

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

**CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC**

---

---

**LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**TESIS**

**RESPUESTA PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE VACAS DOBLE PROPÓSITO  
A LA SUPLEMENTACIÓN CON MELAZA, DURANTE EL ESTIAJE EN  
ZACAZONAPAN**

**PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**POR**

**ISAAC HERNÁNDEZ GALICIA**

**DIRECTOR**

**DR. BENITO ALBARRÁN PORTILLO**

**ASESORES**

**DRA. FRANCISCA AVÍLES NOVA**

**DR. ANASTACIO GARCÍA MARTÍNEZ**

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	IV
RESUMEN.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
I. ANTECEDENTES.....	4
2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA LECHERÍA EN MÉXICO.....	4
2.2 IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN MÉXICO.....	5
2.3 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN MÉXICO.....	8
2.3.1 <i>Sistema especializado tecnificado</i> .....	8
2.3.2 <i>Sistema de pequeña escala ó lechería familiar</i> .....	9
2.3.3 <i>Sistema doble propósito o de lechería tropical</i> .....	10
2.3.3.1 Características generales del sistema doble propósito.....	11
2.3.3.2 Suplementos nutricionales para vacas doble propósito.....	15
2.3.3.3 Importancia económica de los suplementos en vacas doble propósito.....	17
2.3.3.4 Uso de melaza como fuente energética en la alimentación de bovinos doble propósito.....	18
2.3.3.5 Estrategias de alimentación de los sistemas doble propósito en trópico seco.....	19
2.3.3.6 Sistema de producción de doble propósito en el Sur del Estado de México.....	20
2.3.3.7 Sistema de alimentación de unidades de producción doble propósito en el sur del Estado de México.....	22
2.4. METABOLISMO DE LA ENERGÍA.....	24
2.4.1 <i>Utilización de la energía metabolizable</i> .....	26
2.4.2 <i>Mantenimiento</i> .....	26
2.4.3 <i>Ganancia de tejidos</i> .....	27
2.4.4 <i>Gestación</i> .....	27
2.4.5 <i>Lactación</i> .....	28
2.4.6 <i>Actividad muscular</i> .....	29
2.5. METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS.....	29
2.5.1 <i>Digestión de los carbohidratos</i> .....	32
2.5.2 <i>Fermentación microbiana de los carbohidratos</i> .....	32
2.5.3 <i>Producción de metano</i> .....	32
2.5.4 <i>Absorción y metabolismo de ácidos grasos volátiles</i> .....	33
2.5.5 <i>Glucogénesis</i> .....	34

2.6. METABOLISMO DE LA PROTEÍNA .....	35
2.7 SISTEMAS SILVOPASTORILES.....	37
2.7.1. Agrupación de los sistemas silvopastoriles .....	38
2.7.2. Oportunidades de los sistemas silvopastoriles.....	39
2.7.3. Beneficios de los sistemas silvopastoriles .....	39
2.7.4. Características generales de los pastos.....	40
JUSTIFICACIÓN .....	45
IV. OBJETIVOS.....	46
4.1. GENERAL .....	46
4.2. ESPECÍFICOS.....	46
VI HIPÓTESIS .....	47
VI. MATERIALES Y MÉTODOS .....	48
6.2. SELECCIÓN DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN .....	49
6.3. RESPUESTA PRODUCTIVA A NIVELES DE SUPLEMENTACIÓN.....	49
6.3.1. Tratamientos .....	49
6.3.2. Unidades experimentales .....	50
6.3.3. Periodos experimentales .....	51
6.3.4. Variables de respuesta animal.....	51
6.3.5. Análisis económico.....	52
VII. RESULTADOS .....	54
7.1. Respuesta animal.....	54
7.3 Costos de un litro de leche por tratamiento.....	59
VIII. DISCUSION .....	61
IX. CONCLUSIONES .....	64
X. ANEXOS .....	65
XI. BIBLIOGRAFÍA .....	70

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue, evaluar la respuesta productiva y económica de vacas de doble propósito a la suplementación con melaza durante el estiaje en Zacazonapan. El estudio se realizó en la época de estiaje (febrero a mayo) del año 2015 en una unidad doble propósito ubicada en el municipio de Zacazonapan, ésta se encuentra localizada al suroeste del Estado de México. Los animales del hato pastorearon un potrero de 100 ha, permaneciendo ahí las 24 horas del día, se utilizó un grupo de 12 vacas de raza Pardo Suizo en el primer tercio de lactación, con un peso promedio de  $430 \pm 55$  kilogramos de peso vivo, condición corporal similar de 1.5 y promedio de  $3.2 \pm 1.8$  partos, asignadas aleatoriamente a cada uno de los dos tratamientos, teniendo 6 vacas por tratamiento. El tratamiento control (TxCtr) incluyó 111g por kilogramo de suplemento de pasta de soya y 889 g de mazorca de maíz (incluye grano, hoja y olote), Y el segundo denominado tratamiento melaza (TxMe) que incluyó 177 g de melaza, 107 g de pasta de soya y 717 g de mazorca de maíz por kg de tratamiento; a ambos tratamientos se les adicionó 100.6 gr de Urea vaca/día. Se tuvieron 10 periodos experimentales de 7 días cada uno, las variables de respuesta animal (producción de leche, composición de leche, condición corporal y peso corporal) se registraron al final de cada periodo. Las variables de respuesta productiva se analizaron en un diseño estadístico completamente al azar con un modelo con medidas repetidas, mediante el procedimiento Mixed Model de SAS, tomando como factores fijos tratamiento y periodo experimental y como factor aleatorio la vaca. Los ingresos netos de la leche debido a los suplementos se estimaron utilizando el enfoque de presupuestos parciales. La producción promedio de leche fue de 6.41 (kg/vaca/día) con 28.33, 29.82 y 42.43 (g/kg de leche) de grasa, proteína y lactosa respectivamente. El peso promedio fue de 428.49 kg/vaca se encontraron diferencias significativas cuando la melaza fue incluida en el suplemento, el rendimiento de leche fue estadísticamente diferente ( $P=0.04$ ). Por lo que se concluye que la inclusión de melaza mejoro el rendimiento de leche en vacas doble propósito, además de que este tratamiento tuvo menores costos de producción por litro y por ende el de mejores ganancias.

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Crecimiento en la producción de leche en México del año 2004 al 2014.	6
2	produccion de leche en México mensual y total por año del 2005 al 2014 (miles de litros)	7
3	Producción de leche de ganado bovino por sistemas de producción (1998)	14
4	Composición de la melaza	19
5	Algunos indicadores de productividad de los sistemas bovinos de doble propósito en el trópico latinoamericano	21
6	Clasificación de los carbohidratos y su fuente	29
7	Adaptación y potencial forrajero de especies de gramíneas más usadas en la ganadería doble propósito	40

8	Ingredientes utilizados en cada uno de los tratamientos a utilizar kg/tonelada de mezcla	46
9	Composición química de los suplementos utilizados en el experimento	51
10	Resultados de las variables de respuesta productiva por tratamiento	52
11	Resultados de variables de respuesta productiva por periodo	54
12	Análisis económico de la producción de leche con base a los tratamientos control y melaza durante la época de estiaje.	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Proceso de obtención de melaza (Ariza y Gonzales, 1997).	16
2	Composición de praderas de Zacazonapan (Salas, 2011).	21
3	Flujo de la energía a través del animal, NRC 1981	23
4	Metabolismo de los carbohidratos, (Wattiaux, 2009)	32
5	Esquema del metabolismo de la proteína en la vaca lactante. modificado por Stern y Satter	34
6	ubicación de Zacazonapan en el Estado de México	44
7	Resultados para proteína (g/kg) y su interacción entre tratamientos.	55
8	Resultados para NUL y su interacción entre tratamientos.	55
9	Resultados de lactosa y	56

	su intersección entre tratamiento.	
10	Ordeño de una vaca, a un costado su becerro	65
11	Ganado esperando salir al potrero después de la ordeña	65
12	Imagen del área donde el ganado pasta	66
13	Determinación del NUL (nitrogeno ureico en leche)	66
14	Ganado despues de la ordeña	67
15	Ganado en la pradera	67
16	Momento en el que el becerro mama leche despues de la ordeña	68
17	Determinación de NUL (nitrogeno ureico en leche)	68
18	Pesado de muestras para determinar FDA, FDN (fibras)	69
19	Pesado de muestras para determinar FDA, FDN (fibras)	69



## I. INTRODUCCIÓN

La producción láctea es considerada mundialmente como una prioridad, países desarrollados como Estados Unidos y de la Unión Europea son los principales productores de leche, que generan grandes excedentes los cuales son vendidos en el mercado internacional como leche fluida, leche en polvo y productos lácteos (FAO 2011).

Alrededor del 70% de la población rural pobre en el mundo depende de los animales como parte de su modo de vida. La importancia de la crianza de animales para los modos de vida de las familias, de los sectores pobres, ha sido demostrada en términos numéricos absolutos en la población dependiente de la ganadería para sus modos de subsistencia (LID, 1999). Reardon *et al.* (1998), encontraron efectos positivos en la reducción de la diferencia de nivel de riqueza y activos en las familias de comunidades que tienen ganado comparadas con las que no poseen.

La ganadería en México es una de las actividades primarias con mayor crecimiento durante el último lustro, lo que se ve en un sector pecuario rentable y sustentable que garantiza la producción y abasto de alimentos accesibles, sanos y de calidad (SAGARPA, 2011)

La producción de carne en México ocupa el séptimo lugar y en leche se ubica en el lugar número 15 de las principales naciones entre los que se encuentran Estados Unidos de América, India, China, Federación de Rusia, Brasil, Alemania, Francia, Nueva Zelandia, Reino Unido, Turquía, Pakistán, Polonia, Países Bajos, Ucrania y México (LACTODATA, 2010).

Los sistemas de producción de leche en México se desarrollan en condiciones socioeconómicas, agroecológicas y tecnológicas muy distintas, y tienen gran importancia ya que contribuyen con alrededor del 37% a la producción total (FAO, 2010).

Durante el periodo de 2010 a 2014 la producción de carne y leche de bovino nacional ha evolucionado y se ha tenido un incremento mayor en carne por lo que la producción de leche se ha mantenido. La producción nacional de carne fue de 1, 827,323 millones de toneladas y 11, 129, 921 miles de litros de leche, logrando un valor de producción de \$23 181 851 miles de pesos (INEGI, 2014).

Los principales sistemas de producción de leche en México tienen distintas clasificaciones (Ortiz-Salazar *et al.*, 2005; García-Muñiz *et al.*, 2007). Entre los que se encuentran los sistemas de doble propósito o de lechería tropical ubicados en las tierras bajas, desde el sur de Sinaloa hasta la frontera con Guatemala en la vertiente del pacífico, y desde el sur de Tamaulipas por toda la vertiente del Golfo de México y el Caribe; y los sistemas especializados, que pueden ser a gran escala o escala industrial, localizados principalmente en el norte del país, o de producción familiar o en pequeña escala, ubicados en todo el país (Arriaga-Jordán *et al.*,2000) sobre todo en el altiplano (Espinoza-Ortega *et al.*,2005).

Es importante destacar que las unidades de producción de carne y leche se encuentran muy difundidas por las zonas rurales de México y que estas se caracterizan por la diversidad de sus condiciones agroecológicas como son el suelo, la topografía y el clima que les confieren identidades particulares de producción (García-Martínez *et al.*, 2011).

La región suroeste del Estado de México destaca por el volumen de carne y leche que produce a través de los sistemas de producción doble propósito donde uno de los principales productores es el municipio de Zacazonapan, la leche ayuda a cubrir los costos de operación de las unidades de producción, mientras que la carne, en forma de becerros destetados y de animales finalizados en corrales, genera la mayor parte de los ingresos en este sistema. Tanto en la época de lluvias como en la época de estiaje los productores manejan la carga animal, así como la cantidad de suplemento utilizado, de forma que se haga un uso eficiente y sustentable de los recursos forrajeros que existen en los potreros.(Albarrán-Portillo *et al.*,2014).

La alimentación está fuertemente determinada por dos épocas del año bien definidas; secas y lluvias. En lluvias, el pastoreo y la suplementación con sales minerales son la fuente de alimentación para el ganado del municipio de Zacazonapan. (Esparza *et al.*, 2012), a diferencia de la época de secas en la que los productores se ven en la necesidad de suplementar debido a la baja calidad del forraje.

Por lo tanto este trabajo pretende evaluar la respuesta productiva y económica de vacas doble propósito a la suplementación con melaza al 17.7%, durante el estiaje en Zacazonapan.

## **I. ANTECEDENTES**

### **2.1 Situación actual de la lechería en México**

Durante la última década el crecimiento en el consumo mundial de lácteos ha obedecido en gran medida del aumento de la población mundial (SAGARPA, 2012). La FAO recomienda un consumo mínimo de 500 ml/día de leche, sin embargo en México se consumen en promedio 340 ml/día por habitante (FAO, 2011).

La producción nacional de leche en miles de litros del año 2008 fue de 10, 589,482 para el año 2013 fue de 10, 926,771 (LACTODATA. 2013) esto significa que durante los últimos 10 años la tasa media de crecimiento ha presentado un incremento anual del 1.74 por ciento (INFOASERCA, 2010).

La producción de leche en México se desarrolla en condiciones muy heterogéneas, tanto desde el punto de vista tecnológico y socioeconómico, como por la localización de las explotaciones. Además, dada la variación de condiciones climatológicas, las explotaciones adquieren características propias de la región, influyendo adicionalmente la idiosincrasia, tradición y costumbres de la población (SAGARPA, 2004).

Las condiciones diversas y formas de producir leche en el país, reflejan una marcada posición contradictoria, por un lado, se observa la creciente demanda de leche nacional, pero que no se ha visto reflejado en el incremento de precio pagado al productor. Durante el 2008 y 2009 la producción nacional de leche tuvo característica diferenciada; mayor producción menor precio, este fenómeno se ha atribuido al efecto que tuvo el incremento en los precios de la leche a nivel internacional, a pesar de que en 2009, ya existía un reflejo de tendencia al incremento en precios internacionales (INFOASERCA, 2010).

Una motivación al incremento en la inversión en la industria lechera en México es que existe un mercado cada vez más estable, con una mayor demanda de leche de producción nacional por parte de la industria transformadora de lácteos, otros

factores que han posibilitado el crecimiento de la producción es la consolidación y expansión de las principales empresas lecheras nacionales y de organizaciones de productores integrados, que han incrementado su participación en el mercado de productos terminados, lo que ha representado un mantenimiento de los ingresos para sus asociados (INFOASERCA, 2010).

## **2.2 Importancia de la producción de leche en México**

En los últimos años, ha existido a nivel internacional la discusión sobre las estrategias de desarrollo para transformar la ganadería extensiva en una ganadería intensiva, que permita consolidar el mejoramiento de los sistemas productivos que están presentes, también así conservar los recursos naturales y tener mayor eficiencia en producción, así como favorecer la equidad de los beneficios de los productores (Speeding, 1995; Heitschmitet *et al.*, 1996).

Los Estados Unidos son el principal productor de leche en el mundo, con producciones anuales de más de 70 millones de toneladas comparadas con México que produce más de nueve millones, es importante destacar que los productores de Estados Unidos recibe fuertes subsidios, tanto a la producción, como a la exportación, lo que ayuda a reducir considerablemente sus costos comparados con México. A esta situación se suman las importaciones libres de arancel que entran en vigor a partir del 2009, por lo que la situación lechería está en una situación difícil. (Espinoza-Ortega *et al.*, 2005).

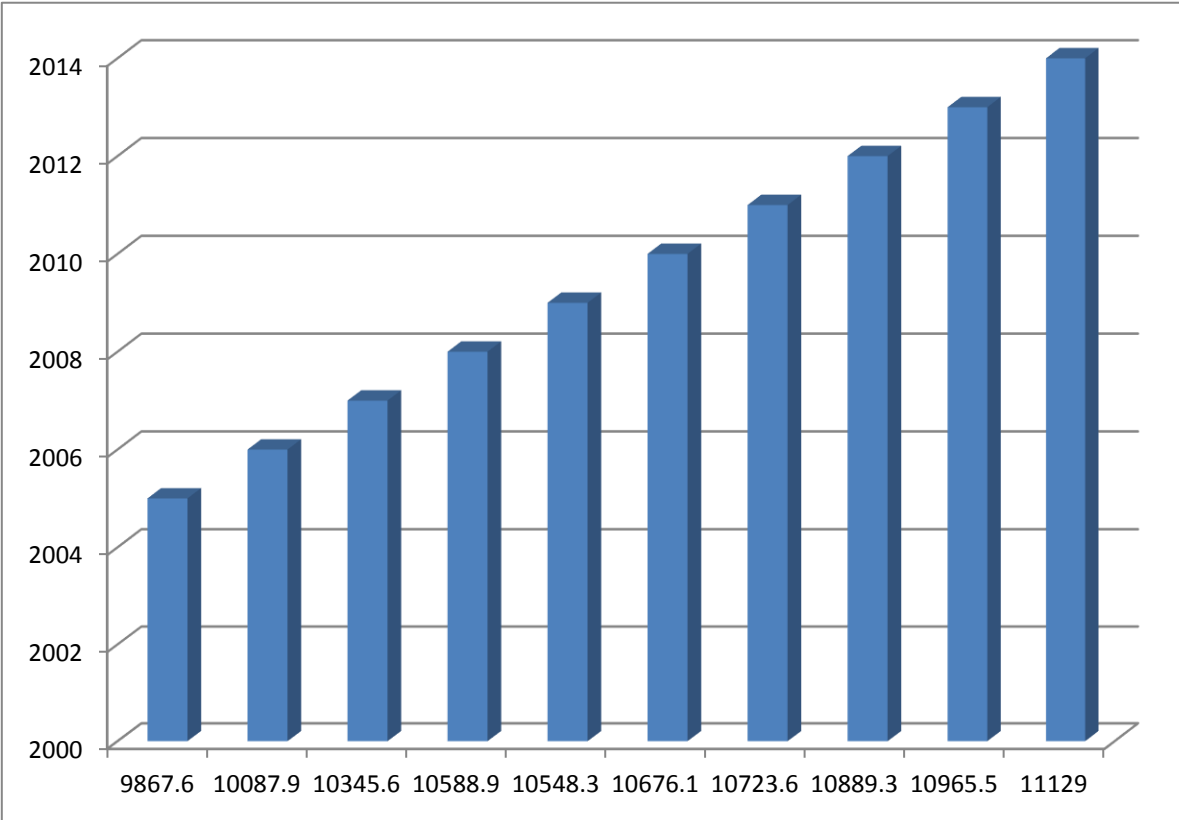
En México la actividad lechera representa la segunda en importancia dentro de la ganadería, con 22.8% del valor de producción y es una de las principales fuentes de proteína animal en la dieta, por otro lado el consumo de leche es recomendado por la OMS. En torno a la cadena de lácteos genera más de 50000 empleos (Del Valle y Álvarez, 1997).

Durante los últimos 10 años el consumo de lácteos ha tenido un notable crecimiento que se debe a la amplia variedad de productos disponibles al mercado como son la leche saborizada, queso, yogurt y yogurt para beber de alto valor

energético propiciando la activación y crecimiento de la industria lechera (INFOASERCA, 2010).

El cuadro 1 muestra un panorama acerca de los millones de litros anuales producidos en México que van del año 2005 al 2014, como se puede observar la producción va en aumento iniciando con 9867.5 millones de litros para el año 2005 y alcanzando un crecimiento de 11129 millones de litros para el año 2014, el cuadro numero 2 muestra las cantidades producidas de leche a largo de cada año divididas por mes.

**Cuadro 1.** Crecimiento en la producción de leche en México del año 2004 al 2014.



**Cuadro 2.** Producción de leche en México mensual y total por año de 2005 a 2014 (miles de litros)

<b>Año</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>	<b>total</b>
<b>2005</b>	765.8	748.5	772.9	782.9	796	831.6	887	877.8	871.2	853.5	858.4	822	9867.6
<b>2006</b>	786.9	775.6	793.1	805.6	818.5	842	914.1	894.4	881.6	873.7	846	856.4	10087.9
<b>2007</b>	833.3	805.8	831.6	841.7	863.4	857.8	910.2	917.8	899.4	908.2	858.4	818	10345.6
<b>2008</b>	832.3	818.5	848.3	854	873.3	912.5	950.4	943.5	943	910.7	891	811.4	10588.9
<b>2009</b>	809.2	818.1	839.8	848	876.5	897.5	933.7	942.1	923	923	894.5	842.9	10548.3
<b>2010</b>	831.3	805.7	830.8	834.3	872.3	906.7	958.2	967.5	948.8	929.4	912.5	878.6	10676.1
<b>2011</b>	846.8	824	845	840.5	862.8	887.9	947.5	965.5	964.6	949.6	913.3	876.1	10723.6
<b>2012</b>	839.4	832.8	848.3	863.5	894.4	916.5	976.9	969.3	962.5	948.9	935.8	901	10889.3
<b>2013</b>	868.1	831.7	863.5	860.9	892.9	928	965.6	976.2	965.4	956.4	936.1	920.7	10965.5
<b>2014</b>	875	848.5	871.5	883.2	914.6	946.9	994.7	979.6	970.1	960.2	954.1	930.6	11129

(Fuente: SIAP/SAGARPA 2015).

## **2.3 Sistemas de producción de leche en México**

En México se encuentran tres tipos de sistemas de producción de leche: tecnificado y semi-tecnificado (zona Centro-Norte), pequeña escala o lechería familiar (zona Centro), y lechería tropical o de doble propósito (zona Sur-Este) (García, 1996). Sin embargo, en la zona Centro del país existen regiones subtropicales (restante 20% de la producción tropical de leche) en donde hay una importante producción de carne y leche.

De los sistemas de producción presentes en México destacan la lechería familiar y tropical como las más importantes por el papel social que desempeñan, al aglutinar principalmente a un gran número de productores por sus bajos costos de producción y viabilidad económica (FIRA, 2011).

### ***2.3.1 Sistema especializado tecnificado***

La región de la laguna ubicada entre los estados de Coahuila y Durango es la primera cuenca lechera del país, moderna tecnificada y con un sistema agrícola que produce forrajes como es la alfalfa y plantas forrajeras inducidas y cosechadas para la alimentación del ganado (SE, 2012).

Cuentan con ganado especializado en la producción de leche como es Holstein y en menor medida Pardo Suizo y Jersey, el ganado está totalmente estabulado y la alimentación se basa en forrajes de corte de buena calidad y alimentos balanceados. El tipo de ordeña es mecánico y la leche es destinada a pasteurizadoras y transformadoras. (SAGARPA, 2005).

Entre las principales características cabe señalar el desarrollo de actividades como la inseminación artificial, introducción de alimentos balanceados, importación de vaquillas de reemplazo, uso de químicos para control sanitario y equipos automáticos para el tratamiento de la leche (SE, 2012).



### **2.3.2 Sistema de pequeña escala ó lechería familiar**

La lechería familiar está formada por sistemas productivos de tipo campesino, dirigidos a aprovechar los recursos familiares rurales: mano de obra, cultivos forrajeros y residuos de cosechas producidas en sus pequeñas parcelas, con poco uso de insumos comprados a otros y poca inversión en mejoramiento de infraestructura. La ventaja de este sistema es su facilidad y persistencia, pues depende poco de insumos externos y tiene bajos costos, lo cual le hace menos vulnerable a las variaciones en los mercados (FIRA, 2001).

En México, la producción de leche en pequeña escala equivale a poco más de la tercera parte de la producción nacional de leche (Tapia, 2010). En 2013 la producción de leche de vaca en México fue de 10,926,771.00 millones de litros, con una tasa anual en los últimos años del 30%, el aumento de la producción en los últimos años ha mostrado un crecimiento marginal, en 2002 México producía 9,658,281.57 millones de litros, en 2007 el volumen de producción alcanzó los 10,345,976.00 millones de litros, en 2008 la producción fue de 10,589,482.00 millones y en 2011 de 10,724,288.00 millones de litros (LACTODATA, 2013).

En el estado de México, la lechería en pequeña escala representa una actividad importante, ya que ofrece beneficios a familias, productores y comunidades mediante la generación de empleos diarios (Arriaga-Jordán *et al.*, 2002), de \$108.00 a \$420.00 por día y familia; esto depende de las características de cada unidad de producción (Espinoza-Ortega *et al.*, 2012). En promedio cada hato proporciona entre dos y seis empleos locales a lo largo del año (Martínez-García *et al.*, 2012), que generan ingresos de \$72.00 a \$84.00 por persona (Espinoza-Ortega *et al.*, 2005). Esto permite a los miembros de la familia permanecer en sus comunidades y no migrar a la ciudad en busca de empleos (Arriaga-Jordán *et al.*, 1999).

El sistema en pequeña escala se lleva a cabo con formas de manejo transmitidas de generación en generación, y es una actividad primaria o secundaria para los

productores que cuentan con otros ingresos. El sistema de producción aprovecha recursos humanos, naturales y materiales, como la utilización de subproductos de cosechas propias, abono orgánico, cultivos forrajeros, maquinaria e infraestructura (Wigginset *al.*, 2001).

La mano de obra familiar o propia es considerada como costo de oportunidad, con lo que se reducen costos de producción a pesar de los altos costos por concepto de alimentación (Jiménez *et al.*, 2008). Una característica es que las instalaciones están muy cercanas a la vivienda de la familia y son adaptadas para la producción de leche, aunque son poco funcionales. Las razas del ganado son Holstein, suizo pardo o cruza en proporciones cercanas a la pureza. El sistema se basa en la explotación de ganado en condiciones de estabulación o semi-estabulación (FIRA, 2001).

Una característica singular de este método de producción es que es considerado dinámico y una opción importante para el desarrollo rural por las características y capacidad de adaptación a condiciones adversas (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007).

### **2.3.3 Sistema doble propósito o de lechería tropical**

Del área tropical de México (51.2 millones de hectáreas), el 37% se dedica a la producción agropecuaria, en la cual se pastorea el 40% del inventario nacional (9,3 millones de cabezas), que produce aproximadamente el 28% y el 39% de la leche y carne que se consumen en el país, respectivamente. La mayor parte de estos productos vienen de unas 3, 900,000 vacas que se manejan bajo un sistema doble propósito (SIAP, 2012).

El sistema doble propósito se define como vacas con producciones de entre 4 y 14 litros de leche por día, lactaciones de entre 220 y 330 días, mestizajes entre 3/8 bos taurus y 3/8 bos indicus de razas adaptadas al trópico (Brahman, Nellore, Guzerat, Indu Brasil, Gir, Pardo Suizo, Holstein, Carora, Criolla Limonero), con intervalos entre partos y tasas de concepción altamente variables, que dependen del manejo y componente genético de los animales; las crías machos pueden ser

Llevadas hasta novillos o toros dentro de la misma unidad de producción, con diversas tasas de ganancia de peso (315 a 650 g/animal/día), pero que en promedio los animales llegan al peso de sacrificio entre los 36 y 48 meses de edad esto dependiendo de los recursos forrajeros disponibles, Dentro de este sistema de producción el manejo alimentario es muy diverso y dependiente de los recursos disponibles localmente, predominando el pastoreo de gramíneas, como fuente principal de forrajes; donde pueden haber o no leguminosas disponibles a pastoreo o de corte, se puede usar o no forraje preservado (ensilaje o henos), se puede o no suplementar con alimento balanceado comercial, suplementos minerales, fuentes de energía. La alimentación y los recursos disponibles, según las condiciones del clima, suelo y de la unidad de producción son los factores que intervienen dentro de la amplia variabilidad de la producción (Holmann *et al.*, 2003).

Dentro de este esquema en el Estado de México se localiza el municipio de Zacazonapan en el cual se desarrollan sistemas doble propósito, en el que durante la época de lluvias la alimentación es totalmente en pastoreo de praderas y especies nativas, introducidas y herbáceas; existe abundancia de forraje y la disponibilidad de este está influenciada directamente por la estacionalidad, teniendo bajos costos de producción (Jiménez, 2013).

#### **2.3.3.1 Características generales del sistema doble propósito**

La ganadería de doble propósito se caracteriza por su sencillez, estabilidad, flexibilidad y liquidez diaria, lo cual le ha permitido sobrevivir, a un bajo situaciones climáticas, económicas y sociales difíciles. La estabilidad de estas empresas radica en el ganado utilizado que está adaptado al medio ambiente tropical y la alimentación del hato está basada principalmente en el pastoreo dependiendo proporcionalmente poco de insumos producidos fuera de la finca, sin embargo la mayoría de las áreas ganaderas están asociadas a la baja cantidad y pobre calidad del forraje disponible, el potencial genético de los animales y el manejo (Faría, 2006).

En muchas fincas se observa un deficiente manejo y un aprovechamiento de las pasturas, en particular referente al control de la carga animal, sobre o sub pastoreo, en planeamiento y disminución de la persistencia del recurso pastizal con pérdidas en la producción y el beneficio económico. Se estima que no menos del 50% de estas pasturas se localizan en estadios de baja calidad nutrimental por ende una disminución de su productividad potencial (Faría, 2006).

La alimentación se basa en especies nativas de agostaderos, en algunos casos se pueden observar praderas inducidas mediante el denominado desmonte, el cual consiste en modificar el uso de suelo de selva o bosque a zona de pastoreo. Respecto a suplementación mineral se le puede denominar incompleta ya que se basa en sal común sin refinar (Suárez y López, 1996).

Respecto a las producciones de leche el rendimiento promedio es de 7 kg de leche/vaca/día, estos niveles se encuentran influenciados directamente por la estacionalidad de cada época y la producción en lluvias aumenta y por el contrario durante la sequía disminuye (Albarrán *et al.*, 2009).

El manejo de la nutrición es difícil ya que es complicado saber cuál es la composición botánica de la dieta (CBD) que los animales consumen (Galt *et al.*, 1980), la cual es fundamental para conocer la respuesta productiva y económica, esto permite diseñar una estrategia del manejo de los recursos forrajeros.

Un factor que disminuye la eficiencia del sistema es que las altas temperaturas y la humedad ambiental obligan a restringir el consumo durante las horas más calientes del día y aumentar el pastoreo nocturno, algunas explotaciones por razones de seguridad recogen al ganado durante las noches, generalmente con insuficiente forraje disponible para compensar el menor tiempo de pastoreo diurno (Faría y Mármol, 1998).

Respecto a la administración pueden considerarse empresas pequeñas, con baja inversión y bajos costos de producción. Factores como la estacionalidad y alta dispersión de la oferta son factores negativos que inciden directamente en su crecimiento, sin embargo se reportan ingresos totales para los ganaderos por la

venta de leche y derivados de alrededor del 30% de su ingreso total anual (Álvarez *et al.*, 2007).

El cuadro numero 3 detalla el número de unidades de doble propósito que se localizan en cada estado de la república, además de que también presenta un panorama de otros sistemas de producción como el especializado, el semi especializado y el familiar o de traspatio.

**Cuadro 3.** Producción de leche de ganado bovino por sistemas de producción (1998) (L)

Estado	Producción	Especializado	Semi especializado	Doble propósito	Familiar o de traspatio
Aguascalientes	389940	334478	0	0	55462
Baja California	211723	157223	45287	0	9213
Baja California sur	14970	23874	1408	2443	0
Campeche	18567	0	0	18567	0
Coahuila	790130	678424	0	39359	72347
Colima	38321	0	27481	10840	0
Chiapas	280496	110247	0	170249	0
Chihuahua	698320	227897	426557	42217	1649
Durango	818776	690290	0	28869	99617
Guanajuato	605364	532720	0	72644	0
Guerrero	69472	4050	0	65422	0
Hidalgo	345998	179613	64438	3754	98193
Jalisco	1253730	338877	468479	160131	286243
Estado de México	427085	179762	87928	46342	113053
Michoacán	283995	29231	180163	59842	14759
Morelos	12899	0	12899	0	0
Nayarit	43145	34009	0	9136	0
Nuevo León	38321	18470	0	12290	7601
Oaxaca	133765	90175	0	43590	0
Puebla	308139	106714	190907	10518	0
Querétaro	171778	171036	0	742	0
Quintana Roo	3965	0	0	3965	0
San Luis Potosí	230714	111918	0	118796	0
Sinaloa	82700	0	47714	34986	0
Sonora	102101	16168	18877	56386	0
Tabasco	83978	0	0	83978	0
Tamaulipas	22725	2009	0	20782	0
Tlaxcala	91174	16580	74594	0	0
Veracruz	566187	97959	0	468228	0
Yucatán	12505	0	0	12505	0
Zacatecas	134584	44436	64923	25225	0
Participación (%)	100.0	50.46	20.66	19.50	9.38

Fuente: SAGARPA, 1997

### **2.3.3.2 Suplementos nutricionales para vacas doble propósito**

Ofrecer suplementos a los animales en pastoreo comúnmente es para mantener el rendimiento animal durante los períodos de escasez de forraje o para mantener el rendimiento animal, los animales durante esta época requieren cierta cantidad de nutrientes que no pueden ser cubiertos únicamente con la pradera (Mayne *et al.*, 2000). Para vacas que reciben concentrado de amortiguamiento es posible utilizar cantidades fijas de concentrados, el nivel es estos dependerá del aporte de energía de la pradera como del forraje suplementario, así como de los requerimientos de energía de los animales en función de los rendimientos de leche (Gordon, 1992; Taylor y Leaver, 1984).

Alimentos alternativos que proveen energía y son ofrecidos tanto en época de secas o de lluvias son sugeridos para vacas doble propósito como es el caso del ensilado de maíz, concentrados basados en cereales o subproductos agroindustriales donde cabe resaltar el uso de melaza (Mayne *et al.*, (2000).

Incrementar en el suplemento el nivel de energía incrementa o mantiene los consumos totales de MS y EM, comparado con aquellos logrados bajo condiciones de abundancia de forraje, el nivel en que el objetivo es alcanzado depende de las condiciones de la pradera además de la calidad, disponibilidad, número de animales y su productividad (Mayne y Thomas, 1996).

- Suplementos energéticos

Un suplemento energético muy importancia en la alimentación del ganado doble propósito es la melaza la cual es el principal subproducto de la industria de la caña de azúcar contiene entre 25 y 40 % de sacarosa y entre el 12 a 25% de azúcares reductores, para un 50 a 60% de azúcares totales. Su contenido en proteína es bajo variable, aproximadamente del 3% (Agudelo, 2001; Church *et al.* 2002).

- Melaza

La melaza se obtiene como un subproducto final de la elaboración del azúcar de caña y unos de los principales pasos del proceso se ilustran en la siguiente figura.

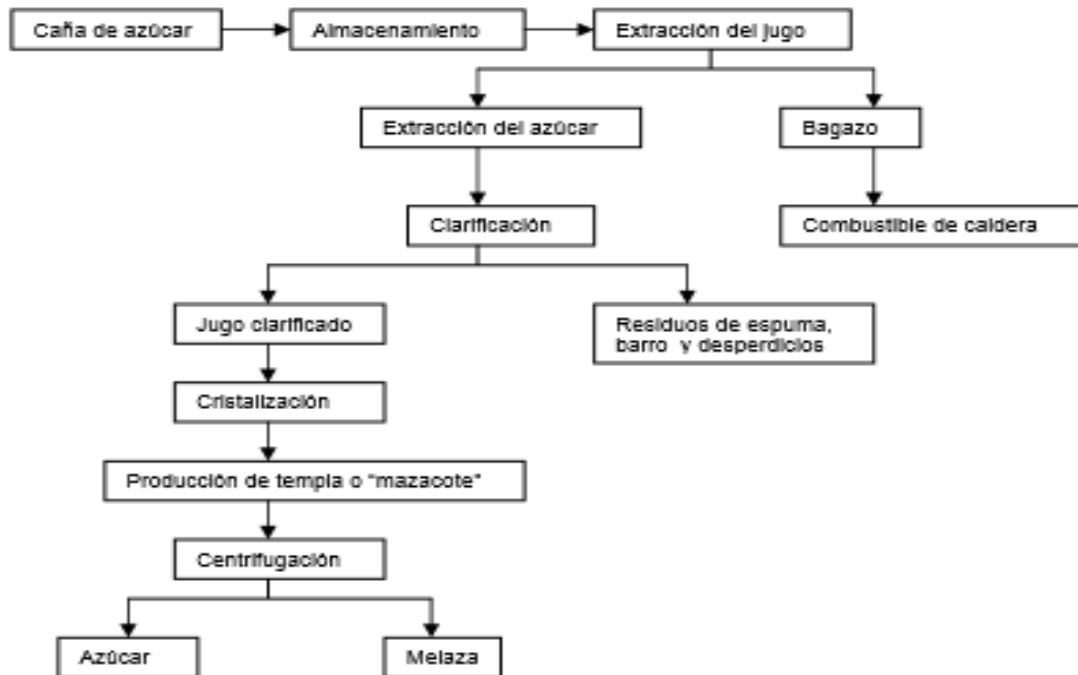


Figura 1. Proceso de obtención de melaza (Ariza y Gonzales, 1997).

La melaza es un líquido denso y viscoso de color oscuro, este es el producto final de la fabricación o refinación de la sacarosa procedente de la caña de azúcar (Leeson y Summers, 2000), y de la cual ya no es posible cristalizar más azúcar por métodos usuales (ICONCETE, 1994).

La denominación melaza se aplica al efluente final obtenido en la preparación del azúcar mediante una cristalización repetida, el proceso de evaporación y cristalización es usualmente repetida tres veces hasta el punto en el cual el azúcar invertido y la alta viscosidad de las melazas ya no permitan una cristalización adicional de la sacarosa (Swan y Karalastos, 1990).

Los principales azúcares en la melaza son la sacarosa (60% - 63% en peso), de la glucosa o dextrosa (6% - 9% en peso), y la fructosa o levulosa (5% - 10% en



peso); estas dos últimas constituyen la mayor proporción de los azúcares reductores encontrados en los análisis. La fructosa puede sufrir transformaciones al igual que la glucosa, debido a reacciones dependientes de la temperatura. El contenido de glucosa y fructosa en las melazas puede variar a causa de la hidrólisis de la sacarosa, a valores de pH ácido y a temperaturas altas (Castro, 1993).

- Suplementos proteicos

Las fuentes nitrogenadas o proteínas pueden tener varios orígenes dependiendo del alimento que provengan, estos se clasifican en dos grupos: proteína verdadera los cuales con compuestos nitrogenados que son mayoritariamente de origen amino-ácido y de origen vegetal (soya, canola, semilla de algodón, semilla de girasol, heno de alfa, heno de triticale) o animal (harina de pescado, harina de ave) y nitrógeno no proteico o amoniacal (sulfato de amonio, urea) que no son proteínas, pero pueden ser transformados en proteína microbiana por los microorganismos presentes en el rumen.

### **2.3.3.3 Importancia económica de los suplementos en vacas doble propósito**

Los forrajes representan la fuente de nutrientes más barata para la producción de leche, y los costos de energía son menores en sistemas basados en forrajes, que en los sistemas convencionales de alimentación en pesebre. Sin embargo, la oferta de forraje en sistemas de pastoreo es variable a lo largo del año, por lo que es necesario recurrir a la alimentación suplementaria para suplir estas deficiencias (Tesfaet *al.*, 1995).

La suplementación permite incrementar el consumo y la productividad de los animales (Phillips, 1993). Pero dado el marco económico en el cual se desarrollan las lecherías del país y considerando el costo por kilogramo de materia seca (MS) de forraje es significativamente menor que el costo por kilogramo de MS de concentrado (Balocchi, 1999).

Dado que los forrajes son la fuente de nutrientes más económica para la producción de leche y carne, los costos de energía son menores basados en forrajes, que en los sistemas donde se alimenta a los animales en pesebre, pero ya que la producción de forraje varía conforme la época del año, la alimentación suplementaria es importante para cubrir las deficiencias que se presentan (Tesfa *et al.*, 1995).

#### **2.3.3.4 Uso de melaza como fuente energética en la alimentación de bovinos doble propósito**

El valor nutritivo de los forrajes tropicales desciende con el aumento de la madurez, debido a cambios de composición y a la baja digestibilidad de la proteína y carbohidratos. En este sentido se recomienda el uso de suplementos que sean económicos para satisfacer los requerimientos energéticos y proteicos de los animales para mantener la producción (Shultz, 1976).

El uso de melaza en la dieta mejora la utilización de la urea, pero esto disminuye la utilización del material fibroso, producto de la inhibición de la celulólisis ruminal o por un mecanismo de represión enzimática, en la suplementación incrementa significativamente las ganancias de peso y producción de leche (Boling *et al.*, 1971).

Como suplementos la melaza ha sido ampliamente probada en los trópicos, en donde, tanto comercial como experimentalmente, han permitido incrementar la productividad de las vacas. La complementación con melaza y 3% de urea producen  $7 \pm 2$  kg leche/día (Castillo, 1999).

Existen diferentes constituyentes que forman parte de la melaza como se muestra en el cuadro 4.

**Cuadro 4.** Composición de la melaza.

<b>Constituyentes</b>	<b>Contenido (p/p)</b>
Material seca	78%
Proteínas	3%
Sacarosa	60 – 63% p/p
Azúcares reductores	3 – 5 % p/p
Sustancias disueltas (azúcares disueltas)	4 – 8% p/p
Agua	16%
Grasas	0.40 %
Cenizas	9%
Calcio	0.74%
Magnesio	0.35%
Fósforo	0.08%
Potasio	3.67%
Glicina	0.10%
Leucina	0.01%
Lisina	0.01%
Treonina	0.06
Valina	0.02%
Colina	600 ppm
Niacina	47.86 ppm
Acido pantotenico	42.90 ppm
Piridoxina	44 ppm
Riboflavina	4.40 ppm
Tiamina	0.88 ppm

Fuente: Tellez, 2004; Yopez, 1995.

#### **2.3.3.5 Estrategias de alimentación de los sistemas doble propósito en trópico seco.**

Los sistema de alimentación de las unidades doble propósito se distinguen por la marcada estacionalidad que durante la época de lluvias la cantidad y calidad de los forrajes son suficientes para cubrir los requerimientos para mantenimiento y producción de los animales, a diferencia de la época de secas en que la cantidad, calidad y digestibilidad de los forrajes se disminuye y esto se ve reflejado en una baja producción de leche, por lo tanto el productor se ve en la necesidad de suplementar aumentando de esta forma sus costos de producción.

La alimentación se basa principalmente en el pastoreo de praderas permanentes y en la utilización de complementos alimenticios como subproductos agroindustriales, melaza y pasta de soya (Domínguez, 2007). La producción depende del consumo y la calidad de los forrajes también así del número y la productividad de los animales que se utilizan (Mayne y Thomas, 1996; Webster, 1993).

Reportes del año 2006 indican que la alimentación representa de un 50% a un 80% el costo de la producción de un litro de leche (Arriaga *et al.*, 2006). De entre los gastos más fuertes se encuentra la compra de concentrados comerciales que contienen proteína cruda, el ingrediente más caro.

El hecho de alimentar a las vacas con excesos de PC incrementa significativamente los costos de producción disminuyendo la utilización de nutrientes y la fertilidad en las vacas (Tamminga *et al.*, 1992).

Ya que los forrajes son la principal fuente de energía para las vacas doble propósito del trópico, se complementa al ganado para cubrir la demanda de nutrientes y así regular la nutrición de la vaca en ciclo productivo, los productores hacen uso de subproductos agroindustriales como la melaza de caña de azúcar, pulpa de cítricos deshidratada, pollinaza y plátanos de desecho entre otros (Castillo *et al.*, 1999).

#### **2.3.3.6 Sistema de producción de doble propósito en el Sur del Estado de México**

La forma de producción se desarrolla en grandes superficies las cuales por sus características orográficas solamente pueden ser usadas para el pastoreo (Bellido *et al.*, 2001). Dentro de estas superficies se encuentra una gran cantidad de especies nativas de la región (Campos *et al.*, 2008).

Dentro de las características propias del sistema doble propósito la alimentación estaba basada además de los forrajes nativos complementada con alimentos concentrados, los productos son comercializados en forma de toros de

engordados para consumo humano, becerros destetados para pie de cría (Suarez y López, 1996), y leche en forma líquida que es transformada en queso.

El sistema de pastoreo es manejado bajo sistemas rotacionales con una carga animal que varía de 0.5 a 3.5 unidades animal ha/año, cabe resaltar que las vacas se ordeñan a mano una vez al día donde se permite que la cría mame un cuarto completo y/o la leche residual. El destete no coincide con el final de la lactancia, esto depende del criterio del productor considerando el crecimiento del becerro, la época del año y la condición corporal de la vaca. (Osorio, 1998; Telde, 2002).

El sistema de producción lechero en Zacazonapan ha sido objeto de estudio (Albarrán *et al.*, 2009), sin embargo las características productivas y socioeconómicas del resto de las unidades no han sido estudiadas, esto representa una carencia de información que no permite conocer la manera en la cual están estructuradas los sistemas ganaderos, sus componentes tecnológicos, potencial y limitantes comparado con otros sistemas ganaderos de nivel nacional e internacional (Vilaboa, 2009).

**Cuadro 5.** Algunos indicadores de productividad de los sistemas bovinos de doble propósito en el trópico.

Indicadores	valor frecuente	Amplitud
Producción de leche:		
Vaca/día, kg	4	2.8 – 6.5
Vaca/lactación, kg	1160	749 – 1589
Largo de lactación, d	290	244 – 311
Fertilidad:		
Edad al primer parto, m	37	32 – 43
% de nacimientos	64	39 – 81
Producción de carne		
Peso al destete, kg	150	120 – 160
Ganancia de peso: g/día		
Becerras	370	290 -490
Post-destete	220	no determinado
Productividad por soluble:		
Carga UA	1.4	0.72 – 1.90
kg leche/año	476	182 – 749
kg carne/año	116	45 – 192

(Vaccaro *et al.*, 1993 mencionado por Osorio y Osorio, 2013)

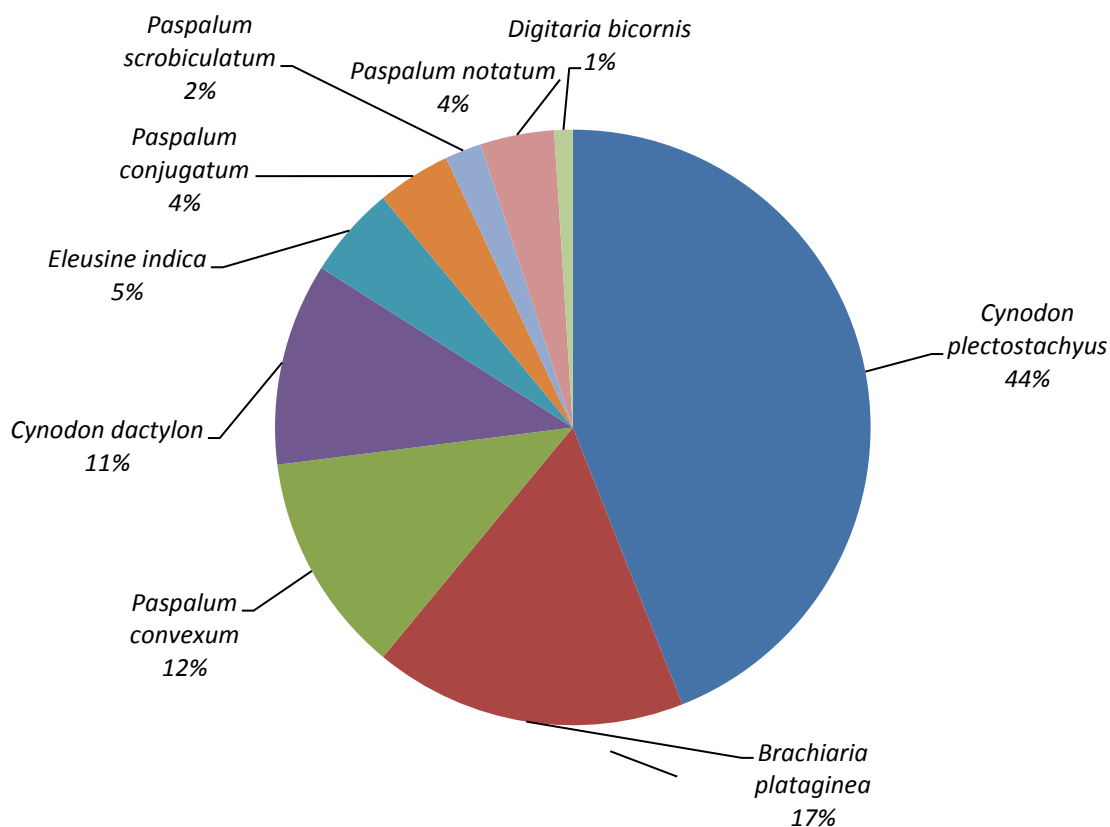
### **2.3.3.7 Sistema de alimentación de unidades de producción doble propósito en el sur del Estado de México.**

Durante la época de lluvias: (junio – septiembre) debido a que hay humedad y una temperatura idónea, los pastos alcanzan producciones importante de forraje. Las bajas cargas animales ( $\leq 1$  vaca/ha) ocasionan que durante esta época no se consuma todo el pasto que se produce en las praderas y agostaderos. Sin embargo el forraje excedente es aprovechado por los animales en la época de secas representando una fuente de alimentación en los meses críticos de abril, mayo y junio. En el mes de enero y ante la disminución en la disponibilidad y calidad de los pastos, los productores se ven en la necesidad de utilizar suplemento para mantener niveles aceptables de leche (Albarrán *et al.*, 2011)

Una desventaja de los pastos introducidos es su baja productividad (7 t/ha/año) (Albarrán 2008), baja digestibilidad (0.60) y bajos niveles de proteína cruda (120 – 150 g/kg/MS). Los pastos nativos también presentan niveles moderados de proteína cruda (120 g/kg/MS), sin embargo la materia seca por ha es baja (5.0 t/ha/año) es por tales motivos que la producción es un limitante (Enríquez, 2003).

En el año 2008 y 2009 Salas (2011), realizó estudios acerca de la composición botánica de las praderas en cuatro unidades de producción de Zacazonapan, los resultados se presentan en la siguiente figura donde se observa que el pasto estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) está presente un 44% dentro de las praderas seguido por *Brachiariaplataginea* con el 17%, *Paspalum convexum* con 12%, y *Cynodon dactylon* con 11%.

Figura 2. Composición de praderas de Zacazonapan (Salas, 2011).



Época de secas: Durante esta época (diciembre–junio) la disminución de la cantidad y calidad del pasto disponible de los potreros afecta a los productores, razón por la cual se ven en necesidad de suplementar a sus animales con maíz mazorca que es producida dentro de la unidad de producción y con concentrado comercial en una relación 50:50 (Esparza, 2009).

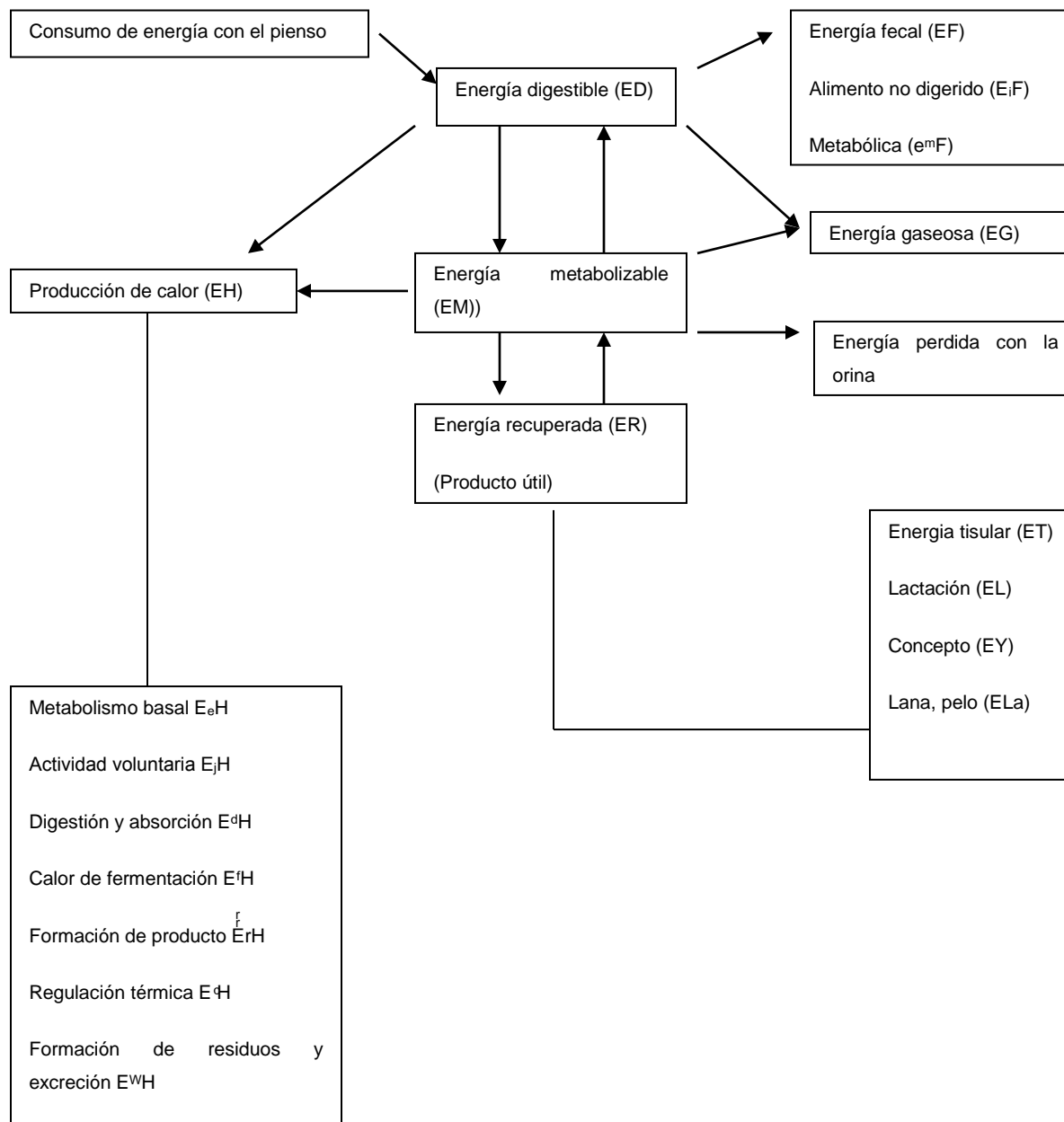
La suplementación a las vacas en lactación oscila entre los 4 y 9 kg/vaca/día, como se mencionó con anterioridad la mezcla del concentrado elaborado por el productor es una mezcla del 50 % maíz mazorca (incluye grano, hoja y olote) y 50 % de concentrado, el objetivo principal de esta mezcla es reducir el costo por concepto de alimentación principalmente de concentrados, lo que de igual manera les permite reducir la dependencia de granos para la alimentación en un 50% (Albarrán, 2008).

#### **2.4. Metabolismo de la energía**

El suministro de energía de un animal es de mayor costo tanto biológico como económico que otro nutriente y los principales factores que determinan la eficacia con la cual se pierden están dados por la cantidad que se pierde en forma de heces y de calor, así mismo los rumiantes transforman esta energía con un muy bajo nivel de eficacia en productos para el humano (Ferrell, 2002).



Figura 3. Flujo de la energía a través del animal, NRC 1981.



El consumo de energía del alimento (CE) es la energía bruta del alimento consumido, una parte importante del CE es perdida por el animal en forma de energía de las heces (EF) y la diferencia (CE-CF) representa la energía aparente, partes de CE se pierden también como energía urinaria (EU) y energía gaseosa (EG). El resto (CE-EF-EU-EG) se denomina energía metabolizable (EM) esta energía metabolizable puede recuperarse y usarse en forma de un producto útil como energía tisular (ET), energía de la gestación (EP) o de la lana o pelo (EV) o puede perderse en forma de calor., la energía que se pierde como calor (EH) puede serlo como consecuencia de diversas funciones que incluyen el metabolismo basal ( $E_eH$ ), actividad ( $E_jH$ ), digestión y absorción ( $E^dH$ ), fermentación ( $E^fH$ ), formación de producto ( $E^pH$ ), regulación térmica ( $E^cH$ ) y formación de residuos excreción ( $E^wH$ ). Al aumento en la producción de calor tras el consumo de alimento se le llama incremento térmico (Ferrell, 1993).

#### ***2.4.1 Utilización de la energía metabolizable***

El animal utiliza la energía metabolizable para mantenimiento, ganancia tisular, gestación, lactación y actividad muscular, cada gasto de energía difiere en eficiencia y utilización en cada una de estas funciones, los gastos de energía varían con la edad, peso corporal, raza o especie, sexo, condiciones fisiológicas, estación, temperatura y nutrición (ARC, 1980).

#### ***2.4.2 Mantenimiento***

El termino mantenimiento para definirlo de una manera precisa se refiere a la cantidad de energía para mantener un individuo adulto en situación de equilibrio energético no gestante ni lactante o es decir improductivo (Brody, 1945).

Las necesidades de EM para mantenimiento se definen como el consumo de EM en el cual la energía del producto útil es igual a 0, así la energía metabolizable de mantenimiento es equivalente a la producción de calor durante el ayuno más el incremento de calor del alimento consumido. Del 65 al 70% de la energía metabolizable precisa para la producción de carne del ganado vacuno se destina a la cubrir necesidades de las funciones de mantenimiento (Ferrell, 1993).

La energía metabolizable de mantenimiento es una función de la energía necesaria para los procesos vitales esenciales y de la eficacia con que es utilizada la EM de los alimentos para cubrir tales necesidades, de esta manera el animal y la fuente de alimento contribuyen a la cantidad de EM precisa para el mantenimiento, los elementos que componen las necesidades del mantenimiento del animal pueden ser de dos tipos: funciones de servicio y de las funciones asociadas con el mantenimiento celular, las funciones de servicio son las que son realizadas por tejidos u órganos para beneficio del organismo en estas se incluyen funciones de circulación y respiración, trabajos del hígado y riñones y las funciones nerviosas., las funciones asociadas con mantenimiento celular son el transporte de iones, el intercambio de proteína y el intercambio de lípidos (Ferrell, 1993).

#### **2.4.3 Ganancia de tejidos**

Al considerarse los factores que influyen en la eficacia de la utilización de la energía metabolizable para ganancia tisular de la energía es de rigor tener que considerar en primer lugar la pauta normal de crecimiento la cual está determinada por el resultado neto de la síntesis de grasa y proteína, la eficacia con que se utiliza para ganancia de energía tisular la energía metabolizable que supera a las necesidades de mantenimiento es la función de un conjunto de funciones metabólicas en el animal y de la capacidad de nutrientes absorbidos para cubrir dichas demandas metabólicas, el origen de la energía metabolizable tiene una influencia importante sobre el energía tisular ya que en general esta disminuye cuando la concentración de energía metabolizable disminuye en la dieta (Baldwin, 1984).

#### **2.4.4 Gestación**

El crecimiento de los tejidos del útero grávido (útero, feto, placenta y líquidos fetales) junto con el desarrollo de las glándulas mamarias tiene una elevada prioridad en cuanto a las necesidades de energía en los animales y el crecimiento de estos solo puede ser modificado en una muy mínima proporción por la dieta, la

eficacia de la utilización de la energía para el crecimiento de los tejidos del útero grávido suele definirse como la energía recuperada en estos tejidos dividida por la energía metabolizable utilizada para el crecimiento (Robinson, 1980).

Pruebas indican que la mitad aproximadamente del aumento en la producción de calor tiene lugar durante la gestación la cual es el resultado de uno de los mayores gastos maternos de energía, posiblemente una buena parte puede ser atribuida a una mayor actividad de las funciones de servicio, rendimiento cardiaco, aumento en el trabajo hepático y renal y una además una proporción de energía considerable es empleada por el útero y la placenta los cuales consumen del 50-80% de los gastos de energía del útero grávido, aunque no se ha esclarecido las razones de consumo tan elevado de energía que realizan estos tejidos se puede considerar como funciones de servicio necesarias para mantener en condiciones el ambiente intra-uterino, crecimiento fetal (Ferrell, 1993).

#### **2.4.5 Lactación**

Un animal produce leche con independencia de que pierda, mantenga o gane energía tisular es de esta manera que el animal lactante puede ser definido en tres términos de eficiencia:

- a) Eficiencia de la utilización de los componentes corporales para producir leche cuando el consumo de energía metabolizable es inferior al necesario para el mantenimiento de los tejidos corporales.
- b) Eficiencia en la utilización de la energía metabolizable para producir leche cuando no experimenta cambio un cambio la energía de los tejidos corporales.
- c) Utilización de la energía metabolizable para ganancia de energía tisular y producción de leche en forma simultánea

La eficacia en la utilización de la energía metabolizable para producir leche sin cambio en la energía tisular oscila sobre el 62%, la deposición concomitante de energía en los tejidos corporales es más eficiente que la que tiene lugar en un animal no lactante, los costos aparentes de la síntesis de leche cuando el

consumo de energía metabolizable es inferior al necesario para mantener el equilibrio de la energía corporal ha sido repartido entre costes para biosíntesis 50%, circulación y respiración 17%, transporte de iones 17%, el reparto de los costes para la producción de leche, cuando el consumo de energía metabolizable es insuficiente o supera las necesidades para mantener el equilibrio de la energía tisular, puede ser bastante similar (Farrell, 1993).

#### **2.4.6 Actividad muscular**

Es difícil calcular como se emplea la energía metabolizable en la actividad muscular ya que esta acción supone medir la cantidad de trabajo que realiza un animal para mover su cuerpo, sin embargo este movimiento puede calcularse al subir una cuesta mediante la masa corporal, la distancia vertical y la aceleración consecuencia de la gravedad, la diferencia se da por si camina en un terreno llano o sobre una pendiente, la eficacia del trabajo puede ser determinada como el cociente entre la el trabajo realizado y la energía gastada (NRC, 1981).

Otros trabajos realizados como mantenerse de pie y caminar pueden expresarse mejor en términos de gasto de energía, al respecto la ARC ha llegado a la conclusión de que para mantenerse de pie en lugar de permanecer tumbado es de unas 2,4 kcal/kg/día, para movimientos horizontales y verticales consumen 0,5 y 6,7 cal/kg. Los costes en energía de la actividad muscular pueden ser bastante importantes con respecto a la economía de la energía de los animales rumiantes, un ejemplo es el cambio de necesidades que experimente un animal que pastorea (2,9 Mcal o un 23% superior) a un animal que se encuentra todo el tiempo estabulado (ARC, 1980).

#### **2.5. Metabolismo de los carbohidratos**

El metabolismo de los carbohidratos se encuentra compuesto por varias rutas metabólicas de suma importancia como es el caso de glucolisis, la vía de las pentosas fosfato, el ciclo del ácido tricarbónico, los carbohidratos pueden definirse como polihidroxialdehidos o polihidroxiacetonas, o como sustancias que producen uno de estos compuestos al hidrolizarse (Wilmer, 2009).

La función principal de los carbohidratos en la alimentación animal es el de servir como fuente de energía para los procesos vitales que se llevan a cabo en el organismo, los carbohidratos y los lípidos son las dos fuentes principales de energía del cuerpo animal (Church, 2002).

Los tipos de carbohidratos de la dieta y el nivel en el cual se consumen son factores que determinan con mucha frecuencia el nivel del rendimiento de los animales, la fermentación en el rumen es el único método a través del cual los carbohidratos estructurales pueden servir en la síntesis de carne y leche, muchos factores como el lugar en donde se da la digestión, tratamientos de los alimentos y conservación influyen sobre la digestión de los carbohidratos (Fahey y Berger, 1993). Los carbohidratos son el componente principal de los tejidos vegetales y estos constituyen más del 70% de la materia seca de los forrajes y en semillas hasta del 85% todo esto posible gracias a que los cloroplastos de las hojas de las plantas sintetizan sus carbohidratos a partir de la energía solar, bióxido de carbono y agua para así liberar oxígeno (Van Soest, 1986).

Los carbohidratos pueden dividirse en tres grupos, principalmente como monosacáridos los cuales son azúcares de una sola unidad que no pueden hidrolizarse en unidades más pequeñas, oligosacáridos que son CHO compuestos por 2 a 6 unidades de azúcares simples, dentro de este grupo los de mayor importancia y que abundan son los disacáridos. El tercer grupo recibe la denominación de polisacáridos y corresponde a aquellos CHO compuestos por cientos y miles de unidades como homo- polisacáridos (cientos de unidades de un mismo azúcar simple) o hetero polisacáridos (compuesto por dos o más tipos de azúcares). (Conn y Stumpf, 2000).

En el metabolismo energético de los rumiantes los monosacáridos de mayor importancia son las aldopentosas, las aldohexosas que regularmente también componen algunos polisacáridos de importancia, las cetohehexosas, dentro de los oligosacáridos de importancia encontramos la sacarosa, la maltosa, la lactosa y otros de menos importancia como la rafinosa y la estequiosa (presente en la semillas de soya) (Church, 1988).

**Cuadro 6.** Clasificaciones de los carbohidratos y principales fuentes.

<b>Compuesto</b>	<b>Contenido de monosacáridos</b>	<b>Principales Fuentes</b>
Monosacaridos (azúcares simples) Pentosas (azúcares de 5-C) (C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ) Arabinoso Xilosa  Ribosa	Olotes, Madera; polisacaridos Acidos nucleicos	Pectina;polisacárido, arabana
Hexosas (azúcares de 6-C) C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> Glucosa Fructosa Galactosa Manosa	Disacaridos; polisacaridos Disacaridos (sacarosa) Leche (lactose) Polisacaridos	
Disacaridos (C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> ) Sacarosa 31oluble  lactose celobiosa	Glucosa-fructosa Glucosa glucose (31oluble-4 <sup>∞</sup> -glucósido) Glucosa-galactosa Glucosa-glucosa (soluble-4-β-glucósido)	Caña de azucar,remolacha  Plantas y raices amilaceas Leche  Porción fibrosa de plantas
Trisacaridos C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>16</sub> ) Rafinosa	Glucose-fructosa-galactosa	Algunas variedades de eucalipto, semilla de algodón, remolacha azucarera
Polisacaridos Pentosas (C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>n</sub> Arabana Xilana	Arabinosa Xilosa	Pectinas Olotes, Madera
Hexosanas (C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ) <sub>n</sub> Almidon (un glucido de poliglucosa) Dextrina Celulosa  Glucogeno Inulina (un fructosido de polifrufrutosa)	Glucosa  Glucosa Glucosa (glucose-4-β-glucósido) Glucosa Fructose	Granos,semillas,tubérculos  hidrolisis de almidón paredes celulares vegetales  hígado y músculos 31oluble papas,tubérculos,alcachofas
Polisacaridos mixtos Hemicelulosas Pectinas	Mezclas de pentosas y hexosas combinadas con sales d acidos complejos	Plantas fibrosas  Citricos y manzanas

### **2.5.1 Digestión de los carbohidratos**

Los carbohidratos estructurales son degradados principalmente en el rumen, la mayoría de los carbohidratos no estructurales que se presentan en los alimentos se fermentan en el rumen, sin embargo cuando el consumo de pienso alcanza niveles que son elevados pueden llegar cantidades importantes de almidón sin degradar hasta el intestino delgado y la mayor parte de almidón que llega al intestino delgado es descompuesto antes de llegar al íleon terminal (Church, 2002).

### **2.5.2 Fermentación microbiana de los carbohidratos**

La mayoría de los carbohidratos que son consumidos por los rumiantes son polímeros de glucosa estos aparecen en forma de celulosa o almidón, para que tenga lugar la fermentación la mayoría de estos carbohidratos debe experimentar una hidrólisis en el rumen, existen 4 tipos de bacterias más comunes en el rumen *Bacteroides amylophilus*, *Streptococcus bovis*, *Succinimonas amylolytica* y *Succinivibrio dextrinosolvens*, estas bacterias hidrolizan el almidón hasta formar maltosa y algo de glucosa, la rapidez de este proceso está fuertemente relacionado por la fuente de almidón y el tratamiento al cual haya sido sometido el pienso, una vez que el almidón fue degradado hasta maltosa, es fermentado por microbios sacarolíticos (*Bacteroides ruminicola*, *Butyrivibrio fibrisolvens* y *Selenomonas ruminatum*) la fermentación de la glucosa y de otros monosacáridos tiene lugar principalmente mediante el ciclo de Embden Meyerhof (Fahey jr et al Berger, 1993).

### **2.5.3 Producción de metano**

Los microbios del rumen catabolizan los carbohidratos para posteriormente convertirlos en glucosa que después será oxidada hasta piruvato mediante el ciclo de Embden Meyerhof y posteriormente hasta acetato mediante reacciones piruvato liasa, la energía metabólica para las bacterias es liberada mediante la fosforilación del sustrato en dos reacciones. La formación de metano será considerada como un sumidero de energía en el que se drena el H el cual procede de todos los microorganismos del rumen, esto permite un mayor rendimiento total de ATP, La



cantidad generada de metano está relacionado con los productos finales obtenidos mediante la fermentación de carbohidratos

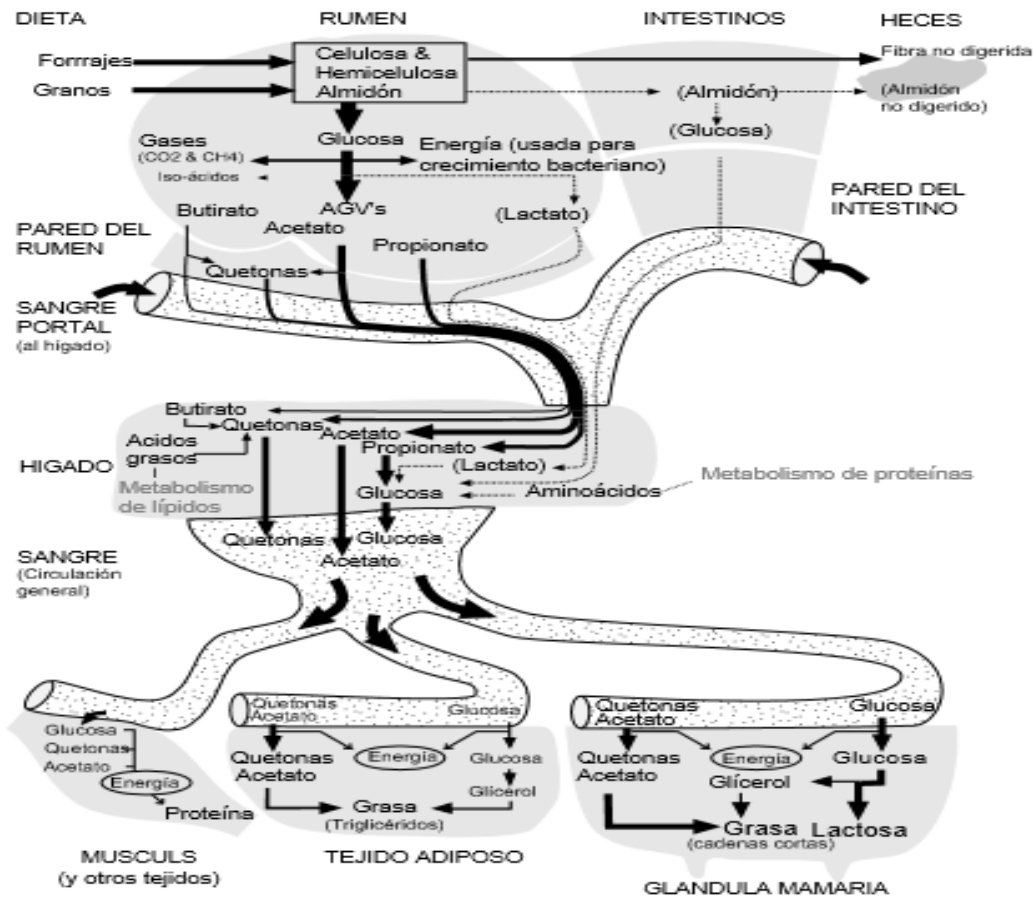
#### **2.5.4 Absorción y metabolismo de ácidos grasos volátiles**

Es muy conocida la importancia de los ácidos grasos volátiles como fuente de energía metabolizable en los rumiantes, una gran mayoría de estos son producidos y absorbidos en rumen, retículo y omaso muy poca cantidad de estos llegan al abomaso.

Los AGV producidos en el rumen atraviesan la pared ruminal con facilidad, un gran porcentaje de acetato y propionato pasan al hígado por medio del sistema portal hepático, la mayoría del butirato producido en el rumen es convertido en un cuerpo cetónico al cual se le denominó  $\beta$ -OH Butirato dentro de la pared ruminal, el cual es oxidado en los músculos cardíacos y esqueléticos y se usa para síntesis de ácidos grasos en el tejido adiposo y en la glándula mamaria, los demás AGV viajan vía portal hepática hacia al hígado (Wattiaux et al, 2000).

El hígado es principal órgano metabólico de la energía en el sistema digestivo del rumiante, su principal objetivo es la obtención de carbono y de nitrógeno (Reynolds *et al*, 1993) para realizar una síntesis de moléculas de interés metabólico como la glucosa y la urea, esta síntesis está fuertemente controlada por los requerimientos del animal de tal manera que el hígado toma primero la cantidad suficiente de moléculas energéticas para llenar los requerimientos de las vísceras del sistema portal o tejidos esplancnicos de gran importancia en el funcionamiento digestivo y endocrino de los rumiantes que luego se distribuyen a moléculas de los demás tejidos (Bergman *et al*, 1970).

Figura 4. Metabolismo de los carbohidratos, (Wattiaux, 2009).



### 2.5.5 Glucogénesis

La fermentación de los carbohidratos en el rumen determina que la cantidad de glucosa que sea absorbida en el conducto gastrointestinal sea mínima por esta razón la glucosa necesaria a nivel tisular se obtiene a partir de vías glucogénicas a partir de propionato, aminoácidos, glicerina y lactato, cinco tejidos precisan glucosa para su correcto funcionamiento; tejido nervioso, tejido muscular, tejido adiposo, glándula mamaria y feto (Fahey y Berger, 1993).

Los músculos requieren glucosa para producir glucógeno y la glucosa es necesaria para el metabolismo de la grasa ya que proporciona NADPH que se forma mediante la oxidación de la glucosa vía ciclo de hexosa monofosfato, NADPH es necesaria como agente reductor en las etapas intermediarias de la

síntesis de los ácidos grasos de cadena larga, la tasa de glucogénesis en los rumiantes es máxima poco después de recibir una toma de pienso pues el momento en el cual los sustratos son más abundantes para la glucogénesis (Fahey y Berger, 1993).

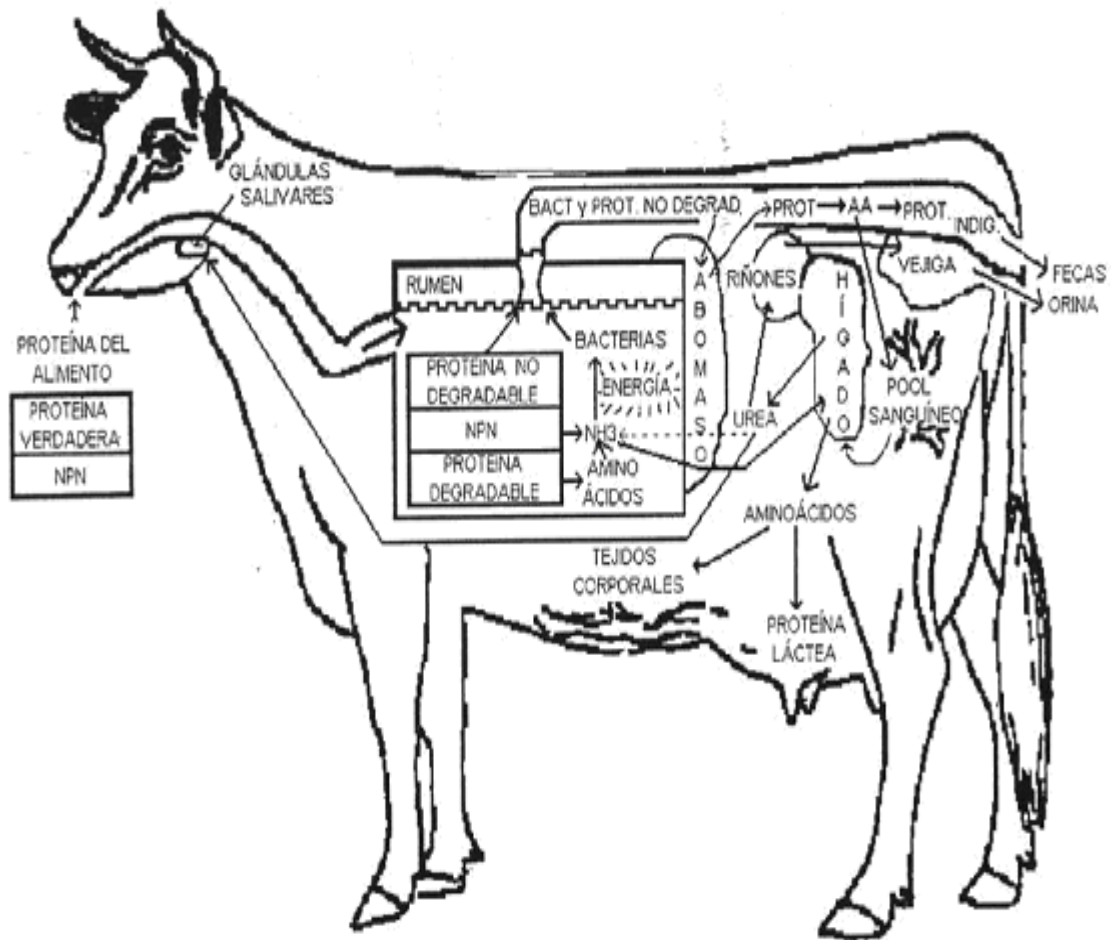
Un AGV que ejerce una contribución neta a las síntesis de glucosa es el propionato y es cuantitativamente el más importante este varía en tipo de dieta consumida y en mayor cantidad si la dieta es rica en cereales, también los aminoácidos pueden ser usados para la glucogénesis con la excepción de la lisina, leucina y taurina; por otro lado la glicerina es un tercer compuesto utilizado para la glucogénesis y la mayor parte de la glicerina que está presente en el organismo aparece unida con ácidos grasos y esta es tomada por el hígado y riñones y usada para la síntesis de glucosa (Fahey y Berger, 1993).

## **2.6. Metabolismo de la proteína**

Los animales rumiantes gozan de la capacidad única de subsistir y producir sin poder disponer de una fuente proteica debido a que estos son capaces de realizar la síntesis de proteína microbiana en el interior del rumen (Church, 1993).

El rumen permite a los animales rumiantes el consumo de alimentos fibrosos y de nitrógeno no proteico (NNP), los rumiantes tienen la habilidad especial de sintetizar aminoácidos y de formar proteína desde nitrógeno, los microbios del rumen son aprovechados por el animal y, junto con la proteína que se escapa de la degradación en el rumen se proporciona al intestino proteína para ser digerida y absorbida (Church, 1993).

Figura 5. Esquema del metabolismo de la proteína en la vaca lactante. Modificado por Stern y Satter.



La fuente de nitrógeno que emplean los microbios para poder efectuar la síntesis de proteína consiste tanto en proteína de la dieta como por N no proteico (NPN) Así como también N reciclado que va hacia el rumen para su reutilización, los animales rumiantes son capaces de crecer, reproducirse y producir leche cuando la dieta solamente contiene NPN como única fuente de N (Fred y Richard, 1993).

La proteína fluye hacia el omaso, abomaso y posteriormente hacia el intestino delgado para su digestión, el nitrógeno de los microbios representa el 40% del nitrógeno no amoniacal que penetra en el intestino delgado con niveles altos de proteína dietita, con dietas más pobres o más intensamente degradadas la

cantidad de proteína bruta microbiana siempre suele estar limitada por la cantidad de algún nutriente o de energía (Fred y Richard, 1993).

## **2.7 Sistemas silvopastoriles**

Los sistemas silvopastoriles son agro ecosistemas en los que se asocia un componente arbóreo con un herbáceo (pastos naturales o mejorados) y un componente pecuario (ganado) todo esto en un mismo sitio de tal manera que existan interacciones biológicas entre ellos con el fin de mantener y maximizar el uso de la tierra de las pasturas y el ganado (Russo, 2015).

Trabajos en costa rica reportan la importancia de agostaderos en la viabilidad de los sistemas silvopastoriles, también de igual forma recalcan la utilidad de 80 árboles de utilidad forrajera que no solo son ocupados como alimento sino también para leña, postes, medicinales para humanos y ganado (Esquivel *et al.*, 2003).

El termino pradera hace alusión a plantas comunes en las cuales los pastos son usualmente la especie dominante con malezas (especies herbáceas, dicotiledóneas, incluidas leguminosas) que se encuentran presentes en diversas cantidades (Hopkins, 2000).

Una característica importante de las praderas es que proporcionan al ganado rumiante una aportación importante de nutrientes a bajo costo y que son potencialmente aptos para cubrir los requerimientos que necesitan las vacas con altos rendimientos de leche, esta característica los vuelve factibles para su utilización de forma intensiva por factores económicos principalmente (Albarrán, 1999).

### **2.7.1. Agrupación de los sistemas silvopastoriles**

Los sistemas se pueden agrupar en función del enfoque u objetivo principal del sistema en los siguientes grupos (Russo, 2015).

1. Sistemas silvopastoriles con enfoque forestal
  - Pastoreo de plantaciones
  - Pastoreo de bosques naturales
  - Pastoreo de huertos
2. Sistema silvopastoril con enfoque ganadero
  - Silvopasturas (praderas con árboles o arbustos forrajeros)
  - Arboles aislados en potreros
  - Cercas vivas
  - Sistemas mixtos integrados con árboles forrajeros o multipropósito para corte (bancos forrajeros)
  - Prácticas agroforestales en ganadería
  - Sistemas silvopastoriles intensivos (especializados en producción animal)

### **2.7.2. Oportunidades de los sistemas silvopastoriles**

Los sistemas silvopastoriles tienen oportunidades desde el punto de vista económico, productivo, social y ambiental, desde el punto de vista económico la diversificación de la producción hace posible obtener ingresos a corto, mediano y largo plazo, así como no sufrir desgastes por las fluctuaciones de los mercados. Desde el punto de vista productivo los animales como las pasturas son beneficiados por las sombras y el abrigo que proporcionan los arboles (disminución de estrés calórico y evapotranspiración de pasturas entre otros), y desde el punto de vista social el sistema silvopastoril son importantes para incrementar la calidad de vida de la población rural ya que estos contribuyen a la diversificación de los riesgos y al incremento ante las perturbaciones externas al sistema (Russo, 2015).

### **2.7.3. Beneficios de los sistemas silvopastoriles**

Los sistemas son una opción viable de producción en zonas de amortiguamiento de áreas protegidas o de conservación que favorecen la preservación de la biodiversidad y se ajustan a las estrategias de reducción de emisiones por deforestación y degradación, además este sistema permite a la ganadería extensiva de muy baja productividad ser sistemas más productivos y también rehabilita áreas degradadas por ganadería extensiva, deforestación y agotamiento de suelos, dentro de los beneficios de los sistemas silvopastoriles se encuentran puntos importantes como los siguientes (Russo, 2005).

- Aporte significativo de materia orgánica al suelo
- Se facilita el aprovechamiento de las hojas de los árboles en época de poda
- Se mejora el bienestar animal por factores de abrigo sombra (Souza *et al.*, 2003)
- Se diversifica la producción, reduciendo factores de riesgos biológicos y de mercado
- El componente herbáceo y arbóreo puede ser variable en cuanto especies
- La poda de árboles para obtener forraje es selectiva y escalonada

- Los sistemas silvopastoriles pueden ser introducidos de manera parcial o total en una unidad productiva para después ir creciendo conforme se obtengan resultados (Suarez *et al.*, 2002).
- Retornos económicos más rápidos que los de la deforestación

#### **2.7.4. Características generales de los pastos**

Las gramíneas tropicales son plantas C4. Su actividad fotosintética les permite la mejor utilización del agua y de los nutrientes que las gramíneas de clima templado llamada C3. Los forrajes tropicales se caracterizan por tener una velocidad de crecimiento más rápida que los forrajes templados. La consecuencia de esta actividad es la reducción de su valor nutricional, en efecto se acompaña de un desarrollo de los tejidos vasculares más favorables a la lignificación esto induce un fuerte incremento de las paredes celulares aunque limitadas en nitrógeno de allí que haya una disminución de la digestibilidad. (Hodgson, 1994).

En los sistemas extensivos los pastos son el componente principal de la dieta de los animales (Ronney y Gill, 2000), y existen amplias razones para asegurar que estas raciones deben mantenerse altas ya que son definición de buena función ruminal y salud animal además de los bajos costos de producción y que estos con bondadosos con el medio ambiente ya que protegen al suelo de la erosión y reducen las posibilidades de contaminación de agua al requerir menor uso de pesticidas y fertilizantes para su producción (Jung y Allen, 1993).

La ganadería de doble propósito se ha venido desarrollando teniendo como base de la alimentación el uso de pastos cultivados constituidos principalmente por especies forrajeras gramíneas de origen africano, que han mostrado una excelente adaptación a las condiciones de clima y suelo predominantes del trópico.(Faria., 2006).

Este tipo de especies tienen en general una alta capacidad de fotosíntesis que les permite producir una gran cantidad de biomasa ya que han desarrollado una anatomía de la hoja asociada al patrón de fijación del carbono, lo que les permite ser altamente eficientes (Fisher *et al.*, 1996).



Las hojas de la mayoría de las especies del trópico se diferencian de las hojas de las plantas del clima templado en un arreglo radial de las células del clorenquima alrededor del paquete vascular y la presencia de altas proporciones de células lignificadas y suberizadas que son resistentes a la ruptura durante la digestión. Este factor junto con la presencia de altas temperaturas aceleran la tasa de maduración del forraje esto aumenta significativamente el contenido de fibra y la lignificación de las paredes celulares que reducen el consumo y la digestibilidad de la materia seca (Wilson, 1982).

A pesar de las grandes cantidades de recursos de forraje que existen en el mundo, la producción animal en el trópico de América Latina presenta grandes problemas con relación a la calidad, cantidad y productividad de forrajes consistiendo principalmente en pastos nativos, mejorados y naturalizados con poco potencial productivo. Durante la época de sequía hay escases de forrajes que cubran los requerimientos de mantenimiento, crecimiento y producción de los animales particularmente en las regiones semi tropicales y parte del sur del Estado de México. (Romero *et al.*, 2004).

En el sur del estado de México y particularmente en el municipio de Zacazonapan, se utilizan forrajes tropicales para alimentar al ganado, las especies introducidas de mayor importancia son el pasto llanero (*Andropogom gayanus*), estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y el pasto chontalpo (*Brachiaia decumbens* cv chontalpo) y en cuanto a las praderas nativas se encuentra el zacate bermuda (*Cynodon dactylon*) mula de caballo (*Brachiaria plantaginea*) zacate cabezón (*Paspalum convexum*) pata de gallina (*Eleusine indica*) hierba de vaca (*Paspalum scrobiculatum*) zacate horqueta (*Paspalum conjugatum*) zacate guarda rocío (*Digitaria bicornis*) frente de toro (*Paspalum notatum*) y barbas de indio (*Chloris virgata*) (Salas, 2011).

La alimentación como se mencionó con anterioridad está basada fuertemente en el pastoreo directo de las praderas, sin embargo ocasionalmente se hace uso de complementos alimenticios como es el caso de la melaza, pasta de soya o subproductos de carácter agroindustrial (Domínguez, 2007).

El siguiente cuadro muestra distintos tipos de pastos, usados en la ganadería doble propósito, en el se detallan las exigencias nutricionales, el uso y el potencial productivo que tienen.

La melaza en forma seca o líquida es una fuente práctica de azúcares fermentables rápidamente para la alimentación de vacas lecheras. Estudios previos muestran efectos positivos de la adición de melazas secas o líquidas en leche corregida a grasa (FCM), la concentración de grasa de la leche, NH<sub>3</sub>-N ruminal, nitrógeno ureico en leche y digestibilidad de la fibra. Se recomiendan una tasa de inclusión óptima de 2,4% de melaza líquida o seca para dietas formuladas con alfalfa y ensilado de maíz. Sin embargo, la alimentación con niveles más altos de la melaza reduce el rendimiento de la vaca (Broderick y Radloff, 2004).

**Cuadro 7.** Características de especies gramíneas más usadas en ganadería de doble propósito

Nombre común y científico	Adaptación y exigencias nutricionales	Usos	Potencial productivo
Guinea ( <i>Panicum 43oluble</i> )	Suelos de texturas medias a arcillosas, bien drenadas de mediana fertilidad. Tolerante a la sequía	Pastoreo, heno, ensilaje y corte	12 a 40 t MS/ha/año según condiciones agroecológicas. Carga de 1.5 a 2.5 UA/ha/año.
Brizanta ( <i>Brachiaria brizantha</i> )	Soporta bien los suelos ácidos de baja fertilidad. No tolera mal drenaje	Pastoreo y heno	18 a 25 t MS/ha/año de 1.5 a 20 UA/ha/año.
Para ( <i>brachiaria mutica</i> )	Fertilidad, arcillosos a francos, inundables. No toleran sequía.	Pastoreo y corte	20 t MS/ha/año de 1.5 a 20 UA/ha/año.
Humidicola ( <i>Brachiaria humidicola</i> )	Suelos ácidos de baja fertilidad. Tolera periodos medios de sequía y exceso de humedad.	Pastoreo y heno	18 a 25 t MS/ha/año de 2.0 a 25 UA/ha/año según condiciones ambientales y de manejo.
Tanner ( <i>Brachiaria arrecta</i> )	Suelos de mediana a fertilidad, arcilloso a franco, inundables. No tolera sequía.	Pastoreo y corte	20 a 25 t MS/ha/año en condiciones ambientales y de manejo adecuadas
Estrella ( <i>cynodon lemfuensis</i> )	Suelos de mediana fertilidad. Tolera periodos medios de sequía y exceso de humedad.	Pastoreo y heno	22 a 25 t MS/ha/año. Con riego tolera cargas de 4 a 5 UA/ha/año
Alemán ( <i>Echinochloa polystachya</i> )	Suelos arcillosos hasta francos. Tolera salinidad e inundaciones, pero no sequía.	Pastoreo, corte y heno	Media de 22 t MS/ha/año. Tolera una carga de 2 a 4 UA/ha/año dependiendo del manejo y el riego.
Elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> )	Suelos bien drenados, ácidos de mediana a alta fertilidad.	Corte y ensilaje	40 a 50 t MS/ha/año bajo condiciones óptimas de crecimiento y de manejo.
King grass ( <i>Pennisetum purpureum</i> )	Suelos bien drenados ácidos de mediana a alta fertilidad	Corte y ensilaje	60 a 80 t MS/ha/año bajo óptimas condiciones de crecimiento y de

			manejo.
Caña ( <i>Sacharum officinarum</i> , L)	Suelos francos arcillosos con pH 5.5 a 7.5	Corte	70 t MS/ha/año con riego y fertilización.
Sorgo forrajero ( <i>Sorghum bicolor</i> )	No es soluble en suelos, soluble en los limosos-arcillosos profundos, bien drenados y fértiles	Corte y ensilaje	20 t MS/ha/año, tienden a desaparecer después de 4 cortes

## Justificación

El sur del Estado de México se considera una importante región en la producción de leche y carne de bovino, ya que presenta el principal inventario ganadero de la región (García, 2012). En el municipio de Zacazonapan el sistema de producción de leche se clasifica como doble propósito siendo la actividad de mayor importancia económica.

En el ganado lechero se han utilizado dietas con niveles de PC de 180 g/kg/MS como una forma de asegurar obtener altos niveles de producción, sin embargo, Esparza (2012) comparó la respuesta productiva de vacas doble propósito con dos niveles de PC (14% vs 16%) en el suplemento (5 kg/vaca/día), encontrando que no había diferencia significativa en los tratamientos, cabe resaltar que el costo de producción del tratamiento 14% fue de \$2.4 vs \$2.6 del suplemento con 16%, esto nos lleva a la conclusión de que entonces la proteína no es el obstáculo para mejores rendimientos.

Estudios realizados con anterioridad demuestran que con respecto a buenos niveles de rendimiento, composición de leche y consumo; la alimentación con melaza evidencia su importancia como una fuente energética para la producción de leche.

Por lo tanto, se planteó el objetivo de determinar la respuesta productiva y económica al uso de suplementos energéticos (melaza al 17.7% en base seca) en la época de secas en vacas en lactación en un sistema de doble propósito en el Municipio de Zacazonapan Estado de México, como una alternativa para mejorar la calidad, y la cantidad de leche producida.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1. General**

Determinar la respuesta productiva y económica a la suplementación con una fuente energética en suplementos de vacas en una unidad de doble propósito durante la época de estiaje, en la región sur del Estado de México.

### **4.2. Específicos**

- Determinar la respuesta animal durante diez períodos de medición (producción y composición de la leche, cambio de peso y condición corporal) a la suplementación con melaza en suplementos de vacas en una unidad de doble propósito durante la época de estiaje en Zacazonapan Estado de México.
  
- Determinar la respuesta económica a la suplementación con melaza en dietas de vacas en una unidad de doble propósito durante la época de estiaje, en Zacazonapan Estado de México.

## **VI HIPÓTESIS**

La adición de 17.7% de melaza en el suplemento para vacas doble propósito en lactación, mejora la respuesta productiva y económica, a través de los periodos de medición durante la época de estiaje, bajo un sistema de pastoreo extensivo.

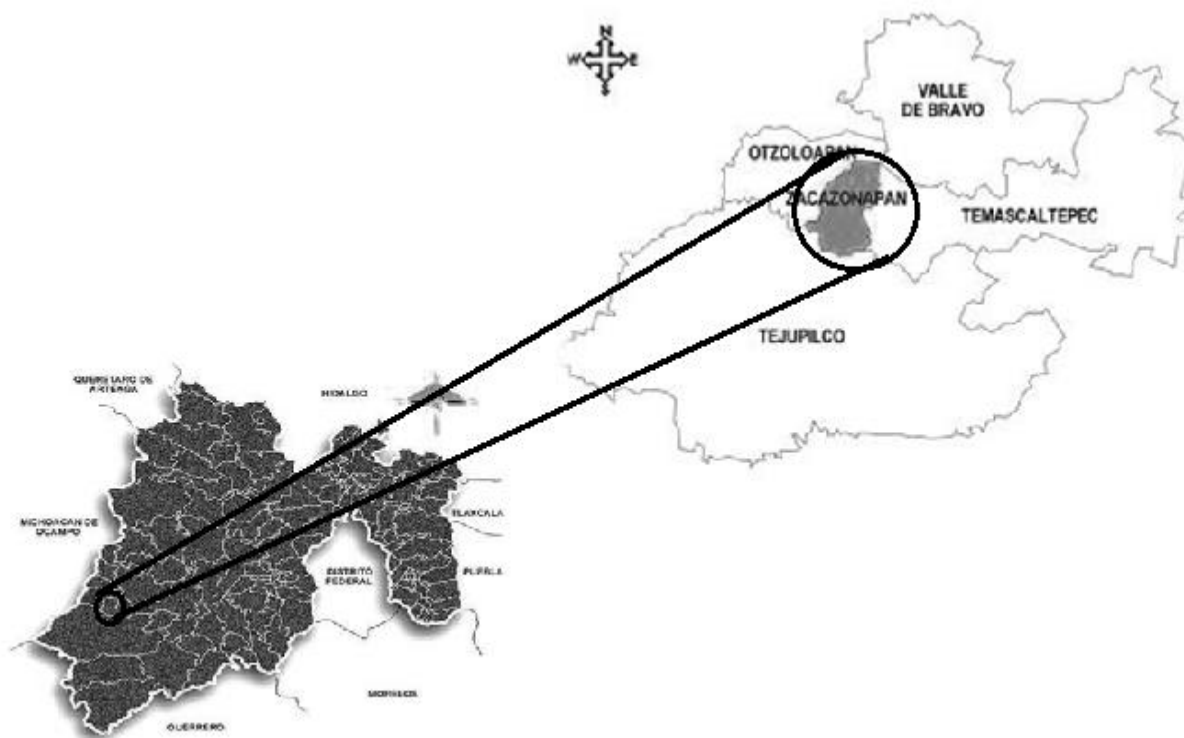
## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Zona de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Zacazonapan al suroeste del Estado de México, a  $19^{\circ}00'$  latitud norte y  $100^{\circ}12'$  latitud este, a una altura de 1,470 msnm. El clima predominante es cálido sub húmedo con humedad moderada, la temperatura media anual es de  $23^{\circ}\text{C}$ , con una temperatura máxima anual de  $31^{\circ}\text{C}$  y mínima de  $15^{\circ}\text{C}$  y una precipitación de alrededor de 1,800 mm anuales (Arroyo, 1999).

Zacazonapan colinda al norte con Valle de Bravo y Oztoloapan, al este con Temascaltepec y al sur con Tejupilco como se aprecia en la siguiente figura;

Figura 6. Ubicación de Zacazonapan en el Estado de México.





## **6.2. Selección de la unidad de producción**

Se seleccionó una unidad de producción por intención debido a las características de producción y manejo que realiza, para disminuir posibles riesgos de pérdida y confiabilidad de los datos a obtener.

## **6.3. Respuesta productiva a niveles de suplementación**

### **6.3.1. Tratamientos**

Los tratamientos que se utilizaron fueron dos, el primero denominado tratamiento control (TxCtr) que incluyo 111g de pasta de soya, 889 g de maíz mazorca (incluye grano, hoja y olote) por kilogramo de suplemento. Y el segundo denominado Tratamiento melaza (TxMe) incluyo 177 g de melaza, 107 g de pasta de soya y 717 g de mazorca de mazorca de maíz por kilogramo de suplemento, a ambos tratamientos se les adiciono 100.6 g de Urea/vaca/día. El contenido de Proteína cruda (PC) de los suplementos para TxCtr fue de 126.1 g/kg MS, para TxMe de 124.8 g/kg MS y el aporte de energía fue de 12.1 MJ/kg MS y 12.3 MJ/kg MS respectivamente.

La alimentación se realizó a las 7:00 horas durante la ordeña, proporcionando 5 kg de alimento en base húmeda de suplemento/vaca/día en la manera como normalmente lo hace el productor, depositando el suplemento en un costal de alimento cortado a la mitad, acondicionado con lazos en dos de los extremos a manera de bolsa que será amarrado al cuello de las vacas. Esta es la forma en la que el productor asegura que las vacas no desperdicien alimento, y que consuman únicamente la cantidad que les corresponde.

Las muestras fueron tomadas formando una muestra representativa de los suplementos que recibieron las vacas por PE, para posteriormente ser analizadas en el laboratorio del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR) de la UAEM.

**Cuadro 8.** Ingredientes utilizados en cada uno de los tratamientos a utilizar en Kg/tonelada de mezcla

Ingrediente	TxCtr	TxMe
Melaza gr/kg	-	177
Pasta de soya gr/kg	111	107
Mazorca molida gr/kg	889	717

TxMe= Tratamiento adicionado con melaza; TxCtr= Tratamiento control.

En el cuadro 9 se presenta la composición química de los suplementos utilizados en este experimento, el porcentaje de proteína es el esperado con respecto a la ración formulada, los valores más altos en relación a FND y FDA son más altos en TxCtr en comparación con TxMe, las dietas fueron isoenergéticas e isoproteicas.

**Cuadro 9.** Composición química de los suplementos utilizados en el experimento.

	TxCtr	TxMe
Material seca (g/kg)	873	849
Proteína cruda (g/kg)	124	119
FND (g/kg)	379	214
FDA (g/kg)	55.7	48.9
Lignina (g/kg)	11.0	11.4

TxCtr: Tratamiento control; TxMe: Tratamiento melaza.

### **6.3.2. Unidades experimentales**

Se utilizó un grupo de 12 vacas de raza suizo pardo, en el primer tercio de lactación, con un peso promedio de 414±13 kilogramos de peso vivo, condición corporal similar de 1.5 (en una escala de 1 a 5 puntos) y en un promedio de 3.2±1.8 partos, los días en lactancia son de 106 ± 32 y un rendimiento de leche de 6.4 ± 0.83, asignadas aleatoriamente a cada uno de los tratamientos teniendo 6 vacas por tratamiento.

### **6.3.3. Periodos experimentales**

El estudio se llevó a cabo durante la época de estiaje (febrero-mayo de 2015) caracterizada por la suplementación con concentrados a las vacas en lactación, con una baja disponibilidad y calidad del forraje. Los periodos experimentales fueron 10 con duración de 7 días, iniciando en el mes de febrero de 2015 que es el inicio de la época crítica por la escasez de forraje, y prolongándose hasta el mes de mayo o bien al inicio de la época de lluvias.

### **6.3.4. Variables de respuesta animal**

-Producción de leche (Kg/vaca/día) La producción de leche se determinó al día 7 (debido a que se dividió en 10 periodos de 7 días cada uno), en una báscula portátil se midió y registro el peso individual de la producción de leche al final de la ordeña de cada vaca.

-Composición de la leche. (g/kg) Se tomó una muestra directamente del recipiente al término de la ordeña, procurando tener una muestra homogénea de leche, en tubos para centrifuga de 50 ml. La muestra se identificó debidamente. La composición química de la leche se analizó in situ, en las 3 primeras horas después de obtener la muestra mediante un equipo portátil Lactoscan MilkAnalyzer®, se tomaron 10 ml de leche el resto se transportó a laboratorio en un recipiente térmico en frío para su análisis.

-Nitrógeno ureico en leche (NUL) (mg/dl). Una vez que las muestras de leche estuvieron en laboratorio se centrifugaron durante media hora a 6000 rpm, terminado el proceso se separaron los sólidos de la parte líquida, y se congeló el suero a -20°C para su conservación hasta la realización del análisis de NUL (De Peters y Ferguson, 1992).

-Preparación de muestras para análisis de NUL: Las muestras se descongelaron a temperatura ambiente, una vez descongeladas se centrifugaron a 6000 rpm

durante 5 minutos y se removieron las partículas sólidas que se presentaron, y analizaron mediante el método propuesto por Berthelot (1859).

- Consumo de materia seca: se determino de acuerdo a las formulas propuestas por el Agricultural and Food Research Council (AFRC, 1993). Los requerimientos incluyen las necesidades para mantenimiento y producción mediante la siguiente fórmula

$$\text{CMS (kg día)} = 0.076 + 0.404C + 0.013W - 0.129n + 4.12\log_{10}(n) + 0.14Y$$

Dónde:

CMS = consumo de materia seca

C = kg de MS d<sup>-1</sup> de alimento concentrado

W = peso vivo (kg)

N = semana de lactación

Y = rendimientos de leche kg día

Las necesidades de energía y proteína también fueron calculadas con formulas propuestas por el AFRC (1993).

### **6.3.5. Análisis económico**

Para la evaluación económica de la producción se utilizaron los conceptos de la teoría de la empresa, de los costos y otras variables socioeconómicas mediante la metodología de presupuestos parciales o por actividad (Dilon y Hardker., 1993). Esta metodología es fácil de usar ya que aborda solo una parte de la empresa (que en este caso es producción de leche) permitiendo comparar en un momento dado el costo marginal (incluyendo costo de oportunidad) de una actividad con el

incremento marginal en beneficio de una nueva actividad propuesta (Gittinger., 1982).

### **6.3.7. Análisis estadístico**

Las variables de respuesta productiva (rendimiento de leche, composición química de la leche, NUL, peso corporal y condición corporal), fueron analizadas en Diseño Completamente al Azar con medidas repetidas utilizando un PROC MIXED del paquete estadístico SAS 9.0 (SAS Institute, 2002) con el siguiente modelo:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \delta_{ij} + tk + (\tau^*t)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

**Donde:**

$y_{ijk}$ =Variable de respuesta

$\mu$ = Media general

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento (1 y 2)

$tk$ =Efecto del periodo (1,2...n)

$(\tau^*t)_{ik}$ = Interacción periodo y tratamiento

$\delta_{ij}$  = error aleatorio de la varianza entre animales (donde se tomo la medida repetida) dentro del tratamiento que es igual a la covarianza entre medidas repetidas dentro del factor animal.

$\varepsilon_{ij}$ = Error experimental del tratamiento i en el periodo j

## VII. RESULTADOS

### 7.1. Respuesta animal

El cuadro numero 9 muestra el efecto de la diferencia entre ambos tratamientos y cómo actúan sobre las variables de la respuesta animal, El rendimiento de leche fue estadísticamente diferente ( $P=0.04$ ) donde el tratamiento que menor respuesta tuvo fue el tratamiento control.

**Cuadro 10.** Variables de respuesta productiva por tratamiento

Variable	Tx Ctr.	Tx Me.	Eem	P	Tx * PE	PE
Consumo de material seca	12.2	11.7	0.27			
Produccion de Leche	5.9	6.9	0.31	0.04	0.67	<0.001
Grasa (g/kg)	28.5	28.2	2.1	0.94	0.12	0.005
Proteína (g/kg)	29.7	29.9	0.19	0.56	0.01	<0.001
Lactosa (g/kg)	42.2	42.6	0.43	0.54	0.01	<0.001
Grasa (g/d)	168.7	199.4	0.8	0.38	0.21	<0.001
Proteína (g/d)	177.4	207.8	7.1	0.02	0.62	<0.001
Lactosa (g/d)	252.2	295.6	7.4	0.02	0.66	<0.001
NUL	7.7	7.4	0.3	0.57	0.01	<0.001
Peso	428.1	428.8	0.0	0.97	0.87	<0.001
Cc (1-5)	1.4	1.5	0.9	0.35	0.90	0.51

Cc: condición corporal; Eem: Error estándar de la media; NUL: Nitrógeno ureico en leche; P: P valor; Medias con diferente literal en la misma fila son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

Las siguientes figuras muestran las interacciones entre los tratamientos en las variables proteína, NUL y lactosa

Los niveles de proteína en leche no fueron diferentes entre ambos tratamientos ( $P>0.56$ ) pero si lo fueron entre periodos ( $P<0.001$ ). Como se observa en la siguiente figura los valores del TxCtr son más altos que el TxMe hasta el periodo 6 que es donde el TxMe se pone por encima un periodo para después descender ambos tratamientos durante los periodos 9 y 10.

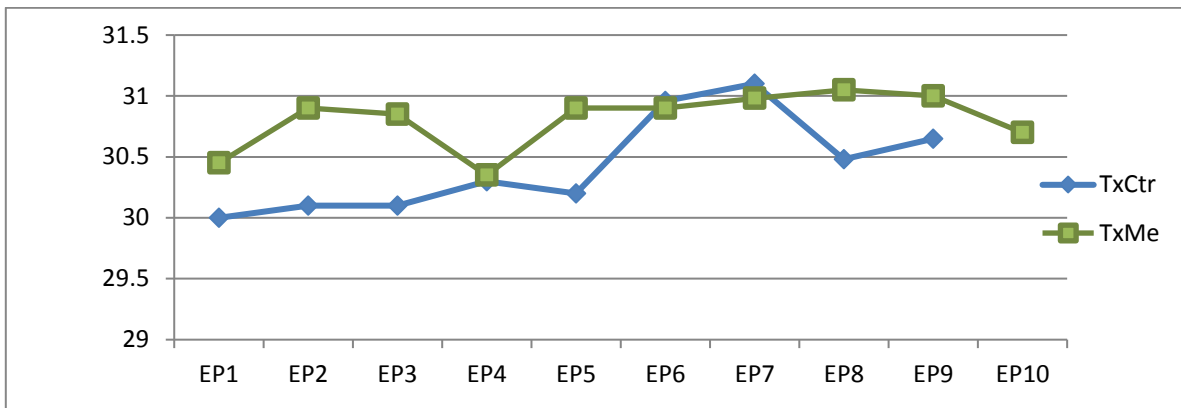


Figura 7. Resultados para proteína (g/kg) y su interacción entre tratamientos

Los niveles de NUL no fueron estadísticamente diferentes para tratamientos ( $P=0.57$ ) pero de igual manera son diferentes entre periodos ( $P<0.001$ ). La figura muestra la interacción entre tratamientos del periodo 1 al 4, el TxCtr se coloca por encima del TxMe del periodo 4 al 6 para después descender en el periodo 8, el TxMe registra un incremento durante el periodo 9 y 10.

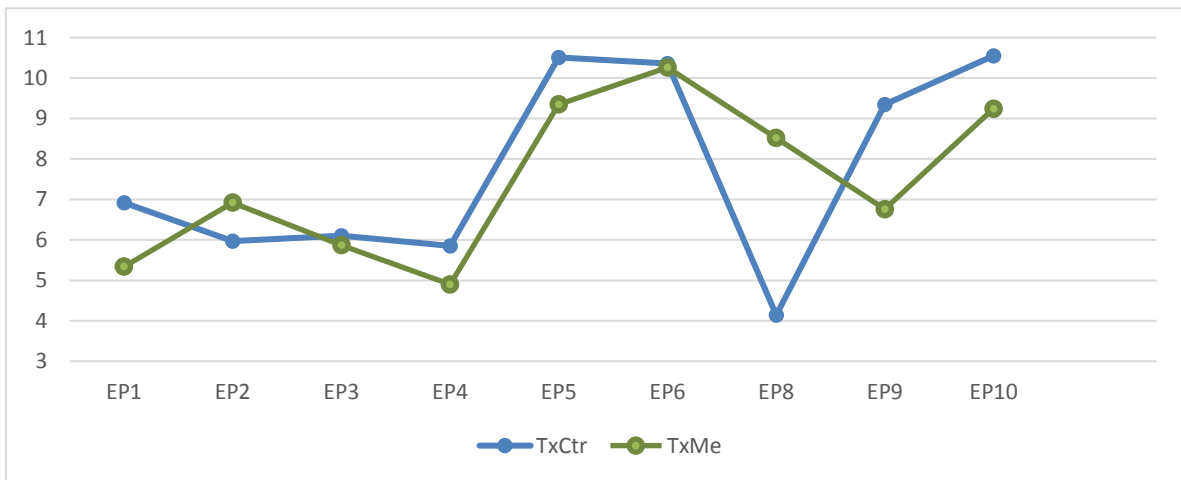


Figura 8. Resultados para NUL (mg/dl) y su interacción entre tratamientos.

Los niveles de lactosa no son estadísticamente diferentes entre tratamientos ( $P=0.54$ ) pero son diferentes entre periodos ( $P<0.001$ ). La figura siguiente muestra como el TxMe se mantiene por encima del TxCtr durante los periodos 1 a 7, en el periodo 8 el TxCtr se pone por encima del TxMe hasta finalizar el periodo 10.

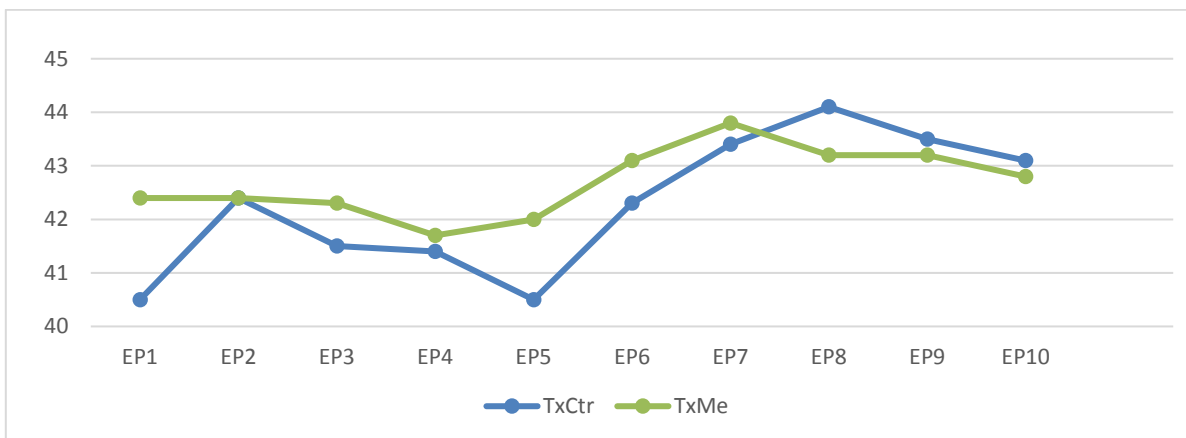


Figura 9. Resultados de lactosa (g/kg) y su intersección entre tratamiento.

El cuadro número 10 muestra los valores obtenidos durante los diferentes periodos experimentales para las variables de respuesta productiva periodo por periodo, los rendimientos de leche fueron estadísticamente diferentes ( $<.0001$ ) para todos los periodos pero semejantes y más altos durante los periodos 7, 8, 9 y 10, los valores más bajos se presentan en el periodo 5 y 6.

Los contenidos de grasa son diferentes entre periodos ( $<.0001$ ) los niveles más altos se encuentran en los periodos 9 y 10, estos son semejantes a los periodos 7 y 8 (30.3 y 29.6 respectivamente). Los contenidos de proteína más altos se encuentran en los periodos 7, 8 y 9 todos estos tienen un contenido de 30.6 g/kg a excepción del periodo de 10 que presenta un valor de 30.2 g/kg.

El contenido de Nitrógeno ureico en leche se encuentra en sus valores más altos en los periodos 5, 6 y 10 con valores de 9.8, 10.3 y 9.9 respectivamente, durante los periodos 7, 8 y 9 (8.3, 6.3 y 8.0) se observa una caída en los valores debido a que se presentó una mala calidad en el pasto que consumen los animales. El promedio de los niveles de nitrógeno ureico fue de 7.62 mg/dl estos son mayores a los reportados por Salvador (2016) en un estudio realizado en el mismo hato, los cuales promediaron un valor de 5.8 mg/dl.



El consumo de materia seca de acuerdo a las necesidades de mantenimiento y producción fue de 12.06 kg/vaca/día, siendo cubiertas las necesidades un 32.4% con el suplemento.

La variable condición corporal fue la única la cual no registro ninguna diferencia entre periodos ( $P=0.51$ ), con una promedio de 1.46. El trabajo de Salvador (2016) utilizo una adición de 14% de PC con una inclusión de melaza del 9%, los resultados de éste sugieren niveles más altos y con periodos más largos, ya que en este trabajo la inclusión no genero una gran ventaja productiva o económica pero si para la producción de carne la cual fue una variable de estudio.

**Cuadro 11.** Resultados de variables de respuesta productiva por PE.

Variable	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6	PE7	PE8	PE9	PE10	EEM	P
Producción de Leche	5.2 <sup>e</sup>	6.1 <sup>ca</sup>	5.6 <sup>de</sup>	5.2 <sup>e</sup>	6.4 <sup>c</sup>	6 <sup>d</sup>	7.8 <sup>a</sup>	7.5 <sup>ab</sup>	7.2 <sup>b</sup>	7.1 <sup>b</sup>	13.6	<0.001
Grasa (g/kg)	24.9 <sup>cd</sup>	26.4 <sup>bcd</sup>	28.4 <sup>bc</sup>	23.1 <sup>d</sup>	27.1 <sup>bcd</sup>	29.6 <sup>ab</sup>	30.3 <sup>ab</sup>	29.6 <sup>ab</sup>	32.6 <sup>a</sup>	31.3 <sup>a</sup>	3.9	0.005
Proteína (g/kg)	29.0 <sup>e</sup>	29.7 <sup>cd</sup>	29.4 <sup>de</sup>	29.0 <sup>e</sup>	29.1 <sup>e</sup>	30.0 <sup>c</sup>	30.6 <sup>a</sup>	30.6 <sup>ab</sup>	30.6 <sup>ab</sup>	30.2 <sup>bc</sup>	14.1	<0.001
Lactosa (g/kg)	41.3 <sup>d</sup>	42.3 <sup>bc</sup>	41.8 <sup>cd</sup>	41.4 <sup>d</sup>	41.4 <sup>d</sup>	42.7 <sup>b</sup>	43.5 <sup>a</sup>	43.5 <sup>a</sup>	43.5 <sup>a</sup>	42.9 <sup>ab</sup>	11.2	<0.001
Grasa (g/d)	124 <sup>cd</sup>	163 <sup>bc</sup>	152 <sup>bc</sup>	119 <sup>d</sup>	176 <sup>b</sup>	183 <sup>b</sup>	235 <sup>a</sup>	222 <sup>a</sup>	237 <sup>a</sup>	225 <sup>a</sup>	11.1	<0.001
Proteína (g/d)	153 <sup>e</sup>	183 <sup>cd</sup>	163 <sup>de</sup>	151 <sup>e</sup>	186 <sup>c</sup>	181 <sup>cd</sup>	240 <sup>a</sup>	229 <sup>ab</sup>	220 <sup>b</sup>	216 <sup>b</sup>	16.6	<0.001
Lactosa (g/d)	218 <sup>e</sup>	261 <sup>cd</sup>	232 <sup>de</sup>	215 <sup>e</sup>	264 <sup>c</sup>	257 <sup>cd</sup>	341 <sup>a</sup>	325 <sup>ab</sup>	313 <sup>b</sup>	306 <sup>b</sup>	16.1	<0.001
NUL (mg/dl)	6.0 <sup>bc</sup>	6.4 <sup>bc</sup>	5.9 <sup>c</sup>	5.3 <sup>c</sup>	9.8 <sup>a</sup>	10.3 <sup>a</sup>	8.3 <sup>b</sup>	6.3 <sup>bc</sup>	8.0 <sup>b</sup>	9.9 <sup>a</sup>	8.5	<0.001
Peso (kg)	421 <sup>d</sup>	423 <sup>bc</sup>	426 <sup>cd</sup>	429 <sup>bcd</sup>	422.8 <sup>d</sup>	421 <sup>d</sup>	426 <sup>cd</sup>	432 <sup>bc</sup>	437 <sup>ab</sup>	442 <sup>a</sup>	7.4	<0.001
.Cc (1-5)	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	0.9	0.51

NUL: Nitrógeno ureico en leche; Cc: condición corporal; EEM: Error estándar de la media; P:P valor; Medias con diferente literal en la misma fila son estadísticamente diferentes (P<0.05)

### 7.3 Costos de un litro de leche por tratamiento

El siguiente cuadro se muestra el análisis económico de la respuesta en la producción de leche con el tratamiento control y el tratamiento melaza, la metodología usada fue la de presupuestos parciales, para el cálculo de los costos de producción se considero el costo del suplemento y el costo total por concepto de suplemento, no se consideraron costos de oportunidad por mano de obra o forrajes porque el productor no paga este concepto, de tal manera que el costo para el tratamiento control fue de \$3.7 y para el tratamiento melaza fue de \$4.09.

El costo por litro de leche para el tratamiento control fue de \$3.55 y para el tratamiento melaza de \$3.54 mientras que el precio pagado para cada uno de estos fue de \$6.00, esto deja una ganancia de \$2.45 y \$2.46 respectivamente.

**Cuadro 12.** Análisis económico de la producción de leche con base a los tratamientos control y melaza durante la época de estiaje.

Actividad	Concepto.	TxCtr	TxMe
	Suplemento (kg MS/vaca/d)	5	5
	Periodo (d)	91	91
	Costo por kg de suplemento	3.7	4.09
	Costo total por concepto de suplemento	1,928.41	2,191.93
	Producción de leche (kg/vaca/d)	5.97	6.8
	Producción total de leche (kg)	543	618
	Precio de venta de leche (\$/kg)	\$ 6.00	\$ 6.00
	Ingresos de venta de leche	\$ 3,259.62	\$ 3,712.80
	Margen neto de ganancia de leche	\$ 1,331.21	\$ 1,520.87
	Costo de producción (\$/kg de leche producida)	\$ 3.55	\$ 3.54
	Margen neto de ganancia/kg de leche	\$ 2.45	\$ 2.46

Las vacas que recibieron el tratamiento melaza reportaron un mayor rendimiento productivo pero así también el mayor costo por kg de suplemento, el margen de

ganancia por litro de leche producido en este tratamiento es del 12.2 % mayor que el tratamiento control.

## VIII. DISCUSION

El experimento se realizó durante la época de secas manteniendo los rendimientos de leche e incrementando para los periodos 7 y 8, debido posiblemente a la presencia de algunas lluvias que mejoraron la calidad de la pradera.

Existe un renovado interés en el uso de la melaza de caña tanto en granjas lecheras convencionales como orgánicas en los estados unidos, Soder *et al.*, (2012) en un estudio señala que granjas del noreste de los estados unidos están haciendo uso de la melaza como única fuente de energía en dietas que van 1.1 a 2.4 kg/vaca día en base seca, esta dependiente del rendimiento de leche.

La melaza de caña es una buena fuente de energía altamente fermentable para los microbios del rumen, contiene aproximadamente 640 gramos de azúcar por kg de materia seca. Datos de Krohnet *al.* (1985) indican efectos positivos para la producción de leche con niveles altos de inclusión de melaza (320 g/kg de MS) en una dieta que estuvo compuesta a base de ensilado.

Altos niveles de melaza se relacionan con el incremento en la producción de acetato, butirato y lactato, provocando una reducción en la producción de propionato el cual es considerado como el principal promotor de la producción de leche en vacas lecheras (Kronfeld, 1982), la producción de leche puede aumentarse cuando el suministro de glucosa proveniente del propionato se incrementa pero el suministro de ácido acético para la síntesis de grasa puede ser el limitante.

Si se promueve la producción de propionato se puede mejorar la síntesis de glucosa por el animal y por lo tanto se proporcionarían precursores de la síntesis de glucosa (NRC, 2001) ya que la cantidad de propionato producido en el rumen limita la cantidad de leche producida porque el suministro de glucosa es limitado.

Al respecto Yan *et al.*(1997) Mostró respuestas en leche y proteínas con vacas en mediana lactación mediante la inclusión de hasta 468g /kg de MS de melaza en la dieta que está compuesta a base de ensilaje, la concentración de proteína y el rendimiento tuvieron un aumento, primero en 156 g/ kg de melaza los resultados para proteína y rendimiento fueron de 31.6 g/ kg y 0.49 kg/día respectivamente, para la inclusión de 468g/kg de melaza los resultados fueron los siguientes 33.6/kg y 0.59 kg/día para proteína y rendimiento. Por lo tanto la alimentación con melaza parece tener potencial como un medio para elevar la concentración de proteína y rendimiento en la leche.

Efectos de la melaza en la dieta sobre el rendimiento del animal dependen del porcentaje de inclusión (Morales *et al.* 1989) la producción de leche en este estudio mostró que había un efecto lineal a medida que aumentaba la inclusión de melaza (0, 4 y 8%).

Murphy (1998). En un experimento con diferentes niveles de inclusión de melaza (50 g/kg, 100 g/kg y 150g /kg) los resultados en comparación con el tratamiento control fueron significativamente mayores además de un efecto lineal significativo con el nivel creciente en la inclusión de melaza, el rendimiento de la grasa no fue significativamente diferente entre los tratamientos, sin embargo la proteína y la lactosa fueron significativamente mayores en los tratamientos de melaza comparados con el tratamiento control.

En un estudio realizado por Brito *et al.*, (2015) en cual se comparó la interacción de la harina de maíz y melaza con una mezcla de harina de soya - harina de girasol o harina de linaza en la producción y composición de leche con una dieta basada en heno de hierba, reporto que con la dieta basada en melaza la excreción de nitrógeno fecal fue significativamente menor lo que trae consigo implicaciones positivas para el medio ambiente.

Los valores reportados para el contenido de nitrógeno ureico en leche en este trabajo fueron de 6.7 mg/dl, los cuales son bajos comparados con los que son

reportados en unidades de producción intensivas (14 mg/dl) donde el contenido de de la ración se encuentra en valores de 16% de PC (Wattiaux *et al.*, 2005).

Barros *et al.*, (2015) reporta un trabajo con niveles de nitrógeno ureico similares al de este trabajo, en el cual se realizó una inclusión de 11.8% de PC al ración y obteniendo valores de 6.3 mg/dl, estos se relacionan con bajos niveles de inclusión.

Gehman *et al.* (2006) en un estudio realizado sobre suplementación con maíz molido, cebada rolada adicionada con melaza vs pulpa de cítricos adicionado con melaza, no reporto efectos sobre la producción de leche y la concentración de grasa. El contenido de proteína en la leche fue significativamente menor cuando se incluyo pulpa de cítricos y melaza en la dieta.

Según Leaver (1985) estudios de suplementación deberían ser evaluados a largo plazo con el fin de evaluar los posibles efectos de la suplementación en el mediano y largo plazo tales como peso corporal, condición corporal y parámetros reproductivos.

En el estudio realizado por Jiménez Ferrer *et al.* (2015) los ingresos netos más altos fueron para las vacas que recibieron melaza como fuente de energía debido a que este costo es más bajo comparado con el sorgo y el arroz molido.

Suministros extras de energía en regiones tropicales tienen un impacto positivo sobre el rendimiento del ganado en largo plazo Absalon-Medina *et al.* (2012) (mayor tamaño, reposición de los tejidos, mejora la reproducción, aumenta la producción de leche etc.) la melaza es un gran alimento que se usa en estas estrategias de alimentación.

Salvador, (2016) en un experimento en el mismo hato reporta que las variaciones para el precio de la leche en un tiempo no lejano continúen, en contraste con el precio de leche el cual tiene un precio más variable, en este contexto el uso de melaza cada vez será más común y una alternativa sumamente viable en la alimentación del ganado doble propósito.

## **IX. Conclusiones**

La inclusión de melaza a 17.7% en los suplementos que son ofrecidos a vacas doble propósito que se encuentran en lactación durante la época de secas bajo condiciones subtropicales, representó una ventaja productiva entre tratamientos y periodos, pero no económica sobre la producción de leche, debido a que el margen neto de ganancia de producción por litro de leche entre tratamientos no representan una diferencia considerable.



## X. ANEXOS



Figura 10 Ordeño de una vaca, a un costado su becerro.



Figura 11 Ganado esperando salir al potrero después de la ordeña



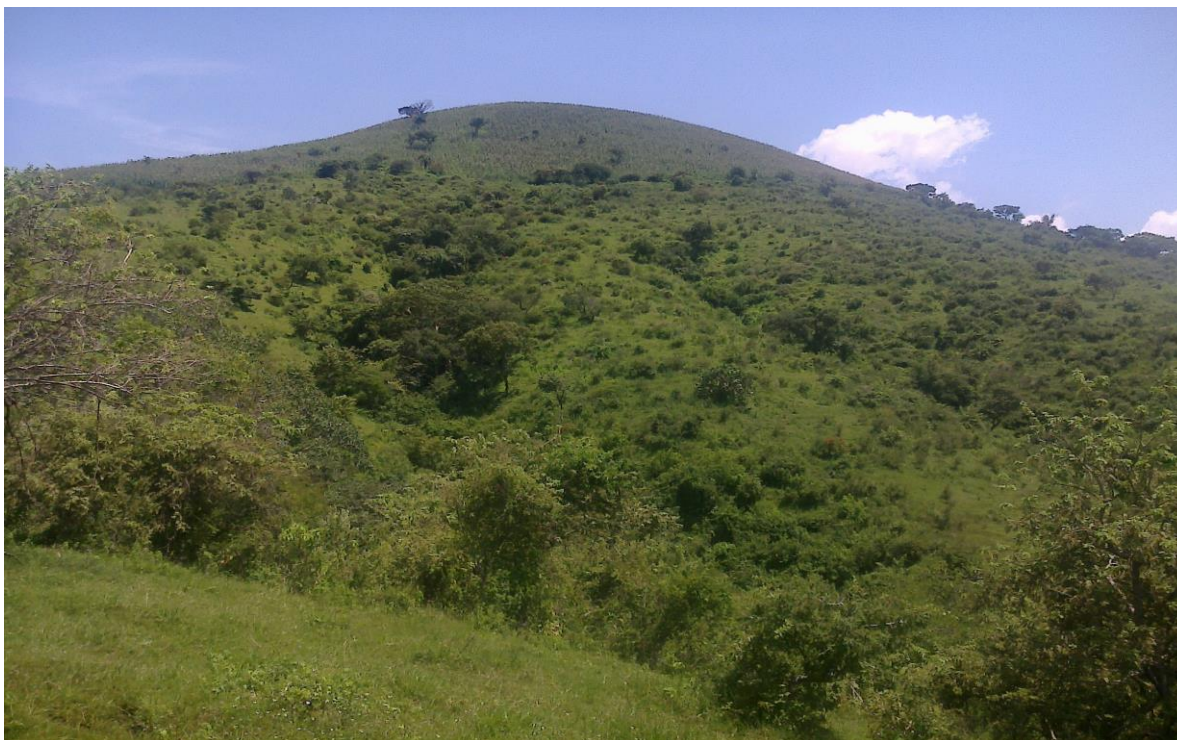


Figura 12. Imagen del área donde el ganado pasta



Figura 13. Determinación de NUL, (nitrógeno ureico en leche)





Figura 14. Ganado después de la ordeña



Figura 15. Ganado en la pradera





Figura 16. Momento en el que el becerro mama leche después de la ordeña

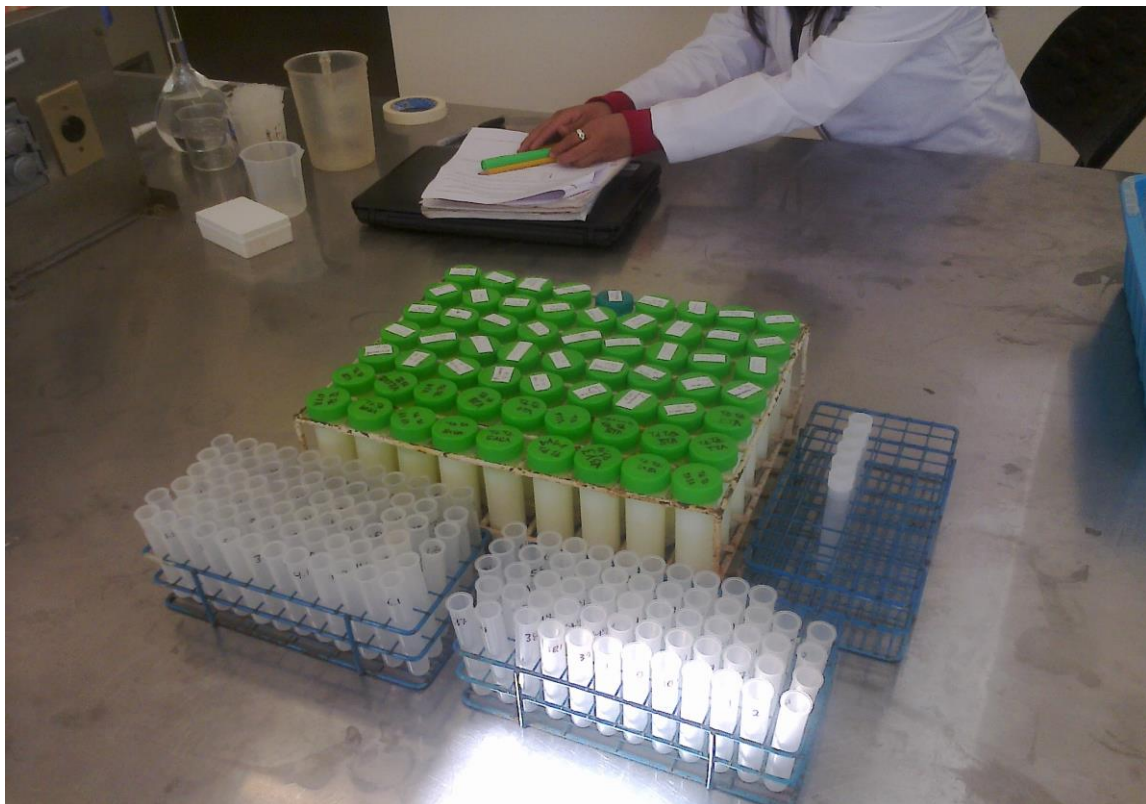


Figura 17. Determinación de NUL (Nitrógeno ureico en leche)



Figura 18. Pesado de muestras para determinar FDA, FDN, (fibras)



Figura 19. Secado de muestras para determinar FDA, FDN (fibras)



## XI. BIBLIOGRAFÍA

- Absalón-Medina, V.A., Blake, R.W., Gene Fox, D., Juárez-Lagunes, F.I., Nicholson, C.F., Canudas-Lara, E.G., y Rueda-Maldonado, B.L. (2012). Economic analysis of alternative nutritional management of dual-purpose cow herds in central coastal Veracruz, Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 44:1143–1150. DOI: 10.1007/s11250-011-0050-8.
- AGUDELO, G. (2001). *Fundamentos de Nutrición Animal Aplicada*. Editorial UDEA (Medellín, Colombia). 360p.
- Álvarez, M. A.; Cervantes, E. F. y Espinoza, O. A. Características del sistema lácteo y sus principales tendencias en México. Álvarez, M. A.; Cervantes, E. F. y Espinoza, O. A. *Agroindustria rural y territorio*. Tomo II. México, CIGOME, S. A. de C. V. (2007). p. XV-LII.
- Animal and Food Research Council (AFRC). 1993. *Energy and Protein Requirements of Ruminants*. CAB International, Wallingford, UK.
- Arriaga J, C.M., Espinoza O,A., Albarrán P, B., García M, A., Ruiz A,M., Heredia N, D., Guadarrama E, J., y Castelán O, O., (2006). Desempeño económico de estrategias de alimentación de ganado lechero en sistemas campesinos del altiplano central de México. *Ganadería, Desarrollo Sustentable y Combate a la Pobreza: Los grandes retos*. 7ª Reunión Nacional. Eds. Cavalotti V, BA.,m Hernández M, M., y Ramírez. Universidad Autónoma Chapingo.
- Arriaga Jordán C.M., Espinoza Ortega A., Albarrán Portillo B., Castelán Ortega O. (2000). Perspectivas y retos de la producción de leche en pequeña escala en el centro de México. En Yúñez-Naude A., compilador. *Los pequeños productores rurales en México: Las reformas y las opciones*. Centro de Estudios Económicos. El Colegio de México, Fundación Konrad Adenaur y PRECESAM, México DF. Pp. 219-259
- Arriaga-Jordán C., Albarrán Portillo B., Espinoza- Ortega A., García Martínez A., Castelán- Ortega O (2002). On-Farm comparison feeding strategies base on forages for small-scale dairy production system in the highlands of central Mexico. *Experimental Agriculture*, 38: 375-388.

- ARC. (1980). The nutritional Requirements of Ruminant Livestock. Agr. Res. Council, Commonwealth Agricultural Bureaux, London.
- Albarrán, B., (2014) la producción de Bovinos de doble propósito en el trópico seco del centro de México y su contribución al desarrollo rural sustentable Arriaga, C., compilador. Contribución de la producción animal en pequeña escala al desarrollo rural.
- Albarrán, P. B., Salas, R. I. G., Esparza, J. S., Hernández, M. J., Rebollar, R. S. y García, M. A. (2009). Caracterización socioeconómica de un sistema producción de doble propósito del sur del Estado de México. Cavalloti, V. B. A., Marcof, A. C. F. y Ramírez, V. B. Ganadería y seguridad alimentaria en tiempos de crisis. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Albarrán, P. B.; (1999): Tesis de Licenciatura. Evaluación del pastoreo de praderas cultivadas en sistemas de producción de leche en pequeña escala en el ejido de San Cristóbal, municipio de Almoloya de Juárez. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Arriaga Jordán C., Espinoza-Ortega A., Rojo-Guadarrama H., Valdés-Martínez J.L., Sánchez-Vera E., Wiggins S. (1999). Socioeconomic aspects of small holder (peasant) dairy farming in the Toluca Valley: I. Initial economic analysis. *Agrociencia*, 33: 483-491.
- Arroyo, P.E.J.L. (1999): Zacazonapan. Monografía municipal. Instituto Mexiquense de la cultura.
- Baldwin, R.L. and A.C. Bywater. (1984). Modeling Ruminant Digestion and Metabolism. Proc. Second International Workshop. University of California, Davis.
- Barros, T., Quaassdorff, M.A., Olmos-Colmenero, J.J., Aguerre, M.J., Bertics, S.J., y Wattiaux, M.A. (2015). Effects of dietary crude protein level on nitrogen use efficiency and urinary nitrogen excretion during a twelve-week period in late lactation dairy cows. *Journal of Animal Science*, 92, E-Supplement 2 / *Journal of Dairy Science*, 97, E-Supplement 1:565–566.
- Bellido, M. M.; Escribano, S. M., Mesias, D. F.J.;Rodríguez, L. V y Pulido, G. F. (2001). Sistemas extensivos de producción animal. *Arch. Zootec.* 50: 465-489

- Boling, J.A ., "limited protein and energy for wintering yearling steers on standing Kentucky blue grass", en J. Anim. Sci., num.33, (1971), pag 691.
- Brito, A., Petit, A., Pereira K., Soder K., Ross S., (2015) "Interactions of corn meal or molasses with a soybean-sunflower meal mix or flaxseed meal on production, milk fatty acid composition, and nutrient utilization in dairy cows fed grass hay-based diet" *American Dairy Science Association*. Volumen 98. Pp. 1-15.
- Brody, S. (1945). Bionergetics and growth. Reinhold pub. Co., New York.
- Broderick, G. A., y. Clayton, M. K. (1997). A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *Journal of Dairy Science*. 80:2964–2971.
- Campos, G.L; M. A.; Gallina, M. A. y Pinea, L.J.(2008). Parámetros reproductivos y productivos en bovinos de doble propósito bajo un Sistema silvopastoril o tradicional de sólo pastoreo. Memorias. IV Reunión Nacional sobre SISTEMAS AGRO Y SILVOPASTORILES. 12-16 de mayo. Colima México. P. 36-41.
- Castillo Gallegos P., Ocha Zavaleta E., Mendoza Peralta C., Gómez Sánchez R., Rubio Gutiérrez I., Livas Calderón F., Aluja Schunemann A., (1999) "Complementos con base melaza urea para vacas de doble propósito del trópico veracruzano" en *Veterinaria México* volumen 30, número 2, 2 de abril junio 1999, pp. 125-133.
- Castro, M. (1993). Estudio de la melaza de caña como sustrato de la fermentación acetobutilica. Tesis pregrado ingeniería química. Universidad nacional de colombia. Facultad de ingeniería. Bogota, colombia. 3 – 35p.
- Church, D.G.; pond, W.G.; pond, K.R. (2002). *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. Limusa , EDITORIAL ACRIBIA México df. 348p.
- Church, D.G.; pond, W.G.; pond, K.R. (1988). *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. Limusa EDITORIAL ACRIBIA México DF.Cap 8-, 168-172.
- Conn. E. Stumpf P. Bruening G, (2000). *Bioquímica fundamental*, Doi R. 5ta edición.
- De Peters, E.J., y Cant, J.P., (1992). Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A review. *Journal of Dairy Science* 75: 2043-2070.



- Espinoza-Ortega A., Espinosa-Ayala E., Bastida-López J., Castañeda-Martínez T. and Arriaga-Jordán C. M. (2007): Small-scale dairy farming in the highlands of central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Experimental Agriculture*, 43(1): 39-56.
- Espinoza Ortega A., Macías Álvarez A., Del valle M.C., Chauvete M. (2005). La economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el estado de México. *Técnica pecuaria en México*, 42: 55-70.
- Espinoza, A., (2005). La economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* <http://revistaagricola.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1393/1388>
- Esparza J, S. (2012). Respuesta productiva y económica de la suplementación en vacas doble propósito en Zacazonapan, Estado de México. Tesis de maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Esquivel, H.; Ibrahim, M.; Harvey, C. A.; Villanueva, C.; Benjamín, T. y Sinclair, F. L. (2003). Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 10(39-40):24-29
- Faría, J., (2006) “Manejo de pastos y forrajes en la ganadería de doble propósito” conferencia dictada durante el X semana de pastos y forrajes de la universidad de agronomía, Universidad de Zulia, Maracaibo.
- Faría-Mármol, J. (1998). Fundamentos para el manejo de pastos en sistemas ganaderos de doble propósito. IN González, C., Madrid, N., Soto, E., EDS. *Mejora de la ganadería mestiza de doble propósito*. Ed. Astro Data S.A., Maracaibo. Pp. 213-232.
- FAO (2011). “situación de la lechería en américa latina y el caribe” Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [En línea]. Disponible en [http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Dairy/Documents/Paper\\_Lecher%C3%ADa\\_AmLatina\\_2011.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Dairy/Documents/Paper_Lecher%C3%ADa_AmLatina_2011.pdf). (Obtenido el 15 de abril de 2015)

- FAO (2010). Status of and prospect for smallholder milk production – a global perspective. T. Hemme and J. Otte Rome.
- FAO (2011). “situación de la lechería en américa latina y el caribe” Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [En línea]. Disponible en [http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM\\_MARKETS\\_MONITORING/Dairy/Documents/Paper\\_Lecher%C3%ADa\\_AmLatina\\_2011.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Dairy/Documents/Paper_Lecher%C3%ADa_AmLatina_2011.pdf). (Obtenido 15 Abril 2015).
- Ferrell. C. L. (1993) .*Metabolismo de la energía*. En el rumiante fisiología digestiva y nutrición. D. C. Church. Editorial ACRIBIA, S. A. Pp.283-303.
- Fisher, H.J., Rao, I.M., Thomas, R.J. and Lascano, C.E. (1996). Grassland in the well-watered tropical lowlands. In Hodgdon, J. and Ilius, A.W., es. The ecology and management of grazing systems. CAB INTERNATIONAL, Wallington, Oxon, UK. Pp. 393-425.
- FIRA (2001). *Tendencias y oportunidades del desarrollo de la lechería en México*. Boletín informativo No. 317, Vol. XXIII FIRA Banco de México, México.
- Figuroa, V. y Ly. J. (1990). Alimentación porcina no convencional. GEPLACEA. PNUD. Serie diversificación, C. de México. Gay. H.; Nasseeren, R.; Hulman, B y Preston, T.R. 1979. *Efecto del nivel de harina de pescado sobre crecimiento de bovinos alimentados con melaza/urea y cantidades restringidas de forraje*. Prod. Animal. Trop. 4:148
- Fred N, Owens y Richard Zinn. (1993). *Metabolismo de la proteína en los rumiantes*. En el rumiante fisiología digestiva y nutrición. D. C. Church Editorial ACRIBIA, S. A. Pp. 255-281.
- GALT H.D., OGDEN P.R., EHRENREICH J.H., THEURER B. AND CLARK M. (1980) *Estimación de la composición botánica de muestras de forraje obtenidas de novillos con fistula esofágica, por el método de punteado microscópico*. En: *Rendimiento del pastizal*. 173-177.
- García Muñiz J.G., Mariscal-Aguayo V.D., Caldera-Navarrete N.A., Ramírez-Valverde R., Estrella-Quintero H., Nuñez-Dominguez R. (2007). *Variables relacionadas con la producción de leche de ganado Holstein en agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico*. Interciencia, 32(012):841-843.

- García Martínez A., Piedra Matías R., Alcántara Jiménez F., Albarrán Portillo B., Avilés Nova F, (2012) *“conmemoración 35 años de educación veterinaria en Chiapas”* septiembre 2012, pp. 164.
- Gehman, A.M., Bertrand, J.A., Jenkins, T.C., and Pinkerton, B.W. (2006). The effect of carbohydrate source on nitrogen capture in dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*, 89:2659–2667.
- Holmann Federico, Libardo Rivas, Juan Carulla, Bernardo Rivera, Luis A. Giraldo, Silvio Guzmán, Manuel Martínez, Anderson Medina, y Andrew Farrow. (2003). *“Evolución de los sistemas de producción de leche en el trópico latinoamericano y su interrelación con los mercados: Un análisis del caso colombiano”*. 55p.
- Hodgson., J. (1994): *Manejo de pastos teoría y práctica*, Ed, Diana. México, DF. 1-134.
- Hopkins, A. (2000): *Grass Its production and utilization*, 3era edition Published for the British grassland society by Blackwell Scientific Publications. UK.
- Infoaserca, (2010). *Situación Actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2010* [en línea] No. 207 Noviembre 2010, Coordinación General de Ganadería, SAGARPA. Disponible en <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/207/ca207-34.pdf> [Accesado el 15 de abril de 2015]
- INEGI (2014). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. [<http://www.inegi.org.mx>. 06 de abril de 2015].
- INEGI-Instituto Nacional de Geografía y Estadística. (2007). VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. INEGI, Aguascalientes. Disponible en línea en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=17177&est> (consultado 13 de agosto de 2015)
- Jiménez J.R.A., Espinoza O.V.E., Rosales R.S. (2008) *Una experiencia en la transferencia de tecnología en la lechería familiar*. En Cavallotti V.B.A., Ramírez V.B., Marco A.C.F., editores., *Ganadería y desarrollo rural en tiempo de crisis*. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

- Jiménez F.S., (2013). *Composición botánica de la dieta, respuesta productiva y económica de vacas en pastoreo en la época de lluvias, en el sureste del Estado de México* en Leopoldo O.,(comp.), "los pastos: nuevos retos, nuevas oportunidades" España, Sociedad Española para el estudio de los pastos.
- Jiménez P., F. S., Salas R, I. G., Gonzales R. M., García M. A.,Arriaga J. C. M., Albarrán P. B. (2012). "Desarrollo de estrategias de suplementación para vacas en lactación en la época de secas en un sistema de doble propósito en Zacazonapan, Estado de México".[ Memoria]de la VI Reunión nacional sobre sistemas agrosilvopastoriles hacia una ganadería sustentable. Veracruz. Del 11 al 14 de julio de 2012.
- Jiménez-Ferrer, G., Mendoza-Martínez, G., Soto-Pinto, L., y Alayón- Gamboa, A. (2015). Evaluation of local energy sources in milk production in a tropical silvopastoral system with *Erythrina poeppigiana*. *Tropical Animal Health and Production*, 47:903-908. DOI: 10.1007/s11250-015-0806-7.
- Jung, H.G.; Allen, M.S.(1995). *Characteristics of cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants*. *Journal of Animal Science*, 73: 2774-2790.
- LACTODATA. (2010) Estadísticas de la producción primaria de leche y de cabra, 2010, toneladas. Disponible en línea en: [http://www.lactodata.com/lactodata/lactodata\\_estadisticas.php?menu=estadisticas](http://www.lactodata.com/lactodata/lactodata_estadisticas.php?menu=estadisticas) (consultado 13 de mayo de 2015)
- Krohn, C.C., Anderson, P.E., Hvelplund, T., (1985). Stigende maengdr roemolasse i fuldfoder til malkekoer Statens Husdyrbrugsforsog Meddelelser, No. 568.
- Kronfeld, D.S. (1982). Major metabolic determinants of milk volume, mammary efficiency and spontaneous ketosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 65, 2204–2212.
- Lactodata (2010). "Panorama sobre la producción de carne de bovino con un enfoque mundial" (en línea). Disponible en: [http://www.lactodata.info/lactodata/docs/est/cg\\_mundo\\_existencias\\_ganado\\_vacuno\\_caprino\\_enero2012.xls](http://www.lactodata.info/lactodata/docs/est/cg_mundo_existencias_ganado_vacuno_caprino_enero2012.xls). (consultado 13 de mayo de 2015)

- Leaver, J.D. (1985) Effects of supplements on herbage intake and performance. In: Frame J, Editor. Grazing. Occasional Symposium No. 19, British Grassland Society. Pp. 79–88.
- Leeson, S. y Summers, J. (2000). Nutrición Aviar Comercial. Editorial le print club express ltda. Bogota, Colombia. 43-45p.
- LID. (1999). Livestock in poverty- focused development. LID Crewkerne, Somerset, United Kingdom.
- López, G. F.; Estrada, F. J. G.; Avilés, N. F.; Yong, A. P.; Hernández, M. P.; Martínez, L. R.; Pedraza, B. P. E.; Castelán, O. O. A. (2010): *Evaluación agronómica y composición química del pasto estrella de áfrica (Cynodonplectostachyus) en el sur del Estado de México*. 12:
- MartínezGarcía C.G., Dorward P., Thair R. (2012). *Farm and socioeconomic characteristics of small-holder milk producers and their influence on the technology adoption in Central México*. Tropical Animal Health and production, (publicación en línea); doi: 10. 1007/s 11250-011-0058-0.
- Marín, patricia, (1997) *Existencia de prácticas desleales de comercio en la actividad lechera`*, en L. A. García C. Del Valle y A. Álvarez, (comps.), Los sistemas nacionales lecheros en México, Estados unidos y Canadá y sus interrelaciones, Ed. UAEM-X e iiEc, UNAM, pp. 175-186.
- Mayne, C ,.Thomas,C. (1996).“*comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado*”. [en línea] disponible [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0365-28072002000100009](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0365-28072002000100009). (Obtenido el 25 de mayo de 2015).
- Mayne, C.S., (1998) *Effects of supplements on herbage intake and performance*. P.129-137. In Frame, J. (ed.). Grazing. Brits Grassland Society, London, England.
- Mayne, C. s. Wirght, I. A. and Fisher, G. E. J. (2000) *Grassland management under grazing and animal response*. En Grass, its production and utilization. TerceraEdición. Alan Hopking Ed. British Grassland Society by Blackwell Science, 246-286.

- Morales, J.L., Van Horn, H.H., y Moore, J.E. (1989). Dietary interaction of cane molasses with source of roughage: intake and lactation effects. *Journal of Dairy Science*, 72: 2331–2338.
- Murphy, J., (1999) “The effects of increasing the proportion of molasses in the diet of milking dairy cows on milk production and composition”. *Elsevier. Animal feed science and technology*. Volumen 78. 23 december 1998, pp. 189-198.
- NRC. (1981). *Nutritional Energetics of Domestic Animals and Glossary of Energy Terms*. Nat. Acad. Sci., Washington, DC.
- Ortiz Salazar J.A., García Terán O., Morales Terán G. (2005). *Manejo de Bovinos productores de leche*. Colegio de Postgraduados y Secretaria de la Reforma Agraria, Montecillos, México.
- Osorio Gonzáles, s. and Wilfrido Gonzáles, e. (2013). *Respuesta productiva y económica a la suplementación de vacas en lactación en Zacazonapan*, Estado de México. (Licenciatura en Agrónomo Zootecnista). Centro universitario UAEM Temascaltepec. 28 p.
- Osorio, A. M. M. (1998). “*Caracterización de los sistemas bovinos de doble propósito en el trópico. Observaciones sobre el comportamiento productivo de grupos raciales*”. [Memoria]. Cuarto foro de análisis de los recursos genéticos: Ganadería bovina de doble propósito. Villahermosa, Tabasco, México. p. 8-28.
- Reardon T., Taylor J.E., Stamoulis K., Lanjouw P., Balisacan A. (1998). Effects of non-farm employment on rural income inequality in developing countries: an investment perspective. Invited paper for symposium on “Rural diversification in the developing world”. Agricultural Economics Society Conference, Reading United.
- Reynolds. C. K, Maltby. S. Regulation of Nutrient Partitioning by Visceral.
- Robinson, J, J., et al. (1980). *J. Agr. Sci.* 51: 1434.
- Romney, D.L.; Gill, M. (2000). Intake of Forages. En: Givens, D.I.; Owen, E.; Axford, R.F.E.; Omed, H.M. (Eds). *Forage evaluation in ruminant nutrition*. CABI Publishing. Wallingford, U.K.
- Romero, N. R.; Febres, O. A.; González, B. (2004): Efecto de la adición de urea sobre la composición química y la digestibilidad in vitro de la materia seca de

- heno de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick cosechado a diferentes edades. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 12:52-58.
- Russo, R.O. (2015) "reflexión sobre los sistemas pastoriles" en *pastos y forrajes*. Volumen 38, número 2, abril junio 2015, pp. 157-161.
- SAGARPA (2005). "Secretaría de Ganadería, Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación". Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), situación actual y perspectivas de la producción de leche en México 2005. [En línea]. Disponible en <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/SAGARPA/PerspectivaLeche2005.pdf> (Obtenido el 13 de mayo de 2015).
- SAGARPA. (2011). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Mantiene ganadería crecimiento constante durante 10 años. [<http://www.sagarpa.gob.mx>. 06 de abril de 2015].
- SAGARPA (2012). "Secretaría de Ganadería, Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación". Servicios de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), situación actual y perspectivas de la producción de leche en México 2012 [en línea] disponible en [www.infoaserca.gob.mx/claridades/revista/207/ca207-34.pdf](http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revista/207/ca207-34.pdf) (Obtenido el 15 de abril de 2015).
- SAGARPA (1997) población ganadera por especie, estado y año 1980 – 1997. Bovinos (carne, leche y doble propósito). Departamento de integración. Estadísticas de producción pecuaria, México, D.F., 1997.
- Salas, I., (2011) Caracterización de praderas en Zacazonapan, Estado de México. Tesis de licenciatura. México, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Salvador, I., (2016) Respuesta productiva a la suplementación con dos fuentes de energía de vacas doble propósito en la época de estiaje, Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Speeding, C. R. W. (1995). Sustainability in animal production system *Anim. Sci.* 61:1-8.
- Se (2012) "secretaría de economía". Análisis del sector lácteo en México [en línea] disponible en

- [http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/informacionSectorial/analisis\\_sector\\_lacteo.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf)(consultado el 13 de Mayo de 2015).
- Souza de Abreu, H. M.; Ibrahim, M. y Maning, W. (2003). Contributions of trees dispersed in pastures to livestock farms in Costa Rica. Conference on International Agricultura' Research for Development. DeutscherTropentag, Güttingen, October 8-10, 2003, consultado el 07 de mayo de (2015) disponible en:[http://www.tropentag.de/2003/abstracts/links/Souza\\_de\\_Abreu\\_0Nc87Q90.pdf](http://www.tropentag.de/2003/abstracts/links/Souza_de_Abreu_0Nc87Q90.pdf)
- Soder, K. J., K. Hoffman, L. E. Chase, and M. D. Rubano. (2012). Case Study: Molasses as the primary energy supplement on an organic grazing dairy farm. Prof. Anim. Sci. 28:234–243.
- Suárez, D. H. y López, T. Q. (1996). *La ganadería bovina productora de carne en México y su situación actual*. (En línea) Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Consultada el 19 de Mayo de 2015, disponible en: <http://agrinet.tamu.edu/trade/papers/hermilo.pdf>.
- Swan, H y Karalastos, A. (1990). Las melazas y sus derivados. Revista tecnológica. Geplacea. No. 19. España. 78-82p.
- Tamminga S. (1992). "Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control". Journal of Dairy Science. 75:345-357.
- Tellez, D. (2004). Caracterización de las melazas empleadas en el proceso fermentativo de las destilería San Martín industria de licores del valle. Universidad del valle. Tesis pregrado Bacteriología. Facultad de salud. Escuela de bacteriología y laboratorio clínico. Santiago de cali. Cali, Colombia. 79p.
- Tesfa TA, Virkajarvi P, Tuori M, Syrjala-Qvist L. (1995) Effects of supplementary concentrate composition on milk yield, milk composition and pasture utilization of rotational grazed dairy cows. Animal Production 42, 315-325.
- Van Soest, P.J. In proceedings lectureship in animal Science, (1986) through (1989), pp. 3-6. University, Ithaca, New York.
- Villalobos, N.P., Holmes, CW., Garrick, DJ. (1999) El uso racional de la alimentación suplementaria en el sistema de producción de leche de Nueva



- Zelandia. II Seminario Internacional, Estrategias de Suplementación a Bovinos en Pastoreo. Chapingo México, 28 y 29 de octubre. 135-153.
- Vilaboa, A. J.; Díaz, R. P.; Ruiz, R. O.; Platas, R. E. D.; González, M. S. y Juárez, L. F. (2009). Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.10: 53-62
- Wattiaux, Louis E. Armentano, (2000). Instituto Badcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera, esencias lecheras. Cap 3, universidad de Wisconsin- madison.
- Wattiaux, M.A., Nordheim, E.V., y Crump, P. (2005). Statistical evaluation of factors and interactions affecting dairy herds improvement milk urea nitrogen in commercial Midwest dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 88:3020–3035.
- Webster, A.J.F. (1993). *Understanding the dairy cow*. 205 p. Blakcwell Science, Bodmin, Cornwall, England.
- Wilson, J. R. (1982). Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In Hacker, J.B., ed. *Nutritional limits to animal production from pasture* commonwealthAgricultural Bureaux, Farnham Royal, UK. Pp. 111-116.
- Wilmer, A., (2000) *Mecanismo de control de la glucogénesis en la vaca en transición*. Tesis de licenciatura. Medellín, departamento de producción animal, universidad nacional de Colombia.
- Yan, T., Roberts, D.J., Higginbotten, J., (1997). The effects of feeding high concentration of molasses and supplementary with nitrogen and unprotected tallow on intake and performance of dairy cows. *Anim. Sci.* 64, 17±24.