

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL



EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN VACAS HOLSTEIN, AL
SUSTITUIR AVENA (*Avena sativa*) POR TRITICALE (*X. Triticosecale Wittmack*).

POR:

JOSÉ GILBERTO MUÑOZ MARTÍNEZ

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México.

Octubre de 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

EVALUACION DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN VACAS HOLSTEIN, AL
SUSTITUIR AVENA (*Avena sativa*) POR TRITICALE (*X. Triticosecale Wittmack*).

POR:

JOSÉ GILBERTO MUÑOZ MARTÍNEZ

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:



Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez
Asesor Principal



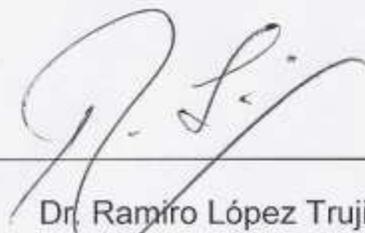
Q.F.B. Carmen Pérez Martínez

Sinodal



Ing. Fabio Morales Nuñez

Sinodal



Dr. Ramiro López Trujillo
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre, 2014

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la vida.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y a la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista por creer en mí y por darme la oportunidad de formar parte de la institución.

A la División de Ciencia Animal, en especial a cada uno de mis profesores por su enseñanza.

Al Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez por su atención, apoyo y disposición para la realización de este trabajo.

A la Q.F.B. Carmen Pérez Martínez por su gran apoyo para el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Fabio Morales Nuñez por su apoyo incondicional y su disposición para la realización y termino de este trabajo.

Al M.C Enrique Esquivel Gutiérrez por su apoyo para la realización del proyecto y por vincular mis prácticas profesionales.

A la Ing. María de Jesús Velázquez. Por su gran apoyo en el trabajo de laboratorio.

A mis compañeros que participaron en el desarrollo del proyecto de tesis, Diego Nieves, José Cupertino, Adiel Guzmán, Fabio Morales y Ezequiel Guevara.

DEDICATORIAS

A mis padres Vicente y Yolanda por ser los constructores de lo que ahora soy y he logrado; por su apoyo y amor en todo momento y por haberme regalado la vida.

A Vicente mi hermano por su apoyo incondicional a cada momento y por ser mi mejor compañero en este mundo.

A mi hermana Ana Elizabeth mi hermana mayor por ser un ejemplo a seguir para mí y por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

A Patricia Sarahí mi hermana menor por su gran apoyo moral y económico para el término de mis estudios.

A mis cuñados Everardo y Ronja que ahora son parte de la familia y me han apoyado para el término de este trabajo.

A mis amigos Adiel Guzmán, Misael Moncada, Omar Ramírez, Víctor Rodríguez a mis compañeros de Sociedad de Alumnos y a todos los amigos que han emprendido la aventura de compartir su tiempo y amistad conmigo.

RESUMEN

EVALUACION DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN VACAS HOLSTEIN, AL SUSTITUIR AVENA (*Avena sativa*) POR TRITICALE (*X. Triticosecale Wittmack*).

Se compararon dos forrajes diferentes (triticale en substitución de avena) en la alimentación de vacas lecheras Holstein, con la finalidad de evaluar la calidad de la leche y encontrar el forraje que promoviera una mejor calidad de leche. Fueron alimentados 3 grupos de vacas entre primera y cuarta lactancia, cada grupo fue de 5 vacas, a los que se le suministro una dieta completa y tres tratamientos diferentes, los tratamientos utilizados fueron (T1=0% triticale, 100% avena T2=50% triticale, 50% avena y T3=100% triticale, 0% avena). En el laboratorio se estimó la composición nutritiva de la leche (grasa, lactosa y proteína), mediante un análisis bromatológico de acuerdo a los procedimientos descritos por la A.O.A.C. (1980).

El análisis bromatológico de las raciones fue igual en el contenido de materia seca para los tres tratamientos, en el de materia orgánica y FDN no hubo diferencia ($P<0.05$) entre los tratamientos, la FDA fue mayor para el T1 y menor para el T2.

En cuanto a la calidad de la leche el contenido de proteína fue mayor para los tratamientos uno y dos, no mostrando diferencias ($P<0.05$) entre estos dos tratamientos, el contenido de grasa no tuvo diferencia ($P<0.05$) entre los tratamientos. Así mismo el contenido de lactosa en la leche no mostro diferencia ($P<0.05$) entre los tratamientos. Las vacas alimentadas con el heno de triticale utilizado no tuvieron diferencia en la calidad de la leche en cuanto al contenido de grasa y lactosa, en el contenido de proteína en leche tuvo muy poca diferencia. El contenido de proteína en leche fue menor con el tratamiento 3 que contenía 100% Triticale como forraje.

En el consumo de alimento no hubo diferencia ($P < 0.05$) entre los tratamientos. El consumo de triticale y avena fue más alto en este experimento en comparación con otros trabajos.

El heno de triticale a pesar de ser un Heno de baja calidad y de un ciclo anterior le dio competencia a un heno de avena nuevo y de alta calidad.

Esto indica que se puede substituir el forraje de avena por el de triticale en las dietas para vacas lecheras, sin afectar la calidad de la leche. Si se utilizara un heno de triticale de alta calidad se podría obtener una leche de mejor calidad en comparación con la avena.

Palabras clave: triticale, avena, vacas, calidad de la leche.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIAS	iv
RESUMEN	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Hipótesis	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Triticale	4
2.2 Historia	4
2.3 Descripción morfológica del triticale	5
2.4 Adaptación de los triticales	6
2.5 Importancia	6
2.6 Aprovechamiento	7
2.7 Avena	8
2.8 Descripción	9
2.9 Adaptación	10
2.10 Importancia	11
2.11 Usos	11
2.11.1 Uso en humanos	12
2.13 La leche	13
2.13.1 Estructura de la leche	14
2.13.2 Composición química de la leche	14
2.13.2.1 Agua	15
2.13.2.2 Sólidos Totales	15
2.13.2.3 Proteína	15
2.13.2.4 Grasa láctea	16

2.13.2.5	Lactosa	17
2.13.2.6	Minerales	17
2.13.3	Propiedades fisicoquímicas de la leche.....	18
2.13.3.2	pH	19
2.13.3.3	Crioscopía.....	19
2.13.3.4	Acidez titulable (°D).....	20
2.13.4	Calidad de leche.....	20
2.13.5	Variación en la composición de la leche durante la lactancia.....	22
2.13.5.1	Factores genéticos.....	23
2.13.5.2	Alimentación.....	23
2.13.5.3	Condición corporal.....	24
2.13.5.4	Momento y número de ordeño	25
2.13.5.5	Etapas de lactancia	26
2.13.5.6	Número de parto y edad de la vaca.....	26
2.13.5.7	Gestación	26
2.13.5.8	Estación del año.....	27
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1	Análisis Bromatológico de los tratamientos utilizados.	30
4.2	Consumo de alimento	31
4.3	Composición de la leche.....	32
4.3.1	Proteína	32
4.3.2	Grasa	33
4.3.3	Lactosa.....	35
5	CONCLUSION	36
6	LITERATURA CITADA.....	37
7	ANEXOS	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	página
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de avena (Robles, 1990)	9
Cuadro 2. Contenido nutricional de alfalfa, triticale y avena	13
Cuadro 3. Valores de contenido nutricional para triticale y avena. (Calsamigla <i>et al.</i>, 2004)	13
Cuadro 4. Tratamientos analizados	28
Cuadro 6. Consumo de alimento	31
Cuadro 7. Contenido de proteína, grasa y lactosa de vacas alimentadas con triticale y avena	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	página
Figura 1 Consumo de alimento (kg) de vacas Holstein alimentadas con tritiale y avena	32
Figura 2 Proteína de la leche	33
Figura 3 Grasa de la leche.....	34
Figura 4 Lactosa de la leche	35

1 INTRODUCCIÓN

Existe evidencia que desde el año 3100 A. C. el ganado bovino fue domesticado y la leche comenzó a tener mucha importancia en la dieta humana, por sus aportes nutricionales (Simopoulos, 2000).

La ganadería bovina productora de leche constituye hoy en día uno de los más importantes renglones pecuarios a nivel mundial. Ello es así, en la magnitud del hato y volumen producido, pero también por su grado de articulación con la agroindustria procesadora y con las esferas comerciales de distribución y abasto (Miranda, 1998).

El sector lechero mexicano se caracteriza, por una larga tradición de intervención gubernamental, mediante la fijación de precios y subsidios (Tanyeri Abur y ParrRosson, 1997). En conjunto, las políticas dirigidas al sector lechero en nuestro país, buscan crear las condiciones que permitan, no sólo su permanencia, sino la rentabilidad y posicionamiento de la producción nacional en los mercados locales, asegurando de esa forma, un sector fuerte y competitivo en las exigencias que demanda la situación globalizada de los mercados (García, 2002).

Existe normatividad que regula los requisitos mínimos de calidad, que debe cumplir la leche para poder ser comercializada (Vargas, 2006). Así mismo, dentro de la industria lechera, existe un premio económico por las concentraciones de algunos componentes como la grasa y la proteína, ya que reporta mejores rendimientos al momento de procesarla (Vargas, 2006).

Por otro lado, la globalización se ha traducido para México, en la persistencia de grandes importaciones de leche y productos lácteos, y en una disminución en los precios internos pagados al productor, comprometiendo seriamente la permanencia en el mercado de miles de ganaderos, principalmente los más pequeños (Cervantes y Soltero, 2004).

En las dos últimas décadas, la producción lechera ha sido muy castigada, esto se debe, por un lado a la excesiva importación por los grandes industriales de leche

en polvo y a los sustitutos lácteos que desplazaron el consumo de leche fluida, provocando una disminución en el precio de la leche, y por otro lado, al aumento de los costos de producción en cada temporada y al bajo precio de la leche por no cumplir con la calidad sanitaria, que exigen las industrias lácteas o centros de acopio, todo esto ha ocasionado, una baja rentabilidad de esta actividad de las regiones productoras (Vázquez, 2009).

La nutrición, es el área que más impacto tiene en los costos de producción, puesto que fácilmente supone más del 60% de los costos totales de producción y, en ocasiones, puede superar el 80% de los mismos, dependiendo del precio de las materias primas. Cuando se centra en la nutrición, hay dos segmentos en los que se puede actuar para intentar reducir costos. El primero es en el diseño de la dieta, es decir en su formulación, y el segundo en la forma que se utiliza la alimentación, en otras palabras, el manejo de la misma (Loannis, 2011).

Los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas dedican el 77, 70 y 59%, respectivamente de su superficie a actividades pecuarias. El establecimiento de praderas y cultivos forrajeros, es una opción para complementar la alimentación del ganado de los sistemas de producción extensivos e intensivos comunes en esta región. (López 1994)

En regiones del altiplano con alta frecuencia de heladas se está incrementando el uso de cereales de grano pequeño para pastoreo directo, verdeo y para ensilaje, debido a su mayor rusticidad. Los cultivos más utilizados son el triticale (X *Triticosecale* Wittmack) y la cebada (*Hordeum vulgare*). La investigación en cereales se había dirigido a la producción y calidad del grano y se desechaban muchos materiales con buenas características forrajeras, por ello, desde hace 15 años la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro desarrolla un programa de investigación tendiente a generar variedades de triticales forrajeros para pastoreo, verdeo y ensilaje y desde hace 5 años un programa de cebada forrajera. En el caso del triticale se han registrado rendimientos experimentales de la variedad AN-31 de hasta 22 t/ha de MS en 3 cortes en Torreón, Coahuila y en cebada materiales con rendimientos de 13 t/ha (Lozano *et al.* 1997).

1.1 Objetivo

Evaluar la calidad de la leche en vacas Holstein suplementadas con triticales en sustitución de avena.

1.2 Hipótesis

La calidad de la leche mejorará con heno de triticales en comparación con heno de avena.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Triticale

El triticale es un anfiploide de híbrido entre el trigo (*Triticum* sp.) y el centeno (*Secale* sp.) producido artificialmente por el hombre. (Varughese *et al.*, 1987).

2.2 Historia

El nombre triticale, surge a partir del prefijo *triticum* y el sufijo *Secale* de los géneros progenitores. (Varughese *et al.*, 1987).

En 1875 en Escocia, Wilson obtuvo la primera cruce conocida de trigo x centeno, la cual produjo una planta estéril. Rimpau en Alemania en 1888 logró el primer híbrido fértil de trigo por centeno. (Varughese *et al.*, 1987).

Aparecieron en Saratov Rusia en 1918, miles de híbridos de trigo x centeno, donde las plantas F1 produjeron semillas para híbridos autoreproducibles regularmente fértiles y fenotípicamente intermedios entre sus progenitores. En la literatura científica en Alemania en 1935 apareció el nombre de triticale, En Suecia en 1935, Muntzing descubrió el mecanismo de fertilidad espontánea en híbrido de trigo x centeno. (Varughese *et al.*, 1987).

La Universidad de Manitoba en Canadá en 1954, inicio los primeros estudios tendientes a desarrollar el triticale como cultivo comercial. Ese mismo; Shelieski, Henkins y Evans reunieron una colección mundial de triticales primarios. (Varughese *et al.*, 1987).

En el CIMMYT (1964) México, estableció un convenio formal con la Universidad de Manitoba, para ampliar sus trabajos sobre triticale. En Canadá estas instituciones establecieron un convenio por 3 años, para financiar la investigación

sobre triticales en colaboración con el Proyecto Internacional de Mejoramiento de trigo. En el año de 1966, el INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas); desde entonces conjuntamente con el CIMMYT ha trabajado, en la introducción, selección e hibridación de líneas con resultados prometedores. (Varughese *et al.*, 1987).

En México (1968) en el CAEVY-CIANO de Ciudad Obregón, Sonora aparece el material "Armadillo" con fertilidad casi completa, un gen de enanismo y tipo superior de planta; "armadillo" se convierte en progenitor de numerosos triticales. Fueron certificados en Hungría (1969), para su lanzamiento y producción comercial, dos hexaploides secundarios desarrollados por Kiss en 1965. (Varughese *et al.*, 1987).

En México (1974), el peso hectolitrito de los triticales desarrollados en el programa cooperativo INIA-CIMMYT, promedio 72 kilos; cuatro más que los que se registraron en 1970. De 600 líneas avanzadas de triticales evaluadas por rendimiento, 1SO rindieron 7,000 kg/ha; y los S triticales más sobresalientes en ensayos realizados en 47 sitios alrededor del mundo rindieron 15% más que el mejor trigo harinero incluido en los ensayos. Se liberaron 2 variedades de triticales en México (1979) para siembras comerciales: Caborca Tcl 79 y Cananea Tcl 79. (Varughese *et al.*, 1987).

2.3 Descripción morfológica del triticales

La poliploidía va acompañada siempre de modificaciones en los caracteres físicos de los sujetos (FENOTIPO) y el caso presente no es una excepción. En comparación con sus progenitores (Trigo y Centeno), el Triticales presenta un crecimiento más lento cuando menos en las primeras etapas de su desarrollo, las hojas son más grandes, los tallos a menudo más rígidos. (Quirones, 1966).

2.4 Adaptación de los triticales

La adaptación de las líneas de triticales para ciertos ambientes específicos es muy prometedora. Parece que las variedades de triticales tienen adaptación específica para tres distintos ambientes: a) en áreas donde las temperaturas se aproximan o alcanzan puntos de congelación durante el período de crecimiento temprano -tales condiciones ocurren en el sur de los EE.UU. y al sur de Europa Central durante la estación de invierno, donde las enfermedades limitan severamente los rendimientos; b) en zonas de elevación alta encontradas en Etiopía, Kenia, India, México y Colombia donde las variedades de Triticales a nivel comercial son competitivas en regiones donde se cultiva el trigo, centeno o avena; e) en suelos arenosos bajo lluvias moderadas, que también favorecen al Triticales. Se han recibido reportes de Hungría, España y México sobre el buen comportamiento del Triticales en suelos arenosos. (Zillinsky, 1973).

2.5 Importancia

Este cultivo es una buena fuente de proteína y energía, se siembra en más de tres millones de hectáreas en todo el mundo. A medida que los científicos y los agricultores descubren su versatilidad, está ganando terreno en varios países, como México, Polonia, China, Bielorrusia, Alemania y Australia. (Coss y León, 2007).

En Chihuahua los agricultores producen avena como forraje invernal, pero el cultivo a veces es dañado por la helada. En vista de su tolerancia al frío, algunas instituciones junto con el CIMMYT, ensayan el triticales como una opción para la avena. (Coss y León, 2007).

Este cultivo es una buena fuente de proteína y energía, se siembra en más de tres millones de hectáreas en todo el mundo. A medida que los científicos y los agricultores descubren su versatilidad, está ganando terreno en varios países, como México, Polonia, China, Bielorrusia, Alemania y Australia. En Chihuahua los agricultores producen avena como forraje invernal, pero el cultivo a veces es dañado

por la helada. En vista de su tolerancia al frío, algunas instituciones junto con el CIMMYT, ensayan el triticale como una opción para la avena (Varughese *et al.*, 1987).

2.6 Aprovechamiento

El valor nutritivo del grano de TRITICALE se compara favorablemente con el de otros cereales. Sus niveles de proteína en términos de lisina, tienden a estabilizarse a niveles superiores que el de los trigos harineros. Industrialmente, los nuevos triticales pueden usarse para hacer los productos comerciales que se hacen con trigos harineros. El principal uso del Triticale probablemente será como alimento concentrado para el ganado, particularmente en la industria avícola y piscícola. Como forraje puede utilizarse en pastoreo, henificación ó como ensilado de buena calidad. (Zillinsky, 1973).

La calidad nutritiva del triticale es semejante a la del trigo o superior, el mayor contenido de lisina, su mejor digestibilidad proteínica y el balance de minerales lo hacen especialmente adecuado para reemplazar o complementar a otros cereales en la alimentación humana o animal. (Varughese *et al.*, 1987).

El triticale es excelente en productos horneados y panes sin levadura, pero su atractivo actual es que da a los agricultores numerosas opciones para alimentar el ganado lechero y de carne, las ovejas, los cerdos y las aves de corral. (Oproiv 1982).

En trabajos sobre características de Panificación del tritcale con mezclas de trigo en Rumania, se determinó que la mezcla de 30% de triticale y 70% de trigo equivale o supera a la harina de trigo o triticale solo en muchos aspectos de calidad de panificación mientras que mezclas de 50 y 50% de triticale y trigo alcanzo los niveles más bajos. Para calidad de pan comparado con trigo o triticale solo. (Oproiv 1982).

2.7 Avena

La avena es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas, es una planta autógama. La mayoría de las avenas cultivadas son hexaploides, siendo la especie *Avena sativa* la más cultivada, seguida de *Avena byzantina*. (López, 1991).

Si bien en épocas tempranas la avena no tuvo la importancia del trigo o la cebada, en Asia Central se cultivaba en buena cantidad, aunque se la consideraba una mala hierba para aquellos. En búsquedas arqueológicas se encontraron pruebas del uso de la avena en Europa Central en la Edad de Bronce. También fueron encontrados granos de este cereal en excavaciones egipcias, aunque no se pudo probar que fuera cultivada. (Watson *et al.*, 1992)

Se cree que la avena tiene su origen en Europa occidental y puede que su aparición se encuentre entre las malas hierbas de la cebada y que por ello se extendió en conjunción con ésta. Los griegos comenzaron a llamarla “aveo” que significa “deseo”. La avena es un cereal conocido desde la antigüedad (FAO, 2004).

Es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas. Las especies más cultivadas son *Avena sativa* y *Avena byzantina*, en ese orden. (Whatzonet *al.*, 1992)

Es rica en proteínas de alto valor biológico, grasas y un gran número de vitaminas, y minerales. Es el cereal con mayor proporción de grasa vegetal, un 65% de grasas no saturadas y un 35% de ácido linoleico. También contiene hidratos de carbono de fácil absorción, además de sodio, potasio, calcio, fósforo, magnesio, hierro, cobre, cinc, vitaminas B1, B2, B3, B6 y E. Además contiene una buena cantidad de fibras, que no son tan importantes como nutrientes pero que contribuyen al buen funcionamiento intestinal. La avena también contiene pequeñas cantidades de gluten, por lo que no puede ser utilizada como cereal alternativo para la dieta de los celíacos. (Whatzonet *al.*, 1992)

2.8 Descripción

Es una planta de raíces reticulares, potentes y más abundantes que en el resto de los cereales. Su tallo es grueso y recto con poca resistencia al vuelco, su longitud puede variar de 50 cm a un metro y medio. Sus hojas son planas y alargadas, con un limbo estrecho y largo de color verde oscuro. Sus flores se presentan en espigas de dos o tres de ellas. Es una planta que tiene menor resistencia al frío que la cebada y el trigo. Se la siembra a principios de la primavera, para ser cosechada a fines del verano. Es exigente en agua por su alto coeficiente de transpiración, aunque el exceso puede perjudicarla. Es muy sensible a la sequía, sobre todo en el período de formación del grano. (Whatzon *et al.*, 1992)

El género fue descrito por Carlos Linneo y publicado en *Species Plantarum*. La clasificación taxonómica de la avena según Robles, (1990).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de avena (Robles, 1990).

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsida
Clase	Angiosperma
Sub-clase	Monocotiledónea
Orden	Graminales
Familia	Graminae
Tribu	Avenae
Género	<i>Avena</i>
Especie	<i>sativa</i>

2.9 Adaptación

La avena es cultivada entre los 65° de latitud norte y los 45° de latitud sur, exceptuando las regiones ecuatoriales cálidas y húmedas. Básicamente la avena es una planta de estación fría, localizándose las mayores áreas de producción en los climas templados más fríos. Es especialmente sensible a las temperaturas cálidas durante la floración y el periodo de formación del grano.(López, 1991).

La avena es poco resistente al frío, por lo que se siembra en primavera en muchas zonas, excepto en los climas cálidos y áridos.Las necesidades hídricas de la avena son las más elevadas de todos los cereales de invierno, superiores a las del trigo y la cebada (aproximadamente 1.5 veces superiores a las del trigo). Por ello se adapta mejor a los climas frescos y húmedos, de las zonas nórdicas y marítimas.

Es muy sensible a la sequía, especialmente en el período de formación del grano. (López, 1991).

La avena está más adaptada que los demás cereales a los suelos ácidos, compactos o muy sueltos, pero es menos tolerante a la salinidad del trigo (López, 1991).La avena ocupa el quinto lugar en la producción mundial de cereales, siendo el cereal de invierno más importante en los climas fríos del hemisferio norte. En cultivo de invierno su producción está restringida a zonas de inviernos suaves, o donde la nieve ejerce de cubierta protectora de las plantas durante el período de bajas temperaturas. Europa, EE.UU y la URSS cosechan el 80 % de la producción mundial de avena (López, 1991).

2.10 Importancia

La avena es sembrada a principios de la primavera, para ser cosechada a fines del verano. Es exigente en agua por su alto coeficiente de transpiración, aunque el exceso puede perjudicarla. Es poco resistente a la sequía. Debido a que el sistema reticular de la avena es más profundo, puede aprovechar mejor los nutrientes del suelo, por lo que requiere de menor cantidad de fertilizantes para su desarrollo. En general la avena es utilizada primordialmente como cereal forrajero (para la alimentación del ganado) y en menor cantidad para alimentación humana (López, 1991).

2.11 Usos

Este cereal se utiliza principalmente para la alimentación del ganado, como planta forrajera y en menor cantidad para alimentación humana, aunque no es muy utilizada por estos, a pesar de sus propiedades energizantes. La avena es muy recomendada para aquellas personas que necesitan aumentar su capacidad energética, como los estudiantes, personas abatidas o con constante sensación de sueño o estrés permanente. Esto la convierte en un alimento muy importante para comenzar el día. (Rojas, 2011).

El uso de la avena como forraje se ha extendido en el país, incrementándose la producción en la última década, un gran problema que afecta a la comercialización de la avena grano para consumo humano es la poca demanda de este cereal en el país. Ya que la dieta del mexicano no incluye el consumo regular de la avena, entre otros factores, por falta de información de su contenido alimenticio. Esto ha ocasionado que no se le haya dado mayor importancia al cultivo y desarrollo de este cereal (FAO, 2010).

2.11.1 Uso en humanos

Actúa como antioxidante, tiene un efecto laxante leve y actúa favorablemente contra el colesterol. Estimula la función digestiva y del sistema nervioso, es muy bueno para los huesos y los tejidos conjuntivos. También tiene una función expectorante mucolítica. (Rojas, 2011).

Se le reconocen también propiedades adelgazantes, gracias a su poder para aumentar la producción de orina y el contenido de fibras que aumentan la saciedad. Sus propiedades digestivas permiten que sea utilizada para combatir la pirosis, gastritis, estreñimiento y disfunciones hepáticas. (Rojas, 2011).

2.12 Valor nutritivo de triticale y avena

Salcedo (2007), trabajo con dietas diferentes como fueron ensilados maíz, sorgo x Sudán, trigo, veza-avena, triticale, trébol rojo, alfalfa, hierba de prado sembrado de raigrás inglés y trébol blanco con mínimo aporte de concentrado de diferente fuente energética. y proteica; tipo de conservante añadido al ensilado; en este trabajo reporta valores de proteína cruda (PC) para avena de 21.8 %, fibra neutro detergente (FND) de 57.1%, fibra ácido detergente (FAD) de 31.2%, proteína bruta (PB) de 13%, energía metabolizable (EM) de 13.15%, mientras que para triticale reporta valores de 24.6% para proteína (PC), fibra ácido detergente de (FAD) de 42.0, fibra neutro detergente (FND) de 64.2%, proteína bruta (PB) de 14.1, energía metabolizable (EM) de 9.34%.

Cuadro 2. Contenido nutricional de alfalfa, triticale y avena

Artículo	alfalfa	triticale	avena
	%		
Forraje			
Materia seca	43.5	37.8	28.0
Proteína cruda	22.6	17.5	14.2
Fibra detergente neutro	43.8	54.8	52.4
Fibra ácido detergente	32.9	32.1	31.1

Fuente: (Oelket *al.*, 1989).

Cuadro 3. Valores de contenido nutricional para triticale y avena. (Calsamiglaet *al.*, 2004)

INGREDIENTES	C%	PB%	EE%	FB%	FND%	FAD%
Triticale	11.29	13.05	4.8	33.8	56.45	34.8
Avena	11.29	9.8	35.61	35.61	60.26	27.4

C= cenizas, PB= proteína bruta, EE= extracto etéreo, FND= fibra neutro detergente, FAD= fibra ácido detergente.

2.13 La leche

De acuerdo a Gómez *et al.*,(2005),la definición de la leche está dado por su origen, y se refiere a un producto normal de las glándulas de los cuerdos de ganado mamarias, obtenidos haciendo una o más extracciones diarias, u ordeños, hizo higiénicamente, completa y sin interrupciones.

De acuerdo con Villegas (2004), la leche se puede definir desde diferentes puntos de vista.

Definición biológica. “Leche es el producto secretado por los mamíferos hembras para la alimentación de sus crías durante las primeras etapas de su crecimiento”.

Definición legal. “El reglamento de control sanitario de productos y servicios define a la leche como “la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas o de cualquier otra especie animal excluido el calostro”.

Definición tecnológica. “La leche es un sistema fluido muy complejo en el cual coexisten tres subsistemas bien definidos, en equilibrio dinámico, a saber: una emulsión aceite-agua o una suspensión coloidal proteica y una solución verdadera”. (Villegas, 2004).

2.13.1 Estructura de la leche

La leche es una secreción blanca con un pH entre 6.5 y 6.7, que se puede describir como un sistema polidisperso (Santos, 1987). En este sistema, la grasa se encuentra, en la leche recién ordeñada, emulsionada en forma de gotas pequeñas rodeadas de una membrana (aproximadamente de $5-10 \times 10^9$ gotas/ mL de leche, con un diámetro de entre 0.1 y 10 μm). Las proteínas se encuentran en la leche bien dispersas y formando un coloide en forma de micelas (cerca de 10^{14} micelas/ml de leche) con diámetro entre 0.02 y 0.6 μm , bien en forma de proteínas disueltas en la disolución acuosa homogénea del resto de componentes de la leche. La lactosa es el carbohidrato principal de la leche y se encuentra disuelto (Schlimme y Buchheim, 2002).

2.13.2 Composición química de la leche

Los componentes de la leche se encuentran en tres estados físicos: solución, suspensión y emulsión. Esto permite su división en 3 grupos, que son agua, sólidos no grasos y la fracción grasa. A continuación se describe cada uno de los constituyentes de la leche y se enfatiza su importancia nutricional (Villegas, 2003).

2.13.2.1 Agua

El contenido de agua puede variar de 79 a 90.5%, pero normalmente representa el 87% de la leche. Este porcentaje varía cuando se altera la cantidad de cualquiera de los otros componentes de la leche; debido a este contenido de agua, la distribución de sus componentes es bastante uniforme y permite que pequeñas cantidades de esta contengan casi todos los nutrimentos (Revilla, 1985).

2.13.2.2 Sólidos Totales

Los sólidos totales están constituidos por fracciones de grasa, proteína, lactosa y minerales, por lo que son responsables del valor nutricional y económico de la leche. El contenido de sólidos totales (ST) se asocia con la concentración de sólidos de la leche y como tal es un indicador de la riqueza de los componentes nutricionales. El contenido de ST, también se utiliza como indicador de valor para la comercialización de la leche cruda destinada a la elaboración de derivados lácteos (Shearer, 1986). La concentración de ST depende de varios factores como alimentación, estacionalidad y raza de la vaca, siendo este último el más determinante; por ejemplo las vacas de raza Jersey producen leche con 14.5% de sólidos totales, las Suizo con 13.4% y las Holstein con 11.9% (Gasque y Blanco, 1995; SAGAR, 1996).

2.13.2.3 Proteína

El 95% del nitrógeno de la leche se encuentra en forma de proteína, el resto en urea, creatina, glucosamina y amoniaco que pasan de la sangre a la leche.

La leche posee cuatro clases principales de proteínas que son la caseína, α -lacto albumina, β -lactoglobulina e inmunoglobulinas (Beathet *al.*, 1985). Así mismo se encuentran otras sustancias nitrogenadas en pequeñas cantidades, como son las enzimas; nitrógeno no proteico como creatina, urea y ácido úrico; entre otros (Ávila,

1988). La α -lactoalbumina y β - difieren de la caseína por que contienen cisteína, un aminoácido sulfurado, y el aminoácido triptófano en lugar de un fosforo (Beath et al., 1985). La fracción proteica está dominada por caseínas que ocupan aproximadamente 78% del nitrógeno total de la leche, seguida por la β -lactoglobulina y el resto por α -lactoalbúmina, sero-albúmina, las inmunoglobulinas, pseudoglobulinas y euglobulina; todas se absorben directamente de la sangre (McDonald *et al.*, 2006).

2.13.2.4Grasa láctea

La grasa láctea es una mezcla de triacilgliceroles que contiene gran variedad de ácidos grasos saturados e insaturados. El ácido graso saturado predominante es el palmítico, en tanto los insaturados están constituidos por ácido oléico, con pequeñas cantidades de linoléico y linolénico. La grasa de la leche producida por los rumiantes se caracteriza por la presencia de los ácidos de bajo peso molecular butanoico y hexanoico (McDonald *et al.*, 2006). Aproximadamente, el 50% de los ácidos grasos, son de cadena corta (C4-C14) y el resto son de cadena larga (C16-C20). Otra característica de la leche, es la elevada de ácidos grasos saturados (Ávila, 1988).

Los ácidos grasos de la grasa láctea tienen dos orígenes. El primero lo constituyen los quilomicrones y lipoproteínas de muy baja densidad de la sangre. El segundo es la síntesis a partir de acetato por la ruta de malonilCoA de citosol.

En rumiantes el acetato se obtiene del circulante en la sangre, la glucosa proporciona la fracción glicerol de las moléculas de los triacilgliceroles, por la ruta del glicerol-3-fosfato, así como el NADP+ reducido, necesarios para la síntesis de ácidos grasos en el citosol (McDonald *et al.*,2006).

El contenido de grasa en la leche también afecta su valor nutricional, sabor aroma y otras propiedades físicas (Revilla, 1985). La grasa ayuda a la absorción del calcio por el organismo; este efecto complementario de la grasa resulta especialmente importante para la nutrición y la salud humana (Beath *et al.*, 1985).

Entre los factores que causan variaciones naturales en la composición de los ácidos grasos, se pueden mencionar la alimentación, raza, estacionalidad y período de lactancia, entre otras (Lomascolo *et al.*, 1994; Papalois *et al.*, 1996; Pinto, 2001).

2.13.2.5 Lactosa

El principal carbohidrato de la leche es la lactosa, la cual se forma con la unión de una molécula de glucosa y una de galactosa en presencia de una enzima 12 dependiente de la α -lactoalbúmina y se sintetiza en la glándula mamaria de la vaca (Ávila, 1988). A diferencia de las grasas y las proteínas, la lactosa se encuentra en solución en la leche. Por esta razón, el contenido de lactosa en la leche afecta su punto de congelación, de ebullición y la presión osmótica (Beath *et al.*, 1985).

La principal función biológica de la lactosa es la regulación del contenido de agua en la leche y así la regulación del contenido osmótico y por ende la lactosa es el componente más constante de la leche, su concentración es del orden de 4,6% (Morales y María, 1999). El contenido de la lactosa incrementa durante la fase calostrala y permanece en la leche madura a un nivel constante alrededor del 4.7%; el rango natural máximo de variación en la vaca se sitúa entre el 4.5 y el 5.2%, el cual incluye las influencias de la alimentación y de los intervalos de lactación (Kaufmann y Hagemeister, 1987).

2.13.2.6 Minerales

Los elementos inorgánicos contenidos en la leche se pueden clasificar en dos grupos. El primero, incluye los elementos mayoritarios: calcio, fósforo, sodio, magnesio y cloro. El segundo grupo, corresponde a elementos traza: metales como el aluminio y el estaño; metaloides como el boro, arsénico y silicio; y alógenos flúor, bromo y yodo. Las células de la glándula mamaria no sintetizan minerales ni vitaminas; estos son suministrados por la sangre (Ávila, 1988; McDonald *et al.*, 2006).

La leche es una fuente pobre de hierro y cobre, lo cual resulta conveniente, ya que en grandes cantidades el hierro destruiría ciertas vitaminas; además, puede causar la oxidación de la leche (Ávila, 1988).

2.13.2.7 Vitaminas

Las vitaminas, al igual que los minerales, proceden de la sangre, suministradas a través de la alimentación. Las vitaminas hidrosolubles se encuentran en cantidades constantes, mientras que las liposolubles se hayan en 13 cantidades variables que dependen de factores exógenos (raza, alimentación, radiaciones solares, etc.) (Mahaut *et al.*, 2004). La leche tiene un alto contenido de vitaminas del grupo B (tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, pirodoxina, ácido pantoténico, biotina, folacina, colina, vitamina B12 e inositol), así como de vitamina A, contiene cantidades bajas de vitamina C y D, y en menor proporción de vitaminas E, K, niacina y ácido ascórbico (Beath *et al.*, 1985; Ávila, 1988; McDonald *et al.*, 2006).

2.13.3 Propiedades fisicoquímicas de la leche

2.13.3.1 Densidad

La densidad de la leche es mayor que la del agua a la misma temperatura; esto se debe a que contiene distintos sólidos disueltos y suspendidos (Villegas y Santos, 2003). La densidad de la leche no presenta un valor constante, ya que está determinada por tres factores opuestos y variables: 1) concentración de los elementos disueltos y en suspensión (sólidos no grasos); la densidad varía proporcionalmente a esta concentración; 2) proporción de materia grasa; teniendo esta una densidad inferior a 1, la densidad global de la leche varía de manera inversa al contenido graso y 3) la temperatura; si la leche se enfría su densidad incrementa y viceversa. Como consecuencia la leche descremada es más pesada que la leche

entera; La densidad de la leche puede fluctuar entre 1.028 a 1.034 g/cm³ a una temperatura de 15°C; su variación con la temperatura es 0.0002 g/cm³ por cada grado de temperatura (Alais, 2001). La determinación de la densidad da un valor mayor cuando se calienta una leche fría hasta la temperatura de medida que cuando se enfría una leche caliente hasta esa misma temperatura. Este fenómeno se llama "efecto Recknagel" y se debe a los cambios que se producen en el agua ligada a las proteínas, a la precipitación de las sales y a las variaciones en el estado de la grasa. La densidad de la leche se ve modificada fundamentalmente por dos factores: el aguado y el desnatado. El aguado disminuye la densidad mientras que el desnatado la aumenta (Santos, 1992).

2.13.3.2 pH

El pH (potencial de hidrógeno) constituye un indicador de la acidez real de la leche y de otros alimentos. La leche normal posee un pH de 6.6 a 6.8. En la leche fresca no hay ácido láctico, pero este ácido se produce cuando las bacterias contaminantes fermentan la lactosa de la leche. Valores más altos de 6.8, usualmente denotan mastitis, y por debajo de 6.5 indican la presencia de calostro o fermentación ácido-láctica (Santos, 1992; 2001; Gasque y Blanco, 1995).

2.13.3.3 Crioscopía

La leche se congela por debajo de 0 °C, ya que las sustancias disueltas abaten el punto crioscópico de los disolventes puros. El punto de congelación de la leche varía muy poco, entre -0.513 y -0.565 °C, para la leche de vaca; este valor es el mismo que el del suero sanguíneo. El agua evidentemente eleva, el punto de congelación hacia 0 °C; un valor inferior a -0.53 °C, en valor absoluto, permite sospechar una adición agua (Alais, 2001).

2.13.3.4 Acidez titulable (°D)

La leche cruda dulce y fresca, es un alimento de baja acidez. Esta puede ser medida en escala de pH o como acidez titulable, con una solución de hidróxido de sodio décimo normal (0.1 N) (Villegas y Santos, 2003).

Según Villegas y Santos (2003) cuando la leche está dulce presenta un pH entre 6.6 - 6.7, generalmente; o una acidez titulable total de unos 15-17 grados Dornic (°D). Un grado Dornic (1 °D) se define como 0.01 % en peso de ácido láctico en la leche (1 °D = 0.01% de ácido láctico), aunque no se encuentre éste.

La acidez titulable de la leche se clasifica en tres tipos:

Acidez natural (AN), principalmente producto de las proteínas.

Acidez desarrollada (AD), producida por el ácido láctico generado por las bacterias acidolácticas al fermentar la lactosa.

Acidez total (AT), es la suma de las anteriores, esto es:

$$AT = AN + AD$$

2.13.4 Calidad de leche

La calidad de la leche puede definirse como: la suma de las características que la definen (nutritivas, composicionales, higiénicas, microbiológicas, sensoriales y tecnológicas) y que concurren a proporcionar una mayor o menor satisfacción al utilizador, ya sea consumidor intermedio o final (Villegas, 2003).

La calidad de la leche de consumo depende en primer lugar de la carga microbiana de la leche original, que puede reducirse mejorando la higiene en la producción y mediante tratamientos físicos como la microfiltración y, en segundo término, del control de los tratamientos tecnológicos cuyo objetivo es destruir la flora microbiana (pasteurización, esterilización), o inhibirla por reducción de la actividad de agua (aw), como el caso de la leche concentrada o en polvo (Mahaut *et al.*, 2004).

A la leche cruda (llamada “bronca” en México), se le puede hacer numerosas pruebas de calidad; sin embargo, algunas son más frecuentes porque se consideran básicas, entre ellas se encuentran: la densidad, porcentaje de grasa, acidez, estabilidad al alcohol, estabilidad al calor, reductasa (con azul de metileno y rezasurina), neutralizantes y conservadores, presencia de inhibidores, y sólidos totales, (por densimetría y refractometría) (Villegas y Santos, 2003).

Cada una de estas “cualidades” puede relevarse por medición de variables (ó parámetros), concretos.

- 1) Calidad composicional: porcentaje de sólidos totales, porcentaje de grasa, porcentaje de proteína, porcentaje de lactosa etcétera.
- 2) Calidad fisicoquímica: pH, acidez titulable total, punto crioscópico, viscosidad, estabilidad al alcohol, etcétera.
- 3) Calidad sanitaria: carga mesofílica total, cuenta de coliformes, carga de células somáticas, presencia de inhibidores, etcétera.
- 4) Calidad sensorial: color, sabor, olor.
- 5) Calidad tecnológica: fermentabilidad, “Cuajabilidad”, estabilidad el calor, etcétera (Villegas, 2003).

Morales (1999), menciona que la composición promedio de la leche, para los principales componentes lácteos es: 3,6% materia grasa, 3,2% proteína y 4,7% lactosa. Sin embargo a nivel nacional la escasa información disponible apunta a una composición algo más pobre: $3,11 \pm 0,51$ % de materia grasa, $3,04 \pm 0,25$ % de proteína (Información de 11.000 muestras de la zona central del país).

Hazard,(1993), reporta la calidad de la leche en vacas Holstein.Las cuales fueron confinadas en corrales individuales y alimentadas a voluntad con tres ensilajes diferentes triticales, avena y alfalfa donde se obtuvo grasa bruta en leche con un valor medio del 3.70 % y proteína en un 3.20%. Mientras que Salcedo (2007) reporta la calidad de la leche en vacas Holstein utilizando dietas que contienen ensilado de alfalfa, avena y triticales donde reporta el contenido de grasa en leche con un valor promedio del 4.6, proteína bruta 3.1% y lactosa en un 4.7%.

Gallardo 2014 reporta la calidad de la leche en ganado Holstein las primeras 14 semanas de lactancia alimentadas con heno de avena y heno de alfalfa donde se obtuvo grasa con 3.82%, proteína con un 3.2% y lactosa con un 4.95%.

Oelket *al.*, (1989), reporta los efectos en la composición de la leche de ganado Holstein al utilizar avena, triticale y alfalfa en las dietas de los animales donde para grasa menciona un 3.75% y proteína 3.4%.

2.13.5 Variación en la composición de la leche durante la lactancia

Al mismo tiempo que varía la producción de la leche durante la lactancia, se producen cambios en la composición de la misma. Existe una variación inversa entre el rendimiento lechero y los porcentajes de proteínas y grasa de la leche. Las concentraciones en leche de estos dos principales componentes son máximas durante los primeros días de lactación, mínima durante el segundo y tercer mes, incrementando después gradualmente hasta el final de la lactación. A excepción de la primera semana de lactación y del último mes, la proporción de caseína en la proteína total de la leche suelen mantenerse constante en toda la lactación, con valores alrededor de 80% (Buxadé, 1996).

La cantidad de leche producida y su composición, presenta variaciones importantes en función de diversos factores, los cuales se agrupan en genéticos y ambientales. Dentro de los factores genéticos el más importante es el efecto de la raza de la vaca, debido a que afecta tanto la composición como la producción de la leche. (Veisseyre, 1988). Dentro de los factores ambientales se tienen: edad, condición corporal, momento del ordeño, número de ordeños, etapa de lactancia, número de parto, estación de parto, elementos del clima como la temperatura y la precipitación y el más importante, la alimentación. Esto fundamentalmente porque al disminuir la cantidad y calidad del alimento suministrado a la vaca, se disminuye la cantidad de leche producida. Una alteración en el contenido de proteína de la dieta

no afectará considerablemente la cantidad de este nutriente en la leche, excepto si el cambio en la dieta se efectúa bruscamente (Ávila, 1988; Santos y Villegas, 2005).

2.13.5.1 Factores genéticos

Las vacas de una misma raza no proporcionan la misma producción, ni la misma composición de la leche, aun siendo idénticas todas las condiciones de la explotación (Veisseyre, 1988).

Morales y María (1999), mencionan que la grasa es el componente lácteo más variable entre y dentro de razas y la lactosa el menos variable o más estable. La raza que produce leche con el mayor tenor de grasa es la Jersey; también existen diferencias raciales en cuanto a la proporción de proteína total y tipo de proteína producida en la leche. Es así como las razas Jersey y Guernsey presentan los mayores porcentajes de proteína total, caseína y suero.

2.13.5.2 Alimentación

La alimentación es el factor más importante que determina la composición de la leche. Esto es primordial porque al reducir la cantidad y calidad de alimento suministrado a la vaca, se disminuye la cantidad de leche producida. Para un óptimo funcionamiento del rumen, y una buena producción de leche y grasa en ésta, es indispensable mantener de 15-17% de fibra cruda en la ración (McDonald et al., 2006). Si el forraje proporcionado está finamente picado (menor a 3 cm), el contenido de grasa tiende a bajar; esta disminución en el contenido de grasa también puede atribuirse a dietas que contengan altas cantidades de maíz o que están elaboradas con almidones procesados con calor y granos expandidos (Buxadé, 1996). Lo anterior se debe a que en estas circunstancias el pH ruminal desciende por debajo de 6, favoreciendo la producción de ácido propiónico en disminución de la de ácido

acético. El detrimento de ácido acético en el rumen, reduce la disponibilidad de los esqueletos de carbono que se requieren para la síntesis de grasa (Ávila, 1988).

Un nivel energético deficiente en la alimentación incrementa el porcentaje de grasa, mientras que disminuye la producción de leche y los porcentajes de proteína y lactosa. La sobrealimentación aumenta la producción de leche, las proteínas y los sólidos no grasos (SNG), mientras que la grasa y la lactosa pueden variar de forma no regular. El contenido de carbohidratos no fibrosos y la fracción de fibra, afectan el contenido de grasa, al modificar el tipo de ácidos grasos volátiles (Buxadé, 1996).

Hazard(1993), comparo ensilaje de alfalfa, avena y triticale en vacas lecheras en un periodo otoño-invierno donde reporta un consumo total de materia seca para avena de 16.25 kg/día y para triticale 14%.

Salcedo (2007) comparo ensilado de alfalfa, avena y triticale en dietas diferentes donde reporta un consumo promedio de materia seca MS ensilado kg /día) de 12.5 para avena, para triticale 9.9 kg/día, y alfalfa con 14.5 kg/día. Mientras que Mojica *et al.* , (2009) Evaluó la oferta de pasto kikuyo y ensilaje de avena sobre la producción y calidad composicional de la leche; utilizando 18 vacas Holstein entre 2 y 4 partos en primer y segundo tercio de lactancia reporta un consumo promedio en MS de 18.9 kg/día para avena.

2.13.5.3 Condición corporal

La condición corporal (CC) se puede definir como el grado de delgadez o cebamiento, se valora mediante una puntuación numérica comparando al animal vivo con una serie de descripciones y de imágenes que describen la cubierta de grasa en determinadas regiones clave, tales como el maslo de la cola, sobre la apófisis espinosas lumbares y sobre las costillas; pero hay varios sistemas, algunos usan puntuación desde 1 (muy delgadas) hasta 8 (obesas) y otras que van de 1 (muy

delgadas) a 5 (obesa) (Madrid, 1995; McDonald *et al.*,1979; Chamberlain y Wilkinson, 2002).

2.13.5.4 Momento y número de ordeño

Buxadé (1996), reportó que el ordeño puede modificar la composición y la producción de la leche en un momento determinado, pero difícilmente la cantidad total de cada componente producida a lo largo del día. Durante un ordeño la composición de la leche varía, siendo al comienzo más rica en proteína, sales y lactosa, pero más pobre en grasa.

La leche que se obtiene al inicio del ordeño, presenta un contenido bajo en grasa, mismo que incrementa a medida que el ordeño progresa; la cantidad de grasa en la leche al finalizar el ordeño de será 4 a 8 veces mayor que al inicio de éste, y la leche residual alcanzará a tener hasta un 10% de grasa (Ávila, 1988). Cuando se ordeña dos veces al día, la leche de la mañana, es por lo general más abundante, aunque más pobre en grasa que la de la tarde. En caso de tres ordeños, el segundo es el que da la leche más rica en grasa; lo más importante es tomar en cuenta el periodo de reposo, la leche es tanto más rica en grasa cuando este periodo es más corto (Veisseyre, 1988).

En ordeños mantenidos igualmente, la ordeña de la tarde es ligeramente mayor en grasa que la de la mañana, y es debido a que en el día la vaca camina; se ha demostrado que si se ejercitan aumentan ligeramente el contenido de grasa en la leche (McDonald *et al.*, 2006).

Cada uno de los cuartos de la ubre produce una leche diferente. Cuando el ordeño ha sido incompleto o no se verifica, se produce el fenómeno de retención láctea, caracterizado por una disminución en la producción cuando se continúan los ordeños normales y, sobre todo, por modificaciones apreciables de la composición de la leche: aumento de los cloruros (sabor salado) y disminución de la lactosa, de

grasa y de cenizas. El extracto seco no graso puede disminuir hasta por debajo de 90 gramos por litro. La acidez, se mantiene baja, no supera los 10 °D (Veisseyre, 1988).

2.13.5.5 Etapa de lactancia

Durante los tres o cuatro días después del parto, la ubre segrega un líquido viscoso, amarillento y amargo, el calostro, que pierde sus caracteres específicos para ser remplazado gradualmente por la leche aproximadamente una semana posterior al parto. Después del periodo calostrado, la secreción de leche aumenta durante alrededor de un mes; después se mantiene constante durante los dos meses siguientes, para disminuir progresivamente más tarde hasta el final del periodo de lactancia, que dura unos diez meses. De modo paralelo se observa un aumento del extracto seco de la leche, motivado, sobre todo, por un aumento de las grasas y de las materias nitrogenadas (Veisseyre, 1988).

2.13.5.6 Número de parto y edad de la vaca

La cantidad de leche producida incrementa generalmente del primer parto al quinto o sexto; después disminuye sensiblemente y rápidamente a partir del séptimo. La modificación en la composición de la leche no es muy significativa. (Veisseyre, 1988). Según McDonald *et al.*, (2006), al incrementar la edad de la vaca, disminuye ligeramente los contenidos de grasa, sólidos no grasos (SNG), proteína bruta y lactosa de la leche

2.13.5.7 Gestación

Según (Vassallo,1981), menciona que la gestación puede afectar de forma indirecta la composición de la leche, debido a que acelera el fin de la lactación e incrementa la cantidad de sólidos no grasos a partir del cuarto mes de gestación. La energía usada para la producción de leche se utiliza para promover el crecimiento celular del feto, pues a medida que avanza la etapa de gestación, se da un

incremento de estrógenos y progesterona, siendo esta última la que inhibe la formación de una proteína de la enzima lactosintetasa (lactoalbumina), por lo tanto inhibe la síntesis de lactosa (Vassallo, 1981).

2.13.5.8 Estación del año

Según (Valtorta, 2003), el estrés térmico afecta los contenidos de grasa, proteínas, lactosa, calcio y potasio. La estación o época del año ha sido señalada como uno de los factores determinantes de las variaciones en la concentración de sólidos en leche. Por tanto, el ganado baja su producción drásticamente durante la época de secas y mejora considerablemente en la época de lluvias.

La estacionalidad afecta la composición de la leche, principalmente en el contenido de grasa y proteína, los cuales incrementan en periodos del año de días cortos (otoño e invierno). Con lo que respecta al clima, es importante señalar que las temperaturas altas o bajas disminuyen la cantidad de leche y alteran su composición. El rango de temperatura óptima para una buena producción y composición, va de 10 °C a 24 °C, dependiendo de la raza de la vaca. El contenido de grasa disminuye inversamente proporcional a la temperatura, entre 5 y 27 °C e incrementa fuera de este rango, al mismo tiempo que desciende la producción (Buxadé, 1996).

Si la temperatura durante la noche no disminuye a niveles que permiten la pérdida de calor del animal y, por tanto, la recuperación de un balance térmico adecuado, se reproducirán situaciones de altos niveles de estrés que determinaran variaciones en la respuesta productiva, tanto en lo que se refiere al rendimiento como a la calidad de la leche obtenida (Valtorta, 2003).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro campus Saltillo, localizadas en las coordenadas 25°22" latitud Norte y 101°00" longitud Oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1742 metros, el clima de la región se clasifica como BWhw (x')(e); de muy seco a semicálido con invierno fresco, extremo, con lluvias en verano y una precipitación media anual de 298.5 mm., siendo los meses de junio a octubre los más lluviosos con una temperatura media anual de 19.8 °C (García, 1983).

Se utilizó un total de 15 vacas lecheras del establo de la UAAAN, los cuales se dividieron en cinco animales por tratamiento. Las vacas se alojaron en un corral que cuenta con comederos individuales y un patio en el cuál se encuentra el bebedero, se inició la alimentación en un periodo mínimo de 8 días previo al inicio de la alimentación a evaluar.

Cuadro 4. Tratamientos analizados

Tratamiento uno ($T_1 = 100\%$ avena, 0% triticale)
Tratamiento dos ($T_2 = 50\%$ avena, 50% triticale)
Tratamiento tres ($T_3 = 0\%$ avena, 100% triticale)

La recolección de la leche se realizó cada 15 días durante 4 meses en los ordeños de la mañana y tarde, se mezcló la leche del ordeño en la mañana con la leche de la tarde de cada una de las vacas en frascos de 400ml, al final de la recolección las 8 muestras obtenidas de cada vaca se mezclaron para obtener una sola muestra final. La calidad de la leche y la composición nutritiva de los

tratamientos se estimó mediante un análisis bromatológico de acuerdo a los procedimientos descritos por la A.O.A.C. (1980).

El diseño que se utilizó fue bloques completamente al azar DCA en R (R-Project., 2007), con tres tratamientos (T1=0% Triticale, 100% avena; T2=50% Triticale, 50% Avena y T3=100% Triticale, 0% Avena.) con cuatro repeticiones. Se colectaron muestras de cada tratamiento.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis Bromatológico de los tratamientos utilizados.

En el cuadro 5, se presentan los resultados del análisis bromatológico del alimento utilizado en la dieta de las vacas en tratamiento cuyos promedios fueron para MS de 95.54 %, donde el T1 fue ligeramente mayor que el T3 pero ligeramente menor que el T2 ya que fueron balanceados para ese contenido de ms. En cuanto al contenido de MO se tuvo un promedio de 92.44% en los tratamientos donde el T1 es ligeramente mayor que el T3 pero ligeramente menor que el T2, este contenido se debe a la calidad de los forrajes. En cuanto al contenido de PC se obtuvo un promedio de 11.26% donde el T3 es ligeramente mayor que el T1 pero ligeramente menor que el T2, estos resultados en cuanto a PC son menores a lo reportado por Oelket *al.*, (1989) ya que él reporta un 17.5 % para el forraje de triticale, esta diferencia tal vez se deba a que el forraje utilizado en este estudio era de un ciclo anterior y de baja calidad, en cuanto a lo que reporta en contenido de FDA se puede decir que no hay diferencia ya que él reporta un 32.1% contra 30.96 % que se encontró en este estudio. Así mismo también son menores a lo reportado por Salcedo (2007), quien reporta un valor de PC de 24.6 %, para el forraje de triticale y para el forraje de avena 21.8 % de PC; en FDN los resultados de este estudio son mayores a lo reportado por Salcedo (2007) con FDN de 64.2, en FAD los resultados en este estudio son menores a los reportados por el con FAD de 42.0 % para el heno de triticale, para el heno de avena FDN y FDA los resultados obtenidos en este estudio son mayores a los reportados por Salcedo (2007) con FDN de 57.1 y FDA de 31.2 % respectivamente. Por otro lado los resultados obtenidos en este estudio también son menores a los reportados por Calsamiglia *et al.*, (2004), ellos reportan valores para el heno de triticale y avena cuyos valores son 13.05 y 9.8 de PC, la razón entre la diferencia de la calidad de los forrajes se debe a la etapa fenológica de corte y al periodo que tenga el forraje cortado; entre más viejo un forraje disminuye más su valor nutritivo.

Cuadro 5. Análisis Bromatológico de los tratamientos

Tratamiento	MS	MO	PC	EE	C	FC	FDN	FDA
%								
T1	94.26	92.45	11.26	1.88	7.55	33.17	64.63	36.26
T2	94.29	93.33	11.48	2.72	6.67	25.48	62.89	29.34
T3	94.08	91.35	11.34	2.49	8.65	24.04	63.33	30.96

4.2 Consumo de alimento

En el cuadro 6 se presentan las medias de los resultados en el consumo de alimento los cuales fueron 23.07 kg para el tratamiento uno, 22.50 kg para el tratamiento dos y 24.09 kg para el tratamiento tres. No se encontraron diferencias entre estos ($P < 0.05$). Los resultados obtenidos son mayores a los obtenidos por Hazard (1993), quien reporta un consumo total de materia seca para avena de 16.25 kg/día y para triticale 14 kg/día. Por otro lado Salcedo (2007), reporta un consumo promedio de materia seca MS ensilado kg /día de 12.5 para avena, para triticale 9.9 kg/día. Mientras que Mojica *et al.*, (2009), reportan un consumo promedio en MS de 18.9 kg/día para avena. La diferencia en el consumo se debe a las diferentes combinaciones de forraje ofrecido a los animales.

Cuadro 5. Consumo de alimento

Tratamientos	Medias kg/día
T1	23.07 ^a
T2	22.50 ^a
T3	24.09 ^a

^a medias con las mismas letras no presentan diferencia significativa ($P < 0.05$)

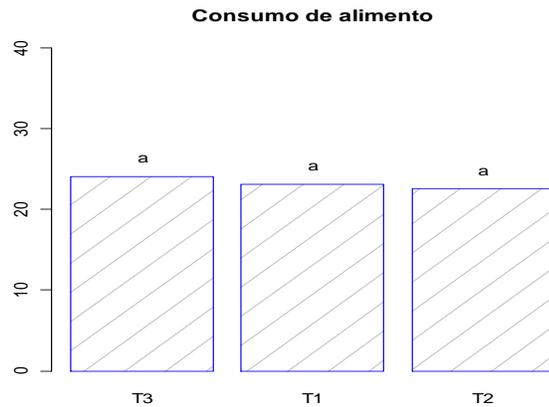


Figura 1 Consumo de alimento (kg) de vacas Holstein alimentadas con trititale y avena

4.3 Composición de la leche

4.3.1 Proteína

En el cuadro 7, se presentan las medias de los resultados sobre la proteína de la leche los cuales fueron 4.4 % en los tratamientos uno y dos y de 3.8 % en el tratamiento 3. En la figura 2 se observa que el tratamiento tres fue diferente ($P > 0.05$) a los tratamientos uno y dos. Los resultados obtenidos en los T1 y T2 son mayores a los reportados por Gallardo *et al.*, (2014) quien menciona que la proteína de la leche fue de un 2.9 a 3.0 %, del mismo modo que los resultados reportados por Correa *et al.*, (2002), que menciona un 3.19 % de proteína, al igual que los resultados repostados por Hernández y Ponce, (2005) con un valor de 3.42 % de proteína en la leche. Hazard, (1993), menciona un contenido de 3.25% de proteína en leche, estos valores también son menores a los obtenidos en este experimento.

Cuadro 6. Contenido de proteína, grasa y lactosa de vacas alimentadas con triticale y avena.

Tratamiento	Proteína	Grasa	Lactosa
T1	4.4 ^a	2.9 ^a	4.8 ^a
T2	4.4 ^a	2.8 ^a	4.8 ^a
T3	3.8 ^b	2.7 ^a	4.9 ^a

^{ab} medias con las mismas letras no presentan diferencia significativa ($P < 0.05$)

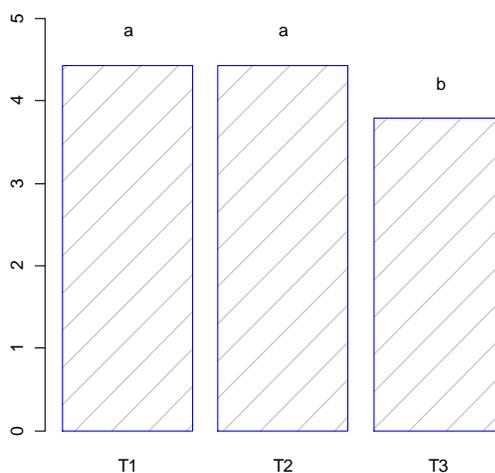


Figura 2 Proteína de la leche

4.3.2 Grasa

En cuanto a los resultados en la grasa las medias fueron de 2.9 % para el tratamiento uno, 2.8 % para el tratamiento dos y 2.7 % para el tratamiento tres, como se observa en el cuadro 7. Así mismo en la figura 3 se observa que no hay diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos. Estos resultados son menores a los encontrados por Hazard, (1993), quien reporta 3.7 % de grasa en la leche de vacas alimentadas con alfalfa, triticale y avena. Así mismo son menores a los reportados por

Gallardo *et al.*, (2014) con un valor de 3.5 %. Mientras que Correa *et al.*, (2002) también reportan un mayor contenido de grasa en la leche de un 3.30 % y Salcedo (2007) también reporta mayor contenido de grasa en la leche de un 4.6 %, los cuales son mayores a lo encontrado en el presente trabajo, esto se debe a la diferencia que hay entre los forrajes utilizados en el área tropical donde fueron realizados dichos experimentos. Por otra parte Okelet *et al.*, (1989), reporta la composición de la leche con un contenido en grasa de 3.75% el cual es mayor a los resultados obtenidos en el presente trabajo.

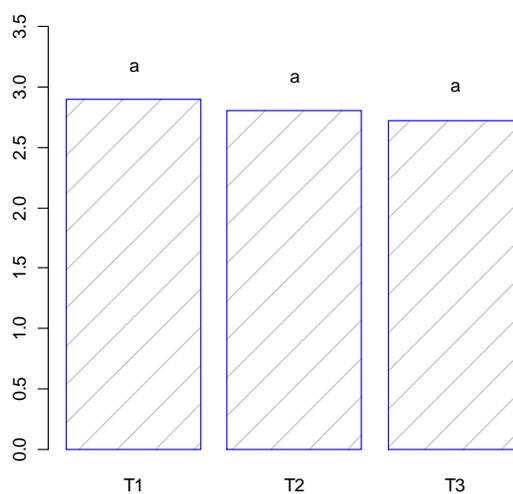


Figura 3 Grasa de la leche

4.3.3 Lactosa

En el cuadro 7 se presentan las medias de los resultados de la lactosa de la leche los cuales fueron de 4.8 % para los tratamientos uno y dos y de 4.9 % para el tratamiento tres. Así mismo en la figura 4, se observa que no hay diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos. Los cuales tampoco tienen diferencia con los resultados reportados por Hernández y Ponce (2005), que mencionaron que la lactosa en la leche fue de un 4.62 %. Gallardo *et al.*, (2014), también reportan para lactosa en leche un 4.9%. Salcedo (2007) reporta 4.7% para lactosa en leche el cual es menor que los resultados obtenidos en este experimento.

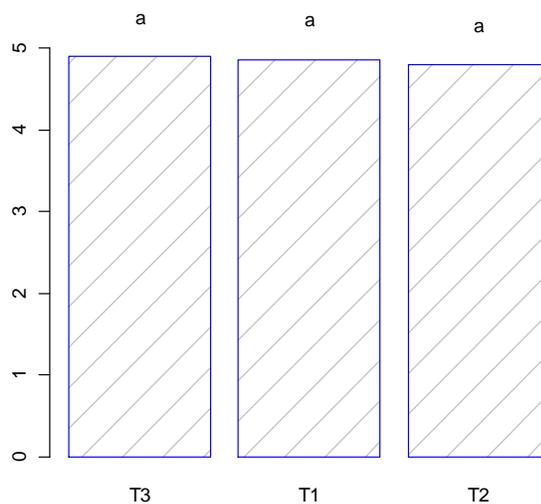


Figura 4 Lactosa de la leche

5 CONCLUSION

El heno de triticales utilizado era de un ciclo anterior y de más baja calidad que el heno de avena sin embargo, no se encontraron diferencias en composición de leche, aunque el contenido de proteína en leche fue menor con el tratamiento que contenía 100% Tríticale como forraje. Tampoco hubo diferencias en el consumo de alimento. La calidad nutritiva de los forrajes tampoco fue diferente en los contenidos de MS, MO, PC, EE, C, FDN y FDA

Esto indica que se puede sustituir el forraje de avena por el de triticales en las dietas para vacas lecheras, sin afectar la calidad de la leche. Si se utilizara un heno de triticales de alta calidad, se podría obtener una leche de mejor calidad que utilizando heno de avena.

6 LITERATURA CITADA

- Alais, C. 2001. Ciencia de la Leche. Principios de Técnica Lechera. Ed. CECOSA. México, D.F. pp: 178-220.
- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis. 13 thEdn. Association of agricultural chemists.Washington.DC
- Ávila, T. S. 1988. Producción intensiva de ganado lechero. Editorial Continental. México, D.F. pp: 130-134
- Beath, D.L.; F.A. Tucker, y R.D. Appleman, 1985. Ganado Lechero: Principios, Prácticas, Problemas y Beneficios. Nueva Editorial Interamericana. México, D.F. pp: 309-362
- Buxadé, C. C., 1996. Producción vacuna de leche y carne. Tomo VII. Ediciones Mundi-Prensa. Zaragoza, España. p. 342.
- Calsamigla S. A. Ferret y A. Bach. 2004. Forrajes y subproductos fibrosos húmedos. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid 70 pp.
- Coss, M y León W. 2007. Triticale, opción agrícola y ganadera. Revista técnico ambiental. Consultado en: http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=47&id_art=4853 En febrero, 17, 2014.
- Correa A., L. Avendaño, A. Rubio, D. Armstrong, J. Smith y S. DeNise. 2002. Efecto de un Sistema de enfriamiento en la productividad de vacas lecheras bajo estrés calórico. Agrocienza 36:531-539.
- Chamberlain A. T. y Wilkinson J. M. Feeding the Dairy Cow. Chalcombe Publications. Lincoln, United Kingdom. pp: 9-18

- Chamberlain, A. T. y Wilkinson J. M. 2002. Alimentación de la vaca lechera. Editorial Acriba. Zaragoza, España. p. 318.
- Cervantes E. F. y Soltero B. E., 2004. Escala, calidad de leche, y costos de enfriamiento y administración en termos lecheros de Los Altos de Jalisco. Revista Técnica Pecuaria en México 42 (2): 207-218.
- FAO. 2004. FodderOats; Aworldreview. Agriculture Department.Plant Production and Protection, Series No. 33.Consultado en: www.fao.org/docrep/008/y5765e/y5765e00.htm. En febrero, 20, 2014.
- FAOSTAT. © FAO Dirección de Estadística 2009. www.faostat.fao.org . Fecha de consulta: 11 octubre 2009.
- Gallardo, M., Maciel, M., Cuatín, A., Quaino, O., Vottero, D., Faggiano, F., &Tellaeché, S. 2014. Evaluación de dos sistemas de alimentación para vacas en transición a la lactancia Efectos sobre la producción y composición química de leche. *agrositio.com*. Obtenido de http://www.agrositio.com/vertext/vertext.asp?id=17934&se=6#comentarios_lectores
- Gasque, G.R. y Blanco M. A., 1995. Zootecnia en bovinos productores de leche. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. Departamento de Producción Animal: Libro electrónico. pp: 30-39
- García B. C. M., 2002. Políticas lecheras nacionales y regionales en México. Memorias del seminario internacional “Nuevas tendencias en el análisis

- socioeconómico de la lechería en el contexto de la globalización”. UAEM, CUESTAM, UAM-X. pp. 55-75.
- García, E. 1983. Modificación al sistema de clasificación de Koopen. Segunda edición. Instituto de Geografía UNAM. México, D.F.
- Gómez, D. A. A., & Mejía, O. B. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1).
- Hazard, T. 1993. Ensilaje grano pequeño para lechería. Ganadería y praderas. Tierra adentro. Pp 32-33
- Hernández, R. y P. Ponce. 2005. Efecto de tres tipos de dietas sobre la aparición de trastornos metabólicos y su relación con alteraciones en la composición de la leche en vacas holsteinfriesian. *Zootecnia tropical*, Vol 23, No. 3. Pp 295-310
- Kaufmann, W. y Hagemester, H., 1987. Composition of milk. In: Dairy Cattle Production. World Animal Science, Vol. C3. Elsevier Science Publishers, Amsterdam 1987, 107-171
- Lomascolo, A.; E. Dubreucq; V. Terrier, y P. Galzy. 1994. Observations concerning the composition of fatty acids in dairy products. *Michwissenschaft*. 49 (10): 559-561
- LoannisMavromichalis, 2011. Formas sencillas para reducir costos en ganado porcino. Consultado en: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia.asp?ref=5675&cadena=triticale&como=1> el día 12 de noviembre del 2011
- Lozano, R. A.J., V.M. Zamora, V., H. Díaz, S. y W. Pfeiffer. 1997. Triticales forrajeros para el Norte de México. Primer Foro de Investigación. Unidad Norte de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

- López, D.U. 1994. Análisis y perspectivas del mejoramiento genético de los forrajes. XI Congreso Latinoamericano de Genética y XV Congreso de Fitogenética. Monterrey, N.L. 25-30 de Septiembre McDonald, P., Edwards, R. A. y Greenhalgh, J. F. H. 1979. Nutrición Animal. Segunda edición. Zaragoza, España. pp: 17-84.
- McDonald, P., Edwards, R. A. y Greenhalgh, J. F. H. 1979. Nutrición Animal. Segunda edición. Zaragoza, España. pp: 17-84.
- McDonald, P., Edwards, R. A. y Greenhalgh, J. F. H. 2006. Nutrición Animal 6a edición. Zaragoza España. pp: 350-358
- Mahaut, M., R. Jeantet, P. Schuck y G. Brulé. 2004. Productos lácteos industriales. Primera Edición. Zaragoza, España. pp: 9-11 industriales. Primera Edición. Zaragoza, España. Pp:9- 11
- Miranda, B.E.I. 1998. Tesis Profesional. Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de una planta pasteurizadora de leche ubicada en el poblado de San Martín, Netzahualcóyotl, municipio de Texcoco. Dpto. de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.
- Mojica, E.; E. Castro; M. León; A. Cárdenas; L. Pabón, y E. Carulla. 2009. Efecto de la oferta de pasto kikuyo y ensilaje de avena sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 10(1). Pp 81-90
- Morales, S.1999. Factores que afectan la composición de la leche. Revista Tecno Vet. Vol. 5. P.1.

- Oproiv, E.; Ettu, G.; Saulescu, N; Cernescu, L. 1982. Caracteristicale de panificate ale unor soiuri de triticale. Probleme de Genetica Teoretica si aplicata 14 (6) 419-430. Calarasi, Rumania.
- Oelke, E. A., E. S. Oplinger and M. A. Brinkman. 1989. Triticale. Consultado en: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/triticale.html> el día 28 de noviembre del 2013.
- Pinto, M.; Shanshiri; E. Carrasco; K. Shun; C. Brito y L. Molina. 2001. Variaciones estacionales de los triacilglicéridos en la grasa de la leche de bovinos. Instituto de Ciencias y Tecnología de los Alimentos. Agro sur. pp: 13-23, 43.
- Papalois, M.; F. Leach; S. Dungey; Y. Yep y C. Versteeg. 1996. Australian milkfat survey-physical properties. The Australian Journal of Dairy Technology. 51(10):114-116.
- Quirones M., A 1966. Mejoramiento genético del anfiploid triticale. Folleto de investigación No.6 CIMMYT Mexico.
- Revilla, A. 1985. Tecnología de la leche. Procesamiento, manufactura y análisis. Segunda Edición. Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA. San José, Costa Rica. pp: 399-401.
- Robles, S. R. 1990. Producción de Granos y Forrajes. Quinta Edición. Editorial Limusa. México, D. F. pp. 258, 259, 261.
- Rojas, C., A. Catrileo, y A. Letelier, 1991. Niveles de triticale en raciones para engorda de novillos Hereford. Agricultura técnica (Chile) 51 (1): 9-14.
- Rojas, A.M. (2011). Usos nutricionales y medicinales de la avena. Tlahui – Medic. Volumen, 32. P1

- SAGAR, 1996. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. Claridades Agropecuarias. Órgano descentralizado de la SAGAR. Revista de publicación mensual. México. p. 25.
- Salcedo, G. 2007.El ensilado en la alimentación del vacuno de leche.Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. Pp. 81-127. Consultado enfile:[file:///C:/Users/ANA%20ELIZABETH/Downloads/937-3203-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ANA%20ELIZABETH/Downloads/937-3203-1-PB%20(1).pdf) En 08,08, 2014.
- Santos, A. 1987. Leche y sus derivados. Editorial Trillas. México D.F. pp: 33.
- Schlimme, E. y Buchheim W., 2002. La leche y sus componentes, propiedades físicas y químicas. Editorial ACRIBIA S. A., Zaragoza, España. pp: 1-5
- Shearer, J. K. 1986. The production of quality milk.IFAS.Extension Veterinarian.College of Veterinary Medicine.University of Florida. pp: 18.
- Simopoulos, A. P. 2000. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids.PoultryScience 79: 961-970
- Tanyeri-abur y C. ParrRosson, 1997. La demanda de productos lácteos en México. In: García H.L.A., Del valle Ma. del C., y Álvarez M.A. (coords). Los sistemas nacionales lecheros de México, Estados Unidos y Canadá y sus interrelaciones. UAM-X / IIEc-UNAM. México. pp: 361-378.
- Valtorta, S., 2003. Manejo del estrés térmico y composición de la leche. CONICET-FCA, INTA Rafaela, Argentina. www.produccion-animal.com.ar

- Vassallo, M. C. C. 1981a. El ganado lechero. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Primera edición. Chapingo, México. pp: 35-57.
- Villegas, A. y Santos, A. 2003. Calidad de leche cruda. Manual de prácticas. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. pp: 9- 22.
- Villegas, A., 2003. Manual de prácticas, tecnología de alimentos de origen animal (Leche y Carne). Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. Materias Aplicadas. p. 178.
- .
- Veisseyre, R., 1988. Lactología Técnica. Composición, Recogida, Tratamiento y Transformación de la Leche. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. p. 629.
- Varughese, G., T. Barker y E. Saari. 1987. Triticale. CIMMYT, México, D.F. 32 pp.
- Vargas N., T. 2006. Calidad de la leche: visión de la industria láctea. Fundación INLACA. Facultad de Ciencias Veterinarias. Venezuela. 6 p
- Vazquez, A.M. 2009. Tesis Profesional. Integración y capacitación de un grupo de mujeres de El Sabino, Michoacán, para la elaboración de productos lácteos. Dpto. de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México. pp: 23-37
- Watson, L., y M. J. Dallwitz.1992. DELTA – Description Language for Taxonomy de febrero de 2014. <http://delta-intkey.com> '.
- Zillinsky F., J. 1973. Mejoramiento e investigación sobre Triticale en el CIMMYT, Batán, México.

Zillinsky, F.J. and B. Skovmand. 1982, Report on wheat improvement. Ttiticale.
CIMMYT. Batán, México.

Zillinsky, F.J. and B. Skovmand. 1982, Report on wheat improvement. Ttiticale.
CIMMYT. Batán. México.

7 ANEXOS

ANÁLISIS DE VARIANZA GRASA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Repetición	3	0.166667	0.055556	1.1192	0.4243
Tratamiento 2	0.025139	0.012569	0.2532	0.7857	
Residuals	5	0.248194	0.049639		

MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS

	Tratamiento	Variable	std.erre	replication
1	T1	2.900	0.05773503	3
2	T2	2.800	0.16832508	4
3	T3	2.725	0.04787136	4

ANÁLISIS DE VARIANZA LACTOSA

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Repetición	3	0.32227	0.10742	0.2999	0.8248
Tratamiento	2	0.03389	0.01694	0.0473	0.9542
Residuals	5	1.79111	0.35822		

MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamiento	Variable	std. error	replication
T1	4.866667	0.32829526	3
T2	4.800000	0.04082483	4
T3	4.900000	0.34880749	4

ANÁLISIS DE VARIANZA PROTEINA EN LECHE

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Repetición	2	0.32445	0.16222	0.9511	0.4377
Tratamiento	3	0.35496	0.11832	0.6937	0.5887
Residuals	6	1.02342	0.17057		

MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamiento		Variable	std.err	replication
1	T1	94.25667	0.19186222	3
2	T2	94.28667	0.09701088	3
3	T3	94.08333	0.41029799	3
4	T4	94.56333	0.10038814	3

CONSUMO DE ALIMENTO

SumSq	MeanSq	F	valuePr(>F)
Repetición			
24.9122	2.4561	2.9448	0.1101
Residuals	8 6.6724	0.8341	