



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**“EVALUACIÓN DEL MANEJO ALIMENTARIO Y LA CONCENTRACIÓN DE  
NUTRIMENTOS EN MEZCLAS OFRECIDAS A BOVINOS LECHEROS DE GANADERÍA  
FAMILIAR EN EL CENTRO OESTE DE PUEBLA”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA:

**ANDREA ELIZABETH FERNÁNDEZ VELARDE**

Asesor:

**MVZ MPAT Agustín Roberto Bobadilla Hernández**



México, D. F.

2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIAS

A mis padres, quienes siempre me apoyan sin condición, creen en mí y me impulsan a ser mejor cada día.

A Pao una persona de gran entereza que me ha demostrado que la perseverancia es una gran virtud.

A Jacobo, de quien me enorgullezco y tengo la fortuna de contar con su apoyo incondicional, y por sus valiosas enseñanzas, consejos y experiencias.

A Edna, Bety, Miriam y Nadia, que con su amistad me apoyaron y acompañaron, para no rendirme y progresar, no sólo durante el proceso de titulación, sino durante toda la carrera.

A Naty, que con su cariño me brindo la fuerza para persistir hasta el final.

A Jimmy, quien me puso en este camino.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a los productores del GGAVATT “San Lucas” por permitir la realización de la presente tesis, en especial a los productores: Silvestre Vázquez, Héctor Meneses, Reyes Calixtro, Bernabé Santos, Hermelinda Elizalde, Antonio Vázquez y José Antonio Vázquez, y a sus familias, por su amabilidad, apoyo y atenciones brindadas, durante el desarrollo del estudio.

Al MVZ Heladio Espinoza, por facilitar la vinculación con el grupo de productores, así como su apreciable ayuda en todos los aspectos relacionados con el progreso de la investigación. También agradezco a su familia por todas las atenciones que me dieron.

A mi asesor, el MVZ MPAT Agustín Bobadilla, por compartir sus conocimientos y experiencias, en la vinculación con los productores, así como en la completa elaboración del presente trabajo.

A mis sinodales: MVZ Ramón Gásque, MVZ Luis Corona, MVZ Rosalba Gómez y MVZ Ismael Martínez, por su apoyo, observaciones y correcciones, para mejorar la presente tesis.

A mis padres y familiares, por su apoyo y paciencia en mi proceso de titulación.  
Al MVZ Jacobo Carrisoza, por su apoyo, paciencia, ayuda y observaciones durante el proceso de elaboración de la tesis.

Gracias a todos los que siempre me animaron a seguir adelante, me apoyaron y me enseñaron a no rendirme hasta cumplir mis objetivos.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Producción de leche .....	4
2.1.1. Sistemas de producción de leche.....	5
2.2. Producción de leche en sistema familiar (PLSF) .....	6
2.2.1. Algunas características de la PLSF .....	7
2.2.2. Desventajas de la PLSF.....	8
2.2.3. Ventajas de la PLSF .....	8
2.3. Alimentación y nutrición de la vaca lechera .....	9
2.3.1. Nutrimentos.....	10
2.4. Consumo voluntario.....	16
2.4.1. Características propias del animal.....	17
2.4.2. Características del alimento .....	17
2.4.3. Manejo alimentario. ....	19
2.5. Evaluación de la alimentación y nutrición de la vaca lechera.....	21
2.5.1. Condición corporal.....	22
3. JUSTIFICACIÓN .....	22
4. HIPOTESIS.....	23
5. OBJETIVO GENERAL .....	23
5.1. Objetivos específicos .....	23
6. MATERIAL Y MÉTODOS .....	24
6.1. Ubicación geográfica .....	24
6.2. Recolección de información y selección de productores .....	26
6.2.1. Criterios de selección .....	26
6.2.2. Insumos .....	27
6.2.3. Animales .....	27
6.3. Análisis de la información .....	28
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
7.1. Características generales de las UPP del GGAVATT “San Lucas” .....	30
7.1.1. Mano de obra.....	31

7.1.2.	Tamaño de la superficie agropecuaria.....	32
7.1.3.	Instalaciones.....	32
7.1.4.	Maquinaria y equipo .....	33
7.1.5.	Prácticas de manejo.....	33
7.1.6.	Producción de leche .....	35
7.1.7.	Crianza .....	35
7.1.8.	Reproducción .....	36
7.1.9.	Genética .....	37
7.1.10.	Administración agropecuaria .....	37
7.2.	Parámetros productivos y reproductivos .....	38
7.2.1.	Parámetros reproductivos.....	39
7.2.2.	Parámetros productivos.....	40
7.3.	Descripción del manejo alimentario.....	41
7.4.	Principales insumos utilizados .....	44
7.5.	Concentración de nutrimentos en las mezclas.....	45
7.5.1.	Productor 1 .....	45
7.5.2.	Productor 3 .....	49
7.5.3.	Productor 4.....	53
7.5.4.	Productor 6.....	57
7.5.5.	Productor 9.....	60
8.	CONCLUSIÓN .....	63
9.	REFERENCIAS.....	64
10.	Anexos .....	74
10.1.	Anexo 1 .....	74
10.2.	Anexo 2.....	77
10.3.	Anexo 3.....	79
10.4.	Anexo 4.....	80
10.5.	Anexo 5.....	81
10.6.	Anexo 6.....	83
10.7.	Anexo 7.....	84
10.8.	Anexo 8.....	86

## RESUMEN

FERNÁNDEZ VELARDE ANDREA ELIZABETH. Evaluación del manejo alimentario y la concentración de nutrimentos en mezclas ofrecidas a bovinos lecheros de ganadería familiar en el centro oeste de Puebla (bajo la dirección de: MVZ MPAT Agustín Roberto Bobadilla Hernández).

El objetivo del estudio fue evaluar el manejo alimentario y el aporte de nutrimentos en mezclas ofrecidas a bovinos lecheros en cinco de 12 unidades de producción en sistema familiar, seleccionadas de un GGAVATT ubicado en cuatro municipios del centro oeste de Puebla, ya que la alimentación es clave para el mejoramiento productivo y rentabilidad, dado que representa del 45 al 70% de los costos totales de producción. La metodología aplicada fue analítica, descriptiva y transversal. Se desarrolló en dos etapas: 1) Recolección de información con productores del GGAVATT y 2) Análisis y evaluación de la información recolectada. Se observó que las mezclas no cubren los requerimientos para: PC, EM, Ca, P, PDR y PNDR; mientras que se encontraron elevados para FC, FDN, FDA y LAD; el balance anión-cation fue de 22.78 mEq/kg MS y el balance Ca:P de 4.6:1 en promedio. Las vacas presentaron una CC baja para la etapa productiva, lo que se relacionó al bajo desempeño productivo y reproductivo obtenido en los parámetros calculados. Los productores ofrecen alimento dos veces al día; proporcionan concentrados en el ordeño y posteriormente forrajes, con una relación F:C de entre 60:40 a 90:10.

La producción fue de 15.4 Kg ( $\pm 5.22$ ) de leche por vaca al día, con 5 ( $\pm 2.35$ ) vacas en lactación por productor. El ingreso diario por venta de leche fue de \$286.92 ( $\pm 135.10$ ) y el egreso por alimentación al día fue de \$317.50 ( $\pm 165.15$ ), por lo que la utilidad fue de \$-31.31 ( $\pm 186.76$ ), con lo que se infirió que no tienen liquidez y generan pocas utilidades. Las deficiencias detectadas pueden corregirse con asesoría correcta y seguimiento de la misma (Anexo 8).

## 1. INTRODUCCIÓN

La lechería familiar está representada por productores a pequeña escala, los que poseen menos de 50 bovinos en diferentes etapas productivas, en instalaciones de 43.7 m<sup>2</sup> en promedio, cercanas a la vivienda familiar (Cesín, 2009). La producción de leche en sistema familiar es importante en México, porque representa aproximadamente el 77% de las unidades de producción lechera en el país (Ávila, 2010). Sin embargo, no son eficientes puesto que aportan únicamente el 10% de la producción nacional (Ávila, 2010). La ineficiencia de este sistema se debe a la falta de asesoría acorde a necesidades, carencia de recursos, organización e integración de sus actividades económico-productivas, que en consecuencia incrementa los costos de producción; además, la cantidad y calidad de la leche es menor en comparación con las grandes industrias lecheras, por lo tanto, los productores del sistema familiar reciben menores ganancias en la venta de leche, porque no tienen acceso a mercados competitivos, asimismo la importación de leche a bajo costo restringe su vinculación con el consumidor final (Espinosa et al, 2002; Cesín, 2009).

La evaluación de la alimentación y nutrición del ganado es indispensable para mejorar la productividad y rentabilidad de las lecherías familiares, ya que la alimentación representa del 45 al 70% de los costos totales de producción (Cesín, 2009; Posadas *et al*, 2012).

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Producción de leche

México ocupa el lugar 16 en producción lechera a nivel mundial (SAGARPA, 2013). El principal productor de leche es E.U.A.; sin embargo, a nivel Latinoamérica, Argentina es el principal productor de leche con una productividad de 5.70 ton de leche por vaca, en comparación con México, que obtuvo una productividad de 1.80 ton de leche por cabeza (SAGARPA-SIAP, 2015).

Si bien, la producción de leche ha mantenido un crecimiento anual (Cuadro 1) (SAGARPA-SIAP, 2013); sólo se cubre el 70% del consumo nacional (12, 619, 000 L) (SAGARPA, 2013).

**Cuadro 1.** Producción nacional de leche de bovino y porcentaje de crecimiento de 2000-2013. Adaptado Fuente: SIAP con información de las delegaciones de la SAGARPA, 2014.

Año	Producción	Crecimiento anual (%)
2010	10,676,691	1.2
2011	10,724,288	0.4
2012	10,880,870	1.5
2013	10,965,632	0.8

El déficit del 30% se cubre con importaciones provenientes en un 70% de E.U.A.; llegando a importar 53 mil 759 ton de leche en polvo (SAGARPA-SIAP, 2015), destinados a la industria lechera y derivados lácteos, y al Programa de LICONSA. A pesar del déficit de leche para consumo interno se exportaron 11 mil 100 ton, como leche condensada a países de Centroamérica (SAGARPA-SIAP, 2015).

Los principales estados productores de leche son: Durango, Coahuila, Jalisco, y Chihuahua, Guanajuato, Veracruz, Puebla y Estado de México, que aportan el 45% de la producción nacional (SAGARPA-SIAP, 2015).

### 2.1.1. Sistemas de producción de leche

Los sistemas de producción de leche difieren entre sí por las técnicas y métodos que emplean. Además, al variar el precio de venta de leche, se afecta la rentabilidad particular de los sistemas de producción. Por ejemplo, el precio promedio de venta al consumidor de un L de leche en los sistemas familiares en el estado de Puebla fue de \$ 5.66 (2013), mientras que las grandes industrias venden al consumidor final a \$ 14.34 el L de leche (SAGARPA-SIAP, 2015).

Los sistemas de producción lechera en México se clasifican de la siguiente manera:

- I. Sistema especializado. Se concentra en las cuencas lecheras: Región Lagunera (Coahuila y Durango), ocupa el primer lugar en producción a nivel nacional. Los Altos (Jalisco), Delicias y Cuauhtémoc (Chihuahua). Además, otros estados como: Guanajuato, Oaxaca, Tlaxcala, San Luis Potosí, Puebla, Estado de México (Zumpango y Jilotepec), Hidalgo (Tizayuca), Querétaro (Colón y Villa de Márquez) y Baja California Norte (Mexicali). Este sistema cuenta con mínimo 230 vientres. Usan métodos mecanizados, de alta especialización y tecnificación, con razas especializadas: Holstein Friesian, y alimentan con mezclas balanceadas con forrajes y concentrados. Además, la leche producida se pasteuriza. En 2013 aportó el 51% de la producción nacional (SAGARPA-SIAP, 2015).

- II. Sistema semi-especializado. Se localiza en Chihuahua, Sonora, Baja California Norte y Sur, Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Hidalgo, Distrito Federal, San Luis Potosí, Tlaxcala y Puebla. En 2013 participó con el 21% de la producción (SAGARPA, 2015). Emplean razas como: Holstein, Suizo y cruza. La alimentación se basa en pastoreo y se complementa con forraje de corte y concentrado. Las vacas están en semi-estabulación. El ordeño puede ser manual o mecánico, con ordeñadoras individuales de pocas plazas (Blanco, 2012; Gasque, 2005).
- III. Sistema de doble propósito. Se desarrolla principalmente en Durango, Zacatecas, Coahuila, San Luis Potosí, Guanajuato, Tamaulipas, Puebla, Veracruz, Tabasco, Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca, Culiacán, Nayarit, Jalisco, Colima, Guerrero y Morelos. Utilizan razas Cebuinas, Holstein, Simmental y F1 (Europeo X Cebú). La producción de leche es estacional y es una actividad secundaria. En 2013, participó con el 18% de la producción (SAGARPA-SIAP, 2015). La alimentación se basa en pastoreo y ocasionalmente complementan.
- IV. Sistema familiar. Se localiza principalmente en Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Puebla, Baja California, Durango, Jalisco, Michoacán, Hidalgo, Estado de México y Distrito Federal. En 2013, participó con el 10% de la producción nacional (SAGARPA, 2015).

## 2.2. Producción de leche en sistema familiar (PLSF)

En los países en desarrollo, la leche se produce entre 80 al 90% en sistema familiar (FAO, 2014). En México la PLSF representa el 77% de las unidades

productivas, con 25% del total de bovinos lecheros, aunque sólo aporta el 10% de la producción. Se ubican principalmente en la región central del país, en zonas rurales, urbanas y periurbanas (Ávila, 2010; Cesín, 2009).

Las características de la PLSF dependen del agroecosistema, y al no existir información suficiente, se dificulta caracterizarla (Cesín, 2009). Por lo tanto, es necesario hacer un diagnóstico efectivo que facilite su análisis.

### 2.2.1. Algunas características de la PLSF

Los procesos productivos son a pequeña escala, vinculados con actividades agrícolas y forestales. Tienen hasta 50 bovinos en diferentes etapas (Cesín, 2009), con predominio de la genética Holstein, Suizo Americano y sus cruzas (Álvarez *et al*, 1997; Cesín, 2009). Con frecuencia usan monta dirigida y ocasionalmente inseminación artificial, sin selección genética. La medicina preventiva es poco planificada e irracional (Álvarez *et al*, 1997). La mano de obra es familiar y la administración la lleva el (la) jefe(a) de familia, quien toma decisiones y asigna actividades (FAO, 2014). Las instalaciones son rústicas cercanas a la vivienda familiar, de modo que la inversión de capital es muy poca (Cesín, 2009). El ordeño es comúnmente manual, con tendencia a usar ordeñadoras mecánicas de una o dos plazas. La productividad por lactación es baja de 1500 a 2800 Kg de leche en promedio (Blanco, 2012). La leche se vende sin pasteurizar ni enfriar a boteros, queseros, centros de acopio o directamente al consumidor y representa un ingreso diario en efectivo, que se complementa con la venta de estiércol y becerros (as). Asimismo, con la incorporación económico-

productiva de otras especies domésticas (aves, cerdos, conejos, etc.), y cultivos (hortalizas, gramíneas, leguminosas, etc.).

El sistema se adapta al medio físico y se conservan el entorno rural y las tradiciones culturales. Emplean insumos regionales (subproductos agroindustriales y alimentos no convencionales) o los generan en la misma unidad, como los esquilmos agrícolas y pastos nativos para la alimentación animal, que presentan bajos costos pero difícilmente cubren los requerimientos diarios de energía, proteína, fibra, minerales, vitaminas y materia seca (Mendoza y Ricalde, 2001; Cesín, 2009; FAO, 2014).

### 2.2.2.Desventajas de la PLSF

Las principales limitantes de la PLSF son el uso incorrecto de los recursos disponibles (Cervantes *et al*, 2001), la estacionalidad en la producción de forrajes, lo que resulta en la disminución de la producción y la dependencia a insumos externos (Cesín, 2009).

Además, no tienen acceso a mercados competitivos para la comercialización de la leche, por las exigencias en su calidad sanitaria (Cesín, 2009). A su vez, las cadenas productivas y de comercialización están poco integradas, de ahí que la ganancia por venta de leche es mínima para el productor (Espinosa *et al*, 2002; Cesín, 2009).

### 2.2.3.Ventajas de la PLSF

La ventaja primordial de la PLSF es la disposición de recursos humanos intergeneracionales para las actividades productivas, ya que favorece el autoempleo y fortalece la economía local y familiar (Cesín, 2009; FAO, 2014).

Por otro lado, existe la oportunidad de vincularse con la producción de quesos artesanales y entre productores, con el fin de negociar el precio de venta de leche, intercambiar estrategias y técnicas de producción, así como, acceder más fácilmente a programas de apoyo (Cesín, 2009).

En México, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), han desarrollado el modelo del Grupo Ganadero de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT), donde se organizan productores para recibir asesoría técnica y apoyo de centros de investigación, con el fin de incrementar la producción y rentabilidad de sus unidades productivas (Barradas *et al*, 2002). El grupo lo integran 15 a 20 ganaderos con un tipo de producción en común. El asesor técnico realiza un diagnóstico estático de la situación agropecuaria, socioeconómica y técnico-productiva de cada unidad productiva, para comparar avances y plantear acciones y metas durante las asambleas mensuales (Cesín, 2009; Barradas *et al*, 2002).

### 2.3. Alimentación y nutrición de la vaca lechera

En las vacas, la producción de leche es un proceso complejo, porque hay cambios fisiológicos constantes para transformar diferentes nutrimentos de los alimentos en leche. De ahí que la selección genética se ha enfocado en lograr una mayor eficiencia en la producción láctea (Navarro *et al*, 2006). Para aprovechar el potencial genético del animal, se debe alimentar y nutrir de acuerdo a sus necesidades, con la cantidad y calidad ideal de insumos. Sin olvidar que el manejo y el medio ambiente influyen en la producción de leche.

Los requerimientos nutricios de las vacas están en función, especialmente, de su peso vivo (PV), nivel de producción y estado fisiológico en que se encuentran. Los nutrimentos se encuentran en la materia seca (MS) de los alimentos; por lo tanto, la cantidad de MS consumida voluntariamente determina el rendimiento productivo del animal.

### 2.3.1. Nutrimentos

Los nutrimentos son sustancias químicas de los alimentos que el cuerpo requiere para llevar a cabo sus funciones vitales y éstos se describen a continuación:

#### 2.3.1.1. Agua

El agua es esencial para los bovinos lecheros, dado que del 56 al 81% de su peso corporal es agua, y la leche es más del 87% agua (NRC, 2001). El consumo total de agua al día proviene del agua de bebida y de los alimentos ingeridos; si la dieta contiene más del 75% de MS, el agua disponible en bebederos cubre hasta 83% del requerimiento del animal (Hutjens, 2008). Por esto, las vacas deben disponer de agua limpia y fresca todo el tiempo, con un espacio de bebedero de 60 cm para 10 a 15 vacas (Tisch, 2006). Además, el agua producida por el metabolismo de nutrimentos satisface el 10% del requerimiento diario de agua (Shimada, 2009).

Estos requerimientos dependen de:

- El nivel de producción de leche. Si es menor de 26 Kg/vaca/día, el consumo de agua es de 2.6 a 3 L de agua/Kg de leche/día, y con niveles de producción mayores, los requerimientos van de 3.3 a 4.2 L de agua/Kg de leche (NRC, 2001).

- El tipo de dieta consumida. Con una ración seca, menos del 40% de humedad, el consumo diario de agua se incrementa un 30%, por el contrario, se disminuye un 35%, cuando la ración es húmeda, más del 65% de humedad, en caso de alimentar con ensilados o forrajes frescos (Holter y Urban, 1992).
- La temperatura medioambiental. A una temperatura mayor a 30 °C, se incrementa 29% el consumo diario de agua (NRC, 2001).

### 2.3.2. Fuentes energéticas

La energía mantiene el metabolismo de las funciones vitales, la producción de leche y la gestación. Las principales fuentes de energía en el alimento provienen de carbohidratos, lípidos y proteínas.

La energía metabolizable (EM) es la unidad actualmente aceptada (France *et al*, 2000; Oldham y Emmans, 1990), y representa el residuo de energía, posterior a la digestión y pérdida de energía en la orina y gas. Al utilizarse en los tejidos corporales hay liberación de calor y lo que finalmente se utiliza es la energía neta (EN) que sirve para mantenimiento del cuerpo, gestación y lactación.

#### 2.3.2.1. Carbohidratos

Los carbohidratos son la principal fuente de energía. En los rumiantes se convierten en ácidos grasos volátiles (AGVs), mediante fermentación por los microorganismos ruminales. Al absorberse los AGVs son sustratos energéticos que cubren hasta un 80% de las necesidades energéticas (NRC, 2001; Ishler *et al*, 1996). Dentro de los AGVs, el ácido acético representa del 55 a 70% del total de producido. El ácido propiónico proviene de la digestión del almidón y azúcares, y constituye del 15 al 30% del total; el hígado puede convertirlo a glucosa a través

de la gluconeogénesis. El ácido butírico contribuye entre el 5 al 15% de los AGVs (Hutjens, 2008).

Los carbohidratos se dividen en dos categorías:

1. Carbohidratos no estructurales. Son las células solubles, azúcares y almidón. Se recomienda incluir en la ración, de un 22 a un 26% de almidón y de un 4 a 6% de azúcar en MS de la dieta (Hutjens, 2008).
2. Carbohidratos estructurales. Representa la pared celular de forrajes e incluye a la celulosa, hemicelulosa, lignina y pectina.

Las fracciones de la fibra más conocidas son:

- a. Fibra cruda (FC). Residuo insoluble obtenido mediante incubación ácida y alcalina. Esencialmente contiene celulosa, hemicelulosa, lignina y compuestos nitrogenados (Van Soest, 1982).
- b. Fibra detergente neutra (FDN). Material insoluble a degradación con una solución detergente neutra (sulfato lauril sódico y ácido etilendiaminotetraacético, EDTA). Se compone de celulosa, hemicelulosa y lignina. Contiene residuos de almidón, cenizas y nitrógeno.
- c. Fibra detergente ácida (FDA). Material insoluble a una solución detergente ácida (ácido sulfúrico y bromuro de acetiltrimetilamonio), constituida principalmente por celulosa y lignina, aunque pueden contener nitrógeno y minerales. La diferencia entre FDN y FDA es la hemicelulosa.

La FDN se utiliza como índice de volumen de la ración, porque limita la ingestión por su efecto volumétrico. Además, puede limitar el contenido energético consumido. (Ver Capítulo 2.3.2.). La fibra favorece un adecuado funcionamiento

del rumen: llenado y estímulo de las contracciones ruminales y de las condiciones ruminales: pH<sup>i</sup> y rumia.

Se recomienda que las raciones tengan 28 a 33% de FDN, 18 a 21% de FDA y 3 a 4% de lignina, en la MS (Hutjens, 2008).

### 2.3.2.2. Proteína

La proteína en rumiantes provee nitrógeno (N) a los microorganismos ruminales y aminoácidos al animal. Existen dos fuentes de N: 1. Nitrógeno no proteico (NNP), es una fuente de inmediata disponibilidad de N para la síntesis de aminoácidos y proteína microbiana<sup>ii</sup>; 2. Proteína del alimento o proteína verdadera, es degradada por los microorganismos hasta aminoácidos para la formación de proteína microbiana (PM), o en amoniaco que relacionado con el aporte de energía en la dieta, generará PM, conocida como proteína degradable en rumen (PDR). La PM provee la mayor parte de la proteína digerida y absorbida por el animal (Knowlton *et al*, 2003). La fracción de la proteína que escapa de la fermentación ruminal, se conoce como proteína no degradable en rumen (PNDR); pasa sin cambios al abomaso e intestino delgado, donde puede ser digerida y absorbida. En algunos casos, la PNDR es completamente indigestible, y llegará directamente a las heces. Se recomiendan raciones que aporten (MS) niveles de proteína cruda (PC) de mínimo 16% en la MS al pico de lactación o para altas productoras y mínimo de 13% para el último tercio de lactación o bajas productoras (Barber *et al*, 2010). La PDR (MS) es recomendable encontrarla entre 66 al 76% de la PC (Barber *et al*, 2010) y del 33 al 36% de PNDR del total de PC (Hutjens, 2008).

---

<sup>i</sup>El rango óptimo de pH va de 5.5 a 6.9 y está determinado por los AGVs producidos (Relling, 2002).

<sup>ii</sup>El valor biológico de la proteína microbiana es de 66 a 87% (Ishler *et al*, 1996).

### 2.3.2.3. Lípidos

Los lípidos se encuentran en variable cantidad en los alimentos de los rumiantes. Se adicionan a las dietas para incrementar la densidad de energía. El principal componente lípido de los forrajes es el galactolípido, que consiste de glicerol, galactosa y ácidos linoléico y linolénico, se encuentra en.... Su concentración disminuye con la edad de la planta y variará según la proporción de hojas y tallos (Ishler *et al*, 1996). Los microorganismos ruminales no pueden utilizar los ácidos grasos como fuente de energía, porque no pueden ser fermentados en ausencia de oxígeno, por lo que su uso está limitado a la incorporación de células y propósitos de síntesis. Tras la separación de los lípidos, los microorganismos son responsables de la adición de hidrógeno (biohidrogenación) a los ácidos grasos insaturados, convirtiéndose en ácidos grasos saturados (Knowlton *et al*, 2003). Se recomienda no proporcionar más del 5 al 6% de lípidos (extracto etéreo) en MS de la ración (Barber *et al*, 2010).

### 2.3.2.4. Vitaminas

Las vitaminas se dividen en dos categorías: 1. Hidrosolubles, que incluyen a las vitaminas del complejo B y la vitamina C; en rumiantes adultos saludables son sintetizadas por los microorganismos ruminales. 2. Liposolubles, incluyen a las vitaminas A, D, E y K. Las vitaminas A, D y E comúnmente son suplementadas en la dieta. Mientras que los microorganismo del rumen, también sintetizan vitamina K en animales adultos. Se recomiendan aportes en la dieta para Vitamina A de 7716 UI/Kg de MS, para Vitamina D de mínimo 2425 a 1654 UI/Kg de MS, y para Vitamina E de 45 UI/Kg de MS (Ishler *et al*, 1996).

### 2.3.2.5. Minerales

El contenido mineral total en los alimentos se expresa como ceniza. Son necesarios para estructura ósea y celular, y en muchas reacciones químicas y enzimáticas. Sus requerimientos en los animales se dividen en: macro y microminerales. Los macrominerales incluyen al calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl), potasio (K), magnesio (Mg) y azufre (S). El Ca es importante por su función en la estructura ósea, la transmisión de impulsos nerviosos, la contracción muscular, la coagulación sanguínea y componente de la leche. La ración debe aportar del 0.80 a 0.91% de Ca en la MS, tomando en cuenta la etapa de lactación de la vaca (Ishler *et al*, 1996). Si la dieta es deficiente en Ca, éste se moviliza de hueso, para cubrir las necesidades del animal. El P es importante para el metabolismo del rumen, reproducción, crecimiento óseo y producción. Concentraciones entre 0.32 y 0.42% de P durante toda la lactación son suficientes para optimizar la ingestión de alimentos y la producción de leche y sus componentes. El exceso de P puede ocasionar problemas en el metabolismo del Ca; niveles superiores a 0.65% interfieren también con la absorción de Mg e inhiben la producción de vitamina D alrededor del parto (Ishler *et al*, 1996).

El Mg es necesario para mantener la fermentación ruminal normal, crecimiento óseo, producción y reproducción. Su exceso puede disminuir la ingesta, digestibilidad y producción, además, puede ocasionar diarrea.

El S se requiere para la síntesis de aminoácidos esenciales, por los microorganismos del rumen. El suplemento de S es importante en raciones con

altos niveles de NNP. Su baja ingesta resulta en una deficiencia de proteína y un exceso daña el tejido y función del hígado.

El K es esencial para la conservación del equilibrio ácido base y para permitir la transmisión de impulsos nerviosos a las fibras musculares. Activa o funciona como un co-factor en varios sistemas enzimáticos. Su deficiencia, puede resultar en ingesta reducida de alimento, así como bajo nivel de producción y del % de grasa en leche. Su ingesta excesiva, puede incrementar la congestión de la ubre y es un factor asociado con la fiebre de leche, en el equilibrio anión-catión.

#### 2.4. Consumo voluntario

El consumo voluntario es la cantidad de alimento ingerido por el animal en un periodo de tiempo, en relación al apetito y la saciedad, del consumo de materia seca (CMS) (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Consumo de materia seca (MS) promedio en Kg para vacas de 450 Kg de peso vivo en lactación media y tardía, con porcentaje del peso vivo (PV), en relación a los kg diarios de leche producidos. Adaptado NRC, 2001.

Kg de leche/día	% del PV	Kg de MS
10	2.6	11.7
20	3.4	15.3
30	4.2	18.9

Cada animal tiene un objetivo en el nivel de consumo, para obtener los nutrimentos requeridos, para su nivel de producción determinado genéticamente. La habilidad del animal para conseguir dicho objetivo, está regulado por diversos factores:

### 2.4.1. Características propias del animal

- Nivel de producción. El requerimiento de MS aumenta entre 0.2 a 0.4 Kg por cada Kg de leche producida al día (Hazard, 2001).
- Etapa de lactación. En el primer tercio de lactación (0-90 días en leche), el CMS está disminuido en relación al nivel de producción y el requerimiento de energía (NRC, 2001; Tisch, 2006). Es por eso que, durante este período hay un balance de energía negativo. Las recomendaciones de CMS por Kg de PV son: en el primer tercio de lactación, 3.6% del PV; segundo tercio, 3.0% del PV y en el tercer tercio, 2.5% del PV (Hazard, 2001).

### 2.4.2. Características del alimento.

- Concentración de energía en la dieta. Es el principal regulador del consumo voluntario y determina la producción animal. A medida que la concentración de energía o digestibilidad en la dieta se incrementan, el consumo de alimento se incrementa, pero a concentraciones de energía demasiado altas, el consumo tiende a disminuir, como un mecanismo de control fisiológico para mantener un consumo de energía constante.
- Humedad. Existe una relación negativa entre el CMS y dietas con alto contenido de humedad. Hay un decremento en el total de CMS de 0.02% del PV para cada 1% en incremento del contenido de humedad en la dieta, sobre 50%, cuando se incluyen alimentos fermentados en la ración. Cuando se consumen alimentos fermentados, el decremento en el CMS es resultado de los productos finales de fermentación. Cuando la composición de la dieta no cambia, el CMS de

las vacas incrementa linealmente así como incrementa el porcentaje de MS en la ración.

- Fibra detergente neutra (FDN). El CMS disminuye en dietas con más del 25% de FDN (Allen, 2000), debido al volumen y tamaño de partícula del alimento; que se recomienda de 4 mm para pasar a través del orificio retículo-omasal (2 cm en adultos) (Relling y Mattioli, 2003); ya que se pueden afectar negativamente el llenado y la tasa de pasaje del rumen.
- Grasa. El CMS es menor cuando la grasa reemplaza los carbohidratos como fuente de energía en la dieta. Ya que reduce la fermentación ruminal y la degradabilidad de la fibra, con lo que aumenta el llenado del rumen y disminuye la tasa de pasaje ruminal.
- Relación forraje:concentrado (F:C). El CMS aumenta con incrementos de concentrado en las dietas sobre 60% de la MS, independiente del tipo de forraje (Allen, 2000). Aunque se asocia con la cantidad y degradabilidad de la fibra del forraje y el efecto limitante del propionato en el CMS.
- Otras características. La palatabilidad también influye en el consumo, de acuerdo a las condiciones de almacenamiento, que pueden deteriorar el alimento. Por otro lado, algunos insumos contienen factores anti-nutricionales que interfieren con el proceso digestivo del animal (Garnsworthy y Cole, 1990).

### 2.4.3. Manejo alimentario.

- Método de alimentación: ración total mezclada (TMR)<sup>i</sup> VS ingrediente individual. El objetivo de los sistemas de alimentación es proporcionar a los animales la cantidad de ingredientes específicos en una dieta formulada. Deben considerarse el alojamiento, el equipo necesario, el tamaño de hato, la disponibilidad de mano de obra y los costos. Los forrajes son un insumo que se da, por lo general, a libre acceso, teniendo como desventaja el desconocimiento de la cantidad ofrecida y consumida, por lo que regularmente se calcula como el consumo promedio del grupo.
- Frecuencia de alimentación. Se ha sugerido que aumentar la frecuencia de oferta de alimento a las vacas, incrementa la producción de leche y resulta en menos problemas de salud. Un incremento en la frecuencia de alimentación de 4 a más veces al día, en comparación con una o dos veces, incrementa un 7.3% en promedio el porcentaje de grasa en leche y 2.7% la producción de leche (Gibson, 1984). Lo anterior se puede explicar porque hay más estabilidad y consistencia en la fermentación ruminal. En estudios (Macleod et al, 1994) se encontró que el acto de acercar el alimento a la vaca tiene un efecto estimulante en el consumo de alimento.
- Secuencia de alimentación. El ofrecer forraje en la mañana antes del concentrado, se basa en que la alimentación con carbohidratos altamente fermentables a vacas que han estado sin alimento por más de 6 horas, podría causar condiciones acidificas en el rumen, disminuyendo el consumo de

---

<sup>i</sup>Una ración total mezclada (TMR) es una mezcla de todos los ingredientes juntos basada en una prescripción de cantidades cada ingrediente. Cuando se consume una TMR, hay mejor fermentación ruminal y un mejor uso de los nutrientes (NRC, 2001).

alimento y la digestión de la fibra (Sniffen y Robinson, 1984). Ofrecer forrajes antes que cualquier otro insumo por la mañana, permite proveer al rumen de capacidad buffer, por la formación de materia fibrosa y el incremento de la producción de saliva asociado al consumo de forraje. Sin embargo, en dos estudios (Macleod et al, 1994; Nocek, 1992) se encontró que al alimentar con leguminosas antes del concentrado no tuvo efectos en las características de la fermentación ruminal, pH del rumen o producción de leche. En ambos estudios alimentar con forrajes después del concentrado resulto en un incremento del CMS, comparado con ofrecer forraje antes del concentrado.

- Acceso al alimento. El máximo CMS se logra cuando las vacas tienen tiempo adecuado para comer. Estudios demostraron (Martinsson, 1992; Martinsson y Bursted, 1990) que al limitar el acceso al alimento a 8 horas al día, disminuye la producción de leche promedio, de un 5-7% sobre 25 kg/día, en comparación con vacas que tienen libre acceso al alimento.
- Hábitos alimenticios y comportamiento de la vaca. El comportamiento en el comedero es afectado por dominancia. Las vacas dominantes comen más que las vacas con bajo rango social en una situación competitiva. Influye también, el espacio de comedero (limitado/restringido). En una situación de competencia por alimento, las vacas consumen ligeramente más alimento, pero lo hacen en menor tiempo por día. Se recomienda proveer al menos 60 cm de espacio de comedero por vaca en lactación y de 75 cm para vacas en lactación temprana (Hutjens, 2008). Las vacas prefieren comederos que les permitan comer sobre una superficie lisa y en una posición natural de pastoreo (Hutjens, 2008). Las vacas que comen con la cabeza abajo producen 17% más saliva que las vacas

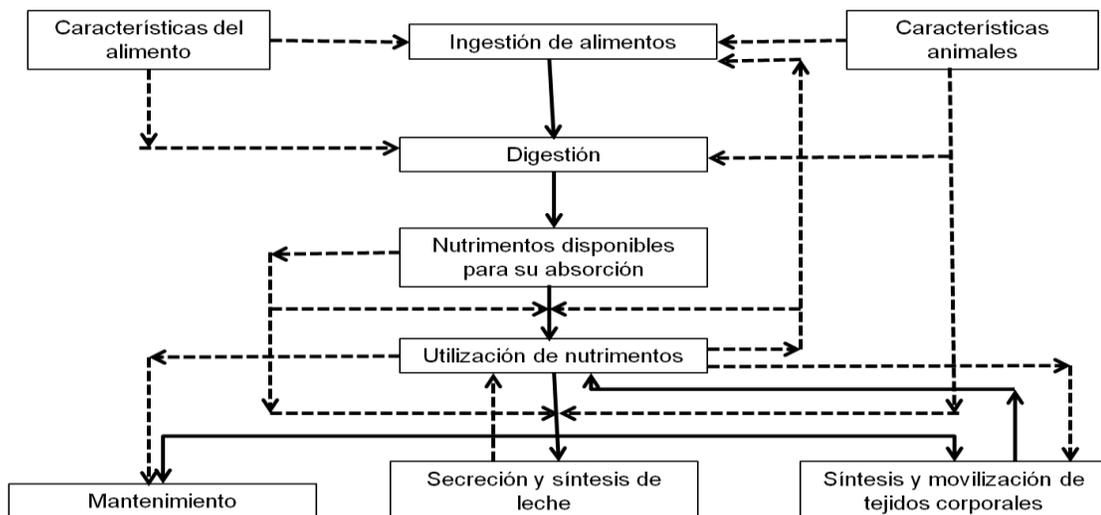
que comen con sus cabezas en posición horizontal, con lo que también se disminuye el desperdicio de alimento (Albright, 1993).

- Condiciones climáticas. Temperaturas fuera del rango de 5 a 20 °C, alteran el consumo y la actividad metabólica. La motilidad del retículo-rumen y la tasa de pasaje también se incrementan. Sin embargo, en frío extremo el CMS no se incrementa a la misma velocidad que el metabolismo. Por lo que los animales están en balance negativo de energía y usan la energía para producir calor. Un incremento en la temperatura ambiental sobre la zona neutral térmica, disminuye la producción de leche por reducción del CMS.

## 2.5. Evaluación de la alimentación y nutrición de la vaca lechera

La evaluación de las raciones en vacas en lactación, implica conocer, analizar y relacionar la cantidad de nutrientes requeridos y características específicas del hato, con el contenido nutricional de las raciones y costos de los insumos disponibles (Figura 1).

**Figura 1.** Esquema de las características de los animales y de los alimentos, los cuales están implicados en la evaluación de la alimentación y nutrición en vacas lecheras. ---> Influencias que regulan actuando en diferentes puntos, → Flujo de nutrientes. Fuente: AFRC, 1998.



Se analiza el metabolismo de los nutrimentos, con un enfoque en la predicción de la utilización de energía y proteína, así como del consumo voluntario, acorde al desempeño productivo del animal, en referencia al volumen y componentes de la producción de leche, la condición corporal (CC), y procesos reproductivos. La cantidad de nutrientes que absorbe el animal, es el factor más importante que influencia la respuesta en la producción animal.

### 2.5.1. Condición corporal

Es un método de evaluación de las reservas corporales de energía. El sistema de uso más común es la escala de 5 puntos, originalmente propuesta por Wildman, *et al* (1982) (NRC, 2001). Implica la apreciación visual y palpación manual del animal, donde el valor 1 se da a la vacas extremadamente flacas y el 5 a las extremadamente gordas (NRC, 2001). Aunque es subjetivo y puede ser diferente entre evaluadores, tiene la ventaja de ser un método práctico para identificar cambios corporales en las etapas productivas críticas, y contribuye a la evaluación de los aportes nutricios de la ración ofrecida.

## 3. JUSTIFICACIÓN

Evaluar el manejo alimentario y el aporte de nutrimentos en dietas para bovinos en lactación en sistemas familiares es esencial, porque la alimentación animal influye directamente en la productividad y es la principal limitante ya que representa aproximadamente del 45 al 70% de los costos totales de producción (Cesín, 2009, Posadas *et al*, 2012) y debido a que los productores obtienen un ingreso diario de la venta de leche por ello es indispensable alimentar al ganado acorde a sus necesidades nutricias y a los recursos alimenticios disponibles en la región para

mejorar la rentabilidad y competitividad de las producciones lecheras en sistema familiar y así colaborar con el fortalecimiento económico de zonas rurales.

#### **4. HIPOTESIS**

El manejo alimentario en unidades de producción familiar de bovinos lecheros es ineficiente, y la concentración de nutrimentos en las mezclas utilizadas son deficientes en los nutrimentos clave: energía y proteína.

#### **5. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el manejo alimentario y la concentración de nutrimentos en mezclas ofrecidas a bovinos lecheros en unidades de producción familiar en el centro oeste de Puebla, mediante recopilación de información para proponer recomendaciones que mejoren la productividad de las lecherías involucradas.

##### **5.1. Objetivos específicos**

1. Descripción general de las unidades de producción lechera en sistema familiar (UPLSF), a través de un cuestionario y entrevista estructurada (Anexo 1), observación y registro de los animales, para seleccionar los establos a evaluar e identificar las actividades relacionadas con la alimentación animal.
2. Evaluación del aporte nutrimental de las mezclas ofrecidas y los requerimientos nutricios de la vacas, en cada UPLSF seleccionada, con base en el National Resource Council (NRC) y bases de datos de alimentos para hacer el balance de nutrimentos y evaluar la nutrición de los animales en relación a su desempeño productivo y reproductivo.

## **6. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **6.1. Ubicación geográfica**

Los productores afiliados al Grupo Ganadero de Validación y Transferencia de Tecnología (GGVATT) se ubican en el centro oeste del estado de Puebla, en localidades de los municipios de Santa Rita Tlahuapan, San Matías Tlalancaleca, San Salvador el Verde y San Martín Texmelucan (Cuadro 3).

La metodología aplicada a esta investigación es analítica y descriptiva, con una escala de tiempo transversal.

Municipio.	Coordenadas geográficas.	Clima, temperatura y precipitación.	Altitud.	Topografía.	Uso de suelo y vegetación.	Tipo de suelo.
Santa Rita Tlahuapan.	Paralelos 19°14' y 19°28' de latitud norte, y meridianos 98°29' y 98°40' de longitud oeste.	Templado subhúmedo con lluvias en verano (61%) y semifrío subhúmedo con lluvias en verano (39%). Temperatura: 8–16°C. Precipitación pluvial: 900–1,100 mm.	Entre 2,300 y 3,500 msnm.	Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados (96%), meseta basáltica con cañadas (3%) y lomerío de basalto con cañadas (1%).	Agricultura (53%) y zona urbana (5%). Vegetación: Bosque (40%) y pastizal (2%)	Andosol (26%), Cambisol (26%), Umbrisol (15%), Leptosol (11%), Arenosol (9%) y Durisol (8%).
San Matías Tlalancaleca.	Paralelos 19°18' y 19°24' de latitud norte y meridianos 98°27' y 98°33' de longitud oeste.	Templado subhúmedo con lluvias en verano (100%). Temperatura: 14–16°C. Precipitación pluvial: 900–1,000 mm.	Entre 2,200 y 2,600 msnm.	Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados (47%), lomerío de basalto con cañadas (43%) y meseta basáltica con cañadas (10%).	Agricultura (86%) y zona urbana (9%). Vegetación: Bosque (5%).	Arenosol (54%), Leptosol (23%), Durisol (8%) y Cambisol (6%)
San Salvador el Verde.	Paralelos 19°10' y 19°22' de latitud norte y meridianos 98°27' y 98°39' de longitud oeste.	Semifrío subhúmedo con lluvias en verano (45%), templado subhúmedo con lluvias en verano (42%) y frío (13%). Temperatura: 2–16°C. Precipitación pluvial: 900–1,100 mm.	Entre 2,300 y 5,200 msnm.	Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados (78%) y Lomerío de basalto con cañadas (22%).	Agricultura (35.5%) y zona urbana (8%). Vegetación: Bosque (41%), área sin vegetación (9%) y pastizal (6%).	Andosol (38%), Leptosol (15%), Cambisol (14%), Arenosol (11%), Phaeozem (10.5%) y Durisol (3%).
San Martín Texmelucan.	Paralelos 19° 21' y 19° 20' de latitud norte; meridianos 98° 22' y 98° 30' de longitud oeste.	Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (52%). Temperatura de 14–16°C, y precipitación pluvial de 800–1 000 mm	Entre 2,200 y 2,500 msnm.	Llanura aluvial con lomerío (53%), lomerío de basalto con cañadas (46%) y meseta basáltica con cañadas (1%)	Agricultura (49%) y zona urbana (49%). Vegetación: pastizal (2%)	Feozem (27%), Cambisol (13%), Durisol (4%), Gleysol (4%), Fluvisol (2%) y Leptosol (1%)

**Cuadro 3.** Ubicación geográfica, clima, temperatura, precipitación pluvial, altitud, topografía uso de suelo, vegetación y tipos de suelo presentes en los municipios en los que se trabajó. INAFED, SEGOB (2010)

El estudio se desarrolló en dos etapas:

- I. Recolección de la información con productores del (GGAVATT), denominado “San Lucas”.
- II. Análisis y evaluación integral de la información recolectada en la etapa uno.

## 6.2. Recolección de información y selección de productores

Se expuso a los productores la propuesta de trabajo y se entrevistaron de forma estructurada en base a una encuesta previamente establecida (Anexo 1), para obtener características de las unidades de producción (UPP) y criterios para selección.

### 6.2.1. Criterios de selección

- Interés y disposición del productor para la evaluación de sus mezclas y manejo alimentario.
- Unidades de producción con un sistema de alimentación estabulado.
- Disponibilidad de registros productivos y reproductivos.
- Disposición para aceptar y realizar las recomendaciones que surjan al concluir el estudio.

Las UPP seleccionadas se visitaron en horarios de alimentación y acordados con el productor durante 4 meses una vez por semana. Se obtuvieron datos de las variables expuestas en el Cuadro 4 y se registró la información en los formatos expuestos en el Anexo 2.

**Cuadro 4.** Factores involucrados en las prácticas de alimentación, las características de los insumos y propias de los animales, necesarios para evaluar el manejo alimentario y la concentración de nutrimentos de las mezclas ofrecidas.

<b>Prácticas de alimentación.</b>	<b>Características de los insumos.</b>	<b>Características de las vacas en producción.</b>
Forma de alimentar.	Cantidad (kg).	Raza, edad, etapa productiva.
Frecuencia de alimentación.	Presentación.	Condición corporal (CC).
Secuencia de alimentación.	Condiciones de almacenamiento.	Peso (Kg).
Disponibilidad de agua de bebida para las vacas.	Costo por kg y disponibilidad en la región.	Parámetros productivos (Kg de leche/vaca/día). Etapa de lactación.
	Métodos de conservación.	Parámetros reproductivos y estado fisiológico.
Lugar y forma de almacenar los alimentos.	Composición nutricia.	Requerimientos nutricios.

### 6.2.2. Insumos

Los insumos se pesaron antes de ser colocados en el comedero con uso de una báscula romana de resorte.

### 6.2.3. Animales

- Peso vivo (Kg): se estimó a través de la medición del perímetro torácico de las vacas con una cinta zoométrica (*Vetasa®*).
- La condición corporal, se determinó por observación y palpación de la tuberosidad isquiática, en base a la escala de cinco puntos, explicada en el NRC (2001).
- La raza, edad, nivel de producción y etapa de lactación, se obtuvieron de los registros disponibles y de la observación en cada establo.
- El porcentaje de grasa en leche se estableció en función de la raza.

### 6.3. Análisis de la información

El análisis se realizó con estadística descriptiva en Excel® (2007): media, moda, y desviación estándar, de los siguientes puntos:

- Características generales del GGAVATT “San Lucas”.
- Prácticas de manejo alimentario realizadas en las UPP seleccionadas (Cuadro 4).

Para conocer la concentración nutrimental de las mezclas, se llevaron a cabo las siguientes actividades: se clasificaron e investigaron los aportes de cada insumo para los principales nutrimentos: % Materia Seca (MS), % Proteína cruda (PC), Mcal/Kg de MS de Energía Metabolizable (EM), % Fibra Cruda (FC), % Calcio (Ca), y % Fósforo (P); y de otros nutrimentos como: % Fibra detergente neutro (FDN), % Fibra detergente ácida (FDA), % Lignina ácido detergente (LAD), % Proteína no degradable en rumen (PNDR), % Proteína degradable en rumen (PDR), % Elementos libres de nitrógeno (ELN), % Total de nutrientes digestibles (TND), % Extracto etéreo (EE), % Cenizas (CEN), % Magnesio (Mg), % Sodio (Na), % Potasio (K), % Azufre (S) y % Cloro (Cl). Para los concentrados y minerales comerciales, se obtuvo su contenido nutrimental de la etiqueta. Para el resto de los insumos se consultaron los cuadros de composición nutricia expuestos en: el National Research Council (NRC, 2001); la base de datos en línea Feedipedia (Animal feed resources information system), creado por INRA, CIRAD, AFZ y FAO (2012-2015), y la base de datos de la Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal (FEDNA), para cereales se usaron los cuadros de la 3ª edición (Blas, *et al.*, 2010); y para forrajes (Calsamiglia S., *et al.*,

2004). Se registraron los Kg de inclusión en base húmeda (BH) de los insumos que componen las mezclas alimentarias, y con base en ello, se estimaron los Kg de inclusión en base seca (BS), el % de inclusión en BS y los aportes de nutrimentos en BS. El total de de nutrimentos contenido en las mezclas, se obtuvo de la suma de los aportes en BS. Se incluyeron costos por Kg de cada insumo, y se calculó el costo total por ingrediente, el costo por Kg de mezcla en BH.

- Los requerimientos nutricios de las vacas, se obtuvieron con el software NRC Dairy (1988) Requirements, al que se ingresaron los promedios del hato de cada UPP de: peso (Kg), nivel de producción (Kg de leche/vaca/día), % de grasa en leche, días gestante, días en lactación y promedio de lactaciones. Se consideraron los requerimientos nutricios para: MS (Kg), Mcal/kg MS de EM, % PC, % de PNDR, % de PDR, % Ca y % P. Se tomó en cuenta un requerimiento mínimo para FC del 17%, para FDN del 33%, para FDA del 21% y para LAD 4% (NRC, 2001; Hutjens, 2008).
- El balance de nutrimentos fue la diferencia entre los nutrimentos aportados por la mezcla y los requerimientos nutricios de las vacas. Un resultado negativo, se interpretó como deficiencia del nutrimento, mientras uno positivo como exceso.
- Se calcularon los parámetros reproductivos y productivos (Anexo 2): días abiertos, intervalo entre partos (días), servicios por concepción, edad a primer servicio (meses) y edad a primer parto (meses) (Gásque, 2008).
- La producción de leche por vaca, se calculó de la suma total de Kg producidos mensualmente y se dividió entre el número de vacas en producción.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. Características generales de las UPP del GGAVATT “San Lucas”

Las UPP se distribuyen en cuatro municipios, destacándose Santa Rita Tlahuapan con 6 UPP y 4 en San Salvador el Verde (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** UPP con clave de identificación, nombre del propietario y del establo, número del padrón ganadero nacional (referencia); municipio y coordenadas geográficas (INAFED, SEGOB, 2010).

Clave	Propietario	Nombre propiedad	N° UPP (Padrón ganadero nacional)	Municipio	Coordenadas (latitud norte/longitud oeste)	
1	Bernabé Santos	Calero	21-180-1018-002	Santa Rita Tlahuapan	19° 17' 34"	98° 31' 55"
2	Reyes Calixtro	El Rey	21-132-1010-001	San Martín Texmelucan	19° 17' 29"	98° 28' 07"
3	Héctor Meneses	El Rincón	SN	Santa Rita Tlahuapan	19° 17' 23"	98° 31' 56"
4	Violeta Flores	Familia Montes	21-143-1005-001	San Salvador el Verde	19° 18' 12"	98° 28' 43"
5	Sebastián Raúl	Hermanos Hernández	21-180-1003-001	Santa Rita Tlahuapan	19° 17' 48"	98° 31' 50"
6	Delfino Méndez	Ixtla	SN	San Salvador el Verde	19° 15' 17"	98° 32' 00"
7	Raymundo Juárez	Juárez	21-143-1004-001	San Salvador el Verde	19° 18' 28"	98° 29' 00"
8	Pascual Nicolás	La Loma	21-180-1019-002	Santa Rita Tlahuapan	19° 18' 06"	98° 32' 02"
9	Silvestre Vázquez	Las Peras	21-180-1001-001	Santa Rita Tlahuapan	19° 17' 38"	98° 31' 54"
10	Antonio Vázquez	Lecheras de San Matías	21-143-1010-002	San Matías Tlalancaleca	19° 19' 22"	98° 30' 28"
11	José Antonio Vázquez	Los Pinos	21-180-1017-002	Santa Rita Tlahuapan	19° 17' 37"	98° 31' 53"
12	Hermelinda Elizalde	Abasolo	21-143-1008-002	San Salvador el Verde	19° 18' 06"	98° 28' 43"

### 7.1.1. Mano de obra

Es 75% familiar y 25% contratada, dentro de este último rubro, el 28.57% es fija, mientras que el 71.43% es eventual (Cuadro 6).

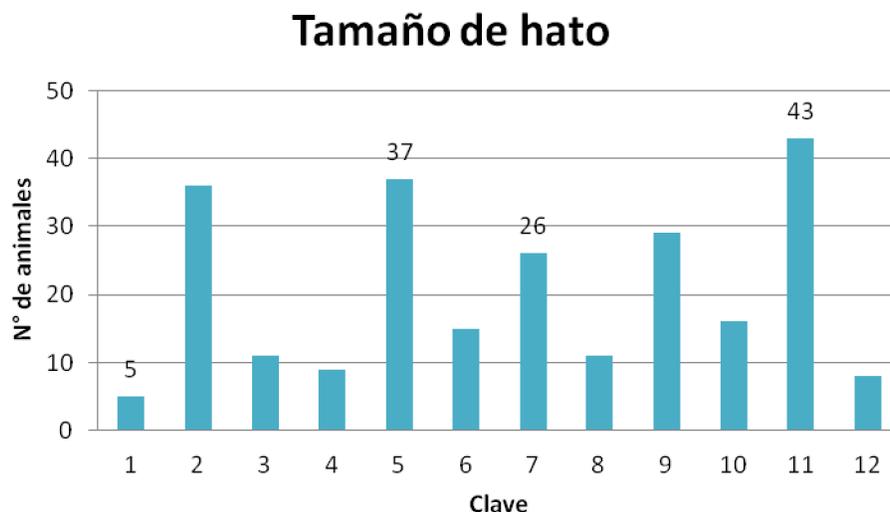
**Cuadro 6.** Tipo de mano de obra usada en las UPP y tipo de contratación, en caso de requerir personal extra.

Tipo de mano de obra	N° de UPP	Tipo de contratación	
		Eventual	Fija
Contratada	3	1	2
Familiar	9	NA*	NA*
<b>Total</b>	<b>12</b>		

\*NA: No aplica.

La producción de leche es la principal actividad agropecuaria, donde del total de animales presentes, el 57.21% son bovinos; observándose en la Figura 2 que el tamaño de las UPP no es homogéneo, con hatos menores de 10 animales y otros de más de 35 semovientes.

**Figura 2.** Número de semovientes en cada UPP. Tamaño aproximado de las producciones, con un promedio de 20 bovinos ( $\pm 13$ ).



Para complementar sus ingresos, realizan otras actividades, por lo que el resto de los animales (42.79%) corresponde a otras especies domésticas de producción que se presentan en menor número sobresaliendo las aves de corral con 19.95%, para autoconsumo o como ahorro dentro de las UPP (Cuadro 7). Además, el 50% de las UPP, producen cultivos básicos, hortalizas y frutales, para consumo propio y venta, dependiendo de sus necesidades y de la demanda del producto.

**Cuadro 7.** Inventario de animales domésticos productivos, existentes en las UPP y su porcentaje con relación al 100%.

<b>Especie</b>	<b>N° de cabezas</b>	<b>(%)</b>
Bovinos	238	57.21
Cerdos	10	2.40
Ovinos	33	7.93
Aves	83	19.95
Équidos	8	1.92
Conejos	21	5.05
Pequeñas especies	23	5.53
<b>Total</b>	<b>416</b>	<b>100.00</b>

### 7.1.2. Tamaño de la superficie agropecuaria

La superficie agropecuaria total es de 33.82 ha, cada productor cuenta en promedio con  $3 \pm 2.7$  ha. El tamaño medio de los establos es de 476.36 m<sup>2</sup>, en un rango de entre 30 m<sup>2</sup> y 2,500 m<sup>2</sup>.

### 7.1.3. Instalaciones

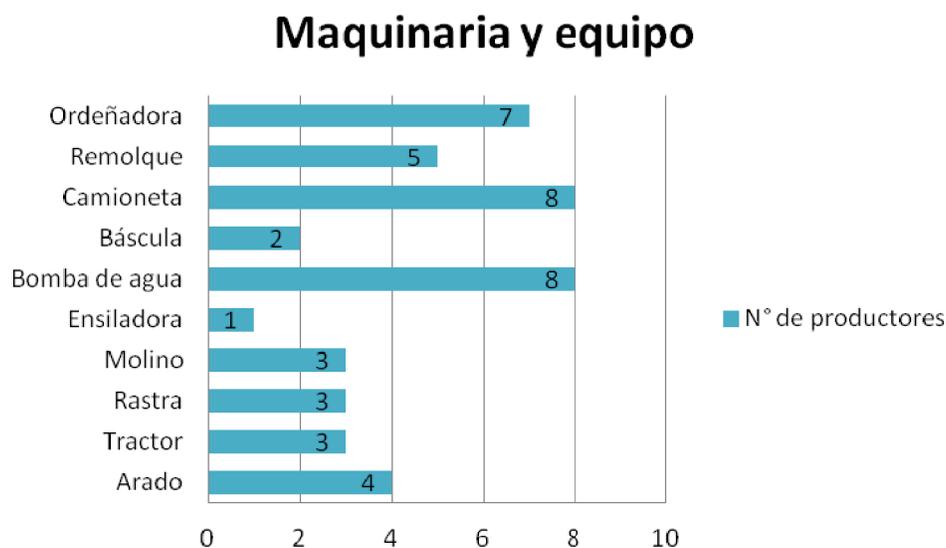
El 66.67% de los establos, tienen 1 y/o 2 corrales para alojamiento del ganado. La mitad poseen corrales exclusivos para el albergue de becerras. Cada corral tiene un comedero y un bebedero. Siete UPP (58.33%) tienen bodega para almacenamiento de

alimentos y este mismo número de UPP, no cuentan con área exclusiva para el ordeño de las vacas. Además, sólo un productor tiene construcción de un silo tipo trinchera.

#### 7.1.4. Maquinaria y equipo

Algunos productores tienen acceso a maquinaria y equipo para facilitar sus actividades agropecuarias; en la Figura 3 se describe la cantidad de productores que disponen de dichos implementos, se resalta que siete de las 12 UPP cuentan con ordeñadora mecánica, y tan sólo un productor tiene ensiladora.

**Figura 3.** UPP que tienen acceso a maquinaria y equipo para uso en sus actividades agropecuarias.



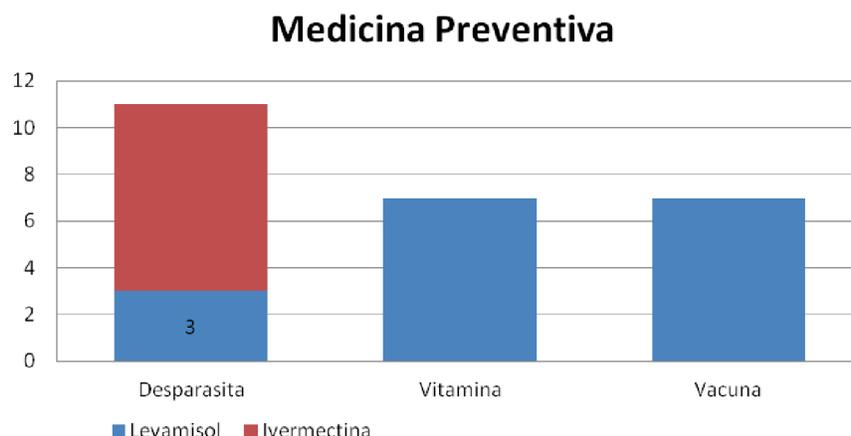
#### 7.1.5. Prácticas de manejo

El 75% (9/12) de las UPP cuentan con identificación del Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado (SINIIGA); una unidad usa otro tipo de identificación y en algunas no identifican (2/12). Ningún productor realiza lotificación del ganado.

El manejo de excretas en 83.33% de las UPP, es a través de composta y abono, el cual usan en sus terrenos de cultivo, el resto de las producciones venden el estiércol.

En la Figura 4, se muestran el número de productores que realizan algunas prácticas de medicina preventiva, y se observa que en 41.67% de las UPP no realizan dichas actividades. Se tiene que en 66.67% de las producciones se desparasita con Ivermectina; en 25% rotan con Levamisol y en 8.33% no desparasitan. En 58.33% aplican vitaminas A, D y E, y vacunan contra enfermedades como: brucelosis, clostridiasis y pasteurelisis.

**Figura 4.** Número de UPP que realizan algunas actividades de medicina preventiva. Y descripción de la cantidad de productores que rotan desparasitantes



Las principales enfermedades en el 91.67% de los establos fue mastitis, seguida por neumonía con un 33.33%. El 75% de los establos no presentaron mortalidad en adultos durante 2013. Las principales causas de desecho en vacas son en 66.67%: bajo nivel de producción y enfermedad (mastitis).

### 7.1.6. Producción de leche

El 83.33% de los productores registran la producción de leche, del total de las vacas en lactación, en donde el 58.33% hace el registro semanalmente.

En todas las UPP realizan dos ordeñas al día, en su mayoría con ordeñadora mecánica (58.33%). Durante dicha actividad, efectúan algunas prácticas para el manejo sanitario de la leche como son: lavado de ubre (100%), secado con material desechable (33.33%), despunte (66.67%) y uso de sellador al finalizar la ordeña (25%) (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Actividades para el manejo sanitario de la leche, realizadas en las UPP durante la ordeña, con el porcentaje de productores que lo efectúan.

<b>Actividad</b>	<b>Característica</b>	<b>(%)</b>
Diagnóstico de mastitis subclínica	Prueba de california, una vez al mes	67
	Con material desechable individual	33.33
Lavado y secado de ubre y pezones antes de ordeñar	Con material reciclable para el grupo de vacas en producción o no seca y sólo lava	66.67
Despunte	Descarta los primeros chorros de leche antes de ordeñar	66.67
Uso de selladores	Al finalizar de ordeñar	25
Uso de secadores	Antibióticos intramamarios para secado	0

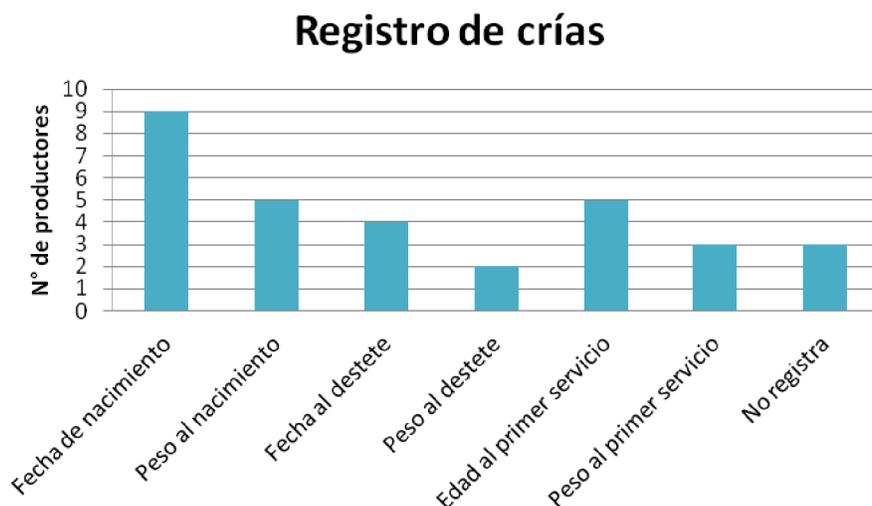
Además, el 75% de los productores están capacitados para diagnosticar mastitis subclínica a través de la Prueba de California, sin embargo, sólo tres productores lo realizan cada 3 o 6 meses, dependiendo de la disponibilidad del reactivo.

### 7.1.7. Crianza

Todos los productores se aseguran que las crías consuman calostro durante las primeras horas de vida y hasta los dos días de edad. Sin embargo, el 75% no desinfectan el cordón umbilical. Asimismo, la crianza es artificial en 83.33% de las producciones. En cuanto al registro de la etapa de crianza-desarrollo algunos

productores (Figura 5) recolectan la siguiente información: fecha de nacimiento (75%), peso al nacimiento y fecha de destete (41.67%), y peso al destete (16.67%).

**Figura 5.** Número de UPP que registran información de la etapa de crianza-desarrollo.



Las crías se destetan en promedio a los  $2.92 \pm 0.51$  meses; durante ésta etapa se hace el descornado, principalmente con sierra de lis y fierro incandescente (83.33%). En ninguna UPP realizan eliminación de tetas supernumerarias en becerras. Además, en uno de cada dos establos, aplican vitaminas y desparasitan a las becerras al destete, al criterio del productor, sí observa débil a la cría. En 41.67% de las UPP las enfermedades más comunes en las crías son: problemas gastrointestinales (diarrea) y neumonía. Una de las principales causas de mortalidad en crías, es neumonía en 41.67% de las producciones.

### 7.1.8.Reproducción

La mitad de los productores registra la edad a primer servicio y el 33.33% el peso a primer servicio. La principal forma de gestar a sus vacas es por inseminación artificial (IA) (83.33%), de los que en el 75% una persona capacitada ajena a la producción la

realiza; el resto de los productores usan monta dirigida, con sementales propios, sin evaluarlos reproductivamente, dándoles una vida útil de 3 años.

La mayoría de los productores (11/12), hacen detección de estros, al observar signos como: inquietud, moco cervical y edema vulvar. En una de cada tres UPP toman en cuenta la condición corporal de la vaca antes de IA o monta y antes del parto. El 75% de las producciones hacen diagnóstico de gestación, con uso registros y se confirma cuando la vaca no retorna a estro (41.67%). Cinco UPP reportaron abortos, con un total de 10 vacas.

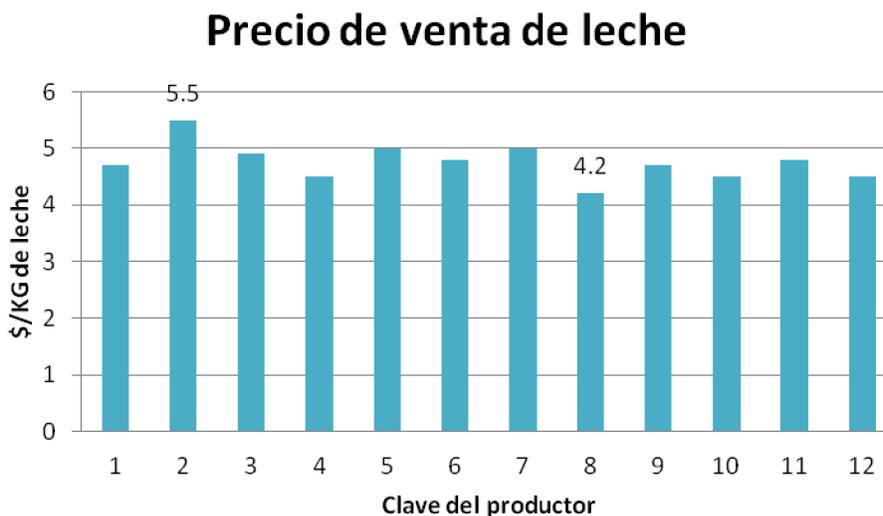
#### 7.1.9. Genética

Más del 90% de las UPP cuentan con la raza Holstein Friesian. La mitad de las producciones seleccionan a sus reemplazos, de las cuales el 41.67% se basa en el fenotipo. Conjuntamente se tiene que, en las UPP con sementales, no hay un plan de selección genética, en comparación con las producciones que usan IA, en donde el 75%, seleccionan el semen por recomendación del técnico o por el precio de la dosis.

#### 7.1.10. Administración agropecuaria

En uno de cada tres establos se realiza el registro de ingresos y egresos. Los ingresos generados por la actividad lechera son muy importantes para el 58.33% de las UPP. Todos los productores venden su leche al acopiador local a un precio promedio de \$ 4.76 ±\$ 0.33, durante todo el año tienen asegurada la venta total de lo que producen. En la Figura 6 se ilustra el precio por litro de leche al que vende cada productor, con un máximo de \$ 5.50 y un mínimo de \$ 4.20 (M.N.).

**Figura 6.** Precio (pesos mexicanos M.N.) por litro de leche de venta al acopiador local de cada UPP.



Otro ingreso de importancia es la venta de animales en pie, el 66.67% de las UPP tiene su mercado en la localidad, a un precio promedio de  $\$18.50 \pm \$ 7.47/\text{kg}$  de peso vivo (PV). La adquisición de reemplazos es por producción dentro de la UPP (91.67%), esporádicamente algunos productores (2/12) invierten en la compra de vacas y becerros para reemplazo, de acuerdo a necesidades particulares. Asimismo, la inversión en equipo, maquinaria y mantenimiento de las instalaciones es baja o nula, aunque la adquisición de máquinas ordeñadoras tiene alta prioridad en las UPP que no cuentan con una.

## 7.2. Parámetros productivos y reproductivos

Algunos de los productores no registran información de sus UPP. Asimismo, esta condición permitió la selección de cinco UPP.

En la estructura de hato las hembras en línea de producción láctea, considerando también a las vacas secas, son mayoría (41%); sin embargo, al sumar al total de reemplazos se encuentra que con 46%, hay más animales jóvenes, lo que pone en

evidencia un alto potencial para el crecimiento de las UPP. Además, al incluir todos los semovientes que no producen leche, se tiene el 59% de animales que no generan un ingreso diario al productor (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Estructura de hato en las 12 UPP por número de cabezas y su equivalente en porcentaje considerando el total de animales como el 100%.

<b>Semovientes</b>	<b>Cabezas</b>	<b>(%)</b>
Vacas en lactación	94	37
Vacas secas	11	4
Becerras Crianza (1-2 meses)	15	6
Becerras Desarrollo 1 (3-6 meses)	23	9
Becerras Desarrollo 2 (7-12 meses)	30	12
Becerras (> 12 meses)	48	19
Toros	10	4
Crías macho (< 12 meses)	22	9
<b>Total</b>	<b>253</b>	<b>100</b>

### 7.2.1. Parámetros reproductivos

La media y la desviación estándar de los parámetros reproductivos obtenidos, especialmente para los días abiertos e intervalo entre partos, son muy heterogéneas, observándose establos con parámetros adecuados y otros con evidentes problemas para conseguir, idealmente, un parto al año por vaca. De la misma forma, para la edad a primer servicio y a primer parto, únicamente 3 UPP realizan el registro, donde sólo en un establo hay promedios dentro del rango ideal (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Estadística descriptiva de los principales parámetros reproductivos obtenidos de algunas UPP.

Parámetro	n <sup>a</sup>	(X) <sup>b</sup>	DS <sup>c</sup>	CV <sup>d</sup>	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo
DA*	11	169.62 (100-120)	78.42	46.23	142.33	N/A	98.00	355.83
IP**	11	454.45 (365-395)	78.61	17.30	446.9	N/A	380.00	637.83
S/C***	11	1.22 (1-1.5)	0.39	32.10	1.06	1.00	1.00	2.30
EPS****	3	23.46 (15-17)	6.57	28.03	26.09	N/A	15.98	28.32
EPP*****	3	32.78 (24-26)	6.52	19.89	35.38	N/A	25.36	37.60

a. Número de productores que se obtuvo información.

b. Promedio y rango ideal (Cerón).

c. Desviación estándar.

d. Coeficiente de variación (%).

\*Días abiertos.

\*\* Intervalo entre partos en días.

\*\*\* Servicios por concepción.

\*\*\*\* Edad a primer servicio en meses.

\*\*\*\*\* Edad a primer parto en meses.

## 7.2.2. Parámetros productivos

Los parámetros productivos para la crianza de becerras para reemplazo, demuestran que para pocas UPP (4) es importante registrar el peso de las crías al nacimiento y al destete, para obtener la ganancia diaria de peso (GDP). No obstante, la GDP de 710 g y la edad al destete de 3 meses en promedio son adecuados (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Estadística descriptiva de parámetros productivos obtenidos de algunas UPP, para la producción de reemplazos.

Parámetro	n <sup>a</sup>	(X) <sup>b</sup>	DS <sup>c</sup>	CV <sup>d</sup>	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo
PN*	9	42.52	5.07	11.93	43.54	N/A	32.70	48.6
ED**	5	3.02	0.38	12.48	3.08	N/A	2.56	3.53
PD***	4	99.16	12.72	12.83	96.57	N/A	87.00	116.50
GDP****	4	0.71	0.33	47.13	0.62	N/A	0.42	1.19

a. Número de productores que se obtuvo información.

b. Promedio.

c. Desviación estándar.

d. Coeficiente de variación (%).

\* Peso al nacimiento en Kg.

\*\* Edad al destete en meses.

\*\*\* Peso al destete en Kg.

\*\*\*\* Ganancia diaria de peso en Kg.

Los registros de producción láctea de cinco meses (febrero a junio), de siete UPP, indican que al ser heterogéneas en el tamaño del hato e igualmente en el número de vacas en lactación, la cantidad de leche producida, así como las ganancias son muy variables entre cada productor (Cuadro 12).

**Cuadro 12.** Estadística descriptiva de la producción láctea promedio de algunas UPP.

Parámetro	(X) <sup>a</sup>	DS <sup>b</sup>	CV <sup>c</sup>	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo
PLD*	92.60	87.83	94.84	53.85	N/A	38.52	284.53
PLVD**	14.06	5.01	35.64	12.12	N/A	7.92	20.75
ILD***	4.81	0.33	6.93	4.70	4.70	4.50	5.50
ILM****	13924.98	1490.34	107.15	7590.54	N/A	5637.60	46902.17

a. Promedio.

b. Desviación estándar.

c. Coeficiente de variación (%).

\* Promedio de producción láctea diaria en litros (L).

\*\* Promedio de producción láctea por vaca al día (L).

\*\*\* Ingreso diario por litro de leche (Pesos M.N.).

\*\*\*\* Ingreso mensual por litro de leche (Pesos M.N.).

### 7.3. Descripción del manejo alimentario

La mayoría de las UPP tienen un sistema de alimentación estabulado (75%), el resto se basa en un sistema semi-estabulado. Las mezclas se suministran en el comedero manualmente, donde el encargado es el propietario (83.33%); éste no pesa el alimento ofrecido, y la mayoría (75%) ofrece alimento dos veces al día. El alimento se ofrece seco en la mayoría de las producciones (83.33%), a excepción del forraje fresco o semi-húmedo.

El agua de bebida siempre está disponible en los bebederos para consumo directo de los animales; proviene de toma domiciliaria en casi todas las UPP (83.33%).

Los productores que cuentan con tierras para cultivo producen sus propios insumos forrajeros, para alimentar a sus animales. Tienen conocimientos de la forma adecuada de cultivar sus tierras, acerca de las prácticas ideales para fertilizar, y controlar malezas

y plagas (Cuadro 13), lo cual les permite obtener mejores rendimientos del cultivo así como mantener en condiciones óptimas la fertilidad del suelo.

**Cuadro 13.** Principales actividades para el manejo de cultivos forrajeros, considerando características para cada actividad y el porcentaje de productores que lo realizan.

<b>Práctica agrícola</b>	<b>Características</b>	<b>(%)</b>
Preparación del terreno	Mecánica	83
	Tracción animal	8
	Ambas	8
Siembra	Mecánica	50
	Manual	42
	Tracción animal	8
Fertilización	Química-manual	83
	Química-mecánica	17
	Orgánica	33
Control de hierbas	Química, con mochila de aspersión	58
	Manual	42
Control de plagas	Química con mochila de aspersión	75
	No realiza control	25
Fuente de agua para cultivo	Pozo	100

Para complementar la alimentación o en época de escasez de forraje compran insumos, usualmente en la localidad; se destaca la compra en San Martín (41.67%), por ser una zona comercial cercana y accesible a los productores. De ese modo, el 75% de los productores compra sus insumos semanalmente, y el resto lo hace cada dos semanas. Sólo un productor basa la alimentación de su hato exclusivamente en el forraje producido en la UPP. Todos los productores han proporcionado alguna vez suplemento mineral a las vacas, comúnmente sal mineral (58%).

El 66.67% de los productores almacenan el alimento en costales, el resto lo hace en tambos o en montículos; la mitad de éstos almacena en bodega, los demás lo conservan en algún lugar disponible cerca de los corrales.

La mayoría de los productores (75%) no realiza ningún método de conservación del forraje, únicamente en una UPP se ensila maíz y en dos henifican alfalfa ocasionalmente.

Las principales características del manejo alimentario, encontradas en las UPP, se resumen en el Cuadro 14.

**Cuadro 14.** Principales prácticas de alimentación que se realizan en las UPP, considerando características particulares y el porcentaje de UPP que lo efectúan.

Práctica de alimentación	Característica	(%)
Lugar de almacenamiento de alimento	En bodega	58
	Cerca de corrales	42
Forma de almacenamiento	En costales	67
	En tambos	25
Frecuencia de alimentación	2 veces al día	83
	3 veces al día	17
Secuencia de alimentación	1. Concentrado solo o combinado en ordeña.	100
	2. Forraje: rastrojo de maíz y alfalfa fresca o achicalada.	
Pesaje del alimento antes de ser ofrecido	No se realiza, sin embargo tienen su medida para proporcionar el alimento concentrado	100
	Cada productor proporciona el alimento directamente en comederos	
Alimentación manual	En su comunidad o localidades cercanas	83.33
Compra de insumos para alimentación del ganado	Semanal	83
	Quincenal	17
Frecuencia en la compra de insumos	Realizando un procedimiento específico	38
	Sin un método específico	38
Mezcla de insumos	Todo el tiempo en bebederos limpios, de agua potable.	100
	No se realiza.	
Disponibilidad del agua de bebida	No se realiza.	83
	Ensilaje.	8
	Henificado.	17
Conservación de forraje	Concentrado.	83
	Sales minerales.	58
	Piedra.	17
	Sal común.	25



## 7.5. Concentración de nutrimentos en las mezclas

### 7.5.1. Productor 1

La UPP tiene tres vacas en lactación, algunas de sus características principales, se observan en el Cuadro 16. Dichos animales, tienen un comedero en el que disponen, aproximadamente 1.6 m de espacio de comedero por vaca (Anexo 3); el cual es suficiente para evitar competencia por alimento y al mismo tiempo promover el CMS (Hutjens, 2008). El consumo de agua es limitado, ya que el agua se ofrece, hasta tres veces al día, en una carretilla (Anexo 3); por lo que difícilmente cada vaca consume diariamente, 70 litros de agua. Si bien, la ración tiene 41.37% de humedad, no es suficiente, ya que en condiciones de estabulación, el requerimiento de agua debe cubrirse por consumo libre en un 83% (Hutjens, 2008).

La frecuencia de alimentación es de dos veces al día, a las 8 y a las 19 horas; al ordeñar, da individualmente concentrado con galleta. Al finalizar el ordeño, da rastrojo molido y al final alfalfa fresca a todas. Lo anterior, indica la disposición de carbohidratos solubles en rumen, después de un ayuno de al menos seis horas, que puede disminuir el pH del rumen de entre 5.5 a 6 (Relling y Mattioli, 2001). Aunque, al ofrecer forraje, se puede aumentar o mantener el pH entre 6 y 6.5, lo cual evita fluctuaciones en el pH ruminal y disminuye el riesgo de presentar un pH inferior a 5.5 y desarrollo de acidosis ruminal (Relling y Mattioli, 2001). Por otra parte, hay investigaciones en las que no se detectaron diferencias significativas en el pH ruminal al alimentar primero con forraje o concentrado; aunque, se observó un incremento en el CMS cuando se alimentó primero con concentrado (Mecleod *et al*, 1994; Nocek, 1992).

Además, la relación entre forraje y concentrado (F:C) es de 80:20, es decir, hay mayor proporción de forraje en la MS, lo cual asegura mantener el pH ruminal y el funcionamiento del rumen. Asimismo, promueve el incremento del porcentaje de grasa en leche (AFRC, 1998). Igualmente, hay estudios que demuestran que alimentar cuatro o más veces al día, incrementa la producción de leche y disminuye los problemas de salud (Gibson, 1984; Macleod *et al*, 1994). Sin embargo, Nikkhah (2013), observó un aumento en el CMS al alimentar una vez al día en lugar de cuatro, aunque reconoció otros factores implicados, como la composición de la ración.

La mezcla ofrecida no cubre los principales nutrimentos: PC, EM, Ca y P (Cuadro 16). En cuanto a la FC, FDN, FDA y LAD aportados (Cuadro 16), el porcentaje es mayor a lo requerido, lo cual limita aún más el contenido energético de la ración, por el grado de digestibilidad y el potencial de ingestión (Hutjens, 2008; Casalmiglia, 1997).

Las vacas evaluadas en promedio están en el segundo tercio (2/3) de gestación y en lactación tardía. No obstante, una de las vacas se encuentra en lactación temprana<sup>i</sup>, lo que sugiere que el promedio en Kg de leche producidos por vaca al día, no es representativo. La deficiencia en nutrimentos, aumenta la predisposición a enfermedades metabólicas y problemas de salud, especialmente en las primeras dos semanas de lactación, lo que provoca menor cantidad de leche producida (AFRC, 1998; Grilnari, 2008). Potencialmente, hay un balance energético negativo, tanto en la ración ofrecida, como fisiológicamente en lactación temprana, que ocasiona la movilización de tejido adiposo y muscular, y por lo tanto pérdida de condición corporal (CC) (Roche, 2009); con ello, se afecta negativamente el desempeño reproductivo, evidente en el

---

<sup>i</sup> Menos de 90 días post-parto (NRC, 2001)

retraso del reinicio del ciclo estral, debido a que la hembra, tratar de recuperar CC. Lo anterior, se refleja en los parámetros reproductivos obtenidos para la UPP, de más de 120 días abiertos (198) y más de 395 días en intervalo entre partos (480); lo cual, puede apoyarse en el trabajo de Diskin *et al* (2003), quienes reportaron una reducción en la tasa de crecimiento de folículos dominantes y anestro cuando hay restricción de nutrimentos, en especial de energía. También las vacas gestantes se ven afectadas, ya que según Breier (2008), al restringir el aporte de energía y proteína, hay un menor crecimiento del feto y en consecuencia crías de menor peso al nacimiento, lo que repercute en la rentabilidad de la UPP. Las vacas se observaron con 3 puntos de CC en promedio. Sin embargo, de acuerdo a su estado fisiológico medio, deberían tener 3.5 puntos, ya que la mayoría de las vacas (2/3) están al final de la lactación, por lo que deberían ganar CC para la siguiente lactación (Tisch, 2006; NRC, 2001).

El costo por Kg de ración en BH es de \$2.18, mientras el gasto total por ración en BH es de \$165.92 (Cuadro 16). El principal egreso provienen de insumos externos: concentrado y galleta, aunque solo representan el 18% de la MS y en conjunto con los recursos forrajeros propios, refleja mayor autosuficiencia en la alimentación de los animales y demuestra que la UPP puede ser rentable. Lo cual, se apoya en el estudio de Cortez-Arriola (2015) quien encontró que al tener egresos mayores de insumos en aproximadamente 50% de la MS, la UPP no es rentable, por la variabilidad y acumulo de los precios de los insumos externos.

Por otro lado, el ingreso por litro de leche es de \$4.70 y el ingreso total por venta de leche es de \$252.45 diarios, que es equivalente a 4 salarios mínimos (STPS, 2015), lo cual ofrece liquidez a la UPP.

**Cuadro 16.** Evaluación de la ración de vacas lecheras del productor 1; características del hato; requerimientos nutrimentales; aportes nutrimentales de la ración ofrecida; costo en base húmeda (BH) del total de la mezcla y por 1 Kg; relación forraje:concentrado y balance de los principales nutrimentos.

<b>Evaluación de la ración de vacas lecheras de 526 kg PV y 21 Kg PL del productor 1</b>													
<b>Características promedio</b>													
PV (kg)	PL (Kg/día)	Grasa en leche (%)	Días gestante	Días en lactación	de lactación	CC*	N° de vacas						
526	21	3,5	102	224	2	3	3						
<b>Requerimientos**</b>													
CMS (kg)	EM Mcal/kg MS	ENL Mcal/kg MS	PC (%)	Ca (%)	P (%)								
15,83	2,57	1,54	15,05	0,55	0,35								
<b>A P O R T E S</b>								<b>C O S T O S</b>					
INGREDIENTE	KG INC DÍA ***	%INC MS	PC (%)	EM Mcal/kgMS	FC(%)	Ca (%)	P (%)	\$/kg	\$ Diario				
Nü-3 lechero 20% Línea ultra	6,00	8,82	1,76	0,20	0,88	0,00	0,00	5,32	31,92				
Galleta	6,00	8,92	0,71	0,28	0,36	0,02	0,02	4,25	25,50				
Alfalfa fresca (35 días)	50,00	20,06	3,67	0,43	5,56	0,31	0,05	1,30	65,00				
Rastrojo de maíz molido	40,00	62,11	2,30	1,12	26,33	0,17	0,04	1,05	42,00				
Sal mineral Vimisal Phos Plus	0,06	0,09	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	25,00	1,50				
<b>TOTAL</b>	<b>102,06</b>	<b>100,00</b>	<b>8,45</b>	<b>2,03</b>	<b>33,13</b>	<b>0,51</b>	<b>0,11</b>	<b>36,92</b>	<b>165,92</b>				
<b>\$/KG BH</b>	<b>1,63</b>												
<b>APORTE DE MS (%)</b>	<b>58,63</b>												
<b>Relación F:C</b>	<b>80:20</b>												
<b>Relación Ca:P</b>	<b>4,5:1</b>												
<b>Balance anión-catión</b>	<b>22,35</b>												
	CMS (Kg)	PC (%) <sup>a</sup>	EM <sup>b</sup> Mcal/kgMS	ENL <sup>c</sup> Mcal/kg MS	Ca (%)	P (%)	PNDR <sup>d</sup> (%)	PDR <sup>e</sup> (%)	FC <sup>f</sup>	FDN <sup>g</sup>	FDA <sup>h</sup>	LAD <sup>i</sup>	
Aporte de la ración	19,94	8,45	2,03	1,24	0,51	0,11	2,37	4,42	33,13	60,19	39,88	6,73	
Requerimiento	15,83	15,05	2,57	1,54	0,55	0,35	5,29	8,77	17	33	21	4	
Balance	4,11	<b>-6,60</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,24</b>	<b>-2,92</b>	<b>-4,35</b>	16,13	27,19	18,88	2,73	
* = Condición corporal, escala 5 puntos					a. Proteína cruda					f. Fibra cruda			
** = se calcularon con MIXIT SP 2011					b. Energía metabolizable					g. Fibra detergente neutro			
*** = Están en base húmeda y son los datos proporcionados directamente por el productor.					c. Energía neta de lactación					h. Fibra detergente ácido			
					d. Proteína no degradable en rumen					i. Lignina ácido detergente			
					e. Proteína degradable en rumen								

### 7.5.2.Productor 3

El productor 3 tiene cinco vacas en lactación, las cuales tienen un comedero con 50 cm de espacio (Anexo 4) para cada animal el cual no es suficiente, ya que según Hutjens (2008), el espacio de comedero se recomienda de entre 60 a 75 cm, para evitar competencia por alimento y aumentar el CMS. El bebedero tiene una capacidad de 600 L, ya que mide 0.6 m<sup>3</sup> (Anexo 4), y en conjunto con la ración, que aporta 42.39% de humedad (Cuadro 17), se abastece la cantidad de agua necesaria para las vacas (Hutjens, 2008).

La frecuencia de alimentación es de dos veces al día, a las 7 y a las 18 horas. Al momento de ordeñar<sup>1</sup> ofrece a todas, concentrado y galleta. Al finalizar el ordeño, da rastrojo molido y posteriormente alfalfa fresca. En condiciones similares al Productor 1, en cuanto a la frecuencia y secuencia de alimentación empleadas, se asegura la salud del rumen e incremento en el CMS (Hutjens, 2008; Macleod *et al*, 1994)). Sin embargo, hay competencia por el alimento, por lo que habrá animales que coman más que otros (Hutjens, 2008; Garnsworthy y Cole, 1990), lo que provoca merma en la productividad del establo (Cortez-Arriola, 2015).

La cantidad de alimento y el contenido nutrimental en las mezclas, está detallado en el Cuadro 17, donde se evidencia la baja calidad de éstas, con deficiencias para cubrir los requerimientos de PC, EM, Ca y P. Lo anterior, causa una disminución en la cantidad de leche producida por vaca (AFRC, 1998; Oldman y Emmans, 1990; Tamminga y Hof, 2000); en especial porque tres de las vacas se encuentran en lactación temprana que

---

<sup>1</sup> El ordeño es manual, dentro del corral, donde las vacas se amarran a los tubos de división del comedero para facilitar la actividad.

representa un balance de energía negativo fisiológico, aunado a la deficiencia de energía en la ración, evita que la vaca alcance su pico de lactación (AFRC, 1998; Tisch, 2006); además, dos vacas están en 1/3 de gestación y en lactación media, por lo que si no se mejora la alimentación, las restricciones de nutrientes provocarán el nacimiento de crías con bajo peso (Breier, 2008).

Por otra parte, se muestra que la deficiencia principal es en PC, debido a que más del 80% de los insumos incluidos son energéticos. No obstante, dado el metabolismo del rumiante, el organismo puede enfrentar una deficiencia de hasta 6% de PC en la MS (Oldman y Emmans, 1990; Relling y Mattioli, 2002). El aporte de FC cubre los requerimientos, y al considerar el aporte de FDN, FDA y LAD (Cuadro 16), la dieta, según lo descrito por Casalmiglia (1997) permite mantener la salud ruminal, sin limitar el contenido energético de la ración. Además la relación F:C (Cuadro 17), demuestra mayor proporción de forraje en la MS, aunque en comparación con el Productor 1, la cantidad de concentrado es mayor, por lo que la leche producida en la UPP del Productor 3, puede tener menor porcentaje de grasa (Barber y Anstis, 2010).

Los parámetros reproductivos están dentro del rango ideal; con 110 días abiertos<sup>i</sup> y 392 días en intervalo entre partos<sup>ii</sup>, lo que se relaciona con que algunas vacas estén mejor nutridas que otras, sin impacto en el desempeño reproductivo (Grilnari, 2008), y que el productor está más capacitado en la aplicación de medicina preventiva y reproducción de sus animales.

---

<sup>i</sup> El parámetro días abiertos se considera ideal a 100 días, con un rango entre 110 y máximo 120 días (Gasque, 2010; Cerón, 2000).

<sup>ii</sup> El intervalo entre partos es ideal a 365 días y no debe ser mayor a 395 días (Gasque, 2010, Cerón, 2000).

El costo total de la mezcla en BH es de \$513.85 diarios, en donde el Kg de ración en BH es de \$2.10. Si bien, por venta de leche se obtienen \$263.86 al día (\$4.90 por litro de leche), se observa que por concepto de alimentación, el ingreso no es suficiente para cubrir el egreso. Así, en apoyo con el trabajo de Cortez-Arriola (2015), quien asegura que tener egresos mayores de insumos de alrededor del 50% de la MS, indica que no hay rentabilidad en la producción, mientras que para la UPP, se obtuvieron los mayores costos de la compra de concentrado y galleta, que representaron alrededor del 40% de la MS, que en conjunto con lo mencionado, evidencian que la UPP no es rentable. Sin embargo, deben ser considerados todos los egresos e ingresos generados.

**Cuadro 17.** Evaluación de la ración de vacas lecheras del productor 3; características del hato; requerimientos nutrimentales; aportes nutrimentales de la ración ofrecida; costo en base húmeda (BH) del total de la mezcla y por 1 Kg; relación forraje:concentrado y balance de los principales nutrimentos.

<b>Evaluación de la ración de vacas lecheras de 491 kg PV y 18 Kg PL del productor 3</b>												
<b>Características</b>												
PV (kg)	PL (Kg/día)	Grasa en leche (%)	Días gestante	Días en lactación	° de lactación	CC*	N° de vacas					
491	18	3,5	2	80	2	3	5					
<b>Requerimientos**</b>												
CMS (kg)	EM Mcal/kgMS	ENL Mcal/kgMS	PC (%)	Ca (%)	P (%)							
14,27	2,52	1,52	14,75	0,53	0,34							
<b>A P O R T E S</b>								<b>C O S T O S</b>				
INGREDIENTE	KG INC***	%INC MS	PC (%)	EM Mcal/kgMS	FC(%)	Ca (%)	P (%)	\$/kg	\$ Diario			
Rendilac lechero 20% (El Nogal)	30,00	18,69	3,74	0,42	2,24	0,00	0,00	5,37	161,10			
Galleta	30,00	18,90	1,51	0,59	0,76	0,03	0,04	4,25	127,50			
Alfalfa fresca (20 días)	120,00	19,54	3,71	0,43	4,49	0,30	0,05	1,30	156,00			
Rastrojo de maíz molido	65,00	42,75	1,58	0,77	18,12	0,12	0,03	1,05	68,25			
Sal mineral Vimisal Phos Plus	0,20	0,13	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	5,00	1,00			
<b>TOTAL</b>	<b>245,20</b>	<b>100,00</b>	<b>10,54</b>	<b>2,22</b>	<b>25,62</b>	<b>0,47</b>	<b>0,13</b>	<b>16,97</b>	<b>513,85</b>			
<b>\$/KG BH</b>	2,10											
<b>APORTE DE MS</b>	57,61											
<b>Relación F:C</b>	60:40											
<b>Relación Ca:P</b>	3,8:1											
<b>Balance anión-catión</b>	16,01											
	CMS (Kg)	PC (%) <sup>a</sup>	EM <sup>b</sup> Mcal/kgMS	ENL <sup>c</sup> Mcal/kg MS	Ca (%)	P (%)	PNDR <sup>d</sup> (%)	PDR <sup>e</sup> (%)	FC <sup>f</sup>	FDN <sup>g</sup>	FDA <sup>h</sup>	LAD <sup>i</sup>
Aporte	28,25	10,54	2,22	1,37	0,47	0,13	2,26	4,77	25,62	44,21	29,44	4,98
Requerimiento	14,27	14,75	1,52	1,52	0,53	0,34	5,21	8,49	17	33	21	4
Balance	13,98	-4,21	0,70	-0,15	-0,06	-0,21	-2,95	-3,72	8,62	11,21	8,44	0,98
*= Condición corporal, escala 5 puntos					a. Proteína cruda			f. Fibra cruda				
**= se calcularon con MIXIT SP 2011					b. Energía metabolizable			g. Fibra detergente neutro				
***= Están en base húmeda y son los datos proporcionados directamente por el productor.					c. Energía neta de lactación			h. Fibra detergente ácido				
					d. Proteína no degradable en rumen			i. Lignina ácido detergente				
					e. Proteína degradable en rumen							

### 7.5.3.Productor 4

La UPP se conforma por 4 vacas en lactación, de las cuales todas están vacías, una está en lactación temprana, dos en lactación media y una al final de la lactación; ésta condición remarca una problemática en los parámetros reproductivos, para los que se calcularon un promedio de 356 días abiertos y un intervalo entre partos de 638 días. Están implicados, la deficiencia en la detección de calores, abortos e infertilidad, lo cual, por una parte se influye por el déficit en el aporte de nutrimentos en la ración (Cuadro 18), en donde de acuerdo a evidencias mostradas en los trabajos de Grilnari (2008), Oldman y Emmans (1990), así como lo expuesto en el AFRC (1998) y en el NRC (2001) la cantidad de leche producida es menor, en relación al potencial genético del animal; además, dicha restricción de nutrientes provoca anestro, retraso en la presentación de estro y disminución en la fertilidad (Diskin *et al*, 2003). También hay mastitis, que disminuye la producción y puede deberse a la falta de nutrimentos, en donde el sistema inmune está comprometido (Cheeke, 2005), y por otra parte, la falta de sanidad y acciones de medicina preventiva, han provocado un complejo que merma la productividad y rentabilidad del establo.

En cuanto al manejo alimentario, el productor alimenta a los animales dos veces al día, a las 7 y a las 17 horas. En el ordeño, se ofrecen el concentrado con la mezcla propia, en un comedero individual, en el espacio designado para ordeñar (Anexo 5). Posteriormente, se da rastrojo y alfalfa fresca a todas en un comedero en el que disponen de un espacio de 40 cm para cada vaca (Anexo 5); de acuerdo con Hutjens (2008) es insuficiente por lo que se esperarían competencia por alimento y menor

consumo de MS. El bebedero mide  $1.6 \text{ m}^3$ , por lo que tiene una capacidad de 1,600 L (Anexo 5), lo que en conjunto con la dieta que aporta 39.29% de humedad (Cuadro 18), es suficiente para cubrir las necesidades de agua en las vacas, en base a lo establecido por Hitjens (2008).

La mezcla propia, se hace manualmente cada quince días sin una metodología para llevarlo a cabo. Los principales nutrimentos que aporta, se presenta en el Cuadro 18, en donde se observa un aporte importante de PC y EM, por lo que podría considerar un concentrado, aunque, también aporta una alta cantidad de FC (25.56%).

Esta mezcla tiene un costo total en BH de \$1,145.06 (Cuadro 18), que representa un egreso quincenal, mientras que el costo en BH de la dieta ofrecida diariamente es de \$421.60 (Cuadro 18). Al considerar que el ingreso diario por venta de leche es de \$208.81 (\$4.50 por litro de leche), se observa que tan sólo por concepto de alimentación, el egreso rebasa el ingreso, por lo que podría evidenciar que la UPP no es rentable; sin embargo, también deben considerarse otros gastos y ganancias. Aunque, en base a lo mencionado por Cortes-Arriola (2015), debería ser rentable, ya que aproximadamente el 27% de la MS corresponden a los insumos más costos, por lo que es indiscutible, que deben considerarse otros factores para afirmar que una producción es rentable o no.

**Cuadro 18.** Aportes de los principales nutrimentos en la MS, de la mezcla de insumos del productor 4. Incluye las cantidades en Kg de cada insumo, el contenido nutrimental, el costo por ingrediente y por Kg de mezcla en base húmeda y su aporte de MS.

MEZCLA			CONTENIDO NUTRIMENTAL									
INGREDIENTE	KG INC BH	%INC MS	PC (%)	ED Mcal/KgMS	EM Mcal/kgMS	FC (%)	Ca (%)	P (%)		\$/KG	\$/INGREDIENTE	
Sorgo Molido	40.00	15.69	1.98	0.53	0.44	0.43	0.01	0.05		4.85	194.00	
Maíz molido	40.00	12.55	1.34	0.51	0.42	0.33	0.06	0.03		4.50	180.00	
Raicilla	20.00	7.84	2.04	0.24	0.20	1.01	0.02	0.05		3.50	70.00	
Pan molido	40.00	16.07	2.09	0.55	0.45	0.53	0.02	0.03		4.25	170.00	
Pericarpio de maíz	65.00	26.77	1.34	0.73	0.60	18.74	0.00	0.00		3.90	253.81	
Salvado de trigo	20.00	7.76	1.35	0.24	0.20	0.88	0.01	0.00		4.25	85.00	
Rastrojo de maíz molido	20.00	8.10	0.30	0.19	0.15	3.43	0.02	0.00		1.05	21.00	
Pasta de soya	10.00	3.88	1.75	0.12	0.10	0.21	0.01	0.01		8.13	81.25	
Levadura de cerveza	0.13	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		200.00	25.00	
Sal gruesa	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		4.00	8.00	
Apligain Micro Lechero EII	3.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.03		19.00	57.00	
<b>TOTAL</b>	<b>260.13</b>	<b>100.00</b>	<b>12.20</b>	<b>3.11</b>	<b>2.55</b>	<b>25.56</b>	<b>0.29</b>	<b>0.20</b>		<b>257.43</b>	<b>1145.06</b>	
										<b>\$/KG BH</b>	<b>4.40</b>	
										<b>Aporte MS</b>	<b>88.21</b>	

La ración total ofrecida a las vacas diariamente, presenta deficiencias en el aporte de PC, EM y P (Cuadro 19), en especial en la PC, ya que hay mayor proporción de carbohidratos en la dieta. No obstante, por el metabolismo de las proteínas en los rumiantes, dicho déficit no representa un problema grave para la nutrición de las vacas (Oldman y Emmans, 1990; Relling y Mattioli, 2002). Sin embargo, en base a los aportes de FDN, FDA y LAD, el contenido energético de la ración está limitada por el grado de digestibilidad y el potencial de ingestión (Hutjens, 2008; Casalmiglia, 1997), en especial porque el rastrojo ofrecido se da entero, lo cual disminuye el aprovechamiento nutrimental del mismo, en relación a la FDN efectiva (Casalmiglia, 1997; Relling y Mattili, 2002). Así, en los parámetros productivos y reproductivos calculados se evidencian los problemas en el establo, lo cual se sugiere, mayor influencia en la carencia de cuidados en la salud de los animales y sanidad de las instalaciones.

**Cuadro 19.** Evaluación de la ración de vacas lecheras del productor 4; características del hato; requerimientos nutrimentales; aportes nutrimentales de la ración ofrecida; costo en base húmeda (BH) del total de la mezcla y por 1 Kg; relación forraje:concentrado y balance de los principales nutrimentos.

Evaluación de la ración de vacas lecheras de 568 kg PV y 12 Kg PL del productor 4												
Características												
PV (kg)	PL (Kg/día)	Grasa en leche (%)	Días gestante	Días en lactación	Nº de lactaciones	CC*	Nº de vacas					
568	12	3,5	0	175	2	3	4					
Requerimientos**												
CMS (kg)	EM Mcal/kgMS	ENL Mcal/kgMS	PC (%)	Ca (%)	P (%)							
12,88	2,38	1,44	12,69	0,47	0,31							
A P O R T E S								C O S T O S				
INGREDIENTE	KG INC***	%INC MS	PC (%)	EM Mcal/kgMS	FC(%)	Ca (%)	P (%)	\$/kg	\$ Diario			
Nü-3 lechero 20% Línea ultra	16,00	10,54	2,11	0,24	1,05	0,00	0,00	5,60	89,60			
Mezcla propia	24,00	15,85	1,93	0,40	4,05	0,05	0,03	4,40	105,60			
Rastrojo de maíz	80,00	55,64	2,06	1,01	23,59	0,15	0,03	0,63	50,40			
Alfalfa fresca (35 días)	100,00	17,97	3,29	0,38	4,98	0,28	0,04	1,76	176,00			
<b>TOTAL</b>	<b>220,00</b>	<b>100,00</b>	<b>9,39</b>	<b>2,03</b>	<b>33,67</b>	<b>0,47</b>	<b>0,11</b>	<b>12,39</b>	<b>421,60</b>			
<b>\$/KG BH</b>	<b>1,92</b>											
<b>APORTE DE MS</b>	<b>60,71</b>											
<b>Relación F:C</b>	<b>70:30</b>											
<b>Relación Ca:P</b>	<b>4,4:1</b>											
<b>Balance anión-cation</b>	<b>20,78</b>											
	CMS (Kg)	PC (%) <sup>a</sup>	EM <sup>b</sup> Mcal/kgMS	ENL <sup>c</sup> Mcal/kg MS	Ca (%)	P (%)	PNDR <sup>d</sup> (%)	PDR <sup>e</sup> (%)	FC <sup>f</sup>	FDN <sup>g</sup>	FDA <sup>h</sup>	LAD <sup>i</sup>
Aporte	33,39	9,39	2,03	1,24	0,47	0,11	2,38	5,20	33,67	56,44	37,24	6,23
Requerimiento	12,88	12,69	1,44	1,44	0,47	0,31	4,33	7,91	17	33	21	4
Balance	20,51	-3,30	0,59	-0,20	0,00	-0,20	-1,95	-2,71	16,67	23,44	16,24	2,23
* = Condición corporal, escala 5 puntos					a. Proteína cruda			f. Fibra cruda				
** = se calcularon con MIXIT SP 2011					b. Energía metabolizable			g. Fibra detergente neutro				
*** = Están en base húmeda y son los datos proporcionados directamente por el productor.					c. Energía neta de lactación			h. Fibra detergente ácido				
					d. Proteína no degradable en rumen			i. Lignina ácido detergente				
					e. Proteína degradable en rumen							

#### 7.5.4.Productor 6

La UPP se compone de 4 vacas en producción láctea, a las cuales se les ofrece alimento dos veces al día (7 y 17 horas). En el ordeño, se da al conjunto de vacas, el concentrado y el rastrojo de maíz molido, posteriormente se ofrece el heno de alfalfa, en un comedero, en el que disponen de alrededor de 3.5m de espacio de comedero (Anexo 6), lo que cubre las necesidades establecidas por Hutjens (2008). El bebedero mide  $0.49 \text{ m}^3$ , por lo que tienen un capacidad de 490 L (Anexo 6), que aportan la suficiente cantidad de agua a las vacas (Hutjens, 2008), a pesar de que la ración ofrece tan sólo 8.3% de humedad. Sin embargo, se piensa que la cantidad de agua no es suficiente, ya que el productor, no siempre tiene cuidado de ofrecer agua limpia a los animales diariamente, lo cual, además del estado fisiológico de las vacas, en donde dos se encuentran en lactación media, y vacías, mientras otras dos se encuentran en lactación tardía y en el segundo tercio de gestación, podrían sustentar el bajo nivel de producción del establo (10 Kg de leche por vaca al día). Igualmente, hay deficiencia en el aporte de la mezcla de de los principales nutrimentos: PC y EM (Cuadro 20), esta condición no permite producir mayor cantidad de leche, ni la presentación de estros (Grilnari, 2008, Diskin *et al*, 2003); evidente en los parámetros productivos calculados, que fueron de 142 días abiertos e intervalo entre partos de 465 días. Además, los animales tienen una CC media de 3, que en relación a la etapa fisiológica en la que se encuentran, deberían tener una CC de 3.5 (Roche, 2009).

El egreso diario total por Kg de la ración en BH es de \$129.14 Cuadro 20, mientras que el ingreso diario total por venta de leche es de \$184.89 (\$4.80 por litro de leche); el

mayor gasto es por la compra de concentrado comercial, ya que el forraje es producido en la UPP, por lo que el principal egreso representa el 8% de la MS. Así, por lo observado por Cortez-Arriola (2015), la UPP es rentable. Sin embargo, de acuerdo a lo calculado entre egresos e ingresos diarios, por concepto de alimentación y por venta de leche respectivamente, el establo tiene un bajo margen de ganancia (\$55.75 al día), aunque se podría considerar que la UPP tiene liquidez.

Se considera importante mencionar, que el establo cuenta con 9 vaquillas y 1 becerro para reemplazo, lo cual, en conjunto con la aplicación de medicina preventiva, mejoramiento de la alimentación-nutrición de los animales y selección genética, ofrece mejoría en la eficiencia y rentabilidad del establo.

**Cuadro 20.** Evaluación de la ración de vacas lecheras del productor 6; características del hato; requerimientos nutrimentales; aportes nutrimentales de la ración ofrecida; costo en base húmeda (BH) del total de la mezcla y por 1 Kg; relación forraje:concentrado y balance de los principales nutrimentos.

<b>Evaluación de la ración de vacas lecheras de 440 kg PV y 10 Kg PL del productor 6</b>												
<b>Características</b>												
PV (kg)	PL (Kg/día)	Grasa en leche (%)	Días gestante	Días en lactación	de lactación	CC*	N° de vacas					
440	10	3,5	50	173,5	2	3	4					
<b>Requerimientos**</b>												
CMS (kg)	EM Mcal/kgMS	ENL Mcal/kgMS	PC (%)	Ca (%)	P (%)							
10,67	2,38	1,44	13,21	0,46	0,3							
<b>A P O R T E S</b>								<b>C O S T O S</b>				
INGREDIENTE	KG INC***	%INC MS	PC (%)	EM Mcal/kgMS	FC(%)	Ca (%)	P (%)	\$/kg	\$ Diario			
Nü-3 lechero 20% Línea ultra	8,00	7,85	1,57	0,18	0,78	0,00	0,00	5,33	42,64			
Heno de alfalfa	40,00	39,87	6,94	0,93	9,77	0,68	0,10	1,00	40,00			
Rastrojo de maíz molido	50,00	51,78	1,92	0,94	21,96	0,14	0,03	0,88	44,00			
Sal mineral Saltec	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,08	0,03	5,00	2,50			
<b>TOTAL</b>	<b>98,50</b>	<b>100,00</b>	<b>10,42</b>	<b>2,04</b>	<b>32,51</b>	<b>0,89</b>	<b>0,16</b>	<b>12,21</b>	<b>129,14</b>			
<b>\$/KG BH</b>	1,31											
<b>APORTE DE MS</b>	91,07											
<b>Relación F:C</b>	90:10											
<b>Relación Ca:P</b>	5,4:1											
<b>Balance anión-catión</b>	37,01											
	CMS (Kg)	PC (%) <sup>a</sup>	EM <sup>b</sup> Mcal/kgMS	ENL <sup>c</sup> Mcal/kg MS	Ca (%)	P (%)	PNDR <sup>d</sup> (%)	PDR <sup>e</sup> (%)	FC <sup>f</sup>	FDN <sup>g</sup>	FDA <sup>h</sup>	LAD <sup>i</sup>
Aporte	22,43	10,42	2,04	1,25	0,89	0,16	3,51	5,34	32,51	57,82	38,95	7,38
Requerimiento	10,67	13,21	2,38	1,44	0,46	0,30	4,67	7,58	17	33	21	4
Balance	11,76	<b>-2,79</b>	<b>-0,34</b>	<b>-0,19</b>	0,43	<b>-0,14</b>	<b>-1,16</b>	<b>-2,24</b>	15,51	24,82	17,95	3,38
*= Condición corporal, escala 5 puntos						a. Proteína cruda		f. Fibra cruda				
**= se calcularon con MIXIT SP 2011						b. Energía metabolizable		g. Fibra detergente neutro				
***= Están en base húmeda y son los datos proporcionados directamente por el productor.						c. Energía neta de lactación		h. Fibra detergente ácido				
						d. Proteína no degradable en rumen		i. Lignina ácido detergente				
						e. Proteína degradable en rumen						

### 7.5.5.Productor 9

La UPP tiene 9 vacas en lactación, de las cuales 4 se encuentran en lactación temprana y están vacías, las cuales fisiológicamente están en balance energético negativo y necesitan dietas más concentradas en nutrientes para cubrir sus requerimientos, debido a su bajo nivel el CMS (Tisch, 2006; Garnsworthy, 1990); cinco están en lactación media, dentro de las que solo dos, están gestantes (primer tercio de gestación).

El productor da de comer a las vacas dos veces al día, a las 8 y a las 18 horas. En el ordeño, ofrece primero el concentrado en un comedero individual (Anexo 7), después da rastrojo molido y finalmente alfalfa a todas las vacas en un comedero en común donde disponen de 50 cm de espacio para cada vaca, lo cual según Hutjens (2008), no es suficiente para las vacas, sin embargo, no se observó competencia por alimento entre las vacas. El bebedero mide  $0.12\text{m}^3$ , por lo que tienen una capacidad de 120 L (Anexo 7), cantidad insuficiente para cubrir el requerimiento de 70 L por vaca al día (Hutjens, 2008), a pesar de que la dieta aporta 46.11% de humedad.

Los insumos forrajeros, se producen en la UPP, pero no están siempre disponibles, ya que no se realiza ningún método de conservación del forraje. De acuerdo a lo anterior, existe un ahorro en la compra de insumos, a pesar de que en ocasiones de escasas, puede llegar a comprarse forraje; el mayor gasto proviene de la compra de concentrado comercial, que representa 27% de la MS, de acuerdo a lo anterior y al trabajo de Cortez-Arriola (2015), la UPP es rentable, sin embargo, hay que considerar otros ingresos y egresos. Además, el costo total en BH de la ración es de \$358.00 (Cuadro

21), lo que en comparación con el ingreso total por venta de leche de \$520.94, indican liquidez en el establo.

Los parámetros reproductivos calculados son de 190 días abiertos y 470 días de intervalo entre partos, lo cuales no son óptimos. Dicha condición puede estar influenciada por el déficit en el aporte de nutrimentos, descrita en el Cuadro 21, en el cual la deficiencia de EM y PC, reducen la tasa de crecimiento de folículos dominantes, ocasionando anestro o retraso en el reinicio del ciclo estral (Diskin *et al*, 2003). También hay disminución en la cantidad de leche producida, de acuerdo a lo expuesto en el AFRC, (1998), en el NRC (2001) y por lo observado por Grilhari (2008).

**Cuadro 21.** Evaluación de la ración de vacas lecheras del productor 9; características del hato; requerimientos nutrimentales; aportes nutrimentales de la ración ofrecida; costo en base húmeda (BH) del total de la mezcla y por 1 Kg; relación forraje:concentrado y balance de los principales nutrimentos.

Evaluación de la ración de vacas lecheras de 420 kg PV y 13 Kg PL del productor 9												
Características												
PV (kg)	PL (Kg/día)	Grasa en leche (%)	Días gestante	Días en lactación	N° de lactaciones	CC*	N° de vacas					
420	13	3,5	24	134,4	3	3,5	9					
Requerimientos**												
CMS (kg)	EM Mcal/kgMS	EM Mcal/kgMS	PC (%)	Ca (%)	P (%)							
11,08	2,88	2,45	14,85	0,5	0,32							
A P O R T E S								C O S T O S				
INGREDIENTE	KG INC***	%INC MS	PC (%)	EM Mcal/kgMS	FC(%)	Ca (%)	P (%)	\$/kg	\$ Diario			
Establero 18 (Api aba Malta Cleyton)	36,00	27,15	4,89	0,55	2,72	0,00	0,00	5,00	180,00			
Alfalfa fresca (35 días)	120,00	24,69	4,52	0,53	6,84	0,38	0,06	1,00	120,00			
Rastrojo de maíz molido	60,00	47,78	1,77	0,86	20,26	0,13	0,03	0,80	48,00			
Sal mineral Saltec	0,50	0,39	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	20,00	10,00			
TOTAL	216,50	100,00	11,17	1,94	29,81	0,57	0,11	26,80	358,00			
<b>\$/KG BH</b>	1,65											
<b>APORTE DE MS</b>	53,89											
<b>Relación F:C</b>	70:30											
<b>Relación Ca:P</b>	5,1:1											
<b>Balance anión-catión</b>	17,77											
	CMS (Kg)	PC (%) <sup>a</sup>	EM <sup>b</sup> Mcal/kgMS	ENL <sup>c</sup> Mcal/kg MS	Ca (%)	P (%)	PNDR <sup>d</sup> (%)	PDR <sup>e</sup> (%)	FC <sup>f</sup>	FDN <sup>g</sup>	FDA <sup>h</sup>	LAD <sup>i</sup>
Aporte	12,96	11,17	1,94	1,17	0,57	0,11	2,21	4,07	29,81	50,13	33,49	5,87
Requerimiento	11,08	14,85	2,45	1,48	0,50	0,32	5,43	7,82	17	33	21	4
Balance	1,88	-3,68	-0,51	-0,31	0,07	-0,21	-3,22	-3,75	12,81	17,13	12,49	1,87
*= Condición corporal, escala 5 puntos					a. Proteína cruda			f. Fibra cruda				
**= se calcularon con MIXIT SP 2011					b. Energía metabolizable			g. Fibra detergente neutro				
***= Están en base húmeda y son los datos proporcionados directamente por el productor.					c. Energía neta de lactación			h. Fibra detergente ácido				
					d. Proteína no degradable en rumen			i. Lignina ácido detergente				
					e. Proteína degradable en rumen							

## **8. CONCLUSIÓN**

Las UPP evaluadas muestran diversas desventajas y deficiencias tales como un mal desempeño reproductivo, nutrición inadecuada, escasa aplicación de medicina preventiva y selección genética, así como la prevalencia de enfermedades.

Por otra parte, presentan ventajas como la disponibilidad de insumos alimenticios a bajo costo y el potencial de crecimiento en cada una de los establos, debido a que según lo analizado y observado, las deficiencias pueden ser corregidas, mediante la organización y planificación de actividades específicas, así como la capacitación de los productores en su trabajo diario. Además, incentivar al productor mediante su inserción a mercados más competitivos como la venta de queso artesanal, que les permitan obtener mayor ganancia económica por litro de leche producido.

## 9. REFERENCIAS

1. AFRC. 1998. Technical committee on responses to nutrients. *Respuestas en la composición de la leche a la ingestión de nutrientes por las vacas lecheras*. España: Editorial Acribia.
2. Albright JL. 1993. Feeding behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 76: 485–498.
3. Allen MS. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 83: 1598–1624.
4. Álvarez MA, García HLA, Del Valle MC, Martínez BE. 1997. Análisis de los sistemas nacionales lecheros de México, Canadá y Estados Unidos. En: García HLA, Del Valle MC, Álvarez MA. (eds.) *Los sistemas nacionales lecheros de México, Estados Unidos y Canadá y sus interrelaciones*. México: Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. pp. 17-45.
5. Ávila TS, Gutiérrez CA. 2010. *Producción de leche con ganado bovino*. 2ª ed. México: El Manual Moderno.
6. Barradas AU, Gutiérrez RA, Bueno DH, Chagoya FJL, Koppel RET, Ortiz OGA, Saldaña PJM, Rodríguez CMA, Romero FMZ, Vázquez GR. 2002. Manual para la formación de capacitadores modelo GGAVATT. Publicación especial N° 36. México: SAGARPA, INIFAP Centro de Investigación Regional del Centro Campo Experimental “Zacatepec”.  
[http://utep.inifap.gob.mx/pdf\\_s/MANUAL-GGAVATT.pdf](http://utep.inifap.gob.mx/pdf_s/MANUAL-GGAVATT.pdf) [acceso: 20 Feb 2015].
7. Barber D, Anstis A, Pasada V. 2010. Balancing the diet. Technical note 6. The state of Queensland: Department of Employment, Economic Development and Innovation.

8. Barber D, Anstis A. 2010. Nutrition and milk fat %. Technical note 9. The state of Queensland: Department of Employment, Economic Development and Innovation.
9. Blanco O. 2012. Zootecnia de bovinos productores de leche. En: Trujillo OME. (eds.) *Introducción a la zootecnia*. 2ª ed. México: Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 81-106.
10. Blas C, Mateos GG, García-Rebollar P. 2010. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 3ª ed. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.  
<http://www.fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos> [acceso: 20 Ene 2015].
11. Breier BH. 2008. Prenatal nutrition, fetal programming and opportunity for farm animal research. In: Sejrsen K, Hvelplind T, Nielsen MO. (eds.) *Ruminant physiology. Digestion, metabolism and impact of nutrition on gene expression, immunology and stress*. The Netherlands: Academic Publishers. pp. 347-361.
12. Calsamiglia S, Ferret A, Bach A. 2004. Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.  
<http://www.fundacionfedna.org/forrajes/introducci%C3%B3n-forrajes> [acceso: 20 Ene 2015].
13. Calsamiglia S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. XIII Curso de Especialización FEDNA. Departamento de Patología y Producción Animal. Madrid: Universidad Autónoma de Barcelona.  
[http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Uso de Fibra en Rumiantes.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Uso_de_Fibra_en_Rumiantes.pdf) [acceso: 21 Ene 2015].

14. Cervantes EF, Santoyo CH, Álvarez MA. 2001. *Lechería familiar. Factores de éxito para el negocio*. 1ª ed. México: Editorial Plaza y Valdés SA de CV.
15. Cesín VA, Cervantes EF. 2009. *La lechería familiar en México*. 1ª ed. México: Miguel Ángel Porrúa.
16. Cheeke PR. 2005. *Applied animal nutrition feeds and feeding*. 3<sup>rd</sup> ed. USA: Pearson Prentice Hall.
17. Cortez-Arriola J, Rossing AHW, Améndola MR, Scholberg MSJ *et al.* 2015. Leverages for on-farm innovation from farm typologies? An illustration for family-based dairy farms in north-west Michoacán, México. *Agricultural Systems* 135: 66-76.
18. Cortez-Arriola J, Groot CJJ, Améndola MR, Scholberg MSJ *et al.* 2014. Resource use efficiency and farm productivity gaps of smallholder dairy farming in north-west Michoacán, México. *Agricultural Systems* 126: 15-24.
19. Diskin MG, Mackey DR, Roche JF, Sreenan JM. 2003. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Animal Reproduction Science* 78: 345–370.
20. Espinosa OV, López DC, Beltrán GG, Gómez GL, Velásquez PP, Rivera HG. 2002. Márgenes de comercialización de leche cruda producida en sistema familiar. *Revista Científica* Vol. XII. Suplemento 2. Octubre: 650-654.
21. FAO, 2014. *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de política*.  
<http://www.fao.org/docrep/019/i3788s/i3788s.pdf> [Acceso: 28 Ene 2015].

22. FAO, IICA. 2012. *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe*.  
<http://www.iica.int/Esp/Programas/AnalisisEstrategico/Publicaciones%20de%20Modernizacion%20Institucional/B2993e.pdf> [Acceso: 28 Ene 2015].
23. France J, Theodorou MK, Lowman RS, Beever DE. 2000. Feed evaluation for animal production. In: Theodorou MK, France J. (eds.) *Feeding systems and feed evaluation models*. UK: CAB International. pp. 1-9.
24. Fuentes NE, Faure G, Cortijo E, De Nys E, et al. 2015. The impacts of differentiated markets on the relationship between dairy processors and smallholder farmers in the Peruvian Andes. *Agricultural Systems*; 132: 145-156.
25. García HLA, Aguilar VA, Luévano GA, Cabral MA. 2005. La globalización productiva y comercial de la leche y sus derivados. Articulación de la ganadería intensiva lechera de la Comarca Lagunera. México: Editorial Plaza y Valdés. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.
26. Garnsworthy PC, Cole DJA. 1990. The importance of intake in feed evaluation. In: Wiseman J, Cole DJA. (eds.) *Feedstuff evaluation*. 1<sup>st</sup> edition. UK: The University Press, Cambridge. pp. 147-159.
27. Gásque GR. 2008. Reproducción bovina. En: *Enciclopedia bovina*. 1<sup>a</sup> ed. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Capítulo 10. pp. 391-413.  
[http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e\\_bovina/10ReproduccionBovina.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e_bovina/10ReproduccionBovina.pdf) [Acceso: 25 Feb 2014].

28. Gásque GR. 2005. *Sistema de producción animal. Bovinos*. Volumen 1. México: División Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.
29. Gibson JP. 1984. The effects of feeding frequency on milk production of dairy cattle: an analysis of published results. *Animal Production* 38: 181–189.
30. Grilnari JM, Bauman DE. 2008. Milk fat depression: concepts, mechanisms and management applications. In: Sejrsen K, Hvelplind T, Nielsen MO. (eds.) *Ruminant physiology. Digestion, metabolism and impact of nutrition on gene expression, immunology and stress*. The Netherlands: Academic Publishers. pp. 387-417.
31. Hansson H, Ferguson R, Olofsson C, Rantamäki-Lahtinen L. 2013. Farmers' motives for diversifying their farm business-The influence of family. *Journal of Rural Studies* 32: 240-250.
32. Hasanuzzaman M, Ahaduzzaman M, Begum MR. 2013. Study on existing nutritional condition of peri-urban dairies at Chittagong, Bangladesh. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology* 3 (2): 49-53.
33. Hazard TS. Alimentación de vacas lecheras. INIA Carillanca.  
<http://www2.inia.cl/medios/quilamapu/inproleche/pdf/AD3.pdf> [Acceso: 18 Nov 2014].
34. Hernández JE, Franco FJ, Villareal OA, Camacho JC *et al.* 2011. Características socioeconómicas y productivas de unidades caprinas familiares en la mixteca poblana. *Archivos de Zootecnia* 60 (230): 175-182.
35. Holter JB, Urban WE Jr. 1992. Water partitioning and intake prediction in dry and lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 75 (6): 1472-1479.

36. Hutjens MF. 2008. Optimized rumen and gut health in dairy cattle: the U.S. approach. In: Andrieu S, Wilde D. (eds.) *Gut efficiency; the key ingredient in ruminant production. Elevating animal performance and health*. 1<sup>st</sup> published. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. pp. 11-19.
37. INAFED, SEGOB. 2010. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Puebla.  
<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM21puebla/index.html> [Acceso: 31 Ene 2014].
38. INRA, CIRAD, AFZ, FAO. 2012-2015. Feedipedia, animal feed resources information system.  
<http://www.feedipedia.org/> [Acceso: 21 Ene 2015].
39. Ishler V, Heinrichs J, Varga G. 1996. From feed to milk understanding: rumen function. Extension circular 422. USA: College of Agricultural Sciences, The Pennsylvania State University.  
<http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/nutrition-and-feeding/rumen-function/from-feed-to-milk-understanding-rumen-function> [acceso: 21 Dic 2014].
40. Knowlton FK, Nelson MJ. 2003. World of dairy cattle nutrition. USA: Holstein foundation.
41. Macleod GK, Colucci PE, Moore AD, Grieve DG *et al.* 1994. The effects of feeding frequency of concentrates and feeding sequence of hay on eating behavior, ruminal environment and milk production in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* 74: 103–113.

42. Martinsson K. 1992. Effects of conservation method and access time on silage intake and milk production in dairy cows. *Grass and Forage Science* 47: 161–168.
43. Martinsson K, Burstedt E. 1990. Effects of length of access time to feed and allotment of hay on grass silage intake and production in lactating dairy cows. *Swedish Journal of Agricultural Research* 20: 169–176.
44. Mekonnen HM, Asmamaw K, Courreau JF. 2006. Husbandry practices and health in smallholder dairy farms near Addis Ababa, Ethiopia. *Preventive Veterinary Medicine* 74: 99-107.
45. Mendoza MG, Ricalde VR. 1993. *Manual técnico de alimentación de bovinos en clima templado*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
46. National Research Council (NRC). 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th ed. Washington DC: National Academy Press.
47. Navarro DH, Siebald E, Celis S. 2006. *Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores*. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue. Boletín INIA N° 148. <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33823.pdf> [Acceso: 4 Jun 2014].
48. Nikkhah A. 2013. Feeding frequency tradition and modernity in dairy production: feeding behavior insights. *Journal of Animal and Poultry Science* 2 (4): 91.97.
49. Nocek JE. 1992. Feeding sequence and strategy effects on ruminal environment and production performance in first lactation cows. *Journal of Dairy Science* 75: 3100–3108.

50. Oldham JD, Emmans GC. 1990. Animal performance as the criterion for feed evaluation. In: Wiseman J, Cole DJA. (eds.) *Feedstuff evaluation*. 1<sup>st</sup> edition. UK: The University Press, Cambridge. pp. 73-87.
51. Owen E *et al* (eds.). 2005. *Livestock and wealth creation. Improving the husbandry of animals kept by resource-poor people in developing countries*. United Kingdom: Nottingham University.
52. Posadas DRR, Salinas MJA, Callejas JN, Álvarez FG, Haro JH, Arriaga JCM, Martínez CFE. 2014. Análisis de costos y estrategias productivas en la lechería de pequeña escala en el periodo 2000-2012. *Contaduría y Administración* 59 (2): 253-275.
53. Relling AE, Mattioli GA. 2002. *Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes*. La Plata: Editorial EDULP.
- <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/cerealicultura/1338101883.FISIOLOG%C3%8DA%20DIGESTIVA%20RUMIANTES.pdf> [Acceso: 3 Jun 2014]
54. Roche JR, Friggens NC, Kay JK, Fisher MW *et al*. 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science* 92: 5769–5801.
55. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación (SAGARPA). 2009. Manual de buenas prácticas pecuarias en unidades de producción de leche bovina.
- <http://www.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp?IdDocumento=21454&IdUrl=39640> [Acceso: 27 Ene 2015].

56. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación (SAGARPA), Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. *Panorama de la lechería en México*, octubre-diciembre de 2013.  
[http://www.siap.gob.mx/wp-content/uploads/boletinleche/Bbolet\\_4totrim2013.pdf](http://www.siap.gob.mx/wp-content/uploads/boletinleche/Bbolet_4totrim2013.pdf)  
[Acceso: 27 Ene 2015].
57. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación (SAGARPA), Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015. *Panorama de la lechería en México, junio 2015*.  
[http://www.siap.gob.mx/pdfjs/web/viewer.php?file=b\\_leche\\_abrjun2015.pdf](http://www.siap.gob.mx/pdfjs/web/viewer.php?file=b_leche_abrjun2015.pdf) [Acceso: 24 Nov 2015].
58. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación (SAGARPA), Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. *Boletín de Leche* octubre-diciembre de 2013.  
[http://www.siap.gob.mx/wp-content/uploads/2013/BoletinLeche/boletLecheOct-Dic\\_2013.pdf](http://www.siap.gob.mx/wp-content/uploads/2013/BoletinLeche/boletLecheOct-Dic_2013.pdf) [Acceso: 27 Ene 2015].
59. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación (SAGARPA), Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015. *Boletín de Leche* enero-marzo de 2015.  
[http://www.siap.gob.mx/wp-content/uploads/boletinleche/boletinlechenero-marzo\\_2015.pdf](http://www.siap.gob.mx/wp-content/uploads/boletinleche/boletinlechenero-marzo_2015.pdf) [Acceso: 24 Nov 2015].
60. Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). Comisión Nacional de los Salarios Mínimos. Salarios mínimos vigentes a partir del primero de enero de 2015.  
[http://www.conasami.gob.mx/pdf/tabla\\_salarios\\_minimos/2015/01\\_01\\_2015.pdf](http://www.conasami.gob.mx/pdf/tabla_salarios_minimos/2015/01_01_2015.pdf)  
[acceso: 15 Abr 2015].
61. Shimada MA. 2009. *Nutrición Animal*. México: Editorial Trillas.
62. Sinclair LA. 2008. Rate of nitrogen and energy release in the rumen and effects on feed utilization and animal performance. In: Andrieu S, Wilde D. (eds.) *Gut efficiency;*

*the key ingredient in ruminant production. Elevating animal performance and health. 1st published. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. pp. 61-73.*

63. Sniffen CJ, Robinson PH. 1984. Nutritional strategy. *Canadian Journal of Animal Science* 64: 529–542.
64. Tamminga S, Hof G. 2000. Feeding systems for dairy cows. In: Theodorou MK, France J. (eds.) *Feeding systems and feed evaluation models*. UK: CAB International. pp. 109-127.
65. Tisch D. 2006. *Animal feeds, feeding and nutrition, and ration evaluation with CD-ROM*. USA: Thomson Delmar Learning.
66. Van Soest PJ. 1982. Nutrition ecology of the ruminant: Ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forage and plant fibers. USA: Cornell University Press.

# 10. Anexos

## 10.1. Anexo 1

### Cuestionario aplicado a los productores del GGAVATT "San Lucas".



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Fecha \_\_\_\_\_



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**1. Datos generales**

1.1 Nombre del productor \_\_\_\_\_

1.2 Dirección del productor \_\_\_\_\_

1.3 Nombre de la unidad de producción \_\_\_\_\_

1.4 Ubicación de la unidad de producción \_\_\_\_\_

1.5 Estado Puebla      1.6 Municipio \_\_\_\_\_      1.7 Localidad \_\_\_\_\_

**2. Aspectos socioeconómicos**

2.1.1 Mano de obra contratada

Edad	Sexo	Grado escolar	Fijo /eventual

2.2. Aportación de la actividad lechera en los ingresos del productor

Aporta menos del 50% \_\_\_\_\_

Aporta más del 50 %, pero menos del 100% \_\_\_\_\_

Es la única fuente de ingresos (100%) \_\_\_\_\_

**2.3. Que tipo y superficie de explotación tiene**

Actividad	Propia		Renta	
	Ejidal	Propiedad privada	Ejidal	Propiedad privada
Ganadera (m <sup>2</sup> )				
Agrícola (Ha)				
Otra				
Total				

**2.4. Otras actividades productivas dentro del rancho**

Actividad y destino de la producción

Actividad	Destino	
	Auto consumo	Venta
Bovina de doble propósito		
Bovina productora de carne		
Agricultura		
Ovina		
Caprina		
Porcina		
Aves de traspaso		
Otra(s)		
Cultivo de básicos (maíz y/o frijol)		
Cultivo de hortalizas		
Cultivos de frutales		
Otra(s)		

**3. Características de la Unidad de Producción**

3.1. Sistema de producción

Estabulado (las vacas en producción permanecen en corral) \_\_\_\_\_

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

3.2. Tipo de pastoreo

Rotacional	
Continuo	
Mixto	
Otro(s)	

**4. Inventario animal**

Especie	No.	Fin zootécnico	Especie	No.	Fin zootécnico
Bovinos		Producción de leche	Aves		
Ovinos			Conejos		
Cerdos			Alerjos		
Equinos			Perros		
Caprinos			Gatos		



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**4.1. Inventario ganadero bovino**

Tipo de animal	No.	Raza	Tipo de animal	No.	Raza
Vacas en ordeño		Holstein	Toros		
Vacas secas		Holstein	Toretas		
Vaquillas		Holstein	Becerras lactantes		
Becerras lactantes		Holstein	Becerras destetadas		
Becerras destetadas					

**5. Nutrición**

5.1. ¿Quién se encarga de alimentar directamente a los animales? \_\_\_\_\_

5.2. Frecuencia y hora de alimentación \_\_\_\_\_

5.3. Secuencia en que da el alimento \_\_\_\_\_

5.4. ¿Pesa el alimento antes de ofrecerlo? \_\_\_\_\_

5.5. Alimentación actual

Etapas fisiológicas	Insumo	Presentación del insumo	Cantidad (kg)	Costo/kg
Vacas en ordeño				
Vacas secas				
Becerras(ou) lactantes				
Becerras(ou) destetadas				
Toros				

5.6. ¿Dónde compra los insumos? \_\_\_\_\_

5.6.1. Frecuencia con la que compra los insumos \_\_\_\_\_

5.7. Realiza alguna mezcla de los insumos: Si \_\_\_ No \_\_\_

5.7.1. ¿De qué manera los incorpora? \_\_\_\_\_

5.7.2. ¿En qué momento y con qué frecuencia realiza la mezcla de los ingredientes? \_\_\_\_\_

5.8. ¿Cuál es su forma de alimentar? Manual \_\_\_ Mecánica \_\_\_

5.9. Presentación del alimento ofrecido en el comedero \_\_\_\_\_

5.10. Disponibilidad del agua para bebida \_\_\_\_\_

5.11. Lugar donde almacena el alimento \_\_\_\_\_

5.11.1. Condiciones de almacenamiento del alimento \_\_\_\_\_

5.12. Escases de forrajes

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Escases												
Compra de forraje												

5.12.1. Conservación del forraje

Tipo de forraje	Método de conservación de forraje			
	Ensilaje	Henfificado	Otro	No realiza

5.13. Animales que suplementa

Tipo de animal por etapa fisiológica que suplementa

Becerras durante la fase de crianza \_\_\_\_\_

Becerras en desarrollo \_\_\_\_\_

Becerras \_\_\_\_\_

Vaquillas en preparación a su primer servicio reproductivo \_\_\_\_\_

Vaquillas durante su primera gestación \_\_\_\_\_

Hebras durante la lactación temprana \_\_\_\_\_

Hebras en producción \_\_\_\_\_

Hebras en el último mes del periodo seco \_\_\_\_\_

Sementales \_\_\_\_\_

Otro(s) \_\_\_\_\_

No suplementa \_\_\_\_\_



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



5.13.1. Tipo de suplemento

Tipo de suplemento	Frecuencia	Kg./animal	\$
Concentrado			
Sal mineral			
Otro Sal común			

5.14. Fuentes de agua

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

6. Instalaciones

6.1. Infraestructura	Cantidad	Tamaño (m ó m <sup>2</sup> )	Condición
Corral de manejo			
Manga para manejo			
Área o corral de ordeño			
Sala de ordeño (motar el número de plazas)			
Área para partos			
Área o corral para becerros			
Echaderos			
Comederos			
Bebederos			
Bodega			
Silos			
Otro(s)			



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



6.2. Manejo de cultivos forrajeros

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



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



6.3. Maquinaria y equipo

Maquinaria y equipo	Cantidad	Condición (bueno, regular o malo)	Uso y/o propiedad	
			Particular	Comunal
Arado				
Tractor				
Rastras				
Dishdora				
Molinos de martillo				
Echaderos				
Empacadora				
Bombas de agua				
Bombas de mochila				
Báscula				
Termostato de alimentación artificial				
Ordeñadora mecánica				
Tanque echador				
Comparta				
Tronadora				
Otro(s)				

7. Prácticas de manejo

7.1. Manejo general

Identificación de los animales	No identifica	Arete	Collar
	(Aves UNEDCA)	Yemas	Pasero
7.1.1. ¿Lactica el lacte?		Si	No
7.2. ¿Cuanta con registros de producción de leche?		Si	No
Individual			
Total de la producción de vacas en ordeño			
Ambos			

7.2.1. Periodicidad de la medición de la producción de leche

Periodicidad	
Semanal	
Quincenal	
Mensual	
Otro	

8. Producción de leche

8.1.1. L de leche producido al día \_\_\_\_\_

8.1.2. Cuantos meses dura la ordeña en una vaca \_\_\_\_\_

8.2. Sus vacas presentan mastitis \_\_\_\_\_

8.2.1. Nº Animales con mastitis en el último año \_\_\_\_\_



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



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

Producto	Cantidad
Leche (litros)	
Fenoplastos (cabeceras)	
Becerras al nacimiento (cabeceras)	
Animales para abasto (cabeceras)	
Otro(s)	

8.4. Tipo de ordeño

Mensual	
Mecánica	

8.4.1. Número de ordeñas al día: \_\_\_\_\_

8.5. Manejo sanitario de la ordeña

Diagnóstico de mastitis subclínica	
Prueba de California	
Prueba de fondo negro	
Otro(s)	
Ninguna	

8.5.1. Prácticas higiénicas durante la ordeña

Lavado de uddes y pezones	
Secado con material desechable individual	
Después	
Uso de selladores	
Otro(s)	
Ninguna	

8.5.2. Aplicación de antibiótico intramamario al momento del secado

	Si	No
--	----	----

9. Datos que registra en las etapas de crianza y desarrollo

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

10. Crianza de becerros

10.1. ¿Asegura el consumo de calostro de las crías recién nacidas? [ Si | No ]

10.1.1. Número de días que suministra calostro a las crías \_\_\_\_\_

10.2. Eliminación de tetas supermasistas en las becerros [ Si | No ]

10.3. ¿Lleva a cabo crianza artificial? [ Si | No ]

10.4. Edad y peso al destete: \_\_\_\_\_ meses \_\_\_\_\_ Kg

**Universidad Nacional Autónoma de México**  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

10.4.1. Número de becerros destetados al año: \_\_\_\_\_

10.5. Desmame de crías

Depunte	_____
Con paja	_____
Con hierro casahuate	_____
Otro(s)	_____
No realiza la actividad	_____

11. ¿Realiza manejo de excretas?  Sí  No

11.1. ¿Mediante que acciones lo realiza?

Elaboración de composta \_\_\_\_\_

Elaboración de fertilizantes \_\_\_\_\_

Orina gas (biogás) \_\_\_\_\_

Otro(s) \_\_\_\_\_

12. Reproducción

12.1. Ofrece algún cuidado a su ganado antes y durante el parto:  Sí  No

12.1.1. ¿Qué actividades realiza?

Actividad	Próxima al parto	Durante el parto	Después del parto

12.2. Cuantos partos hubo en el último año: \_\_\_\_\_

12.3. Promedio de edad y peso de sus lactantes al primer parto: \_\_\_\_\_ kg \_\_\_\_\_ meses

12.4. ¿Qué método utiliza para preñar a sus animales: I.A. \_\_\_\_\_ Monte natural \_\_\_\_\_

12.4.1. Durante cuantos años utiliza a sus sementales \_\_\_\_\_

12.4.1.2. Por qué cambia sus sementales: Vejez \_\_\_\_\_ Rotor raza \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_

12.4.1.3. Evaluación de la capacidad reproductiva del semental  Sí  No  No aplica

12.4.2. Detección de celos o estros  Sí  No

12.4.3. ¿Practica la microcastración de estros?  Sí  No

12.4.3.1. ¿Practica la microcastración de estros?  Sí  No

12.5. ¿Si realiza inseminación artificial, la hace el productor o alguien ajeno a la unidad? Productor  Persona ajena a la unidad

12.6. ¿Se determina la condición corporal de las hembras antes de que empiecen a parir?  Sí  No

**Universidad Nacional Autónoma de México**  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

12.6. ¿Se practica el diagnóstico de preñez?  Sí  No

12.6.1. ¿Qué método de diagnóstico utiliza comúnmente? \_\_\_\_\_

12.7. Abortos en el último ciclo o año

Sí  No  12.7.1. N° de abortos \_\_\_\_\_

13. Genética

13.1. Composición genética del lacto

Raza	_____	Micton	_____	Hembras	_____
Holstein	_____				
París Saint Americano	_____				
Jersey	_____				
Charolais	_____				
Otro(s)	_____				

13.2. ¿Efectúa selección de pie de cría?  Sí  No  No aplica

13.2.1. Criterios de selección

13.2.1.1. Para la selección de hembras de amplexo

Por genotipo (datos productivos)	_____
Por evolución de leche de la madre	_____
Por comportamiento reproductivo de la madre	_____
Por composición genética (raza del padre y de la madre)	_____
Por fenotipo (apariencia física)	_____
Importancia de la cebra	_____
Apariencia general	_____
Ninguno	_____
Otro(s)	_____

13.2.1.2. Para la selección del osamental

Por genotipo (datos productivos)	_____
Por comportamiento productivo y reproductivo de la madre	_____
Por comportamiento productivo y reproductivo de las hijas	_____
Por fenotipo (apariencia física)	_____
Otro(s)	_____
Ninguno	_____
No aplica	_____

13.2.1.3. Para la selección de semen en caso de inseminación artificial

Por genotipo (datos productivos de descendencia)	_____
Por fenotipo (apariencia física, foto)	_____
Por recomendación del asesor técnico	_____
Ninguno	_____
Otro(s)	_____

**Universidad Nacional Autónoma de México**  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

14. Actividades de medicina preventiva

Actividad	Producto	Frecuencia	\$
Desparasitación	_____	_____	_____
Vacunaciones	_____	_____	_____
Otro	_____	_____	_____

14.1. Actividades de medicina preventiva a los becerros

Actividad	Frecuencia	\$
Desparasitación	_____	_____
Vacunación ADE	_____	_____
Otro	_____	_____

14.2. Enfermedades en los últimos 12 meses

Enfermedad	No. De animales	Adultos	Enfermedad	No. De animales
Crías				

14.3. Mortandad en los últimos 12 meses

Causa	No. De animales	Adultos	Causa	No. De animales
Crías				

14.4. Causas de desecho de animales en edad productiva (marque con "x")

Baja producción \_\_\_\_\_

Problemas reproductivos \_\_\_\_\_

Problemas de parto \_\_\_\_\_

Problemas de la ubre \_\_\_\_\_

Enfermedad \_\_\_\_\_

Otro(s) \_\_\_\_\_

15. Ingresos y egresos.

15.1. ¿Lleva registro de todo lo que gasta y de lo que gana?  Sí  No

15.2. Ventas

Venta de productos	Lugar de venta	\$ de venta	Epoca de mayor venta
Leche			
Crías			
Adiños			

**Universidad Nacional Autónoma de México**  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

15.3. ¿Cómo adquiere a sus animales?

Usted los produce \_\_\_\_\_ Compra \_\_\_\_\_ Ambas \_\_\_\_\_

15.3.1. De dónde provienen los animales que compra \_\_\_\_\_

15.3.2. En qué meses compra a sus animales \_\_\_\_\_

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

Inversión en animales, instalaciones, maquinaria y equipo en el último ciclo o año

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





## 10.3. Anexo 3



Comedero del Productor 1. Destinado para alimentar tres vacas en producción láctea.



Bebadero del Productor 1. Se usa una carretilla para dar agua a las tres vacas en lactación.

## 10.4. Anexo 4



Comedero del Productor 3. En cual se alimentan a 5 vacas en lactación.



Bebedero del Productor 3.

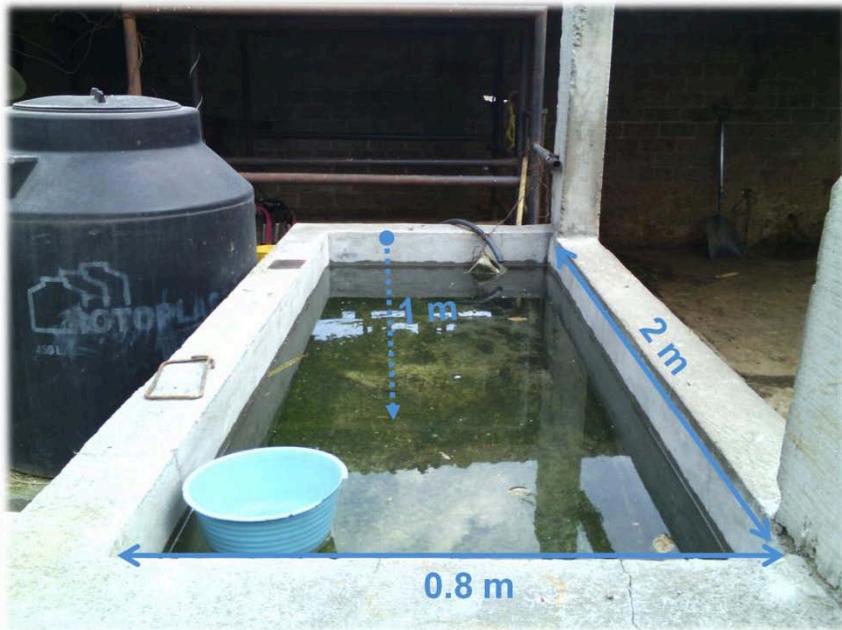
## 10.5. Anexo 5



Comedero del área de ordeño del Productor 4, en el que se alimentan individualmente las vacas.



Comedero del Productor 4, disponible en el corral para 4 vacas en producción láctea.



Bebedero del Productor 4 disponible en el corral para las vacas en producción láctea.

## 10.6. Anexo 6

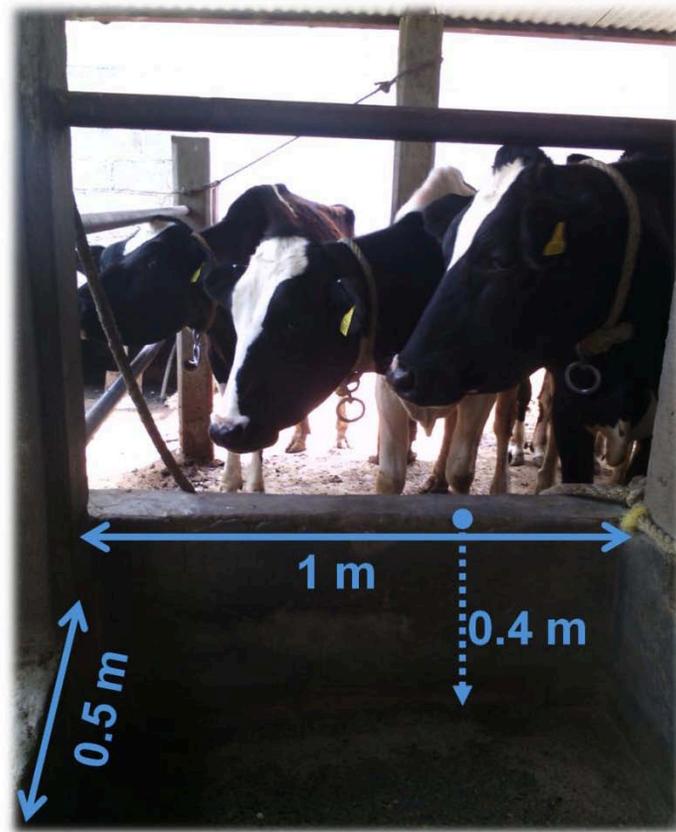


Comedero del Productor 6 disponible para cuatro vacas en producción de leche.



Bebedero del Productor 6 dispuesto en el corral y para cuatro vacas en lactación.

## 10.7. Anexo 7



Comedero del área de ordeño del Productor 9, en cual se ofrece el concentrado comercial individualmente.



Comedero del Productor 9, disponible en el corral para nueve vacas en producción de leche.



Bebedero del Productor 9, dispuesto al interior del corral, para nueve vacas en lactación.

## 10.8. Anexo 8.

## Recomendaciones generales.

- Acceso al agua: asegurar que los animales tengan acceso a bebederos con agua fresca todo el tiempo.
- Lotificación: identificar vacas altas productoras, de lactación temprana, media y de final de lactación, para ofrecer mejores raciones acorde a cada etapa fisiológica.
- Se recomendó realizar ensilado, en lugar de obtener rastrojo de maíz, para mejorar los aportes de energía y disminuir la cantidad de FDA, FDN y LAD en las dietas.
- Almacenamiento de los insumos en bodegas o protegido del medio ambiente y del contacto con otros animales.
- Se realizó una dieta (Cuadro 21) para todos los productores, tomando en cuenta costos y disponibilidad de los insumos, con el propósito de que los insumos que no se producen en las UPP se compren por tonelada para disminuir costos.

**Cuadro 21.** Propuesta de dieta para los cinco productores evaluados del GGAVATT "San Lucas".

INGREDIENTE	KG INC BH	C O S T O S	
		\$/kg	\$ Diario
Alfalfa fresca (35 días)	48,00	1,60	76,80
Galleta	18,00	3,80	68,40
Rastrojo de maíz	14,00	1,50	21,00
Harinolina	9,00	5,60	50,40
Raicilla	6,00	3,40	20,40
Melaza	5,00	2,82	14,10
TOTAL	100,00	18,72	251,10
<b>\$/KG BH</b>	2,51		
<b>APORTE DE MS</b>	57,19		
<b>Relación F:C</b>	80:20		
<b>Relación Ca:P</b>	2,5:1		
<b>APORTES</b>			
<b>PC (%)</b>	15,34		
<b>EM Mcal/kgMS</b>	2,52		
<b>ENL Mcal/KgMS</b>	1,58		
<b>FC (%)</b>	17,18		
<b>Ca (%)</b>	0,44		
<b>P (%)</b>	0,16		