



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**Determinación del grado de protección antioxidante de la leche
de bovinos en tabasco**

TESIS Y EXAMEN PROFESIONAL

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

**PRESENTA:
JOSÉ OCTAVIO PIÑÓN MEZA**

**ASESOR: DR. MIGUEL ÁNGEL GALINA HIDALGO
CO ASESOR: DRA. MA DE LOS ÁNGELES ORTIZ RUBIO.**

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**Determinación del grado de protección antioxidante de la leche
de bovinos en tabasco**

TESIS Y EXAMEN PROFESIONAL

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

**PRESENTA:
JOSÉ OCTAVIO PIÑÓN MEZA**

**ASESOR: DR. MIGUEL ÁNGEL GALINA HIDALGO
CO ASESOR: DRA. MA DE LOS ÁNGELES ORTIZ RUBIO.**

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

U.N.A.M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.
DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES



Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la: **Tesis y examen profesional.**

Determinación del Grado De Protección Antioxidante De La Leche De Bovinos En Tabasco.

Que presenta el pasante: **José Octavio Piñón Meza.**

Con número de cuenta: **309143484** para obtener el Título de: **Médico Veterinario Zootecnista.**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 30 de julio de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. Miguel Ángel Galina Hidalgo	
VOCAL	Dr. Fernando Osnaya Gallardo	
SECRETARIO	Dra. María Magdalena Guerrero Cruz	
1er. SUPLENTE	M. en C. César Garzón Pérez	
2do. SUPLENTE	M. en C. Manuel Andrés González Toimil	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.

LMCF/lmcf*



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

U.N.A.M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: LA. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.**



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la: **Tesis y examen profesional.**

Determinación del Grado De Protección Antioxidante De La Leche De Bovinos En Tabasco.

Que presenta el pasante: **José Octavio Piñón Meza.**

Con número de cuenta: **309143484** para obtener el Título de: **Médico Veterinario Zootecnista.**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 30 de julio de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. Miguel Ángel Galina Hidalgo	
VOCAL	Dr. Fernando Osnaya Gallardo	
SECRETARIO	Dra. María Magdalena Guerrero Cruz	
1er. SUPLENTE	M. en C. César Garzón Pérez	
2do. SUPLENTE	M. en C. Manuel Andrés González Toimil	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.

LMCF/lmcf*



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

U.N.A.M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.
DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la: **Tesis y examen profesional.**

Determinación del Grado De Protección Antioxidante De La Leche De Bovinos En Tabasco.

Que presenta el pasante: **José Octavio Piñón Meza.**

Con número de cuenta: **309143484** para obtener el Título de: **Médico Veterinario Zootecnista.**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 30 de julio de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. Miguel Ángel Galina Hidalgo	
VOCAL	Dr. Fernando Osnaya Gallardo	
SECRETARIO	Dra. María Magdalena Guerrero Cruz	
1er. SUPLENTE	M. en C. César Garzón Pérez	
2do. SUPLENTE	M. en C. Manuel Andrés González Toimil	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.

LMCF/lmcf*



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

U.N.A.M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.
DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la: **Tesis y examen profesional.**

Determinación del Grado De Protección Antioxidante De La Leche De Bovinos En Tabasco.

Que presenta el pasante: **José Octavio Piñón Meza.**

Con número de cuenta: **309143484** para obtener el Título de: **Médico Veterinario Zootecnista.**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 30 de julio de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. Miguel Ángel Galina Hidalgo	
VOCAL	Dr. Fernando Osnaya Gallardo	
SECRETARIO	Dra. María Magdalena Guerrero Cruz	
1er. SUPLENTE	M. en C. César Garzón Pérez	
2do. SUPLENTE	M. en C. Manuel Andrés González Toimil	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.

LMCF/lmcf*



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN**

U.N.A.M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.
DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la: **Tesis y examen profesional.**

Determinación del Grado De Protección Antioxidante De La Leche De Bovinos En Tabasco.

Que presenta el pasante: **José Octavio Piñón Meza.**

Con número de cuenta: **309143484** para obtener el Título de: **Médico Veterinario Zootecnista.**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO.**

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 30 de julio de 2021.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. Miguel Ángel Galina Hidalgo	
VOCAL	Dr. Fernando Osnaya Gallardo	
SECRETARIO	Dra. María Magdalena Guerrero Cruz	
1er. SUPLENTE	M. en C. César Garzón Pérez	
2do. SUPLENTE	M. en C. Manuel Andrés González Toimil	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.

LMCF/lmcf*

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT).

A mis asesores y amigos Dr. Miguel Ángel Galina Hidalgo y Dra. Ma de los Ángeles Ortiz Rubio, que me dieron la oportunidad y el apoyo para culminar esta etapa.

A todos los docentes de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán que han puesto su granito de arena para mi formación académica.... Han dejado huella al menos en este alumno.

A todos los docentes vigentes del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel sur que han puesto su granito de arena para mi formación académica durante la generación 2009-2012

A todos los docentes y personal administrativo vigente de la Escuela Secundaria Técnica No. 119 durante la generación 2006-2009 que comenzaron a abrir la mente y el interés por las ciencias biológicas.

A todos los docentes y personal administrativo vigente de la Escuela Primaria "Sebastián Lerdo de Tejada" durante la generación 2000-2006 que forjaron las bases de mi conocimiento y supieron guiarme y proyectarme hacia grandes metas.

A todos mis alumnos, en la docencia he encontrado mi lugar, todos y cada uno de ustedes ha sido un motivo más para seguir, para levantarse temprano todos los días, actualizarme y poder transmitirles todo lo que sé. Espero junto con mis colegas lograr aportar excelentes personas y profesionales a la sociedad.

A mis padres ANA MEZA NÚÑEZ, RIGOBERTO PINÓN CRUZ y hermanos SALVADOR PIÑÓN MEZA, LUIS FERNANDO PIÑÓN MEZA, que siempre son el soporte para todos mis logros, ustedes son la mayor inspiración que he tenido.

Papá, mamá, en ustedes he visto el mejor ejemplo que pude tener, este trabajo representa además de mi tesis, tantas y tantas enseñanzas, me siento orgulloso de poder decir que he tenido los mejores padres que Dios me pudo dar. Recuerdo que no siempre fue fácil, pero ustedes siempre encontraron la forma de lograrlo, recuerdo también todos esos tiempos donde nos motivaban a seguir estudiando, a hacer las tareas, a subir calificaciones, en fin, a superarnos.... padres.... He aquí la cosecha de todo su trabajo.

A mis abuelos, PAPÁ VALENTE MEZA RUIZ† (1916-2012), PAPÁ FRANCISCO PIÑÓN GÓMEZ† (1928-2019), MAMÁ MARIA DE LA SALUD CRUZ ARREOLA† (1934-2020†), MAMÁ MARIA AUXILIO NUÑEZ RAMIREZ, que me enseñaron muchas cosas relacionadas con la licenciatura, sin sus consejos no estaría donde estoy.

A mi esposa e hijo que viene en camino, estoy super emocionado por todo lo que viene en mi vida profesional y personal. Hijo espero poder ser al menos la mitad de los buenos padres que tuve yo, saber guiarte y cuidarte para que seas una persona feliz. Te espero con ansias, nos divertiremos mucho. Esposa mia, gracias por llegar a mi camino por apoyarme y motivarme a ser mejor en todos los ámbitos. Los amo.

Determinación del grado de protección antioxidante de la leche de bovinos en tabasco

Índice

• Resumen	4
• Introducción	5
• Marco teórico	5
○ Situación mundial de la leche	5
○ Situación de la leche en México	6
○ Sistemas de producción lechera	7
▪ Sistema intensivo/especializado	8
▪ Sistema semiintensivo/semiespecializado	8
▪ Doble propósito	9
▪ Sistema familiar o traspatio	9
○ Alimentos utilizados en producción animal	11
▪ Forrajes	11
▪ Suplementos	12
▪ Alimentos proteicos	13
▪ Alimentos energéticos	15
• Carbohidratos	17
• Relación Nitrógeno-energía-fibra	18
• Lípidos	18
○ Colesterol	19
▪ Minerales	20
• Macrominerales	21
• Microminerales	21
▪ Vitaminas	21
• Hidrosolubles	21
• Liposolubles	21
○ Alfatocoferol	22
○ Estrés oxidativo	24

○ Leche como alimento nutracéutico	26
○ Antioxidante en leche	29
• Objetivos	32
• Hipótesis	32
• Materiales y Métodos	32
• Resultados	36
• Discusión	41
• Conclusión	44
• Revisión de literatura	45

Resumen

Se ha demostrado una alta incidencia de obesidad en la población mexicana, por otro lado se sabe que la leche es un alimento que puede aportar antioxidantes para ayudar prevenir enfermedades asociadas a la oxidación celular, por lo que el objetivo del presente trabajo fue determinar el grado de protección antioxidante en leche de vaca, con base a los contenidos de alfatocoferol y colesterol, en tres diferentes sistemas de producción (pastoreo (P), pastoreo + suplemento (PS) y estabulación (E)). En el tratamiento P se redujo la concentración de colesterol en el mes de mayo, a diferencia de PS donde la cantidad de este metabolito se incrementó en el mismo periodo y en el tratamiento E donde se mantuvo constante durante los tres meses. La concentración de alfatocoferol en la leche aumentó de 170 a 179.04 $\mu\text{g}/100\text{g}$ en el mes de mayo para los animales en pastoreo (P), disminuyendo de 115.25 a 105.45 $\mu\text{g}/100\text{g}$ y de 94.23 a 77.74 $\mu\text{g}/100\text{g}$ para los tratamientos PS y E, respectivamente. El nivel de colesterol en leche de vacas en el trópico húmedo durante el periodo de secas fue mayor ($p < 0.05$) en aquellos animales alimentados con dietas ricas en almidones (25.22 mg/100g), en comparación con aquellos que consumieron mayor cantidad de forrajes (P: 15.63 mg/100g, PS: 21.44 mg/100g). El nivel de alfatocoferol en leche fue mayor ($p < 0.05$) en la leche de pastoreo (173.02 $\mu\text{g}/100\text{g}$), en comparación con PS: 109.83 $\mu\text{g}/100\text{g}$ y E: 83.95 $\mu\text{g}/100\text{g}$. El grado de protección antioxidante (GPA) incrementó significativamente entre tratamientos, observándose el valor más alto en Pastoreo (11.17), seguido por los grupos PS (5.13) y Estabulación (3.42). Se concluye que existe un efecto del sistema de alimentación influye en forma directa en el grado de protección antioxidante de la leche, siendo mayor este efecto en la leche que proviene de sistemas pastoreo.

Introducción.

Ha sido ampliamente demostrada una alta incidencia de obesidad en la población de México, siete de cada diez adultos, tres de cada diez menores de edad, y cuatro de cada diez adolescentes presenta sobrepeso u obesidad, (ENSANUT-MC 2016). Esta tendencia ha ido ascendiendo en comparación con el año 2012 ENSANUT-MC. Se ha documentado las enfermedades asociadas al estrés oxidativo de las células, la necesidad de producir alimentos sanos y de buena calidad (ENSANUT-MC 2016).

La leche un alimento base para la población puede ser un medio por el cual el consumidor tenga la oportunidad de cuidar su salud consumiendo por medio de ella mayores cantidades de antioxidantes y prevenir enfermedades crónico-degenerativas asociadas a la oxidación celular.

Marco teórico

Situación mundial de la leche

La leche es la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior (FAO, 2011).

El mundo necesitará producir al menos 50% más de alimentos para alimentar a 9000 millones de personas en el año 2050. Sin embargo, según el Banco mundial (2014) el cambio climático podría reducir el rendimiento de los cultivos en más de un 25% afectando de forma directa la alimentación de los animales. En este contexto el ganado vacuno aporta el 82% de la producción lechera mundial, seguida de la leche de búfala con el 14.1%, leche de cabra y oveja de 3.5% y otras 0.5%, viéndose un aumento en la producción de la primera de más del 50%, pasando de

500 millones de toneladas en 1983 a 769 millones de toneladas en 2013 (OCLA, 2018).

Los principales países productores son E. U. A. con 97.7 mil millones de litros seguido de la India con 83.5 mil millones de litros y Brasil con 35.7 mil millones de litros (OCLA, 2018).

Los países con los mayores déficits de leche son China importando 700 mil toneladas, la Federación de Rusia importando 270 mil toneladas, Taiwán importando 60 mil toneladas, Canadá importando 50 mil toneladas y México importando 45 mil toneladas (SAGARPA/ASERCA, 2018).

En los países en desarrollo, hasta un tercio de la leche se produce en zonas urbanas y periurbanas (Faye *et. al*, 2012).

Situación de la leche en México

En México la leche representa la quinta parte del valor total de la producción pecuaria, siendo tercera en importancia económica, después de la carne de bovino y la carne de ave (SIAP-SAGARPA, 2011).

Los principales estados productores de leche en México son: Jalisco 2,228,482 miles de litros, Coahuila 1,411,959 miles de litros, Durango 1,133,982 miles de litros, Chihuahua 1,051,731 miles de litros y Guanajuato 823,444 miles de litros (SIAP-SAGARPA, 2017).

En nuestro país se ordeñan 11 millones de litros de leche diariamente, si se cumplieran los lineamientos de un mínimo de 300 ml por habitante se necesitarían 33 millones de litros, (110 millones de habitantes en México) sin contar la leche que se transforma en quesos, u otros productos, por lo que se calcula que hay un importante déficit, que se regula con la importación de leche en polvo (Galina, 2018).

De la producción nacional el 80% proviene de las altas o medianas productoras, en aproximadamente 50 mil establos, teniendo cada uno 100 vacas o más. Solo el 20% de la producción nacional la producen estacionalmente ganaderos con hatos menores a 50 vacas ubicados principalmente en los trópicos, bajo sistemas de pastoreo (Galina *et al.*, 2016).

En México el 95% de los ganaderos trabajan bajo estas condiciones y producen alrededor de 2 millones de litros de leche diarios, con enormes desviaciones estándar. Dependiendo de la época del año, las vacas en promedio producen de 5 a 15 litros diarios, en lactancias de 150 a 210 días, se calcula que son más un millón de ganaderos que emplean entre 3 a 4 millones de trabajadores fijos o eventuales (CANILEC, 2014).

Pese a que no existe en México un estudio con un enfoque de organización industrial para el mercado de la leche nacional, con el objeto de determinar su estructura, es claro que ésta tiende a observar un cierto grado de concentración por la industria. Las decisiones de localización de las industrias dominantes han determinado la concentración de la producción en algunas regiones del país (Comarca Lagunera, Jalisco, Guanajuato, Querétaro e Hidalgo) unidades productivas localizadas cerca de las grandes urbes (CANILEC, 2014).

Sistemas de producción lechera

En México existen tres grandes regiones ganaderas: La región Árida y Semiárida, la región Templada y la región del Trópico Húmedo y Seco. En la región árida y semiárida se localiza el 20.3% del hato nacional, la zona templada el 16.2% y la

región trópico húmedo y seco con el 63.5% de la población bovina nacional. La ganadería de cualquier país tropical está sujeta a una doble influencia climática: la que experimenta directamente el animal y la que llega a este a través del medio ambiente. Dentro de estas regiones se desarrollan cuatro sistemas de producción de bovinos: intensivo/especializado, semi-intensivo/semi-especializado, doble propósito y familiar/traspatio. El análisis de la distribución de inventario bovino indica que el 17 % es intensivo/especializado, 15 % semi-intensivo/semi-especializado, 8% de traspatio o familiar y el 60% es de doble propósito distribuido en las regiones tropicales del país, con lo anterior se engloba el 68% del inventario bovino en sistemas no especializados (Pérez *et al.*, 2003; Trueta, 2003).

La leche de estos sistemas intensivos si bien reúne los parámetros de inocuidad y porcentaje general de grasa, no reúne los de calidad particularmente los de contenido de ácidos grasos esenciales omega 3/omega 6 y el porcentaje de protección antioxidante dos fenómenos de prioridad para la salud de la población (Rubino, 2015).

Sistema intensivo/ especializado

El sistema de producción intensivo/ especializado se caracteriza por tener gran disponibilidad de recursos económicos y con ello cuenta con ganado de alto valor genético, instalaciones tecnificadas, personal sumamente capacitado, maquinaria necesaria para ordeña, limpieza, alimentación y acicalamiento de las vacas. Se cumplen todos los parámetros de producción y se tienen registros detallados de toda la granja. El sistema de alimentación que predomina es altamente energético, con base a dietas altas en granos y forrajes de corte (Villamar *et. al*, 2005).

Principalmente se ve en los estados del norte del país y en las cuencas lecheras más importantes donde figuran principalmente la comarca lagunera, Baja California, Querétaro, Hidalgo y Jalisco (Villamar *et. al*, 2005).

Sistema semiintensivo/semiespecializado

El sistema semiintensivo/semiespecializado es un sistema en el cual se comienza a tener algunas deficiencias económicas, y se ve reflejado en que va dejando de lado ciertos detalles que repercuten en la producción de leche. Su ganado no es el ideal, sus instalaciones tienen algún detalle que no permite que las vacas se encuentren un confort óptimo ni desarrollen su potencial genético, el personal tiene una capacitación básica cumpliendo medianamente su función. Algunas actividades de estos sistemas de producción se realizan con maquinaria y algunas otras de forma manual (Villamar *et. al*, 2005).

La alimentación del ganado se basa principalmente en forrajes de mediana a alta calidad complementados con alimentos concentrados, si no es bien manejado el balanceo de la dieta, ésta puede presentar deficiencias generalmente más marcadas en la etapa seca o periodos de transición afectando de forma directa las futuras lactancias (Villamar *et. al*, 2005).

Doble propósito

El sistema de doble propósito significa producción de leche y carne, sin embargo, existe mucha controversia ya que el ganado que se utiliza produce medianamente leche y medianamente calidad de carne no siendo eficiente en ningún fin productivo. Sin embargo, este sistema suele ser bastante atractivo para el productor que obtendrá leche para alimentar a los becerros y además para tener una pequeña producción para un mercado local. Además, que obtendrá carne. La alimentación en estos animales puede ir desde alimentación especializada por cada etapa fisiológica hasta una alimentación basada en el pastoreo y con un mínimo de suplementos en alimentos balanceados (Villamar *et. al*, 2005).

Sistema familiar o traspatio

El sistema familiar o de traspatio históricamente se ha caracterizado por presentar problemas, principalmente por un mal manejo del hato, repercutiendo en problemas de salud, carencias en la dieta, baja productividad, la capacitación técnica de los trabajadores es poca o nula. No tienen maquinaria para la realización de sus actividades. Se alargan los tiempos de producción, su eficacia es baja. Generalmente es un sistema que se utiliza mucho en el trópico como en los estados de Tabasco, Veracruz, sierra de Puebla, Chiapas, planicie costera del Pacífico, Oaxaca, Campeche, Yucatán. y se apoya mucho de la resistencia del ganado cebú (Villamar *et. al*, 2005).

Este tipo de sistemas (no especializados) concentran al 68 % del hato lechero nacional y participan tan sólo con el 20 % del volumen del lácteo producido, si bien los costos de producción son bajos, la venta de la leche es complicada, por los sistemas de distribución, costos de gasolina, y otros factores por lo que generalmente se vende la leche a queseros regionales, que son los que determinan el precio, esto ha provocado una abandono de la actividad, la leche no da económicamente ni para la ordeña, ni para otros costos como transporte, suplementación, pago de trabajadores etc. (Galina *et. al*, 2017).

Dentro de los sistemas de producción que utilizan el pastoreo apoyan a una mejor conservación de los suelos, no utilizan o lo hacen moderadamente agroquímicos con ganado Cebú criollo o sus cruza con Suizo, Jersey, Holstein y/o Simmental principalmente, las vacas son ordeñadas mayoritariamente en las épocas de lluvia. El ganado criollo se encuentra en praderas siendo ocasionalmente alimentado con complementos alimenticios. Los hatos en las unidades productivas tienen entre 10 y 40 cabezas. La infraestructura es escasa y la rentabilidad económica baja (Galina, 2017).

La dispersión de la oferta, la presencia de la leche rehidratada, los costos del combustible, suplementos y la inseguridad en el campo, hacen que este sistema de producción sea muy vulnerable (SAGARPA, 2014).

Por otra parte, se ha discutido que el ganadero no es solamente un ente económico, es un factor social fundamental, ya que su presencia permite el desarrollo social del campo, mantiene entre otras funciones la vitalidad de sus parcelas, son sin duda un sector que capacitado permitiría una producción biosostenible además de tener a los animales en bienestar, ya que los semovientes estarían básicamente libres en la pradera (Galina, 2017; Rubino, 2014).

Sin embargo, se tienen una serie de antecedentes de calidad nutricional de la leche en México y otros países que ha permitido certificar las bondades del pastoreo en vacas, cabras y ovejas (Galina *et al.*, 2016; Claps *et al.*, 2014). Un contenido bajo de ácidos grasos saturados (AGS) y el alto ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) se observó en la leche procedente de los animales en pastoreo, contrastado con una presencia significativa mayor de AGS y menor de PUFA en la leche de animales en estabulación (Galina *et al.*, 2016).

Lo que conlleva a que la leche de estos sistemas sea de mejor calidad para la población, por lo que constituye un producto que podría tener un valor económico mayor que permitiera a muchos ganaderos mantenerse en el campo (Galina *et al.*, 2016).

Alimentos utilizados en producción animal

Un alimento se define como: toda sustancia o mezcla de sustancias naturales o elaboradas que ingeridas aporten al organismo los materiales y la energía necesarios para el desarrollo de sus procesos biológicos, sin perjudicarlo ni provocarle pérdida de su actividad funcional (OPS, 2019).

Forrajes

Los forrajes son a menudo utilizados en la alimentación de animales, aprovechando que el costo es relativamente bajo, los forrajes con mayor cantidad de nutrientes se producen en zonas con climas templados pero su biomasa es baja. En zonas del trópico hay mucha biomasa, pero la cantidad de nutrientes del forraje es baja, cuyo contenido celular no es suficiente para cubrir los requerimientos de las bacterias ruminales y obtener una alta actividad celulolítica. En estos casos es necesario suplementar con energía, proteínas, minerales entre otros para cubrir las necesidades bacterianas y nutricionales del ganado (Van Soest, 1994).

Suplementos

En la literatura se conoce como “suplementos” a aquellos alimentos destinados a corregir las deficiencias cualitativas de la dieta básica (concentrados, granos, pastos, forrajes y otros voluminosos) para satisfacer los requerimientos nutricionales del animal y la microflora ruminal, no excediendo el 30% de la dieta total (Leng, 1990).

Es conocido que la mayor acción de los suplementos se basa en la actividad de los microorganismos del rumen, por lo que la interacción suplemento-ración básica está asociada a la necesidad indispensable de contar con una fuente continua de carbohidratos, que mantengan tanto la fermentación como el suministro de precursores indispensables para el crecimiento celular ya que la tasa de fermentación debe estar sincronizada con la tasa de consumo, este fenómeno puede variar dependiendo de la calidad del alimento base, (forraje) la cantidad y valor nutritivo del suplemento. Por lo tanto, la administración de los suplementos dependerá de su concentración proteica y de otros elementos como: minerales, vitaminas, aditivos, peso vivo, edad de los animales, objetivo de la empresa, la especie, calidad de la dieta base, por lo tanto, la importancia económica de la

utilización de los suplementos se basa en la capacidad de sustituir recursos de importación o de costo elevado por productos nacionales, regionales o de bajo costo (Preston y Leng, 1987).

Alimentos proteicos

Las proteínas son constituyentes orgánicos esenciales de los organismos vivos y se hallan en mayor cantidad en el tejido muscular de los animales, todas las células sintetizan proteína durante parte o la totalidad de su vida, y sin la síntesis de proteínas la vida no podría existir. El porcentaje de proteína requerida en etapas de crecimiento es mayor y va disminuyendo en la madurez. Durante la lactancia y la preñez también aumentan las necesidades de proteína (Curch *et. al*, 2003)

La proteína la podemos encontrar en la mayoría de los alimentos especialmente en forrajes como leguminosas, en alimentos propiamente proteicos con altos niveles de compuestos nitrogenados (Church *et. al*, 2003)

En la alimentación de vacas lecheras se debe contemplar la proteína de la dieta por medio de forrajes, y concentrados hechos a base de granos y algunos subproductos proteicos como la pasta de soya. También debe considerarse la utilización de proteína bacteriana y nitrógeno no proteico (Church *et. al*, 2003)

El aporte de nitrógeno es una parte muy importante dentro de la nutrición de los rumiantes, para la síntesis de proteína microbiana. El nitrógeno puede ser de origen dietario y nitrógeno de reciclaje endógeno. La proteína microbiana (PM) formada en el rumen, pasa hacia el intestino, representando el 70-90% de nitrógeno no amoniacal que penetra al intestino (Van Soest, 1982). La PM, puede verse afectada por la cantidad de energía (ATP) disponible para el crecimiento microbiano (Church, 1993). Las fuentes de nitrógeno no proteico (NNP) más económicas han sido la urea y el amoníaco (en forma líquida o gaseosa) administrado en forrajes de baja

calidad, incluyendo algunas sales amoniacaes, así como él de origen endógeno, el cual es transferido hacia el rumen a través de la saliva (Ferreiro y Preston, 1976; Meyreles *et al.*, 1982).

La suplementación con NNP como la urea incrementa el consumo, la digestibilidad y la eficiencia de utilización de los forrajes de baja calidad. El primer factor que limita el valor nutritivo del forraje de mala calidad es su bajo contenido de nitrógeno. Cuando desaparece esta limitante por la adición de una fuente de nitrógeno, hay proliferación de bacterias celulolíticas cuyos requerimientos simples de nitrógeno son cubiertos por la presencia de amoníaco en el rumen procedente de la hidrólisis de la urea o de las proteínas (Ørskov, 1982).

Otros elementos claves para el desarrollo bacteriano son los aminoácidos esenciales. La pollinaza es un subproducto de la industria avícola, fuente de nitrógeno amoniacal y ácido úrico (Oltjen *et al.*, 1968). Además, la cual aporta aminoácidos indispensables (arginina, histidina, isoleusina, leucina, metionina, fenilalanina, triptófano y valina) o esenciales como la lisina y treonina (Zinn *et al.*, 1996). Como promotores de la síntesis microbiana ruminal, Zinn *et al.* (1996) menciona que estos últimos aminoácidos (lisina y treonina), no pueden ser sintetizados por el animal, ni por su población microbiana, por lo tanto, deben ser suministrados en la dieta.

En el contexto anterior Sánchez y García en 1994 sustituyeron el heno de gramínea por bagacillo de caña enriquecido con melaza y gallinaza, en dietas para cabras, los resultados mostraron una mayor ganancia de peso diario (GPD) en los caprinos que recibieron la mezcla de endulzada, por lo tanto, comprobaron los beneficios aportados por la gallinaza y puede sustituir al heno de gramínea, considerándose como una fuente de fibra para la alimentación básica de cabras en explotaciones intensivas.

Proteína de baja degradabilidad.

En los sistemas de alimentación para rumiantes se han incorporado nutrientes que escapan a la degradación ruminal con la finalidad de incrementar la capacidad productiva de los rumiantes. Tomando en cuenta lo anterior, se creó la proteína de baja degradabilidad en rumen que ayuda al comportamiento productivo de los rumiantes mediante el nitrógeno fermentable y la disponibilidad de aminoácidos a nivel del intestino (Kempton *et al.*, 1977). La proteína de baja degradabilidad en rumen tiene un efecto de estimulación sobre el consumo y complementa la proteína microbiana que llega al intestino. La dieta con proteína de baja degradabilidad funciona aumentando la producción de ácido propiónico en el rumen, evitan la pérdida de energía en forma de calor, y por lo tanto se utiliza con mayor eficiencia. Sin embargo, su papel más importante es estimular una mayor eficiencia en el uso de la energía metabolizable para propósitos productivos (Ørskov y Flint, 1989).

En este contexto, Preston y Leng (1984) destacaron que el empleo de harinas de origen animal (pescado, carne, pluma, pollo, etc.) y vegetal (harinolina, polvillo o afrecho de arroz, maíz, soya, plátano); además del follaje de algunas leguminosas arbóreas (*Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Brosimum alicastrum*, *Guazuma ulmifolia*, entre otras) han incidido positivamente sobre los parámetros productivos, en el consumo y la digestibilidad de elementos forrajeros de baja calidad (Ku-Vera y Ramírez, 2000).

Un alimento que ha tenido relevancia en la suplementación alimenticia ha sido la harina de pescado, debido a su baja degradabilidad ruminal (FEDNA, 2010), dentro de sus características químicas se destaca un elevado contenido de proteína la cual oscila entre 50% y 75%, con un contenido de 23 aminoácidos; es rica en lisina (5.8%) y aminoácidos azufrados como la metionina y cistina; además de vitaminas y minerales (P, Ca, Na, Mg). Entre los principales aminoácidos se destacan: alanina,

arginina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, fenilalanina, treonina, tirosina, valina, prolina y serina (FEDNA, 2010).

La suplementación con harina de pescado produce un incremento en la respuesta productiva o en la ganancia de peso en cabras alimentadas con este subproducto por aumentar los niveles de aminoácidos disponibles para el crecimiento de los caprinos, colocándose en algunas explotaciones como ingrediente base de la dieta (Soto-Navarro *et al.*, 2005)

Otro elemento utilizado, como suplemento en la alimentación de rumiantes ha sido la harina resultante del proceso de pulido del grano de arroz; los primeros trabajos se realizaron a finales de la década de los 70's; los cuales fueron generados en el trópico mexicano por Álvarez, en la búsqueda por incrementar los parámetros productivos en los rumiantes. Muchos trabajos se realizaron utilizando como dieta basal el forraje de la caña de azúcar, así como sus subproductos (López *et al.*, 1976). El pulido de arroz es un elemento energético (2.8 Mcal/EM/Kg. de MS) y proteico (16.0 %), un contenido de almidón de 310 g/kg/MS caracterizado como elemento de sobre paso, (baja degradabilidad en el rumen) como lo discute Lonsdale, (1989).

La incorporación de la harinolina (harina de algodón) en las dietas de los rumiantes, ha cobrado mayor importancia debido a su calidad proteica destacando su elevado porcentaje en aminoácidos esenciales (lisina, metionina, triptófano, histidina, tirosina y cistina), así como su capacidad de sobrepasar la digestión ruminal (Trabanco, 1985)

Alimentos energéticos

Los alimentos energéticos son aquellos que proporcionan en mayor medida fuentes ricas en carbohidratos, en el caso de los rumiantes debido a la capacidad de fermentación en el rumen son capaces de aprovechar estructuras de la planta y poder obtener ácidos grasos volátiles como ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico, que en el metabolismo son fuente importante de energía. (Curch *et. al*, 2003).

Carbohidratos:

- Estructurales: celulosa hemicelulosa. Cualquier alimento fibroso, por ejemplo, ensilado de maíz, la fibra de la alfalfa, paja de avena, rastrojo de maíz o cualquier pasto. Obtienen la energía con la formación de ácidos grasos volátiles en la fermentación ruminal.
- No estructurales: almidón. Cualquier grano destacando el maíz, sorgo, mijo, avena.

Con el objetivo de lograr una correcta fermentación de celulosa y hemicelulosa se ha sugerido incluir en la dieta una inclusión de 5%-10% de carbohidratos de fácil fermentación como la melaza, esto proveerá la energía para la multiplicación microbiana, que permite degradar la fibra a las dietas de forrajes de mala calidad, aumentando significativamente el consumo. Esto se debe a que los microorganismos del rumen son incapaces de obtener energía de la celulosa para sus funciones celulares hasta que la molécula sea digerida (Krebs y Leng, 1984; Elías, 1983).

Relación consumo de compuestos nitrogenados con energía y fibra.

Existe una relación entre el consumo de compuestos nitrogenados y el aprovechamiento de forrajes de mala calidad, aprovechando los componentes fibrosos como la celulosa y hemicelulosa. Se ha encontrado un efecto negativo en la utilización de suplementos sobre la hidrólisis de la celulosa, presentándose cuando la cantidad de energía aportada por el concentrado sobrepasa el mínimo necesario para la actividad celulolítica de los microorganismos. (Elías, 1983).

La actividad proteolítica depende de la densidad poblacional microbiana, esta cambia con la concentración de elementos nutritivos disponibles (Galina y Palma, 1992) y la suplementación proteica, provoca un aumento en la actividad microbiana haciendo posible la digestión de la fibra.

Para el desarrollo de un sistema alimenticio apropiado, cada unidad de producción pecuaria requiere relacionar las características nutricionales de los recursos alimenticios, con los requerimientos de los animales, según su propósito y tasa productiva. En los países industrializados, esta información se ha estandarizado con base en su capacidad de suplir la energía, aminoácidos, minerales y las vitaminas requeridas por los animales. Estos estándares se mejoran para incrementar las tasas de productividad animal generalmente a través de formulaciones de costos mínimos (Shimada, 2003).

Lípidos:

En los lípidos el componente nutricional son los ácidos grasos esenciales para la obtención de energía por rutas metabólicas específicas. Se utilizan grasas de sobrepeso, aceites vegetales estabilizados además de oleaginosas y los propios componentes lipídicos de los forrajes.

Colesterol:

Entre los componentes de la dieta y los procesos del metabolismo se forma el colesterol ($C_{27}H_{46}O$) es uno de los miembros de la familia de los esteroides consiste en un sistema de anillo tetracíclico planar, con el grupo 3 β -hidroxilo (OH-Chol) y una cadena corta de ocho carbonos (cola isoocetil) unida a C17. El sistema de anillos es asimétrico con respecto al plano del anillo y tiene un lado plano sin sustituyentes (una cara), así como un lado áspero con dos grupos metilo en la cara beta. Como una molécula lisa y rígida se sabe que el colesterol aumenta el orden de las cadenas acilo saturadas de los fosfolípidos (efecto de ordenamiento) y la densidad de la superficie de la membrana (efecto de la condensación). (Róg, 2007)

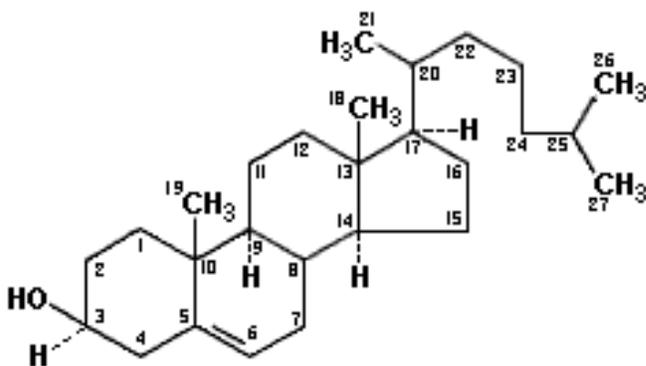


Figura 1. Estructura química del colesterol (Róg, 2007).

El papel del colesterol, y el de algunos otros esteroides, se ha discutido recientemente en el contexto de las balsas de lípidos. De los muchos esteroides disponibles, es realmente fascinante que el colesterol parece ser el esteroide que impulsa la formación de dominios de membrana altamente ordenados: típicamente se considera un ingrediente necesario en las balsas. También se ha demostrado que cambios sorprendentemente pequeños en la estructura del colesterol afectan la capacidad de un esteroide para promover la formación de balsas. A nivel celular también confiere rigidez a la membrana celular, y es precursor de hormonas esteroideas, ácidos biliares, y de la vitamina D. (Róg, 2007; Maldonado, *et. al.* 2012).

El colesterol proviene de la dieta o es sintetizado por nuestras células en su fracción microsómica (retículo endoplásmico) del citosol. La tasa de síntesis de colesterol es regulada por la enzima 3-hidroxi-3-metilglutaril-coenzima A reductasa (HMG-CoAR) a partir del acetil-CoA. (Maldonado, *et., al.* 2012).

Síntesis de colesterol hepático:

- Acetil-CoA pasa a ser mevalonato, un compuesto de seis carbonos.
- Formación de unidades isoprenoides por pérdida del CO₂ del mevalonato.
- Condensación de seis unidades isoprenoides para formar el intermediario escualeno
- Cierre del escualeno para la formación cíclica del esteroide precursor conocido como lanosterol
- Formación de colesterol a partir del lanosterol donde éste pierde tres grupos metilo.

La absorción intestinal de colesterol se da en el intestino delgado proximal dándose por tres etapas: (Maldonado, *et., al.* 2012).

- Intraluminal: Donde se da la solubilización micelar con el apoyo de la acción de los ácidos biliares.
- Mucosa: Donde se transporta el colesterol a través de la membrana apical para la absorción en los enterocitos.
- Intracelular: Donde se movilizan los quilomicrones hacia la linfa y sangre a través de la membrana basolateral de los enterocitos.

Minerales:

Los minerales son indispensables para el metabolismo y otros son parte estructural del esqueleto, otros en cambio intervienen en el equilibrio ácido base o forman parte de algún proceso enzimático, y algunos minerales tienen más de una función. Sin

embargo, debe de tenerse la consideración de que en exceso pueden ser potencialmente tóxicos, se clasifican en:

- **Macrominerales:** calcio, fosforo, sodio, cloro, potasio, magnesio y azufre.
- **Microminerales:** boro, cobalto, cromo, cobre, flúor, iodo, hierro, manganeso, molibdeno, selenio, silicio, zinc. (Curch *et., al*, 2003)

En el caso de la alimentación de vacas lecheras se venden ya premezclas con las cantidades adecuadas de macro y Microminerales y sólo se adicionan a la dieta.

Vitaminas:

Las vitaminas al igual que los minerales actúan en las funciones del metabolismo la diferencia con los minerales es que son sustancias de origen orgánico y se clasifican en:

- **Vitaminas hidrosolubles:**
 - Vitaminas del complejo B (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, piridoxina, biotina, ácido fólico, cobalamina) (Curch *et., al*, 2003).
- **Vitaminas liposolubles:**
 - Vitamina A, principal función es apoyar en el proceso normal de la vista combinándose con la rodopsina que se descompone con la luz.
 - Vitamina D, vital para elevar el calcio y fosforo plasmáticos a niveles correctos que permitan la mineralización del hueso.
 - Vitamina K, se requiere para la formación de protrombina en el hígado y de otros factores participantes en la coagulación sanguínea.
 - Vitamina E, dentro de la vitamina E también conocida como tocoferol existen tres denominados beta-tocoferol, gama-tocoferol y alfatocoferol, siendo más activo este último. (Curch *et., al*, 2003)

Tanto vitaminas y minerales actúan como estimuladores del metabolismo, con la finalidad de mantener una homeostasis y un correcto funcionamiento de todo el organismo. (Curch *et. al*, 2003)

Alfatocoferol

Como ya se mencionó el alfatocoferol es uno de los integrantes de los tocoferoles corresponde químicamente a un derivado metil-6-hidroxicromano, con una cadena alifática de 16 carbonos laterales. El compuesto natural más activo es el d-alfatocoferol, pero existen en forma natural diversos compuestos dependientes de la posición del metilo en el anillo cromano y de la cadena lateral en C2, esta última responsable de sus propiedades liposolubles. (Bravo, 2009)

Así hay 4 formas de tocoferoles (alfa, beta, gama y delta) y 4 formas de trienoles (alfa, beta, gama y delta) que tienen diferente absorción intestinal y retención en los diversos tejidos, y, por lo tanto, distinta actividad biológica. (Bravo, 2009)

Estos compuestos son relativamente inestables expuestos al aire, por lo que las formas comerciales son en su mayoría ésteres de acetato o succinato, lo que las hace estables en diversas condiciones. (Bravo, 2009)

La vitamina E se encuentra ampliamente distribuida en los alimentos, de estos las grasas y aceites contienen más de la mitad de la Vitamina E de la dieta. Otras fuentes son los cereales, aves, carnes, pescados, etc. (Bravo, 2009)

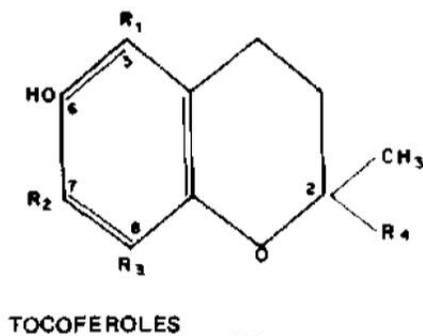


Figura 2. Estructura química del tocoferol (Bravo, 2009)

El alfatocoferol tiene diversas funciones metabólicas, entre ellas tal vez la más importante y mejor estudiada es el papel protector de las membranas biológicas, ya sea evitando la oxidación de sus componentes celulares esenciales eliminando radicales biológicos libres en el metabolismo de ácidos nucleicos y de proteínas en las mitocondrias. También evita la formación de productos tóxicos de oxidación como los peróxidos de ácidos grasos no saturados, actuando, así como estabilizador de la estructura lipídica de los tejidos (Bravo, 2009).

Su absorción en intestino es principalmente en el yeyuno, con apoyo de sales biliares los tocoferoles se absorben en forma de micelas que pasan a vasos linfáticos y son transportados como parte de las lipoproteínas y puesto que su función es mantener la integridad de la membrana celular y evitar la oxidación se sugiere que su distribución es amplia entre los tejidos (Bravo, 2009).

Ha sido demostrado ampliamente que los antioxidantes se encuentran en el pasto en forma de betacarotenos y tocoferoles pero no se ha medido cómo se ve afectada la calidad y cantidad de ellos en las épocas de lluvias o secas en sistemas de pastoreo en el trópico húmedo mexicano, ya que los forrajes experimentan diversas fluctuaciones del medio ambiente como temperatura, déficit de agua, plagas, radiación solar y deficiencia de nutrientes (Buxon y Fales, 1994). Todo esto modifica su morfología y tasa de desarrollo, limitando la producción y alterando su calidad (Moya, 2002).

En la época de secas la falta de agua produce en las plantas forrajeras una baja en la tasa de crecimiento y biomasa (Mabrouka *et. al.*, 2016) además de un incremento en las concentraciones de la pared celular y lignina, parte de la adaptación de la planta para preservar más tiempo la humedad, por lo tanto tienen una baja digestibilidad debido a que las bacterias del rumen solo pueden utilizar parcialmente los carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) pero no poseen la capacidad de desdoblar la lignina (Wilson, 1982; Halim *et. al.*, 1989).

Con respecto a la temperatura, se ha observado que los componentes de la pared celular que son depositados en condiciones de bajas temperaturas se encuentran menos lignificados y presentan altos valores en digestibilidad. En cambio, a temperaturas altas, la síntesis de lignina se incrementa preferentemente, causando que el forraje producido presente una baja digestibilidad, esto pasa en el clima tropical. (Nelson y Moser, 1994).

En los sistemas de producción que basan su alimentación con pastoreo se dificulta en la época de secas debido a que el ganado suele bajar su producción y su peso debido a la baja digestibilidad que se tiene en los forrajes con un estrés hídrico, por ello se debe realizar un ajuste en la dieta con forrajes almacenados en forma de henos o alguna otra estrategia con la finalidad de mantener la producción del ganado y la calidad del producto. (Halim, R.A., 1989; Galina 2017).

Por ello ha sido de gran importancia medir el impacto de la naturaleza a lo largo de la época de secas en el perfil de los antioxidantes (alfa tocoferol) en la leche producida en los diversos sistemas silvopastoriles. (Galina, 2017)

Estrés oxidativo

El estrés oxidativo ha sido definido como el desbalance entre la presencia de especies reactivas oxígeno/nitrógeno (ROS/RNS) y la capacidad del organismo de contrarrestar sus acciones mediante el sistema de protección antioxidante (Pearson *et. al.* 2014).

En la literatura científica se ha descrito el estrés oxidativo como producto del aumento de ROS/RNS con una disminución de la habilidad de protección antioxidante, caracterizado por la reducción en la capacidad de los sistemas endógenos para combatir los ataques oxidativos dirigido a blancos biomoleculares. Su gravedad se asocia con varias patologías, como enfermedades cardiovasculares, cáncer diabetes y vejez (López, 2013; Sies, 1985).

Ha sido comprobado que el estrés oxidativo se relaciona con más de 100 enfermedades, ya sea como causa primaria o factor asociado (Halliwell, *et al.*, 1992; Gutteridge, 1993). Es un proceso irreversible de decaída en el organismo, producto de las especies reactivas al oxígeno, que también expresa su influencia negativa en la fisiología del envejecimiento, que consiste en la discapacidad de las funciones fisiológicas de defensa, que promueven la incidencia de enfermedades y reducen el lapso de vida (Maulik *et al.*, 2013).

El estrés oxidante (oxidativo) se entiende como una la producción de una excesiva cantidad de ROS/RNS en el organismo, que es el producto de un desbalance entre la generación y la destrucción de ROS/RNS. De tal manera que el estrés oxidativo es la repercusión de un aumento en la producción de radicales libres, pero también de una reducción en el sistema de defensa antioxidante (Poljsak *et al.*, 2013).

Las sustancias reactivas al oxígeno o nitrógeno (ROS y RNS) se deben ver no solamente como especies que producen un daño biomolecular. Ha sido documentado que afectan el sistema enzimático, no solamente para la defensa química o desintoxicación, sino también al sistema de respuesta celular a señales moleculares, y a su vez modifica las reacciones biosintéticas (López, 2013).

El estrés oxidativo se debe a la producción de radicales libres como peróxido de hidrógeno (H₂O₂), el superóxido (O₂⁻) los oxígenos libres (1/2 O₂) y los radicales hidroxilo (OH), algunos adquiridos de forma exógena y otros de procesos metabólicos como respiración celular, exposición a infecciones microbianas, que producen activación fagocitaria, durante una actividad física intensa, o por la acción de sustancias contaminantes como el humo de cigarro, el alcohol, la ionización de rayos ultravioleta, pesticidas y el ozono (Poljsak *et al.*, 2013).

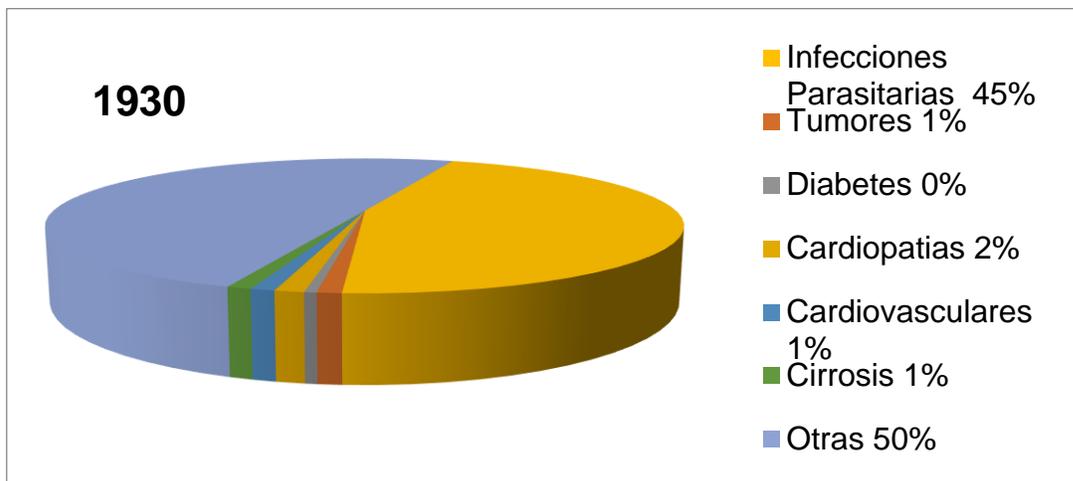
Trabajos anteriores muestran como las sustancias más susceptibles a oxidarse son las grasas poliinsaturadas, especialmente el ácido araquidónico y el ácido

docosahexanoico que producen el malondialdeído y el 4-hidroxinonental, marcadores reconocidos de la decadencia de la oxidación lipídica. (Gandhi y Abramov, 2012). La oxidación de los lípidos produce también aldehídos que afectan a las proteínas y puede impedir las funciones de estas. (Poljsak *et al.*, 2013). Los daños oxidativos de los componentes de las membranas lipídicas han sido relacionados con los mecanismos de neurodegeneración, cáncer, enfermedades cardiovasculares o inflamatorias. Se ha confirmado que la producción excesiva de especies oxigenadas reactivas puede conducir a la sobre expresión de genes oncogénicos o a la formación de compuestos mutagénicos, pueden causar actividad proaterogénica y están relacionadas con la aparición de placa senil o inflamación (Pisoschi y Pop, 2015).

Leche como alimento nutracéutico

Recientemente se ha cuestionado el modelo de producción debido a entre otras razones el cambio epidemiológico de causas de muerte entre 1930 y el 2014 Gráfica 1 y 2. (ESNAUTMC, 2016).

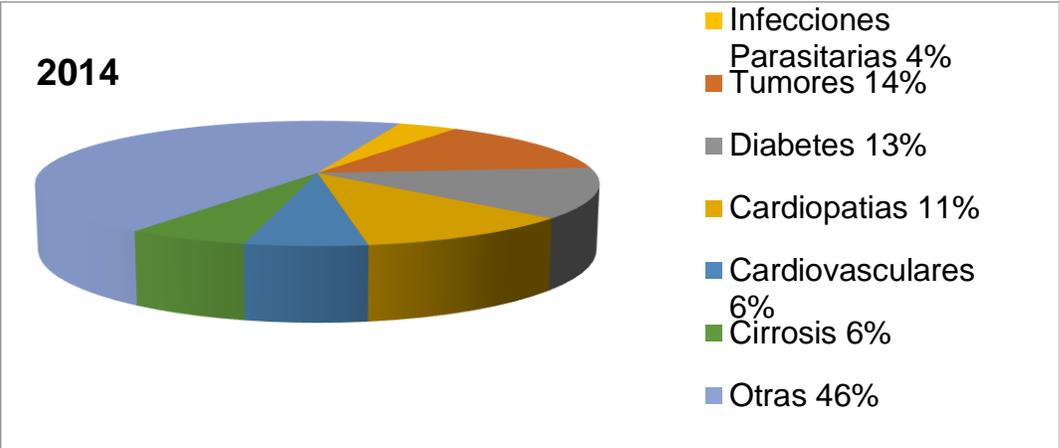
Gráfica 1 Causas de muerte registradas en hospitales de México en 1930



Fuente ESNAUT MC 2016

Las infecciones parasitarias eran el 45 % de los causales de muerte en México, las enfermedades crónico-degenerativas como cardiopatías y cardiovasculares no acumulaban más del 3% y la diabetes no alcanzaba ni el 1%. Para el 2014 las infecciones parasitarias fueron a menos del 4% mientras que la diabetes supero el 13% y las crónico-degenerativas más del 30% como se observa en la gráfica 2.

Gráfica 2 Causas de muerte registradas en Hospitales en México en el 2014.



Fuente ENSANUT-MC 2016

Se observa en cualquier clínica del seguro social o en general de los sistemas de salud que particularmente la hipertensión y la diabetes ocupan el 70% de las consultas según datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, medio 2016 (ENSANUT-MC, 2016).

Ha sido cuantificado que el 70% de esas enfermedades que fueron causales de muerte en los Hospitales de México en el 2016, están relacionadas con la nutrición, (ENSANUT-MC, 2016).

Es el momento de reflexionar si los productos pecuarios que están en el mercado que tienen como base “una mayor producción a un menor costo”, y que han sido el modelo que estudiamos a partir de la revolución verde iniciando en los años 50’s/60’s en nuestras universidades, y que se continuo hasta la fecha con el uso

continuo de fármacos, hormonas, y estimulantes, si bien ha logrado la producción masiva de alimentos, también ha sido responsable de muchas de las enfermedades que tiene la población hoy. La definición clásica “*mayor producción al menor costo*” si bien incremento los volúmenes, disminuyo la calidad de los alimentos en general y de los de origen animal en particular, siendo la leche uno de los productos afectados cambiando su perfil de ácidos grasos esenciales y de grasas saturadas, debido a que incrementos de producción, son con un uso masivo de concentrados en vacas en estabulación. Como se discutió recientemente “Es difícil para nosotros darnos cuenta de que los sistemas que promovimos entusiastamente han errado en la calidad del producto, por eso la importancia de demostrar científicamente nuevas premisas” (Rubino, 2015; 2014).

En investigaciones recientes se observó que los sistemas de pastoreo han demostrado tener un efecto sobre el perfil de ácidos grasos esenciales, particularmente omega 3 y omega 6, incrementándose el omega 3 de la leche. El uso de concentrado probablemente eleva el contenido omega 6, por lo que en algunas ocasiones rebasa la proporción de 4:1 (omega 6/omega 3), disminuyendo los efectos benéficos de omega 3 para quien consume el producto final. Sólo el uso de concentrado tuvo una influencia significativa en las unidades en que se rebasó la proporción de 4/1. En esos trabajos los animales se alimentaron de diferentes gramíneas tropicales, siendo las principales pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*), pasto bermuda (*Cynodon dactylon*), y pasto llanero (*Andropogon gayanus*), algunos de los ranchos suplementaban con concentrado, otros no, encontrándose una diferencia significativa entre la presencia de omega ω_6/ω_3 superior a 4:1 en las unidades que adicionaron alimentos ricos en almidones, esto demerita la calidad nutritiva del producto final (Galina *et al.*, 2015).

Por otro lado, el problema de salud se cuantifica con las cifras de la Encuesta Nacional de Nutrición y Alimentación del 2012 que indicaron que un 69% de las mujeres en edad reproductiva y un 68% de los hombres padecen de obesidad o

sobrepeso en México (ENSANUT-MC, 2012). En el análisis de las causas específicas de muerte proporciona evidencia adicional sobre esta avanzada transición epidemiológica, ya que las enfermedades isquémicas del corazón, las enfermedades cerebro-vasculares y la diabetes, se encuentran entre las cinco principales causas de fallecimiento en todos los Estados de México (ENSANUT-MC, 2012).

Otros estudios recientes mostraron que la tasa de mortalidad relacionada a estos factores nutricionales, la incidencia de enfermedades por factores de riesgo relacionadas con los alimentos, han evidenciado aún más el avance en la transición epidemiológica en México (ENSANUT-MC, 2016). Otros trabajos epidemiológicos han señalado al alcoholismo, el sobrepeso, la obesidad, el elevado nivel de glucosa en la sangre sumados a los aumentos de la presión sanguínea como las principales causas globales de mortalidad y de enfermedad en nuestro país (ENSANUT-MC, 2016).

Ha sido documentado que el cambio cultural en la producción de alimentos ha afectado la salud de la población, la cantidad, el uso de fármacos y concentrados ha dado como resultado alimentos que no solamente pueden ser bajos en su calidad nutritiva sino que pueden incidir negativamente en la salud de la población (ENSANUT-MC, 2012). Ha sido por lo tanto para investigadores de la UNAM, acompañado del trabajo de otras Universidades y Dependencias del Sector Salud, prioritario investigar sobre nuevos productos alimenticios con un perfil de ácidos grasos esenciales y un grado de protección antioxidante para desarrollar una nueva cultura en la producción de alimentos (Galina, 2015)

Antioxidante en leche

El concepto de antioxidante biológico ha sido definido como cualquier compuesto que, cuando está presente a una menor concentración en comparación con la de

un sustrato oxidable, es capaz de retrasar o impedir la oxidación del sustrato (Halliwell et al., 1992; Godic et al., 2014). Las funciones antioxidantes implican la reducción del estrés oxidativo, la protección del ADN contra las transformaciones malignas, así como otros parámetros de daño celular. Estudios epidemiológicos demostraron la capacidad de los antioxidantes para contener los efectos de la actividad reactiva de las especies de oxígeno y disminuir la incidencia de cáncer y otras enfermedades degenerativas (Cheesman y Slater, 1993).

Se ha confirmado que, bajo condiciones fisiológicas, el equilibrio entre los compuestos oxidantes y antioxidantes favorece moderadamente a los oxidantes, produciendo así un ligero estrés oxidativo, superando la intervención de sistemas antioxidantes endógenos del organismo (Droge, 2002). Esta cuestión del estrés oxidativo se agudiza con la edad, cuando los antioxidantes endógenos y los sistemas de reparación no pueden contrarrestarlo eficazmente. Por ello resulta de conveniente una suplementación de antioxidantes en la alimentación, en forma de alfa-tocoferol y betacarotenos que se pueden obtener en los productos de pastoreo. (Galina, 2015).

Antioxidantes como la vitamina D y E, carotenoides y fenólicos (ácidos fenólicos como los ácidos benzoico e hidroxibenzoico, derivados del ácido cinámico e hidroxicinámico y flavonoides-flavonoles, flavanos, flavanones, flavanoles, flavonas y antocianidinas como agliconas de antocianinas (flavilo o esqueleto de iones 2-fenilcromenilo), se consideran actualmente los principales antioxidantes exógenos. Los estudios clínicos demostraron que una dieta rica en frutas, verduras, granos enteros, legumbres y ácidos grasos omega-3 podría funcionar como agentes preventivos con respecto a la aparición de la enfermedad. La presencia de ellos en abundancia en las plantas y el pastoreo hacen que los alimentos provenientes de vacas en pastoreo sean una importante fuente de estos compuestos benéficos para la salud. (Pizzoferrato *et al.*, 2007).

En trabajos recientes de investigación, se ha demostrado que los sistemas de producción ganaderos que se manejan en pastoreo pueden impactar en forma positiva en la salud de la población, mediante el consumo de productos lácteos ricos en omega 3 con un balance adecuado de omega 6 menor de 4:1 (Galina *et al.*, 2015; 2016; Claps *et al.*, 2014). Su importancia en relación con la salud humana está documentada, con una disminución del colesterol (Leiber, 2011). Por otro lado, su capacidad antioxidante, conteniendo alfa tocoferol pueden ser considerados como alimentos funcionales y/o como fuente de compuestos nutraceuticos (Galina, 2015). Se vuelve especialmente relevante, cuando en la actualidad se tienen problemas de salud asociados al estrés oxidativo de las células, enfermedades como Parkinson, Alzheimer, enfermedad de Huntington, enfisema, enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes. (Psiochi., Pop, 2015).

Existe información de la relación entre pastoreo y calidad de producto, su certificación para poder ser identificados por los consumidores por medio de un proyecto denominado "Latte Nobile", (marca registrada en Italia) que tiene un reglamento para que los compradores puedan asegurarse que el queso o la leche provienen de animales alimentados con pastoreo, que ha sido demostrado tener elementos benéficos para la salud, como los antes mencionados antioxidantes y omega 3 (Galina, 2015).

Lo anterior ha llevado a desarrollar técnicas o ecuaciones para poder determinar el grado de protección antioxidante (GPA) de un alimento. La eficacia de éste parámetro para distinguir la leche y el queso de los animales de pastoreo y estabulado fue discutida por Pizzoferrato *et al.*, (2007) demostrando ser una metodología útil para determinar el origen de los productos lácteos en relación al pastoreo.

Objetivo

Determinar del grado de protección antioxidante en la leche bovina de pastoreo, calculado sobre la base de contenidos de alfa-tocoferol (antioxidante) y colesterol (oxidante), en la época de secas en 30 unidades de producción con diferente sistema de alimentación, (pastoreo (P), pastoreo + suplemento (PS) y estabulación (E)) ubicadas en los municipios de Balancán y Tenosique en el estado de Tabasco.

Hipótesis

El grado de protección antioxidante se verá afectado por el tipo de alimentación, pastoreo (P), pastoreo + suplemento (PS) y estabulación (E).

Materiales y Métodos

Se realizó la toma de muestras de leche en 30 unidades de producción ubicadas en los municipios de Balancán y Tenosique en el estado de Tabasco, las cuales fueron divididas en unidades que establecían su alimentación a base de un pastoreo (P), un pastoreo + suplemento (PS) y estabulación (E), teniendo 10 unidades con P, 10 unidades con PS y 10 en ES.

Se realizó el muestreo en la temporada de secas en Tabasco que comprende los meses de marzo, abril y mayo de 2017, realizándose muestreos cada 28 días, siendo tres muestreos por rancho.

Los animales fueron bovinos cruza de *Bos indicus x Bos taurus*, con diferentes números de lactancias y en diferente periodo de lactación. Los animales se ordeñaron una vez al día.

Las muestras de leche (1.5 l/rancho) se tomaron del tanque general. Dichas muestras, se transportaron en neveras con hielo, para posteriormente congelarlas a -20°C y almacenarlas hasta su proceso de saponificación.

Posterior a la saponificación se realizó el análisis por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) para determinar colesterol y Alfa tocoferol.

1. Saponificación alcalina (Método Fletouris), (Claeys, Vossen, y Smet, 2015).
 - I. Se tomó 0.2 gramos de muestra y se mezcló con 5 mililitros de KOH (1 M) disuelto en metanol.
 - II. Se agitó perfectamente durante 15 segundos en un vórtex.
 - III. Se calentó de 60 a 80°C durante 15 minutos con intervalos de agitación cada 5 minutos por 15 segundos.
 - IV. Al término de la operación anterior, se dejó enfriar y se adicionó 1 mililitro de agua destilada y 5 mililitros de hexano.
 - V. Las muestras hidrolizadas o saponificadas se agitaron durante 1 minuto y se centrifugaron durante 1 minuto a 2000-3000 rpm.
 - VI. Se recuperó la fracción hexánica (Panfili, Manzi, y Pizzoferrato, 1994) y se filtró a través de una membrana de fluoruro de polivinilideno (PVDF) con un diámetro de poro de 0,45 µm y se concentró mediante una corriente de nitrógeno gaseoso.
 - VII. Se realizó el resuspendido en acetonitrilo: 2-propanol (95:5 v/v) usado como fase móvil.

2. Análisis por HPLC para colesterol:

- I. Se utilizó un cromatógrafo de líquido de alta resolución (HPLC, Agilen) con detector UV y automuestreador, equipado con bomba binaria, y una columna C8 RP (ZORBAX Eclipse, XDB C8, 4.6 x 150 mm 5 µm).
 - II. Se inyectó un volumen de 20 µL de muestra, el caudal de disolvente y la temperatura del horno fueron de 2 mL/min y 50 °C, respectivamente, y una longitud de onda de 210 nm.
 - III. Se preparó una curva de calibración usando como estándar colesterol (Sigma-Aldrich) de 0 a 1000 µg, resuspendido en la fase móvil antes mencionada y un tiempo de corrida de 5 min (Bauer, Torres, Souza, y Simionato, 2014).
- ## 3. Análisis por HPLC para α-tocoferol,

- I. Se utilizó la metodología anterior utilizando una longitud de onda de 292 nm y una temperatura del horno de 35 °C.
- II. Se utilizó una curva de calibrado de 0 a 1000 µg de α-tocoferol, el cual se resuspendió en la fase móvil y un tiempo de corrida de 6 min.

Ya con los valores de colesterol y alfa-tocoferol se realizó la ecuación propuesta por Pizzoferrato *et al.*, 2007

Grado de protección antioxidante (GPA):

$$GPA = \frac{\sum_{i=1}^n (MA n^0 \text{moli})_i}{(BO n^0 \text{moli})}$$

Donde:

MA es la parte molar de la molécula antioxidante (alfa tocoferol)

BO es la parte molar de la molécula oxidante (colesterol)

(Pizzoferrato *et al.*, 2007)

Análisis estadístico:

El modelo experimental se realizó bajo un diseño completamente al azar, utilizando una prueba de análisis de varianza de un factor y sus pruebas Tukey con el programa Excel 2019.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

μ = Es el efecto de la media general.

α_i = Es el efecto del i-ésimo tratamiento por la dieta (P, PS y E)

β_j = Es el efecto del j-ésimo tratamiento por efecto tiempo (marzo abril y mayo)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Es el efecto de la interacción (tiempo-dieta)

E_{ijk} = Error aleatorio de cada observación

Resultados

Los resultados del presente trabajo muestran que los niveles de colesterol, alfatocoferol y el grado de protección antioxidante fueron en su mayoría constantes entre los ranchos muestreados, para un mismo sistema (Cuadro 1, 2, 3).

Cuadro 1. Niveles de colesterol, alfatocoferol y grado de protección antioxidante (GPA) en leche de vacas proveniente de diferentes ranchos (P1, P2, etc.) bajo sistemas de pastoreo en los municipios de Balancán y Tenosique del estado de Tabasco.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
COLESTEROL (mg/100g)	14.8	18.1	14.4	14.5	16.4	13.2	15.0	15.3	17.4	16.7
ALFATOCOFEROL (μ g/100g)	179.2	171.0	163.7	170.5	175.1	176.7	160.7	185.3	176.7	170.9
GPA	12.0	9.4	11.3	11.7	10.6	13.3	10.7	12.0	10.1	10.1

Cuadro 2. Niveles de colesterol, alfatocoferol y grado de protección antioxidante (GPA) en leche de vacas provenientes de diferentes ranchos (PS1, PS2, etc.) bajo sistemas de pastoreo + suplemento (PS) en los municipios de Balancán y Tenosique del estado de Tabasco.

	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7	PS8	PS9	PS10
COLESTEROL (mg/100g)	21.0	21.4	22.1	22.2	20.2	21.1	20.7	21.5	22.0	21.7
ALFATOCOFEROL (μ g/100g)	109.3	109.2	108.9	109.7	111.8	109.8	108.1	108.8	109.7	112.6
GPA	5.1	5.0	4.9	4.9	5.5	5.2	5.2	5.0	4.9	5.1

Cuadro 3. Niveles de colesterol, alfatocofeol y grado de protección antioxidante (GPA) en leche de vacas provenientes de diferentes ranchos (E1, E2, etc.) bajo sistemas estabulados (E) en los municipios de Balancán y Tenosique del estado de Tabasco.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
COLESTEROL (mg/100g)	24.7	19.3	21.4	18.4	25.8	29.9	30.4	27.4	28.1	26.4
ALFATOCOFEROL (µg/100g)	82.9	82.3	84.6	84.7	83.0	82.6	83.4	84.6	85.9	85.2
GPA	3.3	4.2	3.9	4.6	3.2	2.7	2.7	3.0	3.0	3.2

Así mismo se observa, que en el tratamiento P se redujo la concentración de colesterol en el mes de mayo, a diferencia de PS donde la cantidad de este metabolito se incrementó en el mismo periodo (Cuadro 4) y en el tratamiento E donde se mantuvo constante durante los tres meses.

Cuadro 4. Niveles promedio de colesterol en leche de vaca de los municipios de Balancán y Tenosique del estado de Tabasco en marzo, abril, y mayo (mg/100g).

	Marzo	Abril	Mayo	Promedio
Pastoreo	17.26±0.26 ^{1a}	15.42±0.44 ^{1a}	14.23±0.34 ^{2a}	15.63
Pastoreo + suplemento	20.45±0.24 ^{1b}	21.45±0.32 ^{1b}	22.44±0.25 ^{1b}	21.44
Estabulación	25.48±0.76 ^{1c}	25.43±0.77 ^{1c}	24.76±0.075 ^{1c}	25.22

Literales diferentes entre filas indican diferencia significativa entre tratamientos, superíndices diferentes entre columnas indican diferencia significativa por factor tiempo, error estándar individual (±) (p <0.05).

Por otra parte, la concentración de alfatocoferol en la leche aumentó de 170 a 179.04 $\mu\text{g}/100\text{g}$ en el mes de mayo para los animales en pastoreo (P), disminuyendo de 115.25 a 105.45 $\mu\text{g}/100\text{g}$ y de 94.23 a 77.74 $\mu\text{g}/100\text{g}$ para los tratamientos PS y E, respectivamente (cuadro 5).

Cuadro 5. Niveles promedio de alfatocoferol en leche de vaca de los municipios de Balcan y Tenosique del estado de Tabasco en Marzo, Abril, y Mayo ($\mu\text{g}/100\text{g}$).

	Marzo	Abril	Mayo	Promedio
Pastoreo	170.00 \pm 1.99 ^{1a}	170.04 \pm 1.56 ^{1a}	179.04 \pm 1.17 ^{2a}	173.02
Pastoreo + Suplemento	115.25 \pm 0.60 ^{1b}	108.80 \pm 0.54 ^{2b}	105.45 \pm 0.67 ^{3b}	109.83
Estabulación	94.23 \pm 0.64 ^{1c}	79.90 \pm 0.43 ^{2c}	77.74 \pm 0.27 ^{3c}	83.95

Literales diferentes entre filas indican diferencia significativa entre tratamientos, superíndices diferentes entre columnas indican diferencia significativa por factor tiempo, error estándar individual (\pm) ($p < 0.05$).

De igual forma, el nivel de colesterol en leche de vacas en el trópico húmedo durante el periodo de secas fue mayor ($p < 0.05$) en aquellos animales alimentados bajo sistemas de estabulación con dietas ricas en almidones (25.22 $\text{mg}/100\text{g}$), en comparación con aquellos que consumieron mayor cantidad de forrajes (Pastoreo (15.63 $\text{mg}/100\text{g}$), Pastoreo + Suplemento (21.44 $\text{mg}/100\text{g}$)), como se observa en el cuadro 6.

En cuanto los resultados para los niveles de alfatocoferol en leche (Cuadro 6), éste elemento fue mayor ($p < 0.05$) en la leche cuyo origen fue el sistema de pastoreo (173.02 $\mu\text{g}/100\text{g}$), en comparación a la que provino de una alimentación que involucró ingredientes ricos en almidones (PS: 109.83 $\mu\text{g}/100\text{g}$, E: 83.95 $\mu\text{g}/100\text{g}$).

En el presente estudio, el grado de protección antioxidante (GPA) tuvo un incremento estadísticamente significativo entre tratamientos (cuadro 6), observándose el valor más alto en Pastoreo (11.17), seguido por los grupos PS (5.13) y Estabulación (3.42), grafica 4.

Cuadro 6. Promedios de los niveles de colesterol, alfatocoferol y grado de protección antioxidante de leche de vaca por cada sistema de alimentación.

	Colesterol (mg/100g)	Alfatocoferol (µg/100g)	GPA
Pastoreo	15.63±0.28 ^a	173.02±1.34 ^a	11.17±0.21 ^a
Pastoreo + suplemento	21.44±0.15 ^b	109.83±0.36 ^b	5.13±0.04 ^b
Estabulación	25.22±0.75 ^c	83.95±0.28 ^c	3.42±0.11 ^c

Literales diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos, error estándar individual (±) (p <0.05).

Gráfico 3. Niveles de colesterol en leche de vacas en diferentes sistemas de alimentación en clima trópico húmedo (mg/100g).

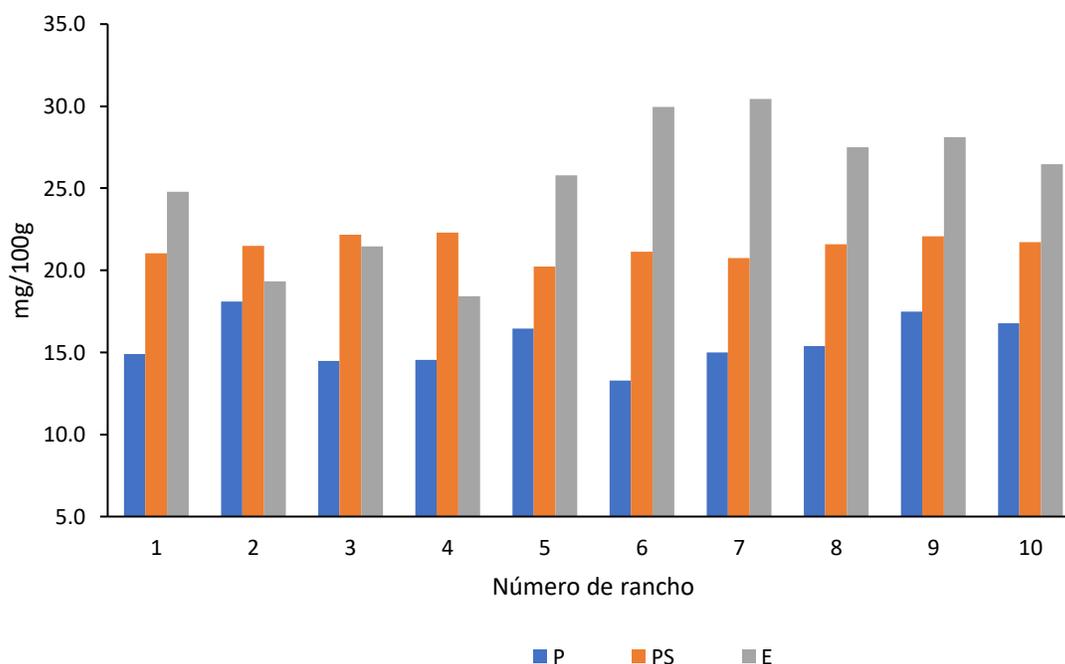


Gráfico 4. Niveles de alfatocoferol en leche de vacas en diferentes sistemas de alimentación en clima trópico húmedo para todas las muestras ($\mu\text{g}/100\text{g}$).

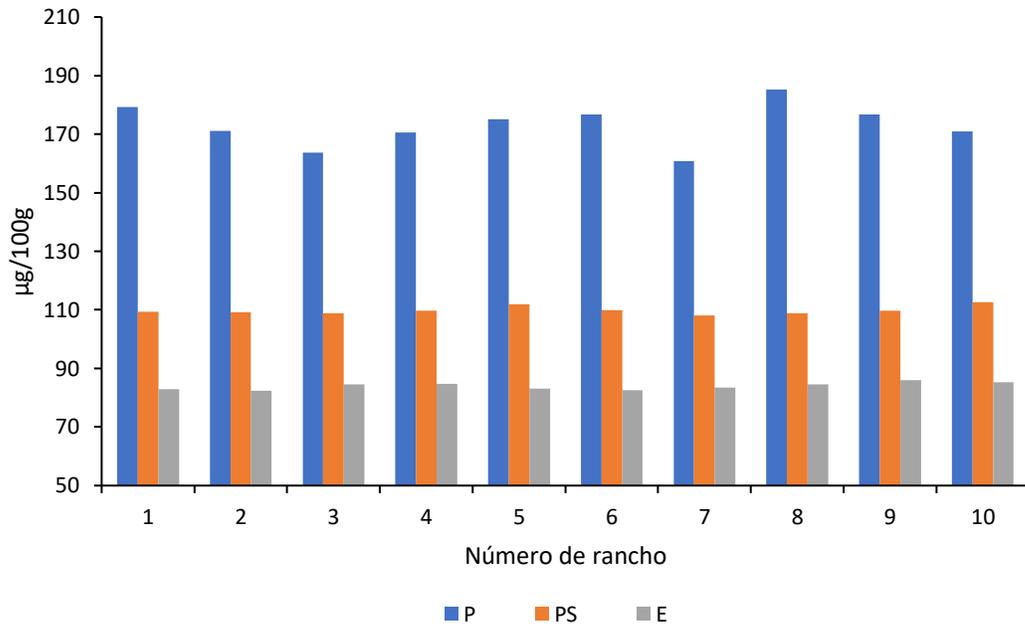
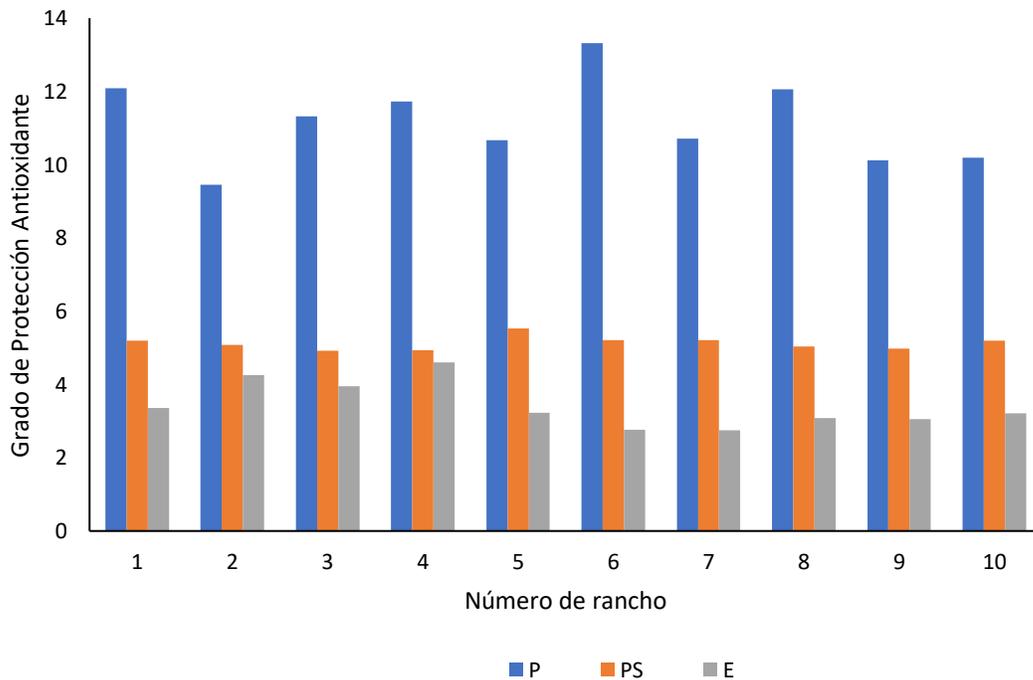


Gráfico 5. Grado de protección antioxidante en leche de vacas en diferentes sistemas de alimentación en clima trópico húmedo para todas las muestras.



Discusión

Por los resultados que se obtuvieron en este trabajo realizado en el estado de Tabasco donde se calculó el GPA de la leche de pastoreo, pastoreo + suplemento y estabulación, se puede notar una diferencia en los niveles de GPA entre los tres tratamientos, teniendo un mayor grado de protección antioxidante en vacas alimentadas bajo sistemas de pastoreo (11.17), reduciéndose en vacas alimentadas en sistemas de pastoreo + suplemento (5.12) y estando muy por debajo en vacas alimentadas en estabulación (3.32); en datos obtenidos en un estudio elaborado por Pizzoferrato *et al.*, en Italia en 2007 reportan datos con las mismas tendencias, teniendo en su trabajo cuatro tratamientos en los cuales se evaluó el GPA de la leche y queso de cabra, obteniendo valores más altos en los tratamientos donde no se ofertaba granos ni concentrados comerciales: 11.3 alimentación pastoreo, 9.8 pastoreo suplementado, 8.8 pastoreo suplementado con concentrado, 5.0 solo concentrados comerciales.

De igual forma Pizzoferrato *et al.*, en el 2007 reporta que en sus muestras no se encontraron diferencias significativas en los niveles de colesterol en la leche de cabras, teniendo valores de colesterol de 14.7 para pastoreo, 11.8 para pastoreo suplementado, 12.8 para pastoreo con suplemento comercial y 12.8 para estabulación. En el presente estudio, los niveles de colesterol en la leche de vaca fueron: 15.63 en pastoreo, 21.44 en pastoreo + suplemento y 25.22 en estabulación, notándose un ligero aumento de colesterol entre los diferentes tratamientos siendo más alto en estabulación, esta diferencia se pudo deber al origen de la leche, ya que el autor realizó su estudio en leche de cabras.

Los datos obtenidos del alfa-tocoferol en este trabajo hacen evidente que hay una deficiencia en los tratamientos donde se tiene una suplementación teniendo una media de 173.03 en pastoreo, 109.83 en pastoreo + suplemento y 83.96 en estabulación. Resultados muy similares a los mismos que reporta Pizzoferrato *et*

al., en el 2007 en leche de cabra donde el mayor valor de alfatocoferol es de 154.9 en pastoreo, 118.9 en pastoreo suplementado, 125.2 en pastoreo con concentrado y 77.1 en estabulación.

En el estudio de Pizzoferrato *et al.*, en el 2007 se obtuvieron muestras durante tres años y en los tres años se sigue la misma tendencia en los datos de colesterol, alfa-tocoferol y en el GPA.

De igual forma en un estudio hecho por Andrea Cabiddu *et. al.*, en el 2007 en Italia reporta mayor cantidad de vitamina E pero mayor cantidad de colesterol en leche de cabras alimentadas con una dieta alta en forrajes. En este estudio se hicieron dos tratamientos de alimentación, primer tratamiento se determinó una alimentación con baja cobertura de forrajes y lo llamo LH (low herbage cover) y el segundo tratamiento HH (higer herbage cover) una dieta con alta cobertura de forrajes y se obtuvieron resultados en HH de 3.66 y LH de 3.52 en vitamina E evidenciando que la alimentación de cabras con altas concentraciones de forrajes contiene mayor cantidad de esta vitamina.

En el caso del colesterol se obtuvieron cantidades mayores en el tratamiento HH con valores de 314 y en el tratamiento LH se obtuvo 294. También realizaron el GPA de sus datos y se obtuvo mayor GPA en el segundo tratamiento 11.66 para HH y 11.97 para LH

Lo anterior puede ser explicado por la presentación del forraje, en su caso utilizaron forraje henificado proceso que altera el perfil de antioxidantes por la desecación de la planta, esto lo reportaron Senén de la Torre *et., al.*, en el 2017 donde obtuvieron mayor cantidad de alfa-tocoferol en dietas con más del 40% de forraje verde:

Cuadro 7. Contenido de antioxidantes (ng/mL) en la leche de vaca según el tipo de alimentación.

	AC	AFC	AFV	RSD	Valor P
Vitaminas					
Retinol	911	966	840	278,6	NS
α-tocoferol	1172	1478	1574	711,3	NS
γ-tocoferol	43,1 ^a	34,4 ^{ab}	28,6 ^b	13,34	*
Carotenoides					
Luteína	10,14 ^b	18,07 ^a	19,86 ^a	8,366	**
Zeaxantina	0,71 ^b	0,92 ^{ab}	1,11 ^a	0,461	*
β-criptoxantina	1,38 ^b	2,13 ^a	1,82 ^{ab}	0,589	**
trans-β-caroteno	136,53 ^b	225,66 ^a	214,03 ^a	83,420	**
9cis-β-caroteno	0,76 ^b	1,64 ^a	1,22 ^{ab}	0,969	*
13cis-β-caroteno	4,06 ^b	8,25 ^a	8,28 ^a	4,140	**

AC: > 40% Concentrado, AFC:>40% Forraje Conservado, AFV: >40% Forraje Verde
 Letras diferentes en la misma fila indica diferencias significativas al nivel indicado.

Esto coincide con parámetros similares en este trabajo ya que las vacas fueron alimentadas en pastoreo con forraje fresco, obteniendo así las mejores condiciones para producir leche con altas concentraciones de alfa-tocoferol y por consiguiente tener mayor GPA (Grado de Protección Antioxidante).

Otro estudio realizado en Polonia por Puppel, Kamila *et. al.*, 2017 estudiaron el grado de protección antioxidante de leche orgánica, ellos reportan que los datos de su alimentación en interiores mostraron los valores más bajos en comparación con los grupos de alimentación con pastos y los grupos alimentados con pastos + grano de maíz en la concentración de vitamina E, A y β-caroteno. El Grado de Protección antioxidante mostró una tendencia creciente en la leche orgánica. La alimentación en base al pastoreo + maíz se asoció con el nivel más alto de GPA (9% más que la alimentación con solo pastos y 79% más que la alimentación en interiores) demostrando una tendencia muy similar a la que se encontró Cabbidu en el 2007 en su estudio en Italia y que atribuimos a la alimentación con forraje henificado, sin embargo, sigue la prevalencia en todos los casos reportados donde las dietas en base a forrajes frescos denotan un mayor GPA. Cabe mencionar que en el estudio

de Puppel, Kamila *et. al.*, 2017 en su tratamiento de alimentación de forraje + maíz solo se complementaba con 4 kg. de maíz para balancear la dieta a las necesidades energéticas de la vaca y no se oferto ningún concentrado comercial.

Conclusión

De acuerdo a los resultados del presente trabajo se concluye que existe un efecto del sistema de alimentación en la concentración de colesterol y alfatocoferol en leche de vaca, influyendo en forma directa en el grado de protección antioxidante de la leche. Se demuestra también que la leche como alimento nutracéutico proveniente de sistemas de pastoreo puede ayudar a la población contrarrestar el estrés oxidativo por su alto grado de protección antioxidante comparado con la leche que proviene de otros sistemas de alimentación.

Revisión de literatura:

- Banco Mundial Seguridad alimentaria: Panorama general. 2014 www.bancomundial.org/es/topic/foodsecurity/overview (Última consulta 27 agosto 2019).
- Bauer, L. C., Torres, A. G., Souza, N. E. De, Simionato, J. I. (2014). Method Validation for Simultaneous Determination of Cholesterol and Cholesterol Oxides in Milk by RP-HPLC-DAD, 25(1), 161–168.
- Bravo, M. *et. al.* 2009. “Vitamina E” Departamento de Pediatría, Hospital Roberto del Rio, Santiago Chile.
- Buxton, D.R., Fales, S.L. 1994. Plant environment and quality. In: Fahey, C.G. Jr. Editor. Forage Quality, Evaluation, and Utilization. National Conference on Forage Quality. University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, USA. pp. 155-199.
- CANILEC, 2014. Estadísticas de Producción e Importación de Leche en México. México.: Cámara Nacional de la Industria de Leche.
- Cheeseman H. y Slater T.F. 1993. An introduction to free radical biochemistry. *Br. Med. Bull.* 49(3):481-493.
- Church, D. C., *et., al.* 2003. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa Wiley. Segunda edición.
- Church D. C. 1993. El rumiante, fisiología digestiva y nutrición. Editorial Acribia. México.
- Claeys, E., Vossen, E., Smet, S. De. 2015. Determination of α -tocopherol by reversed-phase HPLC in feed and animal-derived foods without saponification.
- Claps S., Galina, M.A., Rubino R., Pizzillo M., Morone G., Di Napoli M.A., Caputo A.R., Pineda L.J. 2014. Effect of grazing into the omega 3 and aromatic profile of bovine cheese. *Journal of Nutritional Ecology and Food Research* 2:1-6
- De la Torre Senén, *et., al.* 2017 Antioxidantes y ácidos grasos en la leche de vaca según el tipo de alimentación. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
- Dröge, W. 2002. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol. Rev.* 82 (1): 47- 95
- ENSANUT-MC, 2016. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino Informe de resultados. México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- ENSANUT-MC, 2012. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino Informe de resultados. México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- FAO, 2011 “Codex Alimentarius, Leche y Productos Lácteos” Segunda edición. Organización Mundial De La Salud Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura Roma.
- Faye, B. y Konuspayeva, G. 2012. The sustainability challenge to the dairy sector– The growing importance of non-cattle milk production worldwide. *International Dairy Journal*, 24.

- FEDNA 2010 Ingredientes para piensos. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. 502 pp.
- Ferreiro H M y Preston T R 1976 Effect of different concentrations of urea in final molasses given as a supplement to chopped sugar cane for fattening cattle Trop Anim Prod 1:66-71
- Galina , M. A., Pineda, J., 2017. El modelo de "Latte Nobile" en México, alternativa a los sistemas intensivos de producción de leche. En: G. M. A., ed. El modelo de "Latte Nobile", otra vía de producción de leche; Pastoreo, antioxidantes una medida preventiva. Colima, México: Puertabierta Editores, pp. 33-50.
- Galina M. A. Elías, A., Vázquez, P., Pineda, J., López., B., Velázquez, M.A. 2016. Effect of the use of fermentation promoters with or without probiotics on the profile of fatty acids, amino acids and cholesterol of milk from grazing cows. "Efecto de la utilización de los promotores de la fermentación, con probióticos o sin ellos en el perfil de ácidos grasos, aminoácidos y colesterol de la leche de vacas en pastoreo". Cuban J of Agric. Sci . 50: 105-120.
- Galina, M. M. A. 2018. El modelo de "Latte Nobile" en México, 5 años de Certificación. En: El Modelo de Latte Nobile otro Método de Producción de Alimentos Funcionales Manejo Integral del Sistema Agrícola y Pecuario. Primera edición 2018. Puertabierta, Editores, S. A. de C. V
- Galina, M., Ortíz-Rubio, A., Guerrero, M. 2017. Estrés oxidativo, efectos sobre la salud y la respuesta de los antioxidantes endógenos y exógenos en diferentes enfermedades. En: El Modelo de Latte Nobile otra vía de producción de leche. Pastoreo, Antioxidantes una medida preventiva. Puerta Abierta Editores ISBN: 978-607-8286-62-1: 51-74.
- Galina, M., Pineda, J. 2017. El modelo de "Latte Nobile" en México, una alternativa a los sistemas intensivos de producción de leche. En El Modelo de Latte Nobile otra vía de producción de leche. Pastoreo, Antioxidantes una medida preventiva. Puerta Abierta Editores ISBN: 978-607-8286-62-1: 33-50.
- Galina, M., Rubino,R., Pineda, J., Ortíz-Rubio, A., Guerrero, M., Cabiddu, A., Delgadilloa, C., Guzmán, J., Beauregard, J., Galina, M, M., Días, R., Galina, C. Tiezzi, F., Cuellar, A., Gómez, J., Suárez, D., Olivé, J., Valázquez, R. 2017. El Modelo de Latte Nobile otra vía de producción de leche. Pastoreo, Antioxidantes una medida preventiva. Puerta Abierta Editores ISBN: 978-607-8286-62-1: 1-250
- Galina, M.A., Ortíz-Rubio M.A., Guerrero, C.M., Vazquez, P., Pineda, L.J. 2016. Effect of feeding management on the nutritional composition of artisan soft cheese made with ewe's milk. Journal of Nutritional Ecology and Food Research 3:36-42.
- Galina, M.A., Puga, D.C., Pineda, J., Hummel, J., Ortíz, R.M., Haenlein, G. 2017. Effect of Lactobacilli symbiotic on rumen, blood, urinary parameters and milk production of Jersey cattle during late pregnancy and early lactation ond grazing

- regarding to antioxidant activity. International Journal of Applied Science and Technology IJAST. S-11917.
- Gandhi, S. y Abramov, A.Y. 2012. Mechanism of oxidative stress in neurodegeneration. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2012: Article ID 428010. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/428010>.
- Godic A., Poljsak, B., Adamic M., Dahmane R. 2014. The role of antioxidants in skin cancer prevention and treatment, *Oxid. Med. Cell. Longev.* Article ID 860479, 6 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/860479>.
- Gutteridge, J.M. 1993. Free radicals in disease processes: a compilation of cause and consequence. *Free Radic. Res. Com.* 19(3): 141-158.
- Halim, R.A., Buxton, D R., Hattendorf, J.J. and Carlson, R.E. (1989 a). Water stress effects on alfalfa quality after adjustment for maturity differences. *Agronomy Journal* 81 : 189-194.
- Halliwell, B.; Gutteridge J.M.C. and Cross C.E. 1992. Free radicals, antioxidants and human disease: where are we now? *J. Lab. Clin. Med.* 119(6): 598- 620.
- Kempton, T. J. *et.,al.* 1977. Nitrógeno no proteico y proteínas desviadas; principios para su empleo en rumiantes. *Revista mundial de Zootecnia. Italia.* No 22.
- Ku Vera, J.; Ramírez, C.; Jiménez, G.; Alayón, J. & Ramírez, L. 2000. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. FAO.
- Leiber F, Holy EW, Forestier M, Richter EK, Akhmedov A, Camici GG, Mocharla P, Lu"schler TF, Beer JH, Tanner FC. 2011. Dietary α -linolenic acid inhibits arterial thrombus formation, tissue factor expression, and platelet activation. *Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology.* 31:1772–80.
- Leng, RA, 1990. Factores que afectan la utilización de forrajes de "mala calidad" por los rumiantes, particularmente en condiciones tropicales. *Nutr. Res. Rev.,* 3: 277-303.
- López-Alarcona. E. y De Nicola A. 2103. Evaluating the antioxidant capacity of natural products: a review on chemical and cellular-based assays. *Anal. Chim. Acta* 763:1-10.
- Mabrouka Abida, Elhem Mansoura, Leila Ben Yahiaa, Khoulood Bachara, Abdenaceur Ben Khaleda and Ali Ferchichib. 2016. Alfalfa nutritive quality as influenced by drought in South-Eastern Oasis of Tunisia. *Italian Journal Of Animal Science*, Vol. 15, No. 2, 334–342.
- Maldonado, O. S. (2012) Colesterol: Función biológico e implicaciones médicas. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas* 5 marzo 2012.
- Maulik, N., Mcfadden, D., Otan, N Thirunavukkarasu M., Parinandi N.L. 2013. Antioxidants in longevity and medicine. *Oxid. Med. Cell Longev.* 2013: Article ID 820679. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/820679>.

- Meyreles, L. Pound, B. y Preston, T.R. 1982. Uso de la leucaena o cogollo de caña como fuente de forraje en dietas de melaza-urea, suplementada con gallinaza y/o afrecho de trigo. *Prod. Anim. Trop.* 15:663.
- Moya, J. G. 2002. Variación estacional del perfil nutritivo y digestibilidad in situ de materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro del follaje de ocho especies arbustivas del noreste de México. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León 26-29 pp.
- Nelson, C.J. Moser, L.E. (1994). Plant factors affecting forage quality. In: Fahey, G.C. Jr (ed) *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*. University of Nebraska, Lincoln, USA. 115-154.
- OCLA en base datos de FIL/IDF: World Dairy Situation 2018.
- Oltjen, RR. Slyter, LL. Kozak, AS. 1968. Evaluación de urea, biuret, fosfato de urea y ácido úrico como fuentes de NPN para ganado. *The Journal of Nutrition* , Volumen 94, Número 2.
- OPS. 2019. Organización Panamericana de la Salud.
https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10433:educacion-inocuidad-alimentos-glosario-terminos-inocuidad-de-alimentos&Itemid=41278&lang=es (Última consulta 27 agosto 2019).
- Orskov, E. R. y H. J. Flint. 1989. Manipulation of rumen microbes or feed resources as methods of improving feed utilization. In: *Proc. The Biotechnology in Livestock in Developing Countries*. (Ed.A.G. Hunter). Rkitchie of Edinburgh Ltd., United Kingdom.
- Ørskov, E. R. y Macleod, N. A. 1982 *Br. J. Nutrition.*, 47, 625.
- Panfili, G., P. Manzi, L. Pizzoferrato. 1994. HPLC simultaneous determination of tocopherol, carotenes, retinol and its geometric isomers in Italian cheeses. *Analyst* 119:1161-1165.
- Pearson, T.; Popescu, B.O. y Cedazo-Imiguez, A. 2014. Oxidative stress in Alzheimer's disease: why did antioxidative therapy fail. *Oxid. Med. Cell. Longev.*
- Pérez, P., Rojo, R., Álvarez. A., García, J., Ávila López, S., Ortega, E. Gallegos, J. (2003) Necesidades investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos doble propósito en el estado de Veracruz. Fundación Produce Veracruz
- Pisoschi, A. M., Pop, A., 2015. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *European Journal of Medicinal Chemistry* (97): 55-74.
- Pizzoferrato, L., Manzi, P., Marconi, S., Fedele, V., Claps, S., Rubino, R. 2007. Degree of antioxidant protection: a parameter to trace the origin and quality of goat's milk and cheese. *J Dairy Sci.*, (10):4569-4574.
- Poljsak B.; Suput, B. y Milisav D. 2013. Achieving the balance between ROS and antioxidants: when to use the synthetic antioxidants. *Oxid. Med. Cell. Longev.*

- Preston, TR y Leng, RA 1987 Relacionando los sistemas de producción de rumiantes con los recursos disponibles en los trópicos y subtropicales. Penambul Books, Armidale, 259 p. Armidale, Australia.
- Puppel, Kamila et., al., 2017 Grados de protección antioxidante: un estudio de 2 años de las propiedades bioactivas de la leche orgánica en Polonia. Polonia.
- Róg, T. *et.,al.* 2007. What Happens if Cholesterol Is Made Smoother: Importance of Methyl Substituents in Cholesterol Ring Structure on Phosphatidylcholine–Sterol Interaction. *Biophysical Journal* Volume 92 May 2007 3346–3357.
- Rubino, R. 2015. ¿Podemos determinar en la mesa la calidad de la leche y de otros productos alimenticios? ¡Seguro! El sistema de producción es la base que establece el nivel cualitativo de los productos. En: El Modelo de *Latte Nobile* otra vía de producción de leche. Pastoreo, Antioxidantes una medida preventiva. Puerta Abierta Editores ISBN: 978-607-8286-62-1: 7-32
- Rubino, R., 2014. En: El modelo Latte Nobile. Un'altra via è possibile. Italia: ANFOSC, pp. 7-35.
- SAGARPA, 2014. Estadísticas de Producción de leche, Secretaria de Agricultura y Ganadería. Gobierno de México. : Secretaria de Agricultura y Ganadería.
- SAGARPA/ASERCA, 2018 Principales países importadores de leche de vaca. Con datos del USDA (United States Department of Agriculture)/WASDE (World Agricultural Supply and Demand Estimates).
- Sánchez, C. y M. García de H. 1994. Sustitución del heno de gramínea por bagacillo de caña enriquecido con melaza y urea o gallinaza para evaluar comportamiento productivo en cabras. *Zootecnia Trop.*, 12:225-240.
- Shimada, A. M., 2003 Nutrición Animal. Ed. Trillas México.
- SIAP-SAGARPA, 2011. Importancia de la leche de bovino en la producción nacional pecuaria. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera.
- SIAP-SAGARPA, 2017. Panorama de la leche en México. Boletín informativo. SAGARPA
- Sies, H, 1985. Oxidative Stress: From basic research to clinical applications. *Am. J. Med.* 91(3): 31-38.
- Soto-Navarro SA, Goetsch AL, Sahlu T, Puchala R and Dawson LJ 2005. Effect of ruminally degraded nitrogen source and level in a high concentrate diet on site of digestion in Boer- Spanish weather. Institute for Goat Research, Langston University, Langston.
- Trueta, R. (2003) Crónica de una muerte anunciada, Impacto del TLC en la Ganadería Bovina Mexicana. Memorias. XVII Congreso Nacional de Buiatria. Villahermosa Tabasco. México
- Van Soest, P. J.1994. Ecología nutricional del rumiante. Cornell University Press Ithaca, NY.

- Van Soest, P. J. 1982. *Ecología nutricional de los rumiantes*. C. U. P., Ithaca, NY.
- Villamar A. L., Enrique O. C. 2005 *Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México*, Coordinación General de Ganadería SAGARPA. México 2005.
- Wilson, J.R. (1982). Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In J.B. Hacker (ed) *Nutritional limits to animal production from pastures*. CAB, Farnham, U.K. p. 111-131.
- Zinn, R. Calderón, J. 1996. Influence of Dietary Forage Level and Forage Coarseness of Grind on Growth Performance and Digestive Function in Feedlot Steers. *Journal of animal science*. 74. 2310-6. 10.2527/1996.74102310.