).

2.3 Clasificación de agroempresas lecheras por nivel tecnológico

Se tienen varios reportes en la literatura de clasificaciones de las agroempresas lecheras. Hernández *et al.* (2002, citado por Caldera, 2003) al tipificar empresas agropecuarias, utilizaron técnicas multivariadas de tipificación o análisis en clúster, para lo cual se consideran variables de composición de uso del suelo, y existencias de animales, definiendo variables tipificadas como porcentaje de hectáreas utilizadas (bosque, cultivos, tierras improductivas, rastrojeras, etc.). Esto permitió clasificar a las empresas agropecuarias en grupos homogéneos que sirvieran de base para caracterizar a las agroempresas y poder comprender su dinámica desde el punto de vista agroeconómico, tecnológico, social y productivo.

Algunas formas de clasificación en México, principalmente en el estado de Jalisco, en la región de Los Altos, es la utilizada por Cervantes (2001, citado por Larios, 2009) quien utilizó la edad de los productores para determinar experiencia y continuidad en las áreas de producción, y donde encontró que los productores con 20-23 años de experiencia son más receptivos a la adopción de nuevas tecnologías. Caldera (2003) clasificó a los sistemas de producción familiar por nivel tecnológico en bajo, medio y alto, utilizando los criterios de nutrición, mejoramiento genético, instalaciones e infraestructura, enfriamiento de la leche y calidad de la leche, tipo de comercialización, tipo de ordeña, así como de calificación y de cuantificación.

Sánchez *et al.* (2008) utilizaron para clasificar a los productores en Michoacán un análisis de correlación simple incluyendo 38 variables de carácter técnico-productivo y socioeconómico, donde reportaron que en las unidades pequeñas con 7.1 ± 0.5 vacas promedio, y sólo el 45% del hato se encuentra en producción, con $8.7 \text{ L de leche por vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$, y donde los ingresos diarios de

este tipo de productores (\$4.8 dólares) no rebasan el salario mínimo de la zona. Las unidades medianas (16.1 ± 0.8 vacas), se caracterizan por tener el doble de animales en producción en comparación con los de unidades pequeñas, y un promedio de producción de leche de $11.6 \text{ L vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$, lo que equivale a tres salarios mínimos de la región; y finalmente en las unidades de producción de leche grandes (30.9 ± 5.8 vacas), determinaron que éstas cuentan con 91.6% de ganado más que las medianas y las vacas en producción representan el 48% y producen en promedio $11.7 \text{ L vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$. El cual es un valor inferior a los promedios de la zona, por tanto Sánchez *et al.* (2008) mencionan que la estrategia de incrementar el volumen de producción de leche no debería sustentarse en incrementar la ingesta de alimento concentrado, sino en optimizar los recursos disponibles.

Vázquez y Aguilar (2010) para la tipología de productores consideraron la propuesta del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (Herrera 1998, citado por Vázquez y Aguilar, 2010), que incluyen los niveles tecnológicos bajo, medio y alto. Los criterios considerados para la clasificación fueron los siguientes: a) nutricional (>70% de los productores aplicaban bloques nutricionales), b) manejo reproductivo y genético (>50% llevan registros de empadre e inseminación); c) instalaciones e infraestructura (cuando 60% con corrales de manejo y ordeñadora), d) comercialización de la leche; e) tipo de ordeña y f) número de cabezas en el hato (familiar ≤ 20 , semitecnificado >20 y < 50 y el tecnificado >50). A partir de dichos criterios, la categorización manejada por SAGARPA (2001) es la siguiente: familiar o de traspatio, semitecnificada o semintensiva y tecnificada o intensiva.

Pacheco (2010) realizó un estudio para identificar diferencias en las características productivas de agroempresas de bovinos lecheros que contaron con asesoría técnica, donde realizó una tipificación considerando la información que se obtuvo a través de encuestas a productores de Los Altos de Jalisco que usaron el desarrollo tecnológico de asesoría y consultoría CHAPINGO-AGROPEC Star. Los componentes de agrupación fueron: Escolaridad,

Superficie Equivalente de Riego (SER), Bovino Equivalente (BE) y Nivel Tecnológico (NT); este último se desglosó en Índice de Calidad Genética, Alimentación, Manejo Reproductivo, Manejo Sanitario, e Infraestructura y Equipo. Los productores estratificados como de transición representaron 88% del total y el 12% fueron empresariales. Los productores de transición tuvieron en promedio 87 BE, educación básica y una SER de 12 ha, 67% de ellos realizó inseminación artificial más monta, y la alimentación ofrecida a su ganado fue muy variada. Los empresariales tuvieron en promedio 190 BE, educación profesional y una SER de 6 ha, 100% aplicó inseminación artificial, y la alimentación ofrecida al ganado consistió básicamente en alimento balanceado. La metodología de estratificación permitió la identificación de los diferentes grupos mediante la valoración ponderada e integral de sus características productivas.

2.3.1 Clasificación del grado de desarrollo de los productores en México

En México, se han desarrollado varios trabajos, tratando de tipificar los sistemas de producción desde el punto de vista socioeconómico y para establecer ventajas comparativas entre ellos y determinar el grado de rentabilidad de los mismos.

FIRA (2010) realizó una clasificación de productores para el otorgamiento de créditos, clasificándolos por el grado de ingresos denominándolos productores en desarrollo (PD) y diferenciándolos en PD1, PD2, PD3, donde los productores PD1, son aquellos que tienen un ingreso neto anual no mayor a 1,000 veces el salario mínimo de la zona donde se realiza la inversión, el PD2, son productores con ingresos mayores a 1,000 y hasta 3,000 veces el salario mínimo, el PD3, son productores que sus ingresos superan 3,000 veces el salario mínimo. En los trabajos de Caldera (2003) y Pacheco (2010), se buscaron las ventajas comparativas de un sistema de producción de lechería familiar al ser comparada con el sistema especializado. El enfoque de dichos trabajos, se basa en el uso eficiente de los recursos con que disponen estos sistemas de producción y remarcan que el sistema de producción familiar, es el que hace el

uso más eficiente de los recursos disponibles aún presentando costos de alimentación mayores en comparación con los sistemas especializados.

Pacheco (2010) clasificó a los productores en tres niveles según ponderadores obtenidos con base en la escolaridad del productor, la superficie equivalente de riego, los bovinos existentes, el valor de los activos productivos y el nivel tecnológico. Para éste último se consideraron cinco aspectos principales y se le dio una ponderación diferente de acuerdo con su importancia relativa: 25% el índice de manejo reproductivo, 25% índice de manejo sanitario, 15% índice calidad genética, 25% índice de manejo alimenticio, y 10% índice de infraestructura y equipo. Los valores obtenidos correspondían al tipo de productor y por ende a su clasificación: el tipo I subsistencia, tipo II de transición y tipo III empresarial.

2.4 El servicio de asesoría y su impacto

La asesoría o asistencia técnica es de suma importancia para un sistema de producción agropecuario, ya que influye directa e indirectamente en la eficiencia del manejo de los diversos recursos e infraestructura existente en las unidades de producción, y por ende, sobre la productividad y calidad del producto final (Núñez *et al.*, 2001). Aunado a que la asesoría en las agroempresas lecheras debe ser en las áreas técnica, financiera, administrativa y de mercado, diferenciando las necesidades con base en el nivel tecnológico de la agroempresa (Caldera, 2003; Pacheco, 2010).

Santos (2005) y Trujillo (2010) realizaron investigaciones acerca del impacto de la consultoría y asesoría integral en una agroempresa. Santos (2005) en una empresa porcina y Trujillo (2010) en una empresa de bovinos lecheros, y encontraron que el haber realizado un diagnóstico en dichas empresas ayudó a identificar la problemática y buscar alternativas de solución. La Asesoría y Consultoría CHAPINGO-AGROPEC Star resultó ser un proceso adecuado para la mejora de la empresa al facilitar el buen desempeño del asesor, además de promover la participación de todo el personal.

2.4.1 Importancia de los registros en la unidad de producción

Algunos autores como Bath *et al.* (1982), Estrella (1996), Nebel (2003), y Cabrera (2009) indican que la importancia de los registros es dar al ganadero la información detallada por vaca y por hato, para orientar hacia la toma de decisiones cotidianas, la evaluación de las prácticas administrativas y la planeación a largo plazo, así como la información completa y precisa del hato, para definir las metas con base en el diagnóstico, permitiendo así la evaluación para determinar el impacto de la reingeniería de procesos para el alcance de la meta establecida. Cabrera (2009) destaca que aplicando adecuadamente el uso de los registros, se pueden convertir muchos procesos deficientes en oportunidades.

Estrella (1996) desarrolló un programa de cómputo para el manejo de unidades de producción de bovinos lecheros. Las ventajas de utilización de este desarrollo tecnológico se basan en la operación sencilla que permite el aprendizaje rápido de su manejo, el control de diferentes áreas de las unidades de producción lecheras y facilitar la elaboración de una serie de reportes que permitan el análisis de la situación de la agroempresa y realizar propuesta de valor y con ello incrementar la rentabilidad de las unidades de producción.

Así mismo, Pacheco (2010) menciona que la importancia de un diagnóstico participativo es el proceso de aprendizaje progresivo, interactivo y flexible, el cual se ve enriquecido cuando se realiza con un equipo multidisciplinario, ya que se observa desde diferentes perspectivas el mismo fenómeno y se da una propuesta de solución integral.

El diagnóstico es de gran utilidad cuando el propósito principal es conocer la situación de la producción de la agroempresa de manera precisa. De acuerdo con Aguilar *et al.* (2002), el diagnóstico situacional estratégico es una herramienta básica de la planeación estratégica aplicada al ámbito de los agronegocios.

2.5 Principales factores que afectan la producción lechera

Sánchez *et al.* (2008) mencionan que los factores limitativos al desarrollo de los sistemas ganaderos tienden a ser más complicados que los agrícolas, debido a que: a) en la mayoría de los casos los datos son escasos y a veces no comparables entre sistemas ganaderos y, b) los sistemas ganaderos son más dinámicos que los sistemas agrícolas, ya que las interacciones entre sus componentes están fuertemente relacionadas a cambios en las estrategias de manejo y estado fisiológico de los animales, lo cual cambia día a día, haciendo con esto que las relaciones se presenten de una manera compleja.

Según los investigadores Wattiaux (1998) y Philpot (2004) el incremento o disminución en la producción láctea se basa en gran medida en el manejo del hato, así mismo, mencionan que el conocer y realizar adecuadamente el manejo sanitario, reproductivo, administrativo, así como la disponibilidad y la calidad de los alimentos, selección o mejoramiento genético y el clima determinan la productividad y competitividad de la agroempresa, ya que estos factores son de una amplia repercusión económica y por lo tanto inciden en los costos de producción de una unidad de producción.

Enevoldsen *et al.* (1995, citados por Sánchez *et al.*, 2008) mencionan que los principales factores limitativos para los sistemas pequeños de producción de leche son: el bajo precio al que se paga por el producto y el menor nivel de ingreso diario; para los sistemas medianos y grandes, el principal factor limitativo para su desarrollo es la alta dependencia de insumos externos para la alimentación animal. En los sistemas grandes, se evidenció un manejo inadecuado del recurso tierra (menor carga animal). Así mismo, otros factores que afectan a los tres sistemas son: a) el nivel de ingreso económico a las unidades de producción lechera determinado por el bajo precio de la leche, y b) la participación del intermediario en la definición del precio de litro de leche, sin considerar elementos técnicos que determinan la oferta y demanda de la leche. Así mismo, la región en donde se encuentre la agroempresa, influirá en la producción de leche; en el trópico es aproximadamente la cuarta parte de lo que

se logra en las zonas templadas. La menor producción de leche en las vacas de primer parto puede explicarse al hecho de que éstas no han alcanzado su desarrollo completo, y destinan una buena parte del alimento para su crecimiento y el desarrollo del tejido mamario (Eicker *et al.*, 1996; Caldera, 2003).

Schmidt y Van Vleck (1974), y Escamilla y Solís (1990) mencionan que los niveles de producción de leche se ven afectados a medida que el animal alcanza el máximo desarrollo en la capacidad ruminal y el desarrollo de la glándula mamaria, se estima que una vaquilla de primer parto a los 24 meses de edad, produce aproximadamente el 75% de la producción de una vaca adulta, a los tres años el 85%, entre los cuatro y cinco años produce, aproximadamente el 92 y 98%, respectivamente, y a los siete años llega al 100%. Después que ha pasado la edad de máxima producción de leche, a los ocho años de edad, empieza una ligera reducción hasta llegar la vaca a la muerte o al desecho.

Un factor importante para medir la producción de leche, son los días al pico de lactancia, los cuales se han tipificado en un rango de 40 y 70 días posparto, posteriormente al pico, la producción de leche tiende a disminuir (Caldera, 2003; González *et al.* 2005). Mariscal *et al.* (2007) reportaron que el comportamiento de la curva de la lactancia en una agroempresa con nivel tecnológico bajo presenta un pico de producción bajo, pero mantiene una producción más persistente después del pico de lactancia, el nivel tecnológico medio presenta una alta producción inicial y una más rápida fase de descenso, que la hace menos persistente que la lactancia de nivel tecnológico bajo. La curva en la lactancia de nivel tecnológico alto, se caracteriza por vacas de mayor producción, presentando un pico de producción más alto, y alcanzando el mismo en un periodo más largo que el nivel tecnológico medio; diferenciando entre las tres que la curva de producción del nivel tecnológico bajo no supera los 305 días en producción, y la curva de los otros niveles superan los 305 días.

2.6 Indicadores de desarrollo de agroempresas lecheras

En los sistemas de producción de leche se ha venido buscando la manera de alcanzar los índices de producción más altos por hato, así como lograr un parto vaca⁻¹ año⁻¹, ya que con esto se logra tener un mayor número de lactancias en la vida productiva de los animales y se disminuyen costos de mantenimiento de los mismos. De esta manera se incrementan los beneficios, considerando que la eficiencia reproductiva aumente, por lo tanto se ha orillado a la utilización del ganado Holstein, que representa la raza más importante en la ganadería lechera nacional por los niveles de producción, prolificidad, docilidad y especialización. Autores como Salas (1998) en Jalisco; Hernández-Reyes *et al.* (2000) en Yucatán y Lemus-Ramírez, *et al.* (2008) en Querétaro han reportado valores en la producción en sistemas intensivos que varían de 2,716 a 7,393 kg, los cuales presentan variación en la producción de una agroempresa a otra, esto se puede deber al nivel nutricional, instalaciones, manejo de hato, sanidad, calidad, genética de los hatos y tiempo en que se cuantifica la producción. Aunado a esto indicadores productivos de ganado bovino Holstein, los parámetros productivos en el hato son muy variables y tienen la finalidad de ser utilizados para evaluar, programar, mejorar y desarrollar la empresa en cuestión (Rivera-Rodríguez *et al.*, 2009).

Wattiaux (1998) argumenta que los indicadores productivos, reproductivos y financieros muestran un panorama acerca de la situación en que se encuentra la agroempresa, al mismo tiempo permite su análisis y la toma de decisiones para el desarrollo de la unidad productiva de interés.

Un factor que restringe la productividad de la ganadería es la baja eficiencia reproductiva y el anestro, lo cual está asociado en forma directa con el efecto negativo del amamantamiento, problemas al parto o deficiencias alimenticias, lo que se manifiesta por prolongados periodos de anestro posparto y largos intervalos entre partos (Hernández-Reyes *et al.*, 2000).

Botero y Rodríguez (2006) mencionan en su escrito que el intervalo de partos, concentración geográfica de la producción, grado de intensificación, grado de inversiones, gastos operacionales, tamaño del rebaño, uso potencial de nuevas opciones forrajeras, productividad por vaca y unidad de área, son entre otros algunos factores que inciden sobre los costos de producción de leche y sobre la rentabilidad y competitividad del sistema.

Los indicadores reproductivos del hato son aspectos importantes ya que tienen impacto en los costos de producción del ganado. La eficiencia reproductiva determina en gran medida la rentabilidad de una empresa ganadera, ya que ésta depende del periodo de producción de las hembras (Vergara *et al.*, 2008).

Según De Alba (1985), es necesario poner énfasis en mejorar los parámetros reproductivos (intervalo entre partos, intervalo parto primer servicio, porcentaje de concepción en los primeros servicios, número de servicios por concepción y días abiertos), ya que éstos determinan el grado de progreso del hato.

2.7 Indicadores reproductivos

2.7.1 Periodo de gestación (DG)

El periodo de gestación, es el intervalo desde la concepción hasta el parto posterior. En el ganado lechero, en especial en la raza Holstein, el largo de la gestación se encuentra en promedio de 279.46 días (Valle, 1995; Johanson *et al.*, 2011) los cuales están dentro del rango mencionado por Hafez (1987) de 262-309 d.

En los estudios reportados por Ramírez y Segura (1991), Valle (1995), Lozano *et al.* (2005), Norman *et al.* (2009a), y Heins *et al.* (2010) mencionan que los factores genéticos y ambientales puedan afectar el periodo de gestación y coinciden en que el número de parto es importante para explicar la longitud de la gestación. Norman *et al.* (2009a) presentaron en su estudio 277.8 y 279.4 días para las novillas y vacas Holstein, respectivamente con una desviación

estándar de 5 a 6 días. Ramírez y Segura (1992) y Heins *et al.* (2010) reportaron valores similares de 278 días.

Norman *et al.* (2009b) y Ruiz y Núñez (2010), mencionan que los partos ya sea de hembras en producción o secas, que ocurren en menos de 30 días antes de la fecha esperada de parto (280 d como periodo normal de gestación) son considerados partos normales, si ocurren 30 días antes de la fecha esperada del parto deben codificarse como anormales (abortos). Así mismo, Ramírez y Segura (1992) y Ruiz y Núñez (2010) mencionan que no se deben de utilizar las lactancias de partos químicos para la estimación de indicadores productivos y reproductivos a nivel del hato.

Ramírez y Segura (1991), Norman *et al.* (2009a) y Heins *et al.* (2010) observaron que en las vacas Holstein, el periodo de gestación es diferente entre año de parto y la época de parto, tal comportamiento describe las condiciones ambientales que afectan la eficiencia productiva y reproductiva debido a las variaciones en la temperatura, humedad relativa, intensidad de radiación, etc. (West, 2003).

Así mismo, Ramírez y Segura (1991), Valle (1995) y Norman *et al.* (2009a), describen que la duración en la lactancia es un efecto que repercute sobre la gestación. Heins *et al.* (2010), en un estudio en base a los registros de la USDA en vacas Holstein especializadas para la producción de leche en Estados Unidos, reportan que el sexo de la cría, y la raza no afecta el largo de la gestación.

2.7.2 Intervalo parto primer celo (IPPC)

La primera ovulación posparto (IPPC) es uno de los parámetros que se ha correlacionado con la fertilidad, biológicamente el primer celo puede ocurrir de los 14 a 22 días después del parto. El IPPC suele ser de entre 19 y 22 d (Fonseca *et al.*, 1983; Darwash *et al.*, 1997). En los sistemas en pastoreo el intervalo es de 43 d (McDougall *et al.*, 1995) donde se suele establecer para optimizar el uso de la tasa máxima de crecimiento de los pastos en primavera y

principios del verano (Rhodes *et al.*, 2003) y en las vacas en sistema de ordeña mecanizada puede variar entre 20 y 86 días (Lamming *et al.*, 1998). Según Marini *et al.* (2004), los signos del primer celo son muy pobres y se sabe que las señales del celo y la tasa de concepción mejoraran durante el tercer celo a los 50 ó 60 días, y donde la rápida reanudación del ciclo estral después del parto es importante para incrementar la eficiencia reproductiva del hatos. Rhodes *et al.* (2003) mencionan que la ovulación se retrasa cuando las concentraciones de estradiol son bajas con relación a las de LH en la pituitaria y las hormonas metabólicas (insulina y factor de crecimiento parecido a insulina) están presentes en la circulación.

Los retrasos en el comienzo de la ovulación y la expresión del estro se asocian con la reducción de las tasas de concepción, tasas de preñez e incremento en los días abiertos (parto-concepción); estos últimos son el resultado de la fertilidad durante la inseminación, siendo mayor el intervalo en vacas que han mostrado más de un estro antes del inicio de la reproducción en comparación con las vacas inseminadas en el primer estro (Thatcher y Wilcox, 1973; Macmillan y Clayton, 1980; Darwash *et al.*, 1997). Por otra parte, las vacas que no han sido observadas en estro durante los primeros 60 días después del parto tienen un riesgo mayor de ser desechadas comparadas con las vacas que han mostrado estro (Opsomer *et al.*, 1998). Esslemont *et al.* (2001) mencionan que en las vacas lecheras con rendimientos medio y alto, hay un beneficio económico en la reducción del número de animales con un intervalo prolongado de días abiertos (DA).

Uno de los principales problemas a los que se enfrentan las agroempresas lecheras es a la ineficiencia para detectar una vaca en estro. Ya que la escasa capacitación del personal o descuido repercuten en los parámetros de fertilidad.

En México, en el mejor de los casos se identifica el 60% de las vacas en celo y en los casos extremos sólo el 30% (Hernández, 2000). Ramírez y Segura (1992) resaltan que la eficiencia en la detección de calores impacta en los

parámetros reproductivos del hato y en la eficiencia; así mismo, hacen más eficiente el uso de la inseminación artificial.

Desde hace más de 50 años se ha aplicado la práctica de inseminación AM-PM y PM-AM, entendiéndose que las vacas que presentan celo en la mañana son inseminadas en la tarde y las detectadas en la tarde se inseminan en la mañana siguiente. Esta práctica asegura la fertilidad, siempre y cuando se cuente con una eficiente detección de celos; sin embargo, en condiciones deficientes, no se sabe si la vaca en celo se encuentra en las primeras o en las últimas horas del periodo de aceptación. Si se programa la inseminación 12 h después, es probable que se realice demasiado tarde, cuando ya haya ocurrido la ovulación (Zarco y Hernández, 1996).

Actualmente, se sabe que el periodo del parto a la primera ovulación ha aumentado; en 1964 era de 29 ± 3 días. Fonseca *et al.* (1983) determinaron 20.8 días y actualmente es de 43 ± 5 días (Heins *et al.*, 2010). González (1985) reportó la presencia en promedio del IPPC a los 60 días, en un rango de 45-60 días, lo cual coincide con el rango que Hafez (1987) determinó de 35-80 días posparto para ganado Holstein; y Ramírez y Segura (1992) reportaron 48.6 d IPPC. Lara *et al.* (2002) en un hato de 1150 vacas con una producción de leche de 9683 kg ajustada a 305 observaron 45.8 ± 2.7 d IPPC.

Aunque a lo largo de la historia la modificación de este valor depende de factores ambientales, genéticos o de producción que lo alejan de lo biológicamente posible; por ejemplo Cristiani *et al.* (1993) reportan valores de 63.9 ± 21.8 días en vacas en pastoreo; Aranguren-Méndez *et al.* (1996) reportan 128 días, esto posiblemente por ser animales 5/8 Holstein; Hernández-Fernández *et al.* (1998) reportan datos de 110.7 ± 38.43 en un tratamiento con implante de crestar (norgestomet) y 165.63 ± 57.68 con animales sin tratamiento hormonales. Marini *et al.* (2004) identificaron intervalos de 40-70 días; Domínguez *et al.* (2004) reportan 90 días en promedio; Arana *et al.* (2006) determinaron valores de 41.2 ± 20.2 ; Ríos-Utrera *et al.* (2010) reportan 73.5 d; lo

anterior indica la gran variación del IPPC por la gran diversidad de sistemas y la eficiencia técnico-productiva de éstos.

En México, el IPPC en sistemas de producción lechera a pequeña escala (hatos de 5 a 20 vacas) con producciones diarias de leche de 21.3 ± 0.39 kg, es de 32.3 ± 2.3 días (Salas, 1998). En contraste en un hato de 1150 vacas con una producción de $9,683$ kg leche año⁻¹ y que presentan un IPPC de 45.8 ± 2.7 (Lara *et al.*, 2002).

El intervalo del parto a la primera ovulación es afectado principalmente por los cambios metabólicos que ocurren después del parto. Así, se ha observado que la pérdida de condición corporal de más de 1 punto (escala 1 a 5) durante las primeras cuatro semanas posparto alarga el periodo del parto a la primera ovulación (Cristiani *et al.*, 1993). Rhodes *et al.* (2003) mencionan que algunas opciones para reducir el IPPC, son la aplicación de hormonas y las estrategias de manejo. Los tratamientos hormonales consisten en la aplicación de progesterona para obtener un celo, restablecimiento de la duración normal lútea y una mejora en la tasa de preñez. Las intervenciones hormonales también tienden a producir resultados más predecibles en comparación con algunas estrategias de manejo como el control de la condición corporal o la ingesta diaria posparto. Así mismo, la aplicación de hormonas ayuda a la sincronización del estro, lo que facilita el uso de la inseminación artificial. Sin embargo, las respuestas al tipo de tratamiento son variables y están relacionadas con los factores que influyen en la duración de la IPPC, como la condición corporal y el tipo de parto.

Aranguren-Méndez *et al.* (1996), Segura-Correa *et al.* (2001), Marini *et al.* (2004), Ríos-Utrera *et al.* (2010) en sus investigaciones encontraron que algunas de las variables que explican el intervalo parto primer celo son: el número, año, y época de parto; en tanto que Cristiani *et al.* (1993), Segura-Correa *et al.* (2001), y Arana *et al.* (2006) consideran como variable en común el número de parto. Sin embargo, todos los investigadores antes citados incluyen la producción de leche como un factor importante que influye

directamente en el intervalo parto primer celo. Y en una menor grado el sexo de la cría, condición corporal y raza.

2.7.3 Intervalo parto primer servicio (IPPS)

El intervalo parto primer servicio (IPPS) es el tiempo que transcurre entre el parto y la primera inseminación, que puede variar de 50 a 80 días y cuya variación depende de la involución uterina y los problemas posparto que se hayan presentado, como son retención placentaria, metritis, piometra, entre otros (Antúnez, 1994). Por su parte, Wattiaux (1998) agrega que este parámetro también está influenciado por la función ovárica posparto, la eficiencia en la detección de celos y por la decisión de manejo de cuando comenzar a servir las vacas.

Thatcher y Wilcox (1973) mencionan que el número de ciclos previos a la primera inseminación están correlacionados positivamente con la fertilidad, y donde la fertilidad es baja. Por otra parte, se han observado cambios en las características de las fases lúteas de la primera ovulación en vacas altas productoras. En estudios realizados por Opsomer *et al.* (1998) y Lamming y Darwash (1998) es evidente que la incidencia de fases lúteas anormales es mayor en las vacas modernas que en vacas de hace 20 años. En el estudio realizado en México por Lara *et al.* (2002), se observó que el 23% de las vacas presentaron fases lúteas largas durante el posparto.

Fonseca *et al.* (1983) en un estudio con 20 vacas Holstein, en la Universidad de Carolina del Norte, mencionan una media para el IPPS de 87.6 d; González (1985) y Ramírez y Segura (1992) reportaron un rango de 60 a 80 días para realizar el primer servicio en ganado Holstein, considerando el día 85 como el límite. Martínez (1999) reporta un valor de 98 días para un establo específico en Texcoco, México, siendo éste semejante a lo reportado por Marini *et al.* (2004), con un rango de 60 a 95 días; González-Recio *et al.* (2005) mencionan en promedio 85 d, con un rango de inseminación de 1.68 a 2.11 servicios; Arana *et al.* (2006) reportan 118.4 ± 69.2 , siendo éste mayor a lo citado por Romero

(2007), el cual presenta un intervalo de 48 a 67 días, esto debido posiblemente a que los animales estaban bajo condiciones de suplementación de selenio y vitamina E. Sewalem *et al.* (2008) en un reporte proveniente de un hato de 1,702,857 vacas, determinaron un IPPS de 90 días; Hou *et al.* (2009) reportan 80.5 ± 40.0 de IPPS en vacas de la Federación de Ganado Holstein.

Norman *et al.* (2009b), con base en la información de la USDA, mencionan que la primera inseminación posparto para las Holstein con promedio de producción de leche arriba de los 9000 L, se presentó a los 92 días en 1996 y a los 85 días en 2007, siendo éstos mayores en vacas de más de dos partos que en las de primer parto. Así mismo, los días a la primera inseminación posparto fueron de 78 días en el noreste de Estados Unidos, y de 92 en la región montañosa, siendo semejante a lo reportado por Ríos-Utrera *et al.* (2010).

Autores como Marini *et al.* (2004), Romero (2007), Norman *et al.* (2009b), y Ríos-Utrera *et al.* (2010) convergen en que el número de parto es un factor que explica el comportamiento del IPPS, aunque en el estudio de De Vries *et al.* (2010) mencionan que en 2001, con 727 vacas Holstein, con un producción de $37 \text{ kg leche día}^{-1}$, se presentaba un periodo de espera voluntario (PEV) de 49.5 d, IPPS 85.7 d, DA de 161.3 d con un 13.1% de animales sincronizados, y donde a partir de las tendencias de los hatos modernos de obtener mayor producción, reporta en el año 2006, con el mismo número de animales pero con niveles de producción de $38.1 \text{ kg leche día}^{-1}$, se presentan 52 d PEV, 81.9 IPPS, 156.7 DA y 29.4% sincronizados.

Segura-Correa *et al.* (2001), Marini *et al.* (2004), Romero (2007), Norman *et al.* (2009b), y Ríos-Utrera *et al.* (2010) consideran importante el año y época para el intervalo parto primer servicio. Y en una forma poco frecuente, la raza y la producción en estos estudios no son consideradas como significativas aunque siguen siendo importantes en el comportamiento biológico del animal.

2.7.4 Servicios por concepción (SPC)

Este índice refleja el número de servicios necesarios para que la hembra en el hato logre concebir; sin embargo, tiene algunas desventajas, ya que sólo toma en cuenta los animales que resultan preñados, obviando así los servicios de las vacas vacías, infértiles o que hayan sido eliminadas (Aranguren-Méndez *et al.*, 1996; González-Recio *et al.*, 2004). En México, los valores reportados para este indicador varían de 1.52 a 2.5 en zonas templadas (De Alba 1985; Ramírez y Segura, 1992; Tapia, 1995; Martínez, 1999; Ríos-Utrera *et al.*, 2010).

Los hatos con 2.5 SPC, reflejan una alta incidencia de infecciones o mal manejo nutricional; por el contrario, cuando las prácticas de manejo son adecuadas se puede disminuir hasta 1.5 servicios y esto trae como resultado una buena fertilidad (De la Vega, 1997). Aunque cabe destacar lo reportado por Romero (2007) quien menciona intervalos de 1.21 ± 0.65 a 4.02 ± 0.52 , este último, por efecto de toxicidad al aplicar vitamina E y selenio.

Aranguren-Méndez *et al.* (1996) reportaron que en vacas 5/8 Holstein de la Universidad de Zulia, presenta 2.6 ± 1.6 en animales al primer parto y 2.6 ± 1.5 en animales de 2 o más partos. Así como vacas que producen de 2,500 a 3,500 L de leche, un SPC de 1.7 ± 0.9 y de vacas arriba de 3500 L, 2.3 ± 1.5 ; siendo mayor lo reportado por Marini *et al.* (2004) de 1-4 SPC. Corea-Guillén *et al.* (2008) en El Salvador encontraron valores de 1.51 SPC.

Aranguren-Méndez *et al.* (1996), Marini *et al.* (2004), Romero (2007), Corea-Guillén *et al.* (2008), y Ríos-Utrera *et al.* (2010) consideran que el número de partos es un factor importante. Aranguren-Méndez *et al.* (1996), Marini *et al.* (2004), Ríos-Utrera *et al.* (2010) en base a sus investigaciones resaltan que son importantes el año y época de parto, la raza y peso de la vaca también son importantes (Romero, 2007; Corea-Guillén *et al.*, 2008).

Una forma de medir la efectividad de los servicios, es el porcentaje de concepción al primer servicio (PCPS) y se refiere a la efectividad a la primera inseminación en vaquillas que tienen al primer servicio, o de las vacas que

después de un parto se pretende que queden gestantes lo más pronto posible (Martínez, 1999). Dhaliwal *et al.* (1996, citados por Martínez, 1999) reportan que el PCPS se ve afectado por la producción de leche, así se tiene para vacas altas y bajas productoras un valor promedio de 45.5 y 52.8, respectivamente.

Aunque en forma general y según las características de las empresas de bovinos lecheros, Weigel *et al.* (2003) mencionan valores de 2.18 SPC en la utilización de monta natural, 2.63 SPC en la utilización de sólo inseminación artificial (IA) y 2.46 para servicios mixto en vacas de Wisconsin. El estudio cuantifica los beneficios que los productores pueden obtener al controlar los desechos de animales, así como la inversión en instalaciones para la manipulación de los animales, control de temperatura, parto, y confort de las vacas, así como los beneficios de mano de obra y uso de la IA. Así como la importancia de mejorar las condiciones de salud y supervivencia de vacas altas productoras.

Otro indicador importante relacionando con los SPC, es la tasa de preñez (TP), la cual muestra el porcentaje de vacas que se preñan cada 21 días, del total de vacas aptas (“elegibles”), para preñar en esos 21 días, este indicador es considerado la medida clave de la reproducción. Ya que se mide de una forma dinámica (y no histórica) la eficiencia reproductiva del hato puesto que se evalúa cada 21 días.

Norman *et al.* (2009a) reportan que la tasa de preñez en animales de raza Holstein en Estados Unidos, fue mayor en el suroeste con 28.3% y más baja para el medio oriente y sureste 22.2%. Eicker *et al.* (1996) mencionan que el porcentaje de preñez (PP) de los 28 a 32 días post inseminación artificial (IA) en vacas lecheras en lactancia varía del 40 al 47%; otros autores, señalan que el PP varía según el año, ya que en 1951 se reportan estudios donde se preñaba el 65% de las vacas servidas mientras que en 2000 se obtiene menos del 40%, mientras que la tasa de concepción en vaquillas lecheras llegan a casi 75% (Eicker *et al.*, 1996; Hernández, 2000). De la misma manera, la pérdida de

preñez en vacas lecheras en lactancia es mayor (20%) que en vaquillas de unidades de producción lecheras (5%).

Aunado a esto, Norman *et al.* (2009b) mencionan que el uso de inseminación a tiempo fijo después de celo parece haber reducido el IPPS y aumentó el número de crías por lactancia, mientras que se redujeron los DA y el IEP. Caldera (2003) menciona que la producción de leche y el comportamiento reproductivo de las vacas están asociados con el nivel tecnológico de las agroempresas, observando una relación inversa entre estas variables.

2.7.5 Días abiertos o intervalo parto-preñez (DA)

Corresponde al número de días promedio entre el último parto y la fecha de servicio fértil. Éste es el indicador más importante de la función reproductiva y está basado en la evaluación de los registros reproductivos de un periodo reproductivo, Partiendo de este hecho, Hafez (1987) reporta que el óptimo para un animal de raza Holstein es <100 días, esto es semejante a lo reportado por Caldera (2003) considerándose un buen intervalo entre los 85 a 110 días abiertos. Aunque para González (1985), el rango identificado fue entre los 100 y 120 días; y Abdallah y McDaniel (2000) señalan rangos de 155 y 299 DA de animales con niveles de producción de 1814 a 15,876 kg. Lo anterior es semejante a lo mencionado por Sewalem *et al.* (2008) que reportan que en 1,702,857 vacas determinaron 150 DA, diferente a lo señalado por Hou *et al.* (2009) quienes al analizar vacas Holstein reportan 120.4 ± 66.40 , diferente a lo mencionado por Pinedo y De Vries (2010) que presentan en su estudio un valor de 146.5 DA y 63.5 días secos. Así también, De Vries *et al.* (2010) indicaron que en un hato con 727 vacas, con producción de 37 kg leche día⁻¹, se presentaba un periodo de espera voluntario (PEV) de 49.5 d, 85.7 d IPPS, y 161.3 DA, y en el 2006 con 38.1 kg leche día⁻¹, se presentan 52 d PVE, 81.9 IPPS, 156.7 DA, incrementándose al doble el uso de protocolo de sincronización.

Considerando algunos de los estudios, se ve una gran diferencia de valores máximos reportados para los días abiertos, esto difieren por año, y lugar de investigación, así como lo menciona Ramírez y Segura (1992) que reportan valores de 131.6 ± 76.7 días en el noreste de México; Cristiani *et al.* (1993) identificaron 97.87 ± 8.1 en animales mezclados con Holstein en Venezuela; Makuza y McDaniel (1996) reporta >100 DA en vacas Holstein Zimbabwe cuando éstas sólo tuvieron un periodo seco <40 d; 127 DA en la primera lactancia, con una edad al parto de 31 meses; 123 y 127 DA en la segunda y tercer lactancia. Y en el Norte de Carolina reportan 132, 135 y 136 DA en la primera, segunda y tercer lactancia, respectivamente; Hernández-Fernández *et al.* (1998) mencionan un valor máximo de 174.28 ± 57.48 días; Caldera (2003) reportó en unidades de producción lecheras con nivel tecnológico bajo un promedio en vacas del tercer parto de 185 DA, lo cual difiere de Marini *et al.* (2004) y González *et al.* (2005), que reportan intervalos de 70 a 140 días y presentando registros de hasta 310 días. González *et al.* (2005) mencionan 122 días en promedio. Domínguez *et al.* (2004) reportan en vacas con buena condición corporal en promedio 86.03 días abiertos. Aunque Norman *et al.* (2009b), en los Estados Unidos de América y con base a la información de la USDA reportan, 127 y 157 DA en la región montañosa, aunque cabe destacar que los animales en estas regiones oscilan entre los 9300 L leche lactancia⁻¹. Ríos-Utrera *et al.* (2010) presenta 102 días en animales Holstein en condiciones tropicales.

La producción de leche día⁻¹ decrece conforme se incrementan los DA. Esto es porque los DA adicionales resultan en lactancias más largas, de tal manera que la producción de leche de los días extras es menor. Adicionalmente, los DA afectan los días secos y la tasa de declinación de la producción después del pico de la lactancia (persistencia). Las vacas de primer parto tienden a ser más persistentes y esta persistencia tiende a ser menos afectada por los DA que en aquellas con más de un parto (Olds *et al.*, 1979, citado por Estrella, 1996).

Autores como Arana *et al.* (2006), Vargas-Leitón y Romero-Zúñiga (2010) presentan 171.3 ± 105.5 y 124.9 ± 164.8 días en épocas de lluvias, respectivamente, y mencionan que la incorporación del nivel tecnológico puede ser un factor clave para determinar los efectos y comportamientos de los días abiertos. González-Recio *et al.* (2004) mencionan que animales con valores >330 DA deberían de ser desechados para no contribuir negativamente a la eficiencia reproductiva del hato.

Autores como Ramírez y Segura (1992), Cristiani *et al.* (1993), Aranguren-Méndez *et al.* (1996), Domínguez *et al.* (2004), Marini *et al.* (2004), Ríos-Utrera *et al.* (2010), Vargas-Leitón y Romero-Zúñiga (2010) resaltan en sus investigaciones que el número, año, época de partos, condición corporal, producción de leche, la raza y en menor grado, sexo de la cría y zona agroecológica son importantes variables que explican el comportamiento de los días abiertos en la producción bovina. En contraste, Romero (2007) y Corea-Guillén *et al.* (2008) toman como factores importantes, el número de parto y la condición corporal del animal. Así mismo, Hernández-Fernández *et al.* (1998) consideran como determinante el año de parto, la producción de leche, edad de la vaca y sexo de la cría. Y Vargas y Ulloa (2008) sólo identifican como importante la raza del animal.

Fonseca *et al.* (1983), en un estudio con 20 vacas Holstein, identifican 109.2 DA y señalan que por cada 100 kg que se incrementa la producción en los primeros 70 días de lactancia, se incrementan 3.4 d los DA. González-Recio *et al.* (2004) mencionan 117 DA y el incremento en 15 d de los DA y de 1.7 a 2 SPC se incrementa el costo de 4.9 a 67.32 dólares año⁻¹ vaca⁻¹ por unidad de cambio en los SPC. Esto debido a que se ha determinado una correlación negativa entre el rendimiento y los DA; ya que al aumentar 1000 kg de rendimiento en la producción de leche, se incrementaría en 8 DA más (Abdallah y McDaniel, 2000).

2.7.6 Intervalo entre partos (IEP)

El intervalo entre partos (IEP) es el tiempo que transcurre entre un parto y el subsecuente, o es el número de días promedio entre dos partos consecutivos. El IEP está determinado por el lapso que se deja pasar entre el parto y el servicio efectivo (días abiertos) y la duración de la gestación, por lo tanto, la principal forma de controlarlo es a través de reducir el número de días abiertos (Wattiaux, 1998).

El IEP es uno de los parámetros frecuentemente utilizado para evaluar la fertilidad de los animales de un hato ganadero. Asumiendo que no existen diferencias en el periodo de gestación y está determinado por la duración del intervalo parto primer celo (IPPC), el intervalo parto primer servicio (IPPS) y el intervalo parto concepción (DA) (Lemus-Ramírez *et al.*, 2008). De ahí la importancia de determinar ese y otros indicadores que permitan señalar y predecir la eficiencia reproductiva y determinar los causales de la infertilidad.

Hafez (1987) reporta un IEP de 12 a 14 meses, siendo el óptimo <380 días (12.45 meses); este valor es diferente a lo reportado por Valle (1995), González-Recio *et al.* (2004), Hare *et al.* (2006), Ossa *et al.* (2006), Pino *et al.* (2009) y Pérez y Gómez (2009) los cuales determinaron 446.31, 400, 401 a 405, 433.6 ± 3.69 , 467 y 416 ± 2.6 días, respectivamente. Aunque Rodríguez-Hernández (1993, citado por Valle, 1995) reportó un promedio de 521.1 d para la raza Holstein explotada en ambiente cálido húmedo; en contraste Días y Allaire (1982) mencionan 340 d de IEP. Según lo reportado por Valle (1995), la mayor duración del IEP, se presentó del primero al segundo parto (481 d) con relación del segundo al tercero y del tercero al cuarto (427 y 431 d, respectivamente). Estos valores son superiores a los reportados por González (1985) quien encontró un intervalo entre partos entre los 365 y 400 d.

Caldera (2003) reportó valores de 387.5 días en vacas Holstein en animales de lechería familiar con nivel tecnológico bajo y en vacas con más de tres partos

reportó 397.3 d, siendo este último diferente a lo reportado por González *et al.* (2005) para animales del mismo número de partos el año 2001 (13.5 meses).

En una investigación realizada en un sistema en pastoreo en clima templado en México, Lemus-Ramírez *et al.* (2008) reportaron 12.9 ± 0.4 meses de IEP. En un ambiente subtropical en el estado de Puebla, el IEP fue de 408.4 d según lo reportado por Ríos-Utrera *et al.* (2010). Norman *et al.* (2009b) analizando las bases de datos de las USDA, determinando un intervalo entre partos para el suroeste de EUA de 406 d y uno más largo para el Medio Oriente de 434 d.

Caldera (2003) señala que la mejor eficiencia reproductiva está determinada por el IEP y DA los cuales al hacer más eficiente el uso de las técnicas reproductivas y una menor pérdida de condición corporal en el periodo posparto presentará una reducción de los días a la primera ovulación y el IPPC.

Algunos autores como Duarte *et al.* (1980), Ramírez y Segura (1991), Valle, (1995), Aranguren-Méndez *et al.* (1996), Hernández-Reyes *et al.* (2000), García *et al.* (2002), Ossa *et al.* (2006), Norman *et al.* (2009b), Pérez y Gómez (2009), Pino *et al.* (2009) y Ríos-Utrera *et al.* (2010) resaltan que algunas de las variables que explican el comportamiento de esta variación son: el año, la época y el número de partos. Así como que en diversas investigaciones muestran que la raza y el lugar de procedencia pueden influir en tales resultados.

Para explicar estos efectos, Pino *et al.* (2009) mencionan que en cuestión de agroempresa o finca, las diferencias presentes se pueden deber a la diferencia en el manejo y la tecnología utilizada para mejorar la producción de leche. Para el efecto de año podría estar influenciado por el cambio en el manejo, alimentación, cambios ambientales que afectan de manera directa la producción de leche año tras año, así como la adición de suplementos en la ordeña.

El efecto de época se ve reflejado en la disponibilidad de alimentos en meses específicos o épocas del año, la alta temperatura aunada a la alta humedad

relativa puede generar incomodidad en los animales retrasando el inicio de la actividad ovárica. Y el número de parto o lactancia está influenciado por el volumen de producción entre la primera y todas las demás. Esto puede explicarse porque en vacas con más de una lactancia no requieren mayor gasto energético para su crecimiento y desarrollo fisiológico: por ende la producción y reproducción será mejor.

2.8 Literatura citada

- Abdallah, J. M., and B. T. McDaniel. 2000. Genetic parameters and trends of milk, fat, days open, and body weight after calving in North Carolina experimental herds. *Journal of Dairy Science* 83: 1364-1370.
- Aguilar V., A., A. González, y J. J. Rodríguez B. 2002. Diagnóstico situacional estratégico en empresas lecheras de La Comarca Lagunera en el norte-centro de México. *Revista Mexicana de Agronegocios VI (11):* 495-507.
- Antúnez C., J. M. 1994. Análisis técnico financiero de los sistemas de producción de leche bovino (familiar y colectivo ejidal) en la comunidad La Loma, municipio de Lerdo, Dgo. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México. 26 p.
- Arana D., C., L. Echevarría C., y J. Segura C. 2006. Factores que afectan el intervalo parto-primer servicio y primer servicio-concepción en vacas lecheras del Valle del Mantaro durante la época lluviosa. *Revista de Investigaciones Veterinarias Perú* 17(2): 108-113.
- Aranguren-Méndez, J. A., C. González-Stagnaro, W. Isea V., y J. Goicochea L. 1996. Índice reproductivo en vacas cruzadas 5/8 Brahman, 5/8 Holstein y 5/8 Pardo Suizo. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Zulia* 6(3):141-147.
- Bath, D. L., F. N. Dickinson, H. A. Tucker, y R. D. Appleman. 1982. *Ganado Lechero; Principios, Prácticas, Problemas y Beneficios*. Agustín Cortín Sanz. 2ª edición. Interamericana S. A. de C. V. México. 54 p.
- Botero A., L., y D. Rodríguez M. 2006. Costo de producción de un litro de leche en una ganadería del sistema doble propósito, Magangué, Bolívar. *Revista MVZ Córdoba* 11(2): 806-815.
- Cabrera V., E., D. Solís., and J. Del Corral. 2009. Determinant of technical efficiency among dairy farms in Wisconsin. *Journal of Dairy Science* 93: 387-393.
- Caldera N., N. A. 2003. Comportamiento de ganado Holstein en agroempresas de lechería familiar con diferente nivel tecnológico. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. México. 83 p.

- Corea-Guillén E., E., J. F. Alvarado-Panameño, y L. V. Leyton-Barrientos. 2008. Efecto del cambio en la condición corporal, raza y número de partos en el desempeño reproductivo de vacas lecheras. *Revista Agronomía Mesoamericana* 19(2): 251-259.
- Cristiani, M. L., M. Romero B., O. Araujo F., y N. Madrid B. 1993. Determinación de progesterona postparto y comportamiento reproductivo en vacas mestizas. *Revista de la Facultad de Agronomía LUZ* 10: 143–161. http://www.revfacagronluz.org.ve/v10_2/v102z004.html. Consultado el 2 de noviembre de 2011.
- Darwash, A. O., G. E. Lamming, and J. A. Woolliams. 1997. The phenotypic association between the interval to post-partum ovulation and traditional measures of fertility in dairy cattle. *Journal of Animal Science* 65:9–16.
- De Alba, J. 1985. *Reproducción Animal*. Prensa Medica Mexicana. México, D. F. 56p.
- De la Vega C., A. 1997. Manejo reproductivo del rodeo bovino lechero. *Boletín Pecuario*. No.15.5. http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=2294749&pid=S0122-0268200500020000700026&lng=es. Consultada el 1 de mayo de 2010.
- De Vries, A., J. D. Olson., and P. J. Pinedo. 2010. Reproductive risk factors for culling and productive life in large dairy herds in the eastern United States between 2001 and 2006. *Journal of Dairy Science* 93:613-623.
- Días, F. M., and F. R. Allarire. 1982. Dry period to maximize milk production over two consecutive lactations. *Journal of Dairy Science* 65:136-145.
- Domínguez C., N. Martínez, y O. Colmenares. 2004. Características reproductivas de rebaños bovinos doble propósito en los llanos centrales de Venezuela. *Revista Zootecnia Tropical* 22 (2): 133-145.
- Duarte F., A. M., A. Valle, R. B. Lobo, y A. F. Bezerra. 1980. Estudio fenotípico y genético de características reproductivas y productivas en la raza Pitangueiras. II. Intervalo entre partos. *Agronomía Tropical* 30: 325-334. http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at3016/arti/duarte_f.htm. Consultada el 2 de noviembre de 2011.
- Eicker, S. W., Y. T. Gröhn, and J. A. Hertl. 1996. The association between cumulative milk yield, days open, and days to first breeding in New York Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 79: 235-241.
- Escamilla L., O., y M. S. Solís C. 1990. Comportamiento de bovinos productores de leche en pastoreo en México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Espinosa G., J. A. 2001. Productividad de los sistemas-producto pecuarios en México. *Técnica Pecuaria en México* 39: 127-138.

- Esslemont, R. J., M. A. Kossaibati, and J. Allcock. 2001. Economics of fertility in dairy cows. In: Diskin MG editors. Fertility in the High Producing Dairy Cow. Edinburgh British Society of Animal Science 26: 19–29.
- Estrella Q., H. 1996. Programa de cómputo para el manejo de explotaciones de bovinos lecheros. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 91 p.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura). 2001. Tendencias y oportunidades de desarrollo de la red leche en México. Boletín informativo XXXIII 317: 1-138.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura). 2010. Reglas de operación de los programas que canalizan apoyos para el fomento financiero y tecnológico al sector rural y pesquero a través de los fideicomisos que integran FIRA (tercera modificación). 43p.
- Fonseca, F. A., J. H. Britt, B. T. McDaniel, J. C. Wilk, and A. H. Rakes. 1983. Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. *Journal of Dairy Science* 66: 1128-1147.
- García G., A., C. A. Cárdenas A., V. Monterrosa M., L. Valencia C., J. G. Maldonado. 2002. Caracterización productiva y reproductiva de las explotaciones ganaderas del bajo cauca y el litoral atlántico antioqueños. I. Haciendas la Leyenda y la Candelaria. *Revista Colombiana Ciencia Pecuaria* 15 (3): 293-301.
- González R., O., M. A. Pérez C., and R. Alenda. 2005. Economic value of female fertility and its relationship with profit in Spanish dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 87: 3053-3061.
- González S., C. 1985. Evaluación de la eficiencia reproductiva en hatos bovinos. In: IV Congreso Venezolano de Zootecnia. Taller eficiencia reproductiva. <http://avpa.ula.ve/docuPDFs/ivcongreso/taller/articulo5.pdf> Consultada el día 5 de agosto de 2011.
- González-Recio, O., M. A. Pérez-Cabal, and R. Alenda. 2004. Economic value of female fertility and its relationship with profit in Spanish dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 87: 3053-3061.
- González-Recio, O., Y. M. Chang, D. Gianola, and K. A. Weigel. 2005. Number of inseminations to conception in Holstein cows using censored records and time-dependent covariates. *Journal of Dairy Science* 88: 3655–3662.
- Hafez E., S. E. 1987. *Reproduction in Farm Animals*. 5^a ed. Editorial Lea & Febiger. Philadelphia, USA. pp: 297-344.
- Hare, E., H. D. Norman, and J. R. Wright. 2006. Trends in calving ages and calving intervals for dairy cattle breeds in the United States. *Journal of Dairy Science* 89: 365–370.

- Heins, B., J. Hansen L., B. Hazel A., R. Seykora A., J. Johnson D., G. Linn J. 2010. Birth traits of pure Holstein calves versus Montbeliarde-sired crossbred calves. *Journal of Dairy Science* 93(5): 2293-2299.
- Hernández C., J. 2000. Causas y tratamientos de la infertilidad en la vaca lechera. Departamento de reproducción. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. 04510. México, DF. 10 p.
- Hernández-Fernández, A., E. Soto B., G. Portillo, R. Rincón, y N. Cahua. 1998. Efecto del destete temporal y progestágenos sobre la eficiencia reproductiva en vacas mestizas Cebú en anestro: intervalos reproductivos. *Producción bovina de carne*. http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria/83-destete_temporal_cebu.htm. Consultada el 9 de noviembre de 2011.
- Hernández-Reyes, E., M. V Segura-Correa, J. C. Segura-Correa, y M. M. Osorio-Arce. 2000. Intervalo entre partos, duración de la lactancia y producción de leche en un hato de doble propósito en Yucatán, México. *Revista Agrociencia* 34(7): 699-705.
- Hou, Y., P. Madsen, R. Labouriau, Y. Zhang, M. S. Lund, and G. Su. 2009. Genetic analysis of days from calving to first insemination and days open in Danish Holsteins using different models and censoring scenarios. *Journal of Dairy Science* 92:1229-1239.
- Johanson, J. M., P. J. Berger, S. Tsuruta, and I. Misztal. 2011. A bayesian threshold-linear model evaluation of perinatal mortality, dystocia, birth weight, and gestation length in a Holstein herd. *Journal of Dairy Science* 94(1): 450-460.
- Lamming, G, E., and A. O. Darwash. 1998. The use of milk progesterone profiles to characterize components of subfertility in milked dairy cows. *Animal Reproduction Science* 52: 175-190.
- Lara, V., C. J. Hernández, O. Cruz, O. Ortiz, y C. G. Gutiérrez. 2002. Inicio de la actividad ovárica posparto y características de la función lútea de vacas Holstein. *In: Memorias del XXVI Congreso Nacional de Buiatría 2002*. Acapulco, Gro. México. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos.
- Larios S., N. 2009. Caracterización del hato bovino Jersey de registro en México. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. México. 125 p.
- Lemus-Ramírez, V., A. Guevara-Escobar, y J. G. García-Muñiz. 2008. Curva de lactancia y cambio en el peso corporal de vacas Holstein-Friesian en pastoreo. *Revista Agrociencia* 42(7): 753-765.
- Lozano D., R. R., C. G. Vásquez P., y E. González P. 2005. Efecto del estrés calórico y su interacción con otras variables de manejo y productivas

- sobre la tasa de gestación de vacas lecheras en Aguascalientes, México. *Veterinaria México* 36(3): 245-260.
- Macmillan, K. L., and D. G. Clayton. 1980. Factors influencing the interval to post-partum oestrus, conception date and empty rate in an intensively managed dairy herd. *New Zealand Society of Animal Production* 40:236–239.
- Makuza, S. M., and B. T. McDaniel. 1996 Effects of days dry, previous days open, and current days open on milk yields of cows in Zimbabwe and North Carolina. *Journal of Dairy Science* 79:702-709.
- Marini P., R., A. Charmandarian, y M. I. Oyarzabal. 2004. Producción intervalo parto- concepción en vacas lecheras de primer a quinta estación. *Revista Argentina de Producción Animal* 23(4): 165-171.
- Mariscal A., D. V., N. A. Caldera N., R. Ramírez V., H. Estrella Q., y R. Núñez D. 2007. Variables relacionadas con la producción de leche de ganado Holstein en agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico. *Interciencia* 32: 841-846.
- Martínez C., A. 1999. Validación del programa de cómputo AGROPEC Star en un hato de bovinos lecheros. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México. 13-19.
- McDougall, S., C. R. Burke, K. L. Macmillan, and N. B. Williamson. 1995. Patterns of follicular development during periods of anovulation in pasture-fed dairy cows after calving. *Research in Veterinary Science* 58: 212–216.
- Nebel R., L. 2003. Claves para un programa de manejo reproductivo exitoso. *In: Memorias de 19ª Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero*. 19-21 de julio de 2003. pp: 71–81.
- Norman, H. D., J. R. Wright, M. T. Kuhn, S. M. Hubbard, J. B. Cole, and P. M. VanRaden. 2009a. Genetic and environmental factors that affect gestation length in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 92(5): 2259-2269.
- Norman, H. D., J. R. Wright, M. T. Kuhn, S. M. Hubbard, R. H. Miller, and J. L. Hutchison. 2009b. Reproductive status of Holstein and Jersey cows in the United States. *Journal of Dairy Science* 92(7): 3517-3528.
- Núñez O., J. M., A. Solís S., C. G. Rodríguez P., y R. Blanco D. 2001. El papel de la asistencia técnica sobre la productividad y la calidad de la leche en las explotaciones lecheras por estado de productor en la región sur del estado de Jalisco. *Revista Mexicana de Agronegocios* 8: 174-180.
- Opsomer, G., M. Coryn, H. Deluyker, and A. De Kruif A. 1998. An analysis of ovarian dysfunction in high yielding dairy cows after calving based on progesterone profiles. *Reproduction in Domestic Animal* 33: 193-204.

- Ossa S., G., M. Suárez T., y J. Pérez G. 2006. Factor ambiental y genético relacionado con el intervalo entre partos en la raza Romonosinuano. *Revista Médica Veterinario Zootecnista*, Córdoba 11(2): 799-805.
- Pacheco C., A. 2010. Estratificación e indicadores reproductivos de agroempresas lecheras en Los Altos de Jalisco. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. México. p: 71.
- Pérez Q., G., y M. Gómez G. 2009. Factores genéticos y ambientales que afectan el comportamiento productivo de un rebaño Pardo Suizo en el trópico. 2. Intervalo entre partos y su relación con la producción de leche. *Revista Científica Maracaibo* 19: 77-83.
- Philpot, W. N. 2004. Relación entre el manejo del hato y la mastitis. <http://www.ganaderia.com.mx/articulos/sanidad/san004.php>. Consultada el 14 de abril de 2010.
- Pinedo, P. J., and A. De Vries. 2010. Effect of days to conception in the previous lactation on the risk of death and live culling around calving. *Journal of Dairy Science* 93:968–977.
- Pino T., G. E. Martínez, R. Galíndez, M. Castejón, y A. Tovar. 2009. Efecto del grupo racial y algunos factores no genéticos sobre la producción de leche e intervalo entre partos en vacas de doble propósito. *Revista Facultad de Ciencia Veterinaria*. 50 (2): 224-228. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0258-65762009000200005&script=sci_arttext. Consultado el 2 de noviembre de 2011.
- Ramírez G., R., y J. C. Segura C. 1991. Factores que afectan el periodo de gestación e intervalo entre partos de una piara comercial al noreste de México. *Livestock Research for Rural Development* 3, 2. <http://www.lrrd.org/lrrd3/2/segura.htm>. Consultada el 2 de noviembre de 2011.
- Ramírez R., G., y J. C. Segura C. 1992. Comportamiento reproductivo de un hato de vacas Holstein en el noreste de México. *Livestock Research for Rural Development* 4 (2). <http://www.lrrd.org/lrrd4/2/mexico.htm>. Consultado el 2 de noviembre de 2011.
- Rhodes, F. M., S. McDougall, C. R. Burke, G. A. Verkerk, and K. L. Macmillan. 2003. Invited review: Treatment of cows with an extended postpartum anestrus interval. *Journal of Dairy Science* 86: 1876–1894.
- Ríos-Utrera A., R. C. Calderón-Robles, J. V. Rosete-Fernández., y J. Lagunes Lagunes. 2010. Análisis genético de características reproductivas de vacas Holstein criadas en un ambiente subtropical. *Agronomía Mesoamericana*. 21, 2. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212010000200003&script=sci_arttext. Consultado el 2 de noviembre de 2011.
- Rivera-Rodríguez, A. A., E. Pastrán-Traña, F. Rivera-Pineda, y J. Rizo-Gutiérrez. 2009. Incidencia del manejo zootécnico, tecnologías usadas

en el ganado de ordeño, en la cantidad y calidad de leche que producen los ganaderos en el municipio de Muy Muy Departamento de Matagalpa, Nicaragua. *Ra Ximhai* 5(2): 247-258.

Romero M., C. 2007. Efecto de la administración de selenio y vitamina E en el comportamiento reproductivo de vacas Holstein. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. México. 71 p.

Ruiz L., F. J., y R. Núñez D. 2010. Guía técnica de bovinos lecheros. Consejo Nacional de Recursos Genéticos Pecuarios, A.C. CONARGEN. México DF. 86 p.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2001. Situación actual y perspectivas de la producción de leche en México. 1990-2000. [http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Pagina/estudio SAP.aspx](http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Pagina/estudio_SAP.aspx). Consultada el 24 de marzo del 2010.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2005. Producción Nacional Quinto informe de labores. http://www.sagarpa.gob.mx/Transparencia/5_informe_labores.pdf consultado el 12 de mayo de 2010.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2009. La producción nacional de leche genera 200 mil empleos permanentes: SAGARPA. México. D.F, Núm. 318/09. <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines/lists/enero%202009/attachments/375/b318.pdf> Consultada el 12 mayo de 2010.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2010. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2010. Coordinación nacional de ganadería. <http://www.aserca.gob.mx/sicsa/claridades/revistas/207/ca207-34.pdf>. Consultada el 7 de noviembre de 2011

Salas, G. 1998. Reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas Holstein bajo sistemas de producción en pequeña escala. Tesis de Maestría. Morelia Mich. México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. Mexico. 98p.

Sánchez G., L, J. Solorio R., y J. Santos F. 2008. Factores limitativos al desarrollo del sistema familiar de producción de leche, en Michoacán, México. *Cuaderno de Desarrollo Rural* 5(60): 133-146.

Santos C., E. 2005. Impacto de la consultoría y asesoría integral en el desarrollo de una agroempresa porcina en Jesús María, Jalisco. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México. 91 p.

Schmidt, G. H., and L. D. Van Vleck. 1974. *Principles of Dairy Science* W. H. Freeman and Company. USA. 558 p.

Segura-Correa, V. M., S. Anderson, R. Delgado-León R., y J. C. Segura-Correa. 2001. Efecto del destete temporal en el comportamiento reproductivo

- postparto de vacas de doble propósito bajo condiciones tropicales. *Livestock Research for Rural Development* 13(1). <http://www.lrrd.org/lrrd13/1/segu131.htm>. Consultado el 2 de octubre de 2011.
- Sewalem, A., F. Miglior, G. J. Kistemaker, P. Sullivan, and B. J. Van Doormaal. 2008. Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 91: 1660-1668.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2011. Resumen nacional pecuario. <http://www.siap.gob.mx>. Consultado el 30 de julio de 2011.
- Tapia D., E. 1995. Estimación de parámetros genéticos de características reproductivas en un hato Holstein. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 45 p.
- Thatcher, W. W., and C. J. Wilcox. 1973. Postpartum oestrus as an indicator of reproductive status in the dairy cow. *Journal of Dairy Science* 56: 608-610.
- Trujillo L., E. 2010. Impacto de la asesoría profesional en el desarrollo integral de una agroempresa de bovinos lecheros. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. 116 p.
- Valle, A. 1995. Duración de gestación, producción de leche e intervalo entre partos de vacas Holstein de distintas procedencias. FONAIAP-CENIAP. Unidad de Apoyo de Estadística, Maracay, Venezuela *Revista Zootecnia Tropical* 13(2): 199-214.
- Vargas, B., y J. Ulloa. 2008. Relación entre curvas de crecimiento y parámetros reproductivos en grupos raciales lecheros de distintas zonas agroecológicas de Costa Rica. *Livestock Research for Rural Development* 20 (7). <http://www.lrrd.org/lrrd20/7/varg20103.htm>. Consultado el 2 de noviembre de 2011.
- Vargas-Leitón, B., y J. J. Romero-Zúñiga. 2010. Efectos genéticos aditivos y no aditivos en cruces rotacionales Holstein×Jersey y Holstein×Pardo Suizo. *Agronomía Mesoamericana* [online]. 21, 2: 223-234. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S1659-13212010000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es. Consultado el 2 de noviembre de 2011.
- Vázquez-Valencia, R. A., y I. Aguilar-Benítez. 2010. Organizaciones lecheras en los Altos Sur de Jalisco: un análisis de las interacciones productivas. *Región y Sociedad* XXII(48): 113-144.
- Vergara G., O., M. Cerón M., N. Hurtado L., E. Arboleda Z., J. Granada P., y C. Rúa B. 2008. Estimación de la heredabilidad del intervalo de partos en bovinos cruzados. *Revista MVZ Córdoba* 13(1): 1192-1196.

- Wattiaux, M. 1998. Guías técnicas lecheras electrónicas (The Babcock Institute for International Dairy Research and Development University of Wisconsin-Madison. USA.
- Weigel, K. A., R. W. Palmer, and D. Z. Caraviello. 2003. Investigation of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Wisconsin using survival analysis. *Journal of Dairy Science* 86: 1482-1486.
- West, J. B. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 86: 2131–2144.
- Zarco Q., L. y J. Hernández C. 1996. Momento de ovulación y efecto del intervalo entre el inicio del estro y la inseminación artificial sobre el porcentaje de concepción de vaquillas Holstein. *Veterinaria México* 27: 279-283.

3. NIVEL TECNOLÓGICO Y SU EFECTO EN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE AGROEMPRESAS DE BOVINOS LECHEROS

3.1 Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento reproductivo de agroempresas lecheras, en hatos estratificados en dos niveles tecnológicos: transición y empresarial. La información utilizada se tomó del reporte global generado por el software LACTO de AGROPEC Star[®]. La base de datos incluyó 38 unidades de producción con un total de 4,748 vacas Holstein con partos entre 1996 y 2011. Las variables evaluadas fueron: intervalo parto primer celo (IPPC), intervalo parto primer servicio (IPPS), servicios por concepción (SPC), días abiertos (DA) e intervalo entre partos (IEP). El análisis consideró un modelo mixto que incluyó los efectos fijos de número, año y época de parto, y nivel tecnológico, y las interacciones dobles significativas entre estos efectos; así mismo, se consideró agroempresa dentro de nivel tecnológico y vaca dentro de agroempresa y nivel tecnológico como aleatorios. El nivel tecnológico tuvo efecto ($p < 0.05$) en SPC e IEP; la interacción de nivel tecnológico por año de parto tuvo efecto en todas las variables. Los SPC e IEP en el nivel tecnológico de transición (1.8 ± 0.05 SPC y 403.4 ± 4.9 d) fueron menores que en el nivel tecnológico empresarial (2.08 ± 0.09 SPC y 426.7 ± 8.1 d). No se encontraron diferencias significativas entre niveles tecnológicos para IPPC, IPPS y DA. Las unidades de producción en transición mostraron mejor comportamiento reproductivo que las empresariales.

Palabras clave: agroempresa, Holstein, reproducción, empresarial, transición.

Tesis de Maestría en Ciencias en Innovación Ganadera, Universidad Autónoma Chapingo

Autor: Gilberto Maldonado García

Directores de Tesis: Ph.D. Valentina Mariscal Aguayo y Ph.D. Rafael Núñez Domínguez.

3. TECHNOLOGICAL LEVEL AND ITS EFFECT ON THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF DAIRY CATTLE ENTERPRISES

3.2 Abstract

The purpose of this study was to evaluate the reproductive performance of family-based dairy enterprises and were classified into two technological levels transition and business. The information used in the study came from the LACTO AGROPEC Star® software global report. The database included 38 dairy farms located in northern and western Mexico, considering 4,748 Holstein cows and calving period from 1996 to 2011. The evaluated variables were: calving to first estrus interval (CFEI), calving to first service interval (CFSI), services per conception (SPC), days open (DO) and calving interval (CI). The analysis considered a mixed model that included fixed effects of technological level, calving number, year and calving season, and the significant two-way interactions between these effects; and for random effects, the enterprise nested into technological level and cow within enterprise. The technological level had an effect of ($p<0.05$) on SPC and CI; whereas the interaction of technological level by calving year was significant ($p<0.05$) in all the variables. The SPC and CI in the transition technological level (1.80 ± 0.05 SPC and 403.4 ± 4.9 d) were lower ($p<0.05$) than in the business technological level (2.08 ± 0.09 SPC and 426.7 ± 8.1 d). No significant differences were found between technological levels for CFEI, CFSI and DO. Transition technological level enterprises had better reproductive performance than business enterprises.

Key words: enterprises, Holstein, reproduction, business, transition.

Master of Science Thesis, Universidad Autónoma Chapingo

Author: Gilberto Maldonado García

Advisors: Ph.D. Valentina Mariscal Aguayo and Ph.D. Rafael Núñez Domínguez

3.3 Introducción

En el marco de la globalización y la creciente crisis en la cual está inmersa América Latina y países en vías de desarrollo como México, se ha orillado a la sociedad, técnicos y directivos empresariales a buscar la mejora de la productividad de las agroempresas y hacer más eficientes los sistemas de producción pecuaria. Para incursionar en los mercados de productos pecuarios, con una demanda creciente e insatisfecha, el mejoramiento reproductivo del ganado es un elemento determinante para superar dicho déficit (Ramírez y Segura, 1992).

En los últimos 20 a 25 años la eficiencia reproductiva en bovinos lecheros ha declinado de manera significativa; sin embargo, hace más de 20 años no se le exigía a la vaca acortar su intervalo entre partos y quedar gestante en el menor tiempo posible después del parto, como ocurre en la actualidad, sobre todo en los sistemas intensivos (De Jarnette *et al.*, 2007). Hafez (1987) y Sartori *et al.* (2004) indicaron que al incrementar la demanda de producción de leche, se puede generar incapacidad reproductiva del ganado bovino especializado, dando como resultado bajas tasas de concepción en vacas altas productoras. Al respecto, Roche (2003) menciona que la preñez muestra un efecto negativo en la producción de leche, ya que la energía se destina tanto para la regeneración de la glándula mamaria como para los requerimientos nutricionales del feto, efecto que se ve más marcado en el quinto mes de gestación, y donde la disyuntiva es si la exigencia en producción de leche o el manejo de las vacas es el factor que determina su capacidad reproductiva. En contraste, Eicker *et al.* (1996) señalan que la concepción de los animales está relacionada principalmente con factores de manejo y el historial clínico de la vaca, de tal forma que la producción láctea juega un papel poco importante sobre la reproducción.

Entre los factores relacionados con el manejo que influyen en el comportamiento reproductivo del hato lechero están la detección oportuna de

celos, el manejo adecuado del semen, las técnicas apropiadas de inseminación, y la sanidad, y alimentación apropiada de la vaca (Hillers *et al.*, 1984). Con base en estos argumentos, el objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento reproductivo de vacas en agroempresas lecheras con distinto nivel tecnológico, ubicadas en la región occidente y norte de México.

3.4 Materiales y métodos

3.4.1 Agroempresas incluidas en el estudio

Las 45 agroempresas participantes en el estudio provinieron de varias fuentes: ocho involucradas en el proyecto Red Leche, con base en el convenio entre Agropec Star®, la Universidad Autónoma Chapingo y los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA); cuatro que formaron parte del proyecto de la Universidad Autónoma Chapingo y Europa-Latin America Co-Innovation on Agricultural Systems (EULACIAS) financiado por la Comunidad Económica Europea; 24 asesoradas por el despacho San José Asesores, S. C. del estado de Jalisco; y nueve de la Cooperativa de Productores Lecheros de Acatic (PROLEA, S. C. de R. L.) del estado de Jalisco. En estas agroempresas se utiliza el software LACTO de Agropec Star® para la gestión de los registros productivos.

3.4.2 Levantamiento de datos

Se utilizaron los diagnósticos generados por los técnicos asesores de cada una de las agroempresas del estudio donde se implementó el Modelo de Asesoría y Consultoría Chapingo-Agropec Star® (Mariscal y Estrella, 2008). Este diagnóstico consistió en la aplicación de una encuesta diseñada por López *et al.* (2007) para el Diagnóstico Integral del Sector Primario para el Desarrollo Sustentable del Estado de Oaxaca, ajustada por Pacheco (2010) y modificada para la región y objeto de estudio. La información generada con la encuesta se utilizó para obtener los índices y estratificar a las agroempresas con base en su nivel tecnológico.

Las agroempresas de bovinos lecheros estuvieron distribuidas en las regiones occidente y norte, perteneciente a los estados de Chihuahua, Coahuila, Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco y Michoacán de Ocampo. El clima predominante es semiseco, siendo diferente en Michoacán, donde es templado con lluvias en verano. Todas las empresas se encuentran en zonas que presentan una temporada de lluvias muy marcada en los meses de mayo a octubre y secas en los meses de noviembre a abril (García, 1981).

3.4.3 Determinación del nivel tecnológico de las agroempresas lecheras

Nivel tecnológico

El nivel tecnológico (NT) se estimó como una función lineal de los índices de manejo reproductivo (IMR), manejo sanitario (IMS), calidad genética (ICG), manejo alimenticio (IMA), e infraestructura y equipo (IIE) para cada empresa, ponderados por su importancia para diferenciarlas. Las ponderaciones relativas se obtuvieron de acuerdo con los coeficientes de variación de los índices. La ecuación utilizada para el cálculo del NT fue:

$$NT = [(ICG*0.036) + (IMA*0.250) + (IMS*0.196) + (IMR*0.260) + (IIE*0.258)]$$

Con base en los valores obtenidos para el NT, las agroempresas se asignaron a una de las siguientes clases, con base en el criterio indicado en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación de agroempresas de acuerdo con el valor del nivel tecnológico (NT).

Rango del NT	Tipo de agroempresa	Clasificación
$0.0 \leq NT \leq 0.4$	I	Subsistencia
$0.4 < NT \leq 0.8$	II	Transición
$0.8 < NT \leq 1.0$	III	Empresarial

A continuación se muestra la forma de calcular los índices componentes del NT.

Índice de calidad genética

Se realizó una clasificación del ganado bovino en dos tipos raciales, como se indica en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Tipos de animal y ponderaciones de la calidad genética.

Tipo de animal	Número de animales (a _i)	Ponderador (b _i)
Cruzado con razas mejoradas	A	0.75
Raza pura sin registro	B	1.0

El cálculo del índice de calidad genética se estimó con la siguiente ecuación:

$$ICG = (\sum a_i * b_i) / \sum a_i$$

Índice de manejo de alimentación

El IMA indica la fuente de alimentación del ganado bovino a la cual se le asoció un ponderador. Se consideró el nivel tecnológico más bajo cuando el ganado se alimentó de pastos nativos o esquilmos agrícolas sin que se ofreciera suplemento, hasta el caso en que se ofreció alimentación balanceada para cada grupo de edades y estados fisiológicos de los bovinos, como se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Fuentes de alimentación y sus respectivas ponderaciones.

Fuentes de alimentación	Núm. de animales (a _i)	Ponderación (b _i)
Pastoreo en agostadero de pastos nativos o esquilmos agrícolas sin suplementación	A	0.25
Pastoreo de praderas cultivadas con rotación, ensilado o henificado y con alimentación balanceada o suplemento mineral en un sistema semiestabulado	B	0.50
Alimentación con forraje de corte y alimentación balanceada bajo estabulación	C	0.75
Dieta integral balanceada a nivel de nutrientes generales (proteína, minerales, etc.) por estado fisiológico y nivel de producción	D	1.00

El índice de manejo de alimentación se estimó con la siguiente ecuación:

$$IMA = (\sum a_i * b_i) / \sum a_i$$

Índice de manejo reproductivo

Para el IMR se tomó en cuenta el método de cruzamiento y el control de eventos reproductivos importantes, como es el diagnóstico de gestación. La ponderación para estos atributos se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Tipo de manejo reproductivo y sus respectivas ponderaciones.

Manejo reproductivo	Sí / No (a _i)	Ponderador (b _i)
Monta e inseminación	1 ó 0	0.20
Inseminación	1 ó 0	0.60
Diagnóstico de gestación por palpación	1 ó 0	0.40

El índice se determinó con la siguiente ecuación:

$$\text{IMR} = \sum a_i * b_i$$

Índice de manejo sanitario

Se tomaron en cuenta actividades de manejo para la prevención de enfermedades y medidas generales de higiene en las instalaciones, como se describe en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Actividad sanitaria y su respectiva ponderación.

Actividad sanitaria	Sí / No (a _i)	Ponderador b _i
Desparasitación mixta y vacunación	1 ó 0	0.20
Limpieza de la ubre antes del ordeño	1 ó 0	0.05
Aplicación de sellador	1 ó 0	0.05
Aplicación de presellador y sellador	1 ó 0	0.10
Aplica tratamiento preventivo al secado	1 ó 0	0.05
Prueba de mastitis esporádicamente	1 ó 0	0.05
Prueba de mastitis mensualmente	1 ó 0	0.20
Utilización de agua potable para lavar ubre y equipo de ordeño	1 ó 0	0.05
Limpieza de equipo de ordeña con detergentes ácido y alcalino	1 ó 0	0.20
Limpieza semanal de corrales	1 ó 0	0.05

El cálculo de este índice se realizó con la siguiente ecuación:

$$\text{IMS} = \sum a_i * b_i$$

Índice de infraestructura y equipo

El IIE se calculó con base en las instalaciones y equipo con que contó cada agroempresa como se muestra en el Cuadro 8; las categorías van desde los productores que no cuentan con ninguna instalación, hasta aquellos que cuentan con las instalaciones y equipos más sofisticados.

Cuadro 8. Infraestructura y equipo, y sus respectivas ponderaciones.

Infraestructura y Equipo	Sí / No (a _i)	Ponderación (b _i)
Cercos perimetrales	1 ó 0	0.01
Abrevaderos	1 ó 0	0.01
Cercos eléctricos	1 ó 0	0.02
Bebedores en los potreros	1 ó 0	0.02
Bordo en agostadero	1 ó 0	0.02
Pozo	1 ó 0	0.02
Bebedores en corrales	1 ó 0	0.02
Ordeñadora de carrito	1 ó 0	0.02
Tubería para riego	1 ó 0	0.02
Bomba de agua doméstica	1 ó 0	0.02
Tolva	1 ó 0	0.02
Tractor	1 ó 0	0.02
Corral de manejo	1 ó 0	0.04
Corrales para estabulación	1 ó 0	0.04
Tejabán para ordeña	1 ó 0	0.04
Silos	1 ó 0	0.04
Motobomba	1 ó 0	0.04
Trampa	1 ó 0	0.04
Molino de martillos	1 ó 0	0.04
Bomba aspersora	1 ó 0	0.04
Implementos de labranza	1 ó 0	0.04
Camioneta	1 ó 0	0.04
Sombreaderos	1 ó 0	0.06
Bodega o almacén	1 ó 0	0.06
Remolque	1 ó 0	0.06
Carro mezclador	1 ó 0	0.06
Equipo de inseminación	1 ó 0	0.06
Tanque frío	1 ó 0	0.06
Sala de ordeña	1 ó 0	0.08

El índice de infraestructura y equipo se calculó con la siguiente ecuación:

$$\text{IIE} = \sum a_i \cdot b_i$$

3.4.4 Características de las agroempresas según el nivel tecnológico

Los productores empresariales tienen en promedio: una escolaridad de 9 años, 56.6 has de superficie de uso agrícola o pradera de temporal, 384 animales en hato, 215 animales en ordeña, 26 L leche vaca⁻¹ día⁻¹, y un precio por litro de leche de \$4.68. Dentro del hato ganadero venden al nacimiento las crías machos conservando las hembras para reemplazo; el sistema de producción es completamente estabulado y con línea de ordeña directa al tanque, la alimentación del ganado se basa en forraje de corte y alimento balanceado en algunos casos se ofrece dicha dieta por estado fisiológico y nivel de producción. El 100% es inseminación artificial y de éste un 10% se realiza con semen sexado.

Los productores en transición tienen en promedio: una escolaridad de 7 años, 26.9 has de superficie de uso agrícola o pradera de temporal, 98 animales en hato, 53 animales en producción, 20 L leche vaca⁻¹ día⁻¹, y un precio por litro de leche de \$4.43. El 17% cuenta con semental para ser usado en hembras que no quedan gestantes vía inseminación artificial. La alimentación del ganado es variable, realizando el pastoreo en praderas o en agostadero más alimento balanceado y suplemento mineral en un sistema semiestabulado, o bien, sistemas estabulados basados en forraje de corte y alimento balanceado, pero sin que la alimentación sea diferenciada por etapa fisiológica o nivel de producción.

3.4.5 Análisis de la información

La información para el presente estudio se tomó de los registros de reproducción de 4,780 vacas Holstein de 1 a 14 partos ocurridos entre los años 1996 a 2008. La edición de los datos se realizó con el programa Microsoft Excel[®]. Con el fin de reducir la presencia de celdas perdidas en interacciones entre efectos principales se realizaron agrupaciones entre registros. Considerando la frecuencia de registros por número de parto, se agruparon de los partos cuatro a seis, correspondientes a la edad adulta del animal, y los

registros de vacas con más de seis partos. Así mismo, se agruparon los servicios por concepción mayores que cinco, así como los registros de los años 1996 a 2002.

Las variables estudiadas fueron los indicadores reproductivos: intervalo parto primer celo (IPPC), intervalo parto primer servicio (IPPS), número de servicios por concepción (SPC), días abiertos (DA) e intervalo entre partos (IEP). Para cada una de estas variables se obtuvo una gráfica de distribución de los valores generados y se eliminaron los datos biológicamente imposibles (como valores negativos de IPPC, IPPS e IEP, o valores de DA menores que 21 días). Siete agroempresas del nivel tecnológico de transición fueron eliminadas, debido al número de registros insuficientes para las variables de interés. Al final de la edición se contó con la información de 4,748 vacas y 38 agroempresas. En el Cuadro 9 se muestran los estadísticos descriptivos de las variables estudiadas.

Cuadro 9. Estadísticos descriptivos para las variables intervalo parto primer celo (IPPC), intervalo parto primer servicio (IPPS), número de servicios por concepción (SPC), días abiertos (DA) e intervalo entre partos (IEP).

Variable	N	Medía	Desv. Estándar	C.V.	Mínimo	Máximo
IPPC	8754	80.78	44.79	55.44	21	542
IPPS	6827	97.64	42.64	43.66	59	539
SPC	17849	1.96	1.22	62.25	1	5
DA	12648	143.92	88.28	61.34	60	838
IEP	11949	408.97	87.61	21.42	300	993

3.4.6 Análisis estadístico

Para el análisis de las variables, se consideró un modelo mixto que incluyó los efectos fijos de número, año y época de parto, y nivel tecnológico, además de las interacciones dobles entre éstos que tuvieron efecto significativo ($p \leq 0.05$). Así mismo, se consideró agroempresa anidada dentro de nivel tecnológico y vaca anidada dentro de agroempresa y nivel tecnológico como efectos aleatorios. El modelo se presenta a continuación:

$$Y_{ijklmno} = \mu + NT_i + EP_j + NP_k + AP_l + AE(NT)_m + V(AE)_n + (AP*NT)_{il} + (AP*EP)_{lj} + (NP*AP)_{kl} + (NP*EP)_{kj} + e_{ijklmno}$$

donde, $Y_{ijklmno}$ = cada una de las variables de respuesta modeladas; μ = media general; NT_i = efecto del i -ésimo nivel tecnológico ($i = 1$, transición, y 2 , empresarial); EP_j = efecto de la j -ésima época de parto [$j = 1$, época de lluvia (mayo-noviembre), y 2 = época seca (diciembre-abril)]; NP_k = efecto del k -ésimo número de parto ($k = 1, 2, 3, 4-6, >6$); AP_l = efecto del l -ésimo año de parto ($l = 2002, \dots, 2011$); $AE(NT)_m$ = efecto aleatorio de la m -ésima agroempresa ($m = 1, \dots, 38$) anidada en $NT \sim N(0, \sigma_a^2)$; $V(AE)_n$ = efecto aleatorio de la n -ésima vaca ($n = 1, \dots, 4,748$) anidada en $AE \sim N(0, \sigma_v^2)$; $(AP*NT)_{il}$ = efecto de la interacción del l -ésimo año de parto con el i -ésimo nivel tecnológico; $(AP*EP)_{jl}$ = efecto de la interacción del l -ésimo año de parto con la j -ésima época de parto; $(NP*AP)_{kl}$ = efecto de la interacción del k -ésimo número de parto con el l -ésimo año de parto; $(NP*EP)_{kj}$ = efecto de la interacción del k -ésimo número de parto con la j -ésima época de parto; y $e_{ijklmno}$ = efecto aleatorio asociado con cada observación $\sim N(0, \sigma_e^2)$.

Los indicadores reproductivos se analizaron con el procedimiento MIXED de SAS (SAS, 2011) y se utilizó el método REML para obtener los componentes de varianza. Para la comparación de las medias de cuadrados mínimos se realizó la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

3.5 Resultados y discusión

En el Cuadro 10 se presenta la significancia de los efectos incluidos en el modelo estadístico para las variables estudiadas. El año y número de parto, así como la interacción del nivel tecnológico por el año de parto tuvieron efecto ($p < 0.05$) en todas las variables evaluadas. Adicionalmente, el nivel tecnológico influyó ($p < 0.05$) en el SPC; la interacción de número de parto por año de parto afectó ($p < 0.05$) el IPPC e IPPS; la época de parto y la interacción de nivel tecnológico por número de parto influyó en los DA; y el IEP fue afectado ($p < 0.05$) por el nivel tecnológico, y por las interacciones de número y época de parto con año de parto.

Cuadro 10. Niveles de significancia para cada una de las variables reproductivas evaluadas.

Fuente de variación	Variables respuesta ^z				
	IPPC	IPPS	SPC	DA	IEP
Nivel tecnológico (NT)	0.1250	0.9772	0.0102	0.2781	0.0179
Número de parto (NP)	0.0451	0.0407	<0.0001	0.0461	0.0008
Época de parto (EP)	0.0634	0.9985	0.5995	0.0166	0.1763
Año de parto (AP)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
(NT)*(NP)	--	--	--	0.0073	--
(NT)*(AP)	<0.0001	<0.0001	0.0026	0.0004	0.0374
(NP)*(AP)	<0.0001	<0.0001	0.1437	0.2591	0.0008
(EP)*(AP)	--	0.2552	--	--	0.0340

^zIPPC= intervalo parto primer celo, IPPS= intervalo parto primer servicio, SPC= servicios por concepción, DA= días abiertos, IEP= intervalo entre partos.

El efecto de año de parto no es predecible, pues involucra variaciones en precipitación, temperatura y manejo entre otras influencias, por lo que se compararon medias de cuadrados mínimos (promediadas a través de años) para los efectos principales considerados en el análisis de las variables reproductivas, con excepción de número de parto y nivel tecnológico para la variable DA, ya que la interacción entre esos efectos fue significativa (Cuadro 11).

Cuadro 11. Medias de cuadrados mínimos (\pm EE) de los efectos principales número de parto, año de parto, época de parto y nivel tecnológico para las variables reproductivas.

	^z IPPC, d	IPPS, d	SPC, número	DA, d	IEP, d
Número de parto					
1	83.1 \pm 2.6 ^{ab}	98.7 \pm 3.2 ^{ab}	1.80 \pm 0.05 ^a	145.8 \pm 4.6 ^{ab}	----
2	81.1 \pm 2.6 ^a	96.6 \pm 3.2 ^a	1.85 \pm 0.06 ^{ab}	144.1 \pm 4.7 ^a	410.0 \pm 4.9 ^a
3	84.5 \pm 2.7 ^{ab}	99.5 \pm 3.3 ^{ab}	1.91 \pm 0.06 ^{bc}	146.3 \pm 4.8 ^{ab}	410.8 \pm 4.9 ^{ab}
4	85.9 \pm 2.7 ^b	101.9 \pm 3.3 ^b	1.97 \pm 0.06 ^c	152.7 \pm 4.7 ^b	415.4 \pm 4.9 ^{bc}
5	87.0 \pm 5.0 ^{ab}	95.8 \pm 6.4 ^{ab}	2.17 \pm 0.08 ^d	152.6 \pm 8.7 ^{ab}	423.9 \pm 5.9 ^c
Época de parto					
Lluvias	----	----	----	146.4 \pm 4.6 ^a	----
Secas	----	----	----	150.2 \pm 4.6 ^b	----
Nivel tecnológico					
Transición	88.2 \pm 2.6 ^a	98.4 \pm 3.3 ^a	1.80 \pm 0.05 ^a	143.5 \pm 4.7 ^a	403.4 \pm 4.9 ^a
Empresarial	80.4 \pm 4.3 ^a	98.6 \pm 5.4 ^a	2.08 \pm 0.09 ^b	153.1 \pm 7.5 ^a	426.7 \pm 8.1 ^b

^zIPPC= intervalo parto primer celo, IPPS= intervalo parto primer servicio, SPC =servicios por concepción, DA= días abiertos, IEP= intervalo entre partos. ^{ab,c}Medias en la misma columna y efecto, con distinta literal son diferentes ($p < 0.05$).

3.5.1 Intervalo parto primer celo (IPPC)

El IPPC en agroempresas de bovinos lecheros en transición fue 7.8 días mayor (aunque no significativo, $p>0.12$) que en agroempresas empresariales. Los valores de IPPC en el presente estudio son considerados altos en comparación con los presentados por Hafez (1987), así como los reportados por Fonseca *et al.* (1983), McDougall *et al.* (1995) y Lara *et al.* (2002), en animales Holstein especializados para la producción de leche y sometidos a una alimentación en estabulación.

En otros estudios en Latinoamérica con animales Holstein y sometidos a pastoreo (Cristiani *et al.*, 1993; Marini *et al.*, 2004; Domínguez *et al.*, 2004; Arana *et al.*, 2006; Ríos-Utrera *et al.*, 2010), se reportan IPPC que varían entre 35 y 80 d, con una media de 63.9 d, siendo menor al promedio obtenido en el presente estudio para los niveles tecnológicos de transición y empresarial (88.2±2.6 y 80.4±4.3 d). En contraste, Aranguren-Méndez *et al.* (1996), con animales 5/8 Holstein en Argentina y en sistema de pastoreo, determinaron un IPPC de 128 d, superior al del presente estudio, y donde tales valores pudieron deberse a problemas en la detección del celo y limitantes nutricionales.

El número de parto afectó ($p<0.05$, Cuadro 11) al IPPC, reflejando la influencia de la edad del animal en esta variable; al aumentar el número de parto el IPPC tendió a incrementarse, siendo diferentes ($p<0.05$) entre los partos 2 y 4. Lo anterior es semejante a lo mencionado por Marini *et al.* (2004) con animales en pastoreo en Latinoamérica y Romero (2007), Norman *et al.* (2009) y Ríos-Utrera *et al.* (2010) en bovinos estabulados, indicando que las vacas de 1, 2 y 3 lactancias no difieren en el IPPC e IPPS, pero sí con respecto a las de lactancias 4 y 5.

En un sistema estabulado, las vacas con un IPPC prolongado incrementan los DA y son más propensas a ser desechadas en comparación con las vacas con IPPC y DA cortos (Rhodes *et al.*, 2003; Norman *et al.*, 2009). Rhodes *et al.* (2003) indican que en un hato lechero durante el año se presentan entre 11 y

38% de vacas con un anestro posparto de 50 ó 60 d. Así mismo, estos autores indican que los principales factores que pueden influir en el incremento del IPPC son el consumo limitado de energía, la disminución de las reservas corporales, el aumento de la partición de la energía para la producción de leche, amamantamiento, y enfermedades en el periparto.

3.5.2 Intervalo parto primer servicio (IPPS)

No se observaron diferencias ($p>0.97$) en IPPS entre los niveles tecnológicos y las vacas promediaron 98 d. Este promedio es diferente a lo mencionado por Arana *et al.* (2006) en Latinoamérica, donde el nivel tecnológico fue determinante para el IPPS, presentando el nivel tecnológico alto (80 a 100 d) un menor intervalo que el nivel tecnológico bajo (180 d). El promedio de IPPS del presente estudio es semejante a los reportados por Martínez (1999), 98 d en un establo en Texcoco, México; Hou *et al.* (2009) y Norman *et al.* (2009), 81 y 85 d con base en información de vacas Holstein con producciones mayores que 9000 L; y De Vries *et al.* (2010), 85.7 a 81.9 d, considerando un periodo de espera voluntaria de 49.5 a 52.0 d. Sin embargo, Marini *et al.* (2004), Arana *et al.* (2006) y Ríos-Utrera *et al.* (2010) con vacas en pastoreo encontraron IPPS de 60 a 95 d, 118.4 ± 69.2 d y 73.5 d, respectivamente. En contraste, se presentaron intervalos parto primer servicio cortos en trabajos reportados por Romero (2007), González–Recio *et al.* (2004) y Hou *et al.* (2009) con 48 a 67 d, 81 d, y 80.5 ± 40.0 en vacas Holstein en estabulación. Lo anterior indica la influencia en el IPPS de la diversidad en sistemas, en eficiencia técnico-productiva para la detección de calores, y en factores ambientales, genéticos o de producción.

Las vacas de segundo parto tuvieron IPPS más cortos (5.4 d, $p<0.05$) que las vacas de cuarto parto (Cuadro 11). Los resultados del presente estudio son semejantes a los de Marini *et al.* (2004), quienes reportan diferencias ($p<0.05$) entre niveles de producción y entre número de lactancia, donde las vacas de 1^a, 2^a y 3^a lactancias no difieren entre ellas, pero sí con respecto a las lactancias 4^a y 5^a, siendo el IPPS de <90 d en estas últimas lactancias. Así mismo, Norman

et al. (2009) encontraron que en animales Holstein se incrementó el IPPS conforme aumentó el número de parto, siendo 85 d en el primer parto y de 92 d en partos ≥ 6 , ($p < 0.001$). Por el contrario, Arana *et al.* (2006) publicaron que el IPPS no fue influido por el IPPC, raza o número de lactancia.

Según De Vries *et al.* (2010), las vacas con IPPS mayor que 96 días, tienen 5% más posibilidad de ser desechadas que las que presentan IPPS < 71 d. En Canadá, las vacas Holstein con > 120 d a la primera inseminación tenían un riesgo de sacrificio ligeramente mayor (Sewalem *et al.*, 2008).

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio para IPPC e IPPS, las agroempresas de los dos niveles tecnológicos tienen un manejo semejante en la detección de calores.

3.5.3 Servicios por concepción (SPC)

El número de SPC en agroempresas con nivel tecnológico en transición fue 0.29 menor ($p < 0.05$) que en el empresarial (Figura 1). Los valores de SPC en el presente estudio (1.80 ± 0.05 transición y 2.08 ± 0.09 empresarial) se encuentran en el rango reportado por González-Recio *et al.* (2004), González-Recio *et al.* (2005) y Sewalem *et al.* (2008) con 1.87, 1.68 a 2.11 y de 1.27 a 1.92 SPC en EUA. Así mismo, en zonas templadas de México con vacas Holstein en estabulación, los resultados del presente estudio son similares a los publicados por Ramírez y Segura (1992) y Martínez (1999) con 1.6 y de 1.52 a 2.5 SPC, respectivamente. También, con animales Holstein en pastoreo en Latinoamérica, los resultados son similares a los reportados por Marini *et al.* (2004), Ortiz *et al.* (2005) y Ríos-Utrera *et al.* (2010), de 1.7 ± 0.9 a 2.3 ± 1.5 , 1.7 a < 2.5 SPC y 2.18, respectivamente.

Estimaciones de SPC superiores a los del presente estudio fueron publicados por Aranguren-Méndez *et al.* (1996) con vacas 5/8 Holstein de la Universidad de Zulia, variando de 2.6 ± 1.6 en animales al primer parto a 2.5 ± 1.8 en vacas de 2 ó más partos.

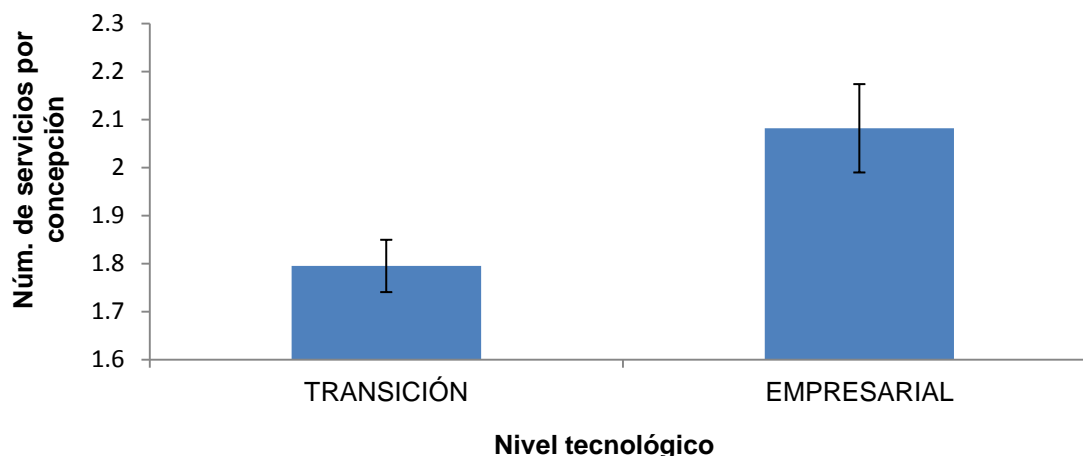


Figura 1. Número de servicios por concepción (SPC) por nivel tecnológico.

Al respecto, algunos productores del nivel de transición asignan las vacas a un toro para realizar monta natural después de varias inseminaciones fallidas y esto puede causar una subestimación en los SPC. Weigel *et al.* (2003) reportaron valores de 2.18 SPC en la utilización de monta natural (MN), 2.46 en servicio mixto y 2.63 con inseminación artificial (IA), presentando diferencias entre MN e IA ($p < 0.05$). Eicker *et al.* (1996) y Weigel *et al.* (2003) mencionan que las tasas de concepción logradas con IA son más bajas que las logradas a través de la MN.

A medida que se incrementó el número de parto las vacas requirieron más servicios para quedar preñadas, observándose que las de primer parto necesitaron 0.11, 0.18 y 0.37 servicios más ($p < 0.05$) que las vacas de tercero, cuarto y quinto parto (Cuadro 11). Lo anterior concuerda con Hillers *et al.* (1984), Aranguren-Méndez *et al.* (1996), Marini *et al.* (2004), Romero (2007), Corea-Guillén *et al.* (2008) y Ríos-Utrera *et al.* (2010), quienes mencionan que la edad de la vaca y el número de parto son factores que influyen en los SPC, y reportan que vacas de uno y dos partos tienen mejor porcentaje de concepción que aquéllas de tres o más partos. En la mayoría de los casos, los resultados muestran que los animales jóvenes presentan menores SPC debido a que presentan mejores condiciones reproductivas y de salud, así como estar menos expuestos a agentes externos como medicamentos y problemas reproductivos en comparación con animales longevos, donde es común las complicaciones

para concebir. Los SPC reflejan la variación real de la fertilidad, siendo uno de los rasgos más importantes desde el punto de vista económico (González–Recio *et al.*, 2004), ya que los costos del semen, el uso de hormonas, el manejo y el incremento de estos costos en animales que requieren más servicios pueden variar entre niveles tecnológicos.

3.5.4 Días abiertos (DA)

La interacción entre nivel tecnológico y número de parto fue significativa ($p < 0.05$), observándose que los DA en agroempresas empresariales fueron mayores que en las de transición, aunque esta diferencia fue mayor en vacas de \leq tres partos (Figura 2), con valores cercanos a un ciclo estral, mientras que en vacas adultas la eficiencia reproductiva fue similar.

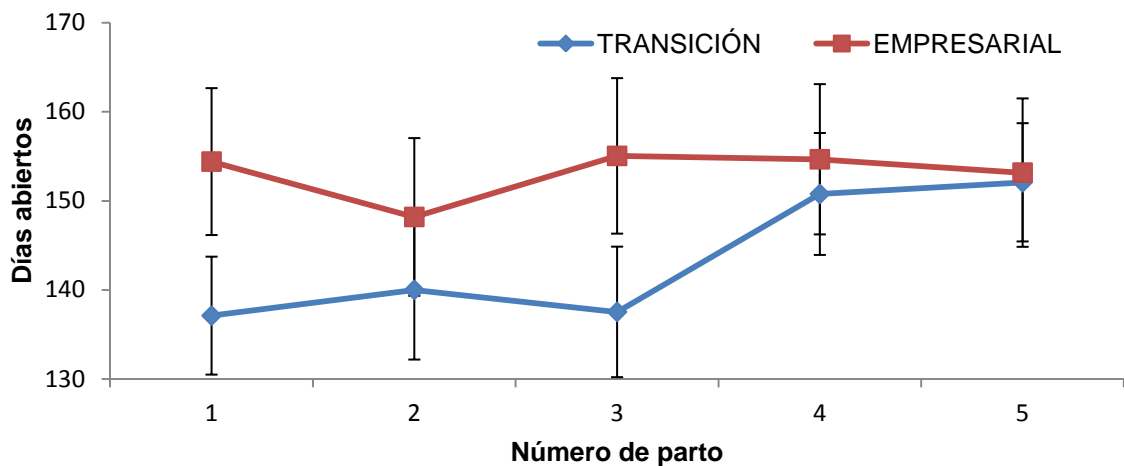


Figura 2. Interacción del nivel tecnológico por el número de parto.

Las agroempresas con nivel tecnológico de transición tendieron a mostrar mejor ($p > 0.27$, Cuadro 11) periodo abierto (9.6 d menos) que las de nivel empresarial. Estos valores son diferentes a los reportados por Pacheco (2010) en agroempresas con bovinos Holstein y con dos niveles tecnológicos en Jalisco, en donde los DA fueron 11.7 d menos en el nivel empresarial que en las de nivel de transición, pero sin diferencias estadísticas entre niveles. Por otro lado, los valores de DA en el presente estudio fueron mayores que los publicados por Darwash *et al.* (1997), Ortiz *et al.* (2005) y Córdova *et al.* (2005) que mencionan valores de 67, 110 y 100 DA. Altos valores de DA (171.3 ± 105.5 d) también

fueron reportados por Arana *et al.* (2006) en un sistema en pastoreo, concluyendo en su estudio, que el nivel tecnológico sólo influyó en los días al primer servicio, y éste prolonga o acorta los DA. Estas diferencias pueden ser debidas al manejo en la detección de celo y limitaciones en la atención de las vacas en estro, ya sea por el número limitado de observaciones, por el tiempo de observación, o porque los métodos de detección no son los más adecuados, así como un inadecuado manejo después de la inseminación.

Promediando los DA a través de niveles tecnológicos, se observaron diferencias ($p < 0.05$, Cuadro 11) de 8.6 d entre vacas de segundo y cuarto parto, así como una tendencia a empeorar la eficiencia reproductiva a medida que aumenta la edad de la vaca. Así mismo, Makuza y McDaniel (1996) encontraron resultados similares en vacas Holstein de Zimbabwe y reportaron DA de 122, 121 y 127 d en vacas de 1^a, 2^a y 3^a lactancia, respectivamente. Una tendencia similar fue encontrada por López-Ordaz *et al.* (2009), siendo los DA de 112.2, 106.3, 117.1 d para los partos 1, 2 y 3. Así mismo, Cristiani *et al.* (1993) con animales mezclados Holstein en Venezuela reportaron valores de 65.4 ± 21.6 , 88.8 ± 14.7 , 96.8 ± 14.8 y 140.3 ± 13.8 , para el parto 1, 2, 3 y 4, respectivamente, mostrando diferencias significativas ($p > 0.05$) del parto 4 hacia los otros 3 y el promedio general del estudio fue de 97.9 ± 8.1 d). Este intervalo puede hacerse mayor según el nivel tecnológico, debido a la cantidad de leche que se le exige a la vaca; Abdallah y McDaniel (2000) observaron rangos de 155 y 299 DA en animales con niveles de producción de 1,814 a 15,876 kg, lo que indica que los DA están asociados con los niveles de producción, entre otros factores.

En contraste, Aranguren-Méndez *et al.* (1996) reportaron que vacas 5/8 Holstein de la Universidad de Zulia, mejoraron su eficiencia reproductiva entre la primera y la tercera lactancia (138 ± 19 , 131 ± 50 y 128 ± 28 DA para el parto 1, 2 y 3, respectivamente).

Las vacas que parieron en la época de lluvias tuvieron 3.8 DA menos ($p < 0.05$, Cuadro 11) que las paridas en la época seca. Ramírez y Segura (1992), reportan valores de 131.6 ± 76.7 d en el noreste de México, y Aranguren-Méndez

et al. (1996) reporta 128 ± 28 a 138 ± 19 d en Latinoamérica y animales cruzados, donde en ambos estudios, la época de parto no fue significativa. En un estudio similar al presente, García *et al.* (2007) indicaron que las vacas en el nivel tecnológico alto que paren en época de lluvias, sufren mayor estrés, debido a las condiciones de estabulación y presentan una menor producción al pico y producción de leche total que las que paren en época de secas. Por el contrario, las vacas en un nivel tecnológico medio, con una combinación de estabulación y pastoreo en la época de lluvias, tiene menor estrés y mayor oferta de alimentación, por lo que su producción al pico y producción de leche total es mayor que en la época de secas.

Ortiz *et al.* (2005) mencionan un óptimo de 85 a 110 días abiertos, con cifras mayores a 140 días como indicadores de problemas; así mismo, Córdova *et al.* (2005) indicaron DA óptimos entre 85 y 100 d. Los días abiertos estimados en el presente estudio son muy superiores a estos óptimos, lo que es un reflejo de elevados IPPC e IPPS y de inadecuado manejo nutrimental y sanitario, después de la inseminación.

Existe un costo-beneficio que se obtiene de reducir el intervalo a la concepción de 115 a 85 días después de la parto y este beneficio se reduce a medida que aumenta el intervalo de la concepción (Esslemont *et al.*, 2001). Si se considera con base en las encuestas realizadas (Apéndice 2 y 5) que un día abierto en promedio cuesta \$25.63 pesos por concepto de alimentación, en una empresa en transición con 98 cabezas de ganado en promedio, la reducción de 9.6 días abiertos representan un total de \$24,112.70 de ventaja económica con respecto a las agroempresas con nivel tecnológico empresarial. Wiggans y Goodling (2005) plantean el uso de la ecografía como alternativa para acortar los DA, ya que puede proporcionar información precisa a los 30 días después de la inseminación, a diferencia de la palpación rectal que es ≥ 45 d.

Aunado a lo anterior, Fonseca *et al.* (1983) mencionan que por cada 100 kg que se incrementa la producción en los primeros 70 días de lactancia. Se incrementa 3.4 d los DA, lo anterior coincide con Abdallah y McDaniel, (2000),

que mencionan que al incrementar la producción, se puede disminuir en la fertilidad de las vacas, ya que al aumentar 1000 kg de rendimiento en la producción de leche, se incrementaría en 8 DA. Por lo anterior, se sugiere hacer un análisis del costo beneficio del incremento en producción y de DA, y determinar lo que es más rentable para cada empresa.

3.5.5 Intervalo entre partos (IEP)

El IEP de vacas en el nivel tecnológico de transición fue 23.3 d menor ($p < 0.05$) que el de vacas en agroempresas empresariales (Cuadro 11 y Figura 3), lo cual es consistente con los resultados de SPC y DA. En estudios similares realizados con bovinos lecheros en la región de Los Altos de Jalisco, Caldera (2003) no encontró diferencias ($p > 0.05$) entre niveles tecnológicos alto (387 d) y bajo (397 d); y Pacheco (2010) tampoco reportó diferencias entre el nivel empresarial (402 d) y 413.58 para el nivel de transición (414 d).

Las diferencias en IEP entre niveles tecnológicos, posiblemente estuvieron asociadas a diferencias en producción de leche (26 vs 20 L en agroempresas empresariales vs en transición), ya que las vacas con mayor producción de leche tienden a disminuir su comportamiento reproductivo. Por ejemplo, González-Recio *et al.* (2004) mencionan que en las razas de bovinos lecheros españolas la fertilidad ha disminuido en $>10\%$ durante los 14 años más recientes, lo que asocian a tendencias crecientes en la producción de leche debido a la selección de animales con un mayor rendimiento de leche y sólidos; lo anterior indica la importancia de encontrar un equilibrio entre estos dos factores.

Las vacas de segundo parto tuvieron mejores ($p < 0.05$) IEP que las de cuarto y quinto parto (Cuadro 11). Lo anterior coincide con Hare *et al.* (2006), quienes estimaron IEP de 402.9, 402.4, 403.4, 406.2, 408.9, 410.8 y 412.9 d para vacas Holstein en EUA del primer al séptimo parto, indicando que el mejor comportamiento reproductivo lo presentan animales jóvenes. Otros autores (González-Recio *et al.*, 2004; Hare *et al.*, 2006; Ossa *et al.*, 2006) también

obsevaron que conforme aumenta la edad de las vacas Holstein se incrementan los IEP. Sin embargo, cuando los animales son híbridos se ha observado que conforme se incrementa la edad de la vaca, mejora su eficiencia reproductiva; por ejemplo, Hernández-Reyes *et al* (2000), en un hato con animales Holstein cruzados, reportaron IEP de 455.2 ± 9.6 , 446.6 ± 9.8 , 432.7 ± 10.4 , 402.0 ± 12.5 , 407.9 ± 16.4 , 413.0 ± 15.4 d, para vacas del primer al sexto parto; y Pino *et al.* (2009), con animales cruzados Holstein-Cebú, reportaron IEP de 485 ± 3.5 , 467 ± 3.85 , 468 ± 4.21 , 467 ± 4.99 , 465 ± 6.21 y 479 ± 6.35 en vacas de 1 a >6 partos.

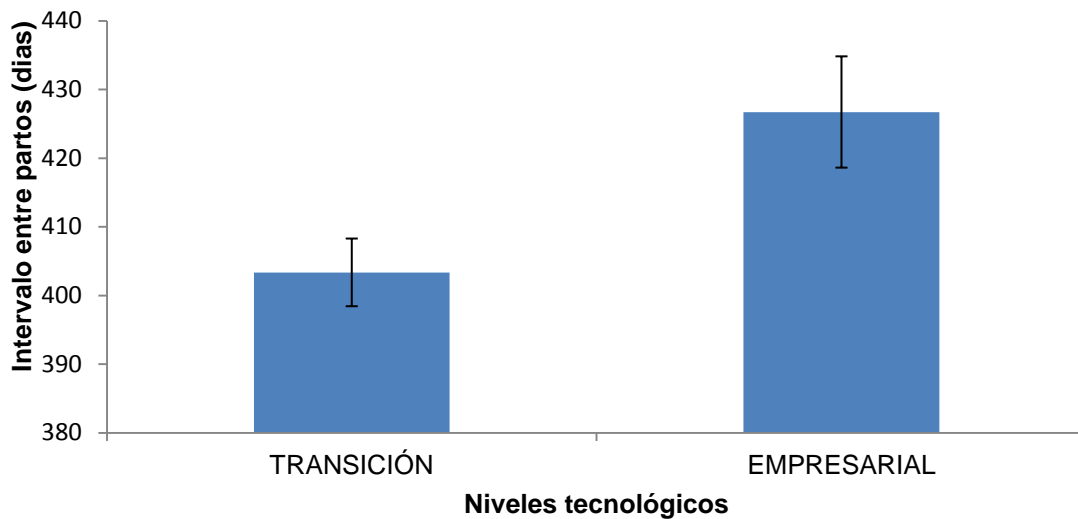


Figura 3. Intervalo entre partos (IEP) de los niveles tecnológicos de transición y empresarial.

3.6 Conclusión

Las agroempresas con nivel tecnológico de transición mostraron mejor comportamiento reproductivo que las de nivel empresarial, particularmente en el número de servicios por concepción y el intervalo entre partos. El uso más eficiente de las técnicas para la detección de calores y el diagnóstico de preñez puede ayudar a incrementar la productividad del hato.

3.7 Literatura citada

Abdallah, J. M., and B. T. McDaniel. 2000. Genetic parameters and trends of milk, fat, days open, and body weight after calving in North Carolina experimental herds. *Journal of Dairy Science* 83: 1364-1370.

- Arana D., C., L. Echevarría C., y J. Segura C. 2006. Factores que afectan el intervalo parto-primer servicio y primer servicio-concepción en vacas lecheras del Valle del Mantaro durante la época lluviosa. *Revista de Investigaciones Veterinarias Perú* 17(2): 108-113.
- Aranguren-Méndez, J. A., C. González-Stagnaro, W. Isea V., y J. Goicochea L. 1996. Índice reproductivo en vacas cruzadas 5/8 Brahman, 5/8 Holstein y 5/8 Pardo Suizo. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Zulia* 6(3): 141-147.
- Caldera N., N. A. 2003. Comportamiento de ganado Holstein en agroempresas de lechería familiar con diferente nivel tecnológico. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. México. 83 p.
- Córdova I., A., M. S. Córdova J., C. A. Córdova J., y J. F. Pérez G. 2005. Comportamiento reproductivo de ganado lechero. *Revista Electrónica de Veterinaria VI* (7): 1-4.
- Corea-Guillén, E. E., J. F. Alvarado-Panameño, y L. V. Leyton-Barrientos. 2008. Efecto del cambio en la condición corporal, raza y número de partos en el desempeño reproductivo de vacas lecheras. *Revista Agronomía Mesoamericana* 19(2): 251-259.
- Cristiani M. L., M. Romero B., O. Araujo F., y N. Madrid B. 1993. Determinación de progesterona postparto y comportamiento reproductivo en vacas mestizas. *Revista Facultad de Agronomía* 10: 143-161. http://www.revfacagronluz.org.ve/v10_2/v102z004.html. Consultado el 2 de noviembre de 2011.
- Darwash A. O., G. E. Lamming, and J. A. Woolliams. 1997. The phenotypic association between the interval to post-partum ovulation and traditional measures of fertility in dairy cattle. *Journal of Animal Science* 65:9-16.
- De Jarnette, J. M., C. G. Sattler, C. E. Marshal, and R. L. Nebel. 2007. Voluntary waiting period management practices in dairy herds participating in a progeny test program. *Journal of Dairy Science* 90: 1073-1079.
- De Vries, A., J. D. Olson, and P. J. Pinedo. 2010. Reproductive risk factors for culling and productive life in large dairy herds in the eastern United States between 2001 and 2006. *Journal of Dairy Science* 93: 613-623.
- Domínguez, C., N. Martínez, y O. Colmenares. 2004. Características reproductivas de rebaños bovinos doble propósito en los llanos centrales de Venezuela. *Revista Zootecnia Tropical* 22(2): 133-145.
- Eicker, S. W., Y. T. Gröhn, and J. A. Hertl. 1996. The association between cumulative milk yield, days open, and days to first breeding in New York Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 79: 235-241.
- Esslemont, R. J., M. A. Kossaibati, and J. Allcock. 2001. Economics of fertility in dairy cows. *In: Fertility in the high producing dairy cow*. Diskin M. G. (ed.). Edinburgh. British. Society of Animal Science 26: 19-29.

- Fonseca, F. A., J. H. Britt B. T. McDaniel J. C. Wilk, and A. H. Rakes. 1983. Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrous, conception rate, and days open. *Journal of Dairy Science* 66: 1128-1147.
- García, E. 1981. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. 3ª ed. México. 252 p.
- García M., J. G., D. V. Mariscal A., N. A. Caldera N., R. Ramírez V., H. Estrella Q., y R. Núñez D. 2007. Variables relacionadas con la producción de leche de ganado Holstein en agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico. *Interciencia* 32: 841-846.
- González-Recio, O., M. A. Pérez-Cabal, and R. Alenda. 2004. Economic value of female fertility and its relationship with profit in Spanish dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 87: 3053-3061.
- González-Recio, O., Y. M. Chang, D. Gianola, and K. A. Weigel. 2005. Number of inseminations to conception in Holstein cows using censored records and time-dependent covariates. *Journal of Dairy Science* 88: 3655–3662.
- Hafez E., S. E. 1987. *Reproduction in Farm Animals*. 5ª ed. Editorial Lea & Febiger. Philadelphia, USA. pp: 297-344.
- Hare, E. H. D. Norman, and J. R. Wright. 2006. Trends in calving ages and calving intervals for dairy cattle breeds in the United States. *Journal of Dairy Science* 89: 365–370.
- Hernández-Reyes, E., M. V Segura-Correa, J. C. Segura-Correa, y M. M. Osorio-Arce. 2000. Intervalo entre partos, duración de la lactancia y producción de leche en un hato de doble propósito en Yucatán, México. *Revista Agrociencia* 34(7): 699-705.
- Hillers, K. J., P. L. Senger, R. L. Darlington, and W. N. Fleming. 1984. Effects of production, season, age of cow, days dry and days in milk on conception to first service in large commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science* 67: 861–867.
- Hou, Y., P. Madsen., R. Labouriau, Y. Zhang, M. S. Lund, and G. Su. 2009. Genetic analysis of days from calving to first insemination and days open in Danish Holsteins using different models and censoring scenarios. *Journal of Dairy Science* 92: 1229-1239.
- Lara, V., C. J. Hernández, O. Cruz, O. Ortiz, y C. G. Gutiérrez. 2002. Inicio de la actividad ovárica posparto y características de la función lútea de vacas Holstein. *In: Memorias del XXVI Congreso Nacional de Buiatría 2002*. Acapulco, Gro. México. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos.
- López L., C., R. Salcedo B., J. M. Salas G., D. Rivera M., M. González A., G. Aranda O., F. Magaña V., I. Márquez H., P. A. Martínez H., M. González A., y E. García P. 2007. Diagnóstico Integral del Sector Primario para el

Desarrollo Sustentable del Estado de Oaxaca; bovinos productores de leche. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. 456 p.

- López-Ordaz, R., H. Castillo-Juárez., y H. H. Molntaldo. 2009. Covarianzas genéticas y fenotípicas para días abiertos y características de la curva de lactancia en vacas Holstein en el norte de México. *Veterinaria México* 40 (4); 343-356.
- Marini, P. R., A. Charmandarian, y M. I. Oyarzabal. 2004. Producción intervalo parto-concepción en vacas lecheras de primer a quinta estación. *Revista Argentina de Producción Animal* 23(4): 165-171.
- Mariscal A., V., y H. Estrella Q. 2008. Modelo estratégico de servicios integrales de asesoría y consultoría CHAPINGO-AGROPEC Star. *In: Tecnologías desarrolladas en el Posgrado en Producción Animal. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp: 56-63.*
- Makuza, S. M., and B. T. McDaniel. 1996 Effects of days dry, previous days open, and current days open on milk yields of cows in Zimbabwe and North Carolina. *Journal of Dairy Science* 79:702-709.
- Martínez C., A. 1999. Validación del programa de computo AGROPEC Star en un hato de bovinos lecheros. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México. pp: 13-19.
- McDougall, S., C. R. Burke, K. L. Macmillan, and N. B. Williamson. 1995. Patterns of follicular development during periods of anovulation in pasture-fed dairy cows after calving. *Research in Veterinary Science* 58: 212–216.
- Norman, H. D., J. R. Wright, M. T. Kuhn, S. M. Hubbard, R. H. Miller, and J. L. Hutchison. 2009. Reproductive status of Holstein and Jersey cows in the United States. *Journal of Dairy Science* 92(7): 3517-3528.
- Ortiz S., J. A., O. García T., y G. Morales T. 2005. Manual de manejo de bovinos productores de leche. Colegio de Posgraduados y Secretaría de la Reforma Agraria. México. 53 p.
- Ossa S., G., M. Suárez T., y J. Pérez G. 2006. Factor ambiental y genético relacionado con el intervalo entre partos en la raza Romonosinuano. *Revista Médica Veterinario Zootecnista, Córdoba* 11(2): 799-805.
- Pacheco C., A. 2010. Estratificación e indicadores reproductivos de agroempresas lecheras en Los Altos de Jalisco. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. México. 71 p.
- Pino T., G. E. Martínez, R. Galíndez, M. Castejón, y A. Tovar. 2009. Efecto del grupo racial y algunos factores no genéticos sobre la producción de leche e intervalo entre partos en vacas de doble propósito. *Revista Facultad de Ciencia Veterinaria.* 50 (2): 224-228. <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0258->

65762009000200005&script=sci_arttext. Consultado el 2 de noviembre de 2011.

- Ramírez R., G., y J. C. C. Segura. 1992. Comportamiento reproductivo de un hato de vacas Holstein en el noreste de México. *Livestock Research for Rural Development* 4 (2). <http://www.lrrd.org/lrrd4/2/mexico.htm>. consultada el 2 de noviembre de 2011.
- Rhodes, F. M., S. McDougall, C. R. Burke, G. A. Verkerk, and K. L. Macmillan. 2003. Invited review: Treatment of cows with an extended postpartum anestrous interval. *Journal of Dairy Science* 86: 1876–1894.
- Ríos-Utrera, A., R. C. Calderón-Robles, J. V. Rosete-Fernández, y J. Lagunes-Lagunes. 2010. Análisis genético de características reproductivas de vacas Holstein criadas en un ambiente subtropical. *Agronomía Mesoamericana*. 21, 2. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212010000200003&script=sci_arttext. Consultada el 2 de noviembre de 2011.
- Roche, J. R. 2003. Effect of pregnancy on milk production and bodyweight from identical twin study. *Journal of Dairy Science* 86: 777–783.
- Romero M., C. 2007. Efecto de la administración de selenio y vitamina E en el comportamiento reproductivo de vacas Holstein. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. México. 79 p.
- Sartori, R., J. M. Haughian, R. D. Shaver, G. J. M. Rosa, and M. C. Wiltbank. 2004. Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein heifers and lactating cows. *Journal of Dairy Science* 87: 905–920.
- SAS Institute. 2011. SAS-STAT 9.2 User's Guide. Vol. 1-7. SAS Publishing. Cary, NC. 5180 p.
- Sewalem, A., F. Miglior, G. J. Kistemaker, P. Sullivan, and B. J. Van Doormaal. 2008. Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 91: 1660-1668.
- Weigel, K. A., R. W. Palmer., and D. Z. Caraviello. 2003. Investigation of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Wisconsin using survival analysis. *Journal of Dairy Science* 86: 1482-1486.
- Wiggans, G. R., and R. C. Goodling Jr. 2005. Accounting for pregnancy diagnosis in predicting days open. *Journal of Dairy Science* 88: 1873-1877.

4. APÉNDICES

Apéndice 1. Empresas utilizadas para la investigación.

Región	Estado	Municipio	Nombre del técnico	Clave de la empresa
Regional del norte	Chihuahua	Delicias	Fco. Rafael López Santoyo	CHIH-1
			Rubén Armendáriz Hdez.	CHIH-2
Regional del occidente	Coahuila	Torreón	Rubén Flores Martínez	COAH-1
	Aguascalientes	Aguascalientes	Javier Gutiérrez	AGS-1
			Patricia Jiménez Díaz	AGS-2
				AGS-3
	Guanajuato	Irapuato	Gildardo Hernández Castelán	GTO-1
				GTO-2
	Jalisco	San José de las Flores	Andrés Martínez cuevas	JAL-1
				JAL-2
				JAL-3
				JAL-4
Lorenzo Buenabad				JAL-5
JAL-6				
JAL-7				
JAL-8				
JAL-9				
JAL-10				
Martin				JAL-11
JAL-12				
JAL-13				
JAL-14				
JAL-15				
San Miguel el Alto	Capilla de Guadalupe	Marcos Cruz Cruz	JAL-16	
			JAL-17	
			JAL-18	
Acatic	Acatic	José Cadena Daniel Pichardo Reyes	JAL-19	
			JAL-20	
			JAL-21	
			JAL-22	
			JAL-23	
			JAL-24	
			JAL-25	
			JAL-26	
			JAL-27	
			JAL-28	
JAL-29				
JAL-30				
JAL-31				
JAL-32				
Michoacán de Ocampo	Zamora	Efrén Trujillo López	JAL-33	
			MICH-1	
			MICH-2	
			MICH-3	
			MICH-4	

Apéndice 2. Empresas con la ponderación obtenida y su clasificación de nivel tecnológico.

Empresas	ICG	IMA	IMR	IMS	IIE	Ponderador	Tipo	Clasificación
MICH-1	0.98	0.50	0.60	0.25	0.45	0.46	II	Transición
AGS-1	1.00	0.75	0.60	0.35	0.18	0.48	II	Transición
CHIH-1	0.96	0.50	0.80	0.30	0.38	0.49	II	Transición
AGS-2	1.00	0.50	0.80	0.35	0.42	0.52	II	Transición
MICH-2	0.97	0.50	0.60	0.55	0.43	0.53	II	Transición
JAL-13	1.00	0.75	0.60	0.35	0.44	0.55	II	Transición
JAL-21	1.00	0.50	0.60	0.65	0.43	0.56	II	Transición
GTO-1	1.00	0.75	0.60	0.45	0.40	0.56	II	Transición
AGS-3	1.00	0.75	0.60	0.55	0.34	0.57	II	Transición
JAL-9	1.00	0.50	0.60	0.65	0.55	0.59	II	Transición
MICH-4	0.95	0.50	0.60	0.60	0.67	0.61	II	Transición
JAL-17	1.00	0.50	0.60	0.65	0.63	0.61	II	Transición
JAL-19	1.00	0.50	0.60	0.75	0.53	0.61	II	Transición
MICH-3	0.98	0.50	0.60	0.65	0.65	0.61	II	Transición
JAL-6	1.00	0.50	1.00	0.65	0.43	0.64	II	Transición
JAL-23	1.00	0.75	0.60	0.65	0.51	0.64	II	Transición
JAL-14	1.00	0.50	1.00	0.50	0.61	0.64	II	Transición
JAL-7	1.00	0.50	1.00	0.65	0.50	0.66	II	Transición
JAL-16	1.00	0.50	1.00	0.65	0.50	0.66	II	Transición
JAL-8	1.00	0.50	1.00	0.60	0.61	0.67	II	Transición
JAL-10	1.00	0.50	1.00	0.65	0.65	0.69	II	Transición
CHIH-2	1.00	0.75	0.80	0.75	0.46	0.69	II	Transición
JAL-1	1.00	0.50	1.00	0.75	0.57	0.70	II	Transición
JAL-11	1.00	0.75	1.00	0.45	0.65	0.70	II	Transición
JAL-25	1.00	0.50	1.00	0.90	0.45	0.71	II	Transición
JAL-27	1.00	0.50	1.00	0.90	0.48	0.71	II	Transición
JAL-12	1.00	0.50	1.00	0.65	0.74	0.72	II	Transición
JAL-31	1.00	0.50	1.00	0.90	0.49	0.72	II	Transición
JAL-22	1.00	0.75	1.00	0.65	0.53	0.73	II	Transición
COAH-1	0.75	0.75	1.00	0.45	0.80	0.73	II	Transición
JAL-5	1.00	0.50	1.00	0.65	0.83	0.74	II	Transición
JAL-20	1.00	0.75	1.00	0.65	0.61	0.75	II	Transición
JAL-15	1.00	0.75	1.00	0.60	0.71	0.76	II	Transición
JAL-32	1.00	0.50	1.00	0.90	0.67	0.76	II	Transición
JAL-26	1.00	0.50	1.00	0.90	0.71	0.77	II	Transición
JAL-33	1.00	0.50	1.00	0.90	0.71	0.77	II	Transición
JAL-28	1.00	0.50	1.00	0.90	0.73	0.78	II	Transición

Apéndice 3. Empresas con la ponderación obtenida y su clasificación de nivel tecnológico (continuación).

Empresas	ICG	IMA	IMR	IMS	IIE	Ponderador	Tipo	Clasificación
JAL-18	1.00	0.75	1.00	0.70	0.77	0.80	III	Comercial
GTO-2	1.00	1.00	1.00	0.40	0.88	0.81	III	Comercial
JAL-4	1.00	0.75	1.00	0.75	0.79	0.82	III	Comercial
JAL-29	1.00	0.50	1.00	0.90	0.89	0.82	III	Comercial
JAL-24	1.00	1.00	1.00	0.65	0.66	0.82	III	Comercial
JAL-30	1.00	0.75	1.00	0.90	0.83	0.87	III	Comercial
JAL-3	1.00	1.00	1.00	0.70	0.83	0.88	III	Comercial
JAL-2	1.00	1.00	1.00	0.75	0.83	0.89	III	Comercial

Apéndice 4. Estadísticos descriptivos de las variables de respuesta.

VARIABLES	No. obs	Mín.	Máximo	Media	D.Est	C.V
Núm. de parto	20751	1	5	2.492	1.239	49.703
Época de parto	20749	1	2	1.492	0.5	33.499
Año de parto	20749	1996	2011	2007.196	3.229	0.161
Edad de parto	18098	1.85	15.03	4.095	1.945	47.508
Días en gestación	14918	250	309	277.949	7.221	2.598
Intervalo entre partos (IEP)	11949	300	993	408.97	87.614	21.423
Intervalo parto primer celo (IPPC)	8754	21	542	80.784	44.79	55.444
Intervalo parto primer servicio (IPPS)	6827	59	539	97.639	42.637	43.668
Servicios por concepción (SPC)	17849	1	5	1.96	1.22	62.257
Días abierto (DA)	12648	60	838	143.917	88.283	61.343
Días en lactancia	9289	1	926	331.95	80.778	24.334
Producción acumulada	1901	122	22111	7795.499	3138.459	40.26
Periodo seco (DS)	8062	28	524	70.859	37.725	53.24

El número de partos se agruparon en 5 categorías, según la edad fisiológica el animal. 1, 2 y 3 fueron en desarrollo, 4-6 animal adulto, y >6 animales viejos. Los servicios por concepción. Se agruparon de 1 a 4 servicios y >5 como 5.

Apéndice 5. Ingresos estimados a partir de las encuestas realizadas a los productores.

Empresas	Índice	UA ^z	Animales en Pdn	Pdn día ⁻¹	Precio de venta litro ⁻¹	Pdn vaca ⁻¹	Ingresos	Ingresos Anuales
NIVEL TECNOLÓGICO DE TRANSICIÓN								
JAL-27	0.715	22.5	17	330	4.3	19.4	1419	517935
MICH-1	0.459	28.5	14	224	4.2	16	940.8	343392
MICH-2	0.531	39.75	17	250	4.5	15	1125	410625
JAL-21	0.559	40	39	804	4.55	20.6	3658.2	1335243
MICH-4	0.606	42.25	25	450	4.2	18	1890	689850
JAL-16	0.655	46	26	520	4.6	20.5	2392	873080
JAL-10	0.694	46.5	20	420	4.2	21	1764	643860
JAL-25	0.707	46.75	29	400	4.4	13.8	1760	642400
JAL-9	0.590	50.25	39	450	4.6	13	2070	755550
JAL-6	0.637	51.7	25	550	3.8	22	2090	762850
JAL-31	0.717	56.75	30	540	4.57	18	2467.8	900747
JAL-15	0.759	71.77	38	720	4.5	19.43	3240	1182600
JAL-7	0.655	79	39	700	4.2	18	2940	1073100
JAL-1	0.699	84	45	1140	4.3	25.3	4902	1789230
JAL-32	0.764	120	95	1850	4.6	19.5	8510	3106150
JAL-33	0.774	123	69	1350	4.8	19.6	6480	2365200
JAL-8	0.670	128.5	92	1800	4.35	19.4	7830	2857950
JAL-11	0.704	136.25	80	1400	4.57	17.5	6398	2335270
JAL-28	0.779	141.75	84	1350	4.6	16	6210	2266650
MICH-3	0.614	151.5	57	855	4.2	15	3591	1310715
JAL-12	0.717	156	83	1800	4.5	22	8100	2956500
JAL-5	0.740	165.75	80	1700	4.5	21.25	7650	2792250
JAL-14	0.644	167.75	84	2300	4.5	27.4	10350	3777750
JAL-26	0.774	172	95	2200	4.67	23.2	10274	3750010
JAL-22	0.725	296.25	120	2992	4.3	23.3	12865.6	4695944
NIVEL TECNOLÓGICO EMPRESARIAL								
JAL-4	0.818	218.75	126	2790	4.5	22.14	12555	4582575
JAL-29	0.821	113	63	1400	4.5	22.2	6300	2299500
JAL-24	0.821	315	197	6292	4.83	32.84	30390	11092481
JAL-30	0.868	248.75	170	3700	4.67	24	17279	6306835
JAL-3	0.878	1024.5	534	14000	5	27	70000	25550000
JAL-2	0.891	387.25	205	6683	4.6	32.6	30741.8	11220757

^zUA= unidad animal



Apéndice 6. Encuesta aplicada a los productores para determinar el nivel tecnológico.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
Departamento de Enseñanza e Investigación en Zootecnia
Maestría en Ciencias en Innovación Ganadera

CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES DE GANADO BOVINO LECHERO

Fecha de encuesta ___ / ___ / ___

EL OBJETIVO DE ESTA ENCUESTA ES CARACTERIZAR LA ESTRUCTURA Y DETERMINAR EL NIVEL TECNOLÓGICO DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LECHE DE BOVINO

1. Identificación del entrevistado y de su unidad de producción

- 1.1. Nombre del productor _____
- 1.2. Dirección _____
- 1.3. Localidad _____
- 1.4. Nombre del asesor _____
- 1.5. Edad del productor _____
- 1.6. Edad del encargado _____ años. Escolaridad _____ años cursados
- 1.7. Escolaridad del productor _____
- 1.8. Número de miembros dependientes de la unidad producción _____
- 1.9. Cuantos años lleva como productor de leche de bovino _____
- 1.10. Nombre de la unidad de producción o rancho _____
- 1.11. Localidad _____ Nombre local del lugar _____

1.12. Tamaño y uso de la unidad de producción

Uso de la tierra	Riego (ha)	Temporal (ha)	Total (ha)
Agrícola (ha)			
Ganadero (ha)			

2. Inventario productivo

- 2.1. ¿Con cuántas cabezas de ganado bovino para leche cuenta actualmente?



Estructura del hato	Número de Cabezas
a) Vacas en ordeña	
b) Vacas secas	
c) Vaquillas (hembras del destete a 350 kg de peso vivo que no han parido (2-3 años de edad)	
d) Novillonas (hembras del destete a 350 kg de peso vivo, de 1 a 2 años de edad)	
e) Becerros ambos sexos (del nacimiento al destete)	
f) Becerros ambos sexos del destete al año	
g) Novillos (machos castrados destetados)	
h) Toretas (machos enteros destetados)	
i) Sementales	
Total del hato	

3. Calidad genética

3.1. ¿De qué raza o cruce son los bovinos con que cuenta actualmente?

Tipo de raza	Número de cabezas
Criollos	
Animales criollos cruzados con alguna raza mejorada	
Animales cruzados con razas mejoradas	
Animales de raza pura para producción de leche que no son de registro	
Animales de raza pura con registro	

3.2. ¿Cuenta con un programa definido de mejoramiento genético? No ____ Sí ____

3.3. ¿Cuáles de las características está tratando de mejorar genéticamente? (Numere según la importancia que tenga las características que se están mejorando)

Característica	Numere
Edad al primer parto	
Producción de leche	
Calidad de la leche	



Fertilidad	
Evitar problemas al parto	
Sobrevivencia de crías	
Docilidad	
Conformación de ubres, patas	
Otros	

3.4. ¿Qué método de mejora genética emplea en su hato?
 Ninguno _____ Selección _____ Cruzamiento _____ Ambos _____

3.5. ¿Cómo obtiene sus reemplazos (No. de hembras)?
 Compra _____ Cría _____ Ambos _____

3.6. ¿Se han cruzado novillonas de su hato con su propio padre?
 Muy frecuentemente _____ Ocasionalmente _____ Nunca _____

3.7. ¿Cómo evita los cruzamientos entre parientes? No lo controla _____
 Manejando varios grupos _____ Cambiando el semental con frecuencia _____ Otra _____

3.8. ¿Cada cuánto tiempo reemplaza a su semental? _____ años

3.9. ¿Numere cuáles son los criterios para desechar a las hembras y a los sementales?

Marque	Hembras	Marque	Sementales
	Edad o número de partos		Edad
	Baja producción de leche		Deficiente libido
	Baja fertilidad		Baja fertilidad del semen
	Abortos		Lesiones en genitales
	Problemas al parto		Enfermedades
	Enfermedades de ubre		Difícil manejo
	Otras enfermedades		Para que no monte a sus propias crías
	Otras (especifique)		Otras(Especifique)

4. Instalaciones y equipo



4.1. ¿Cuáles son las instalaciones con que cuenta su unidad de producción o rancho?

La unidad de producción cuenta con:	Área (m ²) o longitud (m)	Unidades	Cantidad
Cercos perimetrales			
Cercos eléctricos			
Abrevaderos			
Bebederos en los potreros			
Pozo			
Bordo en el agostadero			
Corral de manejo			
Corrales para estabulación			
Comederos en los corrales			
Bebederos en el o los corrales			
Piso para la ordeña			
Tejado para la ordeña			
Sala de ordeña			
Sombreaderos			
Silos			
Bodega o almacén			
Tubería para riego			
Otras de interés pecuario			

4.2. En caso de contar con sala de ordeña, dar respuesta a lo siguiente:

Características	
Tipo de sala (espina de pescado, lateral, carrusel, etc.)	
Capacidad (animales en ordeña al mismo tiempo)	
Dimensiones de la sala (m ²)	
Fuente de energía (gasolina, diesel, energía eléctrica, combinada, otra)	



4.3. En caso de tener ordeñadora portátil, ¿Cuál es la capacidad de ésta? (animales en ordeña al mismo tiempo) _____

4.4. ¿Con qué equipo cuenta su unidad de producción o rancho?

La unidad de producción cuenta con:	Cantidad	Unidad de medida
<input type="checkbox"/> Bomba de agua doméstica		
<input type="checkbox"/> Motobomba		
<input type="checkbox"/> Báscula ganadera		
<input type="checkbox"/> Trampa		
<input type="checkbox"/> Picadora de forraje		
<input type="checkbox"/> Molino de martillos		
<input type="checkbox"/> Tolva		
<input type="checkbox"/> Bomba aspersora		
<input type="checkbox"/> Tractor		
<input type="checkbox"/> Implementos de labranza		
<input type="checkbox"/> Camioneta		
<input type="checkbox"/> Camión		
<input type="checkbox"/> Remolque		
<input type="checkbox"/> Carro mezclador		
<input type="checkbox"/> Equipo de inseminación		
<input type="checkbox"/> Tanque frío		
<input type="checkbox"/> Equipo de pasteurización		
<input type="checkbox"/> Termo para semen		
<input type="checkbox"/> Equipo veterinario		
<input type="checkbox"/> Otros equipos para manejo del hato		

4.5. ¿Cuenta la unidad de producción con un sistema de manejo de excretas (marque con una X)?

Ninguno	<input type="checkbox"/>
Compostas	<input type="checkbox"/>
Lombricompostas	<input type="checkbox"/>
Biodigestor	<input type="checkbox"/>
Otro (especifique): _____	



5. Alimentación

5.1. ¿Qué sistema de alimentación practica?

Estabulado _____ Semiestabulado _____ Pastoreo _____

5.2. ¿Cuál es su principal fuente de alimentación?

Marque	Fuente	Periodo (meses)	Unidades	Cantidad/día	
	a) Praderas cultivadas				
	b) Agostadero (pasto nativo o inducido)				
	c) Alimentos balanceados				
	d) Granos (especifique)				
	Maíz				
	Sorgo				
	Otro				
	e) Dieta elaborada				
	f) Forrajes de corte fresco				
	g) Ensilados				
	h) Henificados				
	i) Esquilmos agrícolas y agroindustriales (indique)				
	j) bloques nutricionales o de sales				
	k) Otras (Especifique)				

5.3. ¿A qué clase de cultivo y uso dedica la superficie que maneja?

Superficie dedicada a:	Especie cultivada o existente	Ha	Régimen de humedad (riego, temporal, humedad residual)
Praderas para pastoreo	Alfalfa		
	Trébol		
	Sorgo		
	Ballico		
	Otros:		



Agostaderos	Estrella		
	Guinea		
	Insurgente		
	Tanzania		
	Señal		
	Jaragua		
	Gramma		
	Otros:		
Forrajes de corte	Alfalfa		
	Maíz		
	Avena		
	Trébol		
	Otros:		
Granos	Maíz		
	Sorgo		
	Otros:		
Otros			

- 5.4. Produce ensilado? _____ ¿Henifica forraje? _____
- 5.5. En caso de que compre forraje: ¿Qué forraje compra? _____
- 5.6. ¿Dónde lo compra? _____ ¿A quién lo compra? _____
- 5.7. ¿Qué tipo de suplementos suministra (marque con una X en caso de hacerlo)?

Alimento concentrado	<input type="checkbox"/>
Sal común	<input type="checkbox"/>
Sales minerales	<input type="checkbox"/>
Melaza	<input type="checkbox"/>
Otro _____ (especifique):	

6. Manejo productivo

- 6.1. ¿Recibe capacitación y asistencia técnica? No ____ Sí ____
- 6.2. ¿Qué tipo de servicios le ofrece y con qué frecuencia (marque con una X)?



Indicador	Frecuencia
a) Registros financieros (contabilidad) <input type="checkbox"/>	
b) Alimentación y nutrición <input type="checkbox"/>	
c) Genética <input type="checkbox"/>	
d) Reproducción y clínica <input type="checkbox"/>	
e) Sanidad <input type="checkbox"/>	
f) Comercialización <input type="checkbox"/>	
g) Organización y gestoría <input type="checkbox"/>	
h) Otro (especifique): _____	

6.3. ¿Lleva algún registro productivo de su unidad? Sí _____ No _____

6.4. En caso afirmativo ¿Qué tipo de registro?

Marque	Registro	Marque	Registro
<input type="checkbox"/>	Consumo de alimento	<input type="checkbox"/>	Fechas de cruzas
<input type="checkbox"/>	Producción de leche	<input type="checkbox"/>	Fechas de partos
<input type="checkbox"/>	Costos de insumos	<input type="checkbox"/>	Enfermedades
<input type="checkbox"/>	Peso al destete	<input type="checkbox"/>	Desparasitación
<input type="checkbox"/>	Peso al nacimiento	<input type="checkbox"/>	Vacunación
<input type="checkbox"/>	Otros (especifique)	<input type="checkbox"/>	Tratamientos
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

6.5. ¿Cómo documenta esa información? Libreta _____ Tarjetas _____ Software especializado _____

6.6. ¿Cuenta con fierro o patente para su ganado? Sí _____ No _____

6.7. ¿Cómo identifica a sus animales (marque con una X)?

Identificación	
<input type="checkbox"/>	Arete particular
<input type="checkbox"/>	Arete SINIIGA
<input type="checkbox"/>	Arete de la campaña zoonosanitaria (OAI)
<input type="checkbox"/>	Tatuaje
<input type="checkbox"/>	Número con fierro caliente
<input type="checkbox"/>	Nombre
<input type="checkbox"/>	Otro (Especifique)



6.8. Características de la ordeña:

Características	Marque
Tipo de ordeña	<input type="checkbox"/> Manual
	<input type="checkbox"/> Mecánica
Número de ordeñas al día	<input type="text"/>
En qué tiempo ordeña al total del hato/ día (h)	<input type="text"/>
Apoyo con el becerro	<input type="text"/>
Limpieza de la ubre	<input type="checkbox"/> Prelavado
Usa agua potable para la ordeña	<input type="text"/>
Usa agua de lluvia para lavar ubres y equipo de ordeña	<input type="text"/>
El lavado del equipo de ordeña es con detergentes alcalinos y ácidos	<input type="text"/>
Si seca después de la ordeña, ¿aplica tratamiento preventivo?	<input type="text"/>
Aplicación de presellador	<input type="text"/>
Aplicación de sellador	<input type="text"/>
Suplemento durante la ordeña	<input type="text"/>
Prueba de fondo oscuro	<input type="text"/>
Prueba para mastitis California (mensualmente)	<input type="text"/>
Otra (especifique)	<input type="text"/>

6.9. Mencione los siguientes indicadores de su unidad de producción:

Indicadores	Promedio
Peso al nacimiento (Kg)	<input type="text"/>
Beceros nacidos al año (No)	<input type="text"/>
Peso al destete (Kg)	<input type="text"/>
Edad al destete (meses)	<input type="text"/>
Beceros destetadas al año (No)	<input type="text"/>
Beceros muertos antes del destete al año (%)	<input type="text"/>
Beceros muertos posdestete al año (%)	<input type="text"/>
Adultos muertos al año (%)	<input type="text"/>
Edad al primer servicio (meses)	<input type="text"/>
Peso al primer servicio (kg)	<input type="text"/>
Edad al primer parto (meses)	<input type="text"/>
Servicios por concepción (si la reproducción es controlada)	<input type="text"/>
Número de vacas servidas (al año)	<input type="text"/>
Número de vacas paridas (al año)	<input type="text"/>



Promedio de Días al primer Celo (Observado)	
Vacas observadas en celo entre los primeros 60 días después del parto	
Fertilidad	
Índice de concepción al primer servicio en novillas (%)	
Índice de concepción al primer servicio en vacas en lactancia (%)	
Vacas que conciben con menos de tres servicios (%)	
Intervalo entre partos (meses)	
Producción de leche por día promedio en todo el año (litros)	
Periodo de lactancia (meses)	
Duración del periodo seco (días)	
Edad promedio a la que desecha las vacas (años)	

7. Manejo reproductivo

7.1. Método de inseminación/tecnología utiliza

Actividad	%
Monta natural	
Inseminación artificial	
Inseminación artificial con semen sexado	
Transferencia de embriones	
Otro	

7.2. ¿Compañía con la que compran el semen? _____

7.3. ¿En qué meses paren la mayoría de las vacas (marque con una X)?

E
 F
 M
 A
 M
 J
 J
 A
 S
 O
 N
 D

7.4. ¿Cuál es el método que sigue para la detección de calores?

Toro celador _____ Visual _____ Otro _____

7.5. ¿Realiza partos químicos? No _____ Sí _____, ¿Con que frecuencia? _____



7.6. ¿Cuál de los siguientes métodos es el empleado para hacer el diagnóstico de gestación?

Marque	Métodos
<input type="checkbox"/>	Método del no retorno
<input type="checkbox"/>	Ultrasonido
<input type="checkbox"/>	Palpación rectal
<input type="checkbox"/>	Otro (especifique)

7.7. Manejo reproductivo

Reproductivos	Valores
Intervalo entre partos (días)	
Porcentaje de preñez (% al 1er servicio)	
Porcentaje de desecho	
Servicios por concepción	
Días abiertos	

8. Manejo sanitario

8.1. Lea todas las actividades y señale cuáles son las que se realizan en su unidad de producción.

Actividad sanitaria	Marcar
Ninguna desparasitación ni vacunación	<input type="checkbox"/>
Desparasitación externa	<input type="checkbox"/>
Desparasitación interna	<input type="checkbox"/>
Vacunación	<input type="checkbox"/>
Ambas desparasitaciones y ninguna vacunación	<input type="checkbox"/>
Desparasitación externa y vacunación	<input type="checkbox"/>
Desparasitación interna y vacunación	<input type="checkbox"/>
Ambas desparasitaciones, vacunación y se saca el estiércol de los corrales de 1 a 2 veces por semana	<input type="checkbox"/>
Ambas desparasitaciones, vacunación y se saca el estiércol de los corrales 3 veces o más a la semana	<input type="checkbox"/>
Aplicación rigurosa de un programa preventivo y medidas de higiene	<input type="checkbox"/>



8.2. ¿Cuáles son las enfermedades más importantes? (Numere por orden de importancia)

Numere	Enfermedad	Tratamiento	Prevención	Enfermos al año
	Mastitis			
	Infecciones uterinas			
	Gabarro			
	Enfermedades respiratorias			
	Diarreas			
	Otra			

8.3. ¿Cuáles son las vacunas o bacterianas que aplica a su ganado?

Tipo de animal	Tipo de vacuna	Dosis	Frecuencia

8.4. ¿Qué tipo de desparasitación realiza?

Marque	Desparasitación	Parásito	Producto*	Frecuencia	Épocas
	No desparasita				
	Interna (Gastrointestinales y Pulmonares)				
	Externa (Garrapatas, Tábanos, Moscas)				
	Ambas				

* Pueden ser químicos o biológicos tal como la avispa para el control de mosca



8.5. ¿Cómo realiza la desparasitación externa?

Forma	
<input type="checkbox"/>	Mochila aspersora
<input type="checkbox"/>	Baño por inmersión
<input type="checkbox"/>	Inyección
<input type="checkbox"/>	Pour-on
<input type="checkbox"/>	Otra forma (especifique)
<input type="checkbox"/>	

8.6. ¿En caso de estabulación, con qué frecuencia retira el estiércol de los corrales?

Cada _____ semanas

8.7. ¿Cuáles son las principales sustancias usadas para la limpieza y desinfección de locales y equipo?