



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

BENTONITA SOBRE LA PRODUCCIÓN, CALIDAD DE LECHE Y LOS PARÁMETROS
REPRODUCTIVOS DE VACAS LECHERAS

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

NEFTALI HERNÁNDEZ CABRERA

DIRECTOR DE TESIS

DR. NUMA P. CASTRO GONZÁLEZ

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Mayo 27 de 2021.



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

BENTONITA SOBRE LA PRODUCCIÓN, CALIDAD DE LECHE Y LOS PARÁMETROS
REPRODUCTIVOS DE VACAS LECHERAS

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

NEFTALI HERNÁNDEZ CABRERA

DIRECTOR DE TESIS

DR. NUMA P. CASTRO GONZÁLEZ

ASESORES

DR. MARCOS PÉREZ SATO

DR. EUTQUIO SONI GUILLERMO

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Mayo 27 de 2021.

La presente tesis titulada “**BENTONITA SOBRE LA PRODUCCIÓN, CALIDAD DE LECHE Y LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE VACAS LECHERAS**” y realizada por: **NEFTALI HERNÁNDEZ CABRERA**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERIA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo Particular integrado por:

Firma

Director: Dr. Numa P. Castro González



Asesor: Dr. Marcos Pérez Sato



Asesor: Dr. Eutiquio Soni Guillermo



El presente trabajo forma parte el Cuerpo Académico denominado: **“Producción Pecuaria Integral”** y de la línea de Investigación **“Producción Integral de Rumiantes y no Rumiantes”**.

DEDICATORIAS

A Dios, por sus bendiciones y la fortaleza y la confianza para creer en mi sueño y luchar para lograr lo que creo, sin olvidar el papel que ha jugado la universidad a lo largo de mi viaje y por eso estoy agradecido por los recursos y el apoyo que siempre me ha dado.

A mis padres, Magdalena Cabrera Galicia y Epifanio Hernández Tapia, porque sólo la superación de mis ideales, me han permitido comprender cada día más la difícil posición de ser padres, mis conceptos, mis calores morales y mi superación se las debo a ustedes; esto será la mejor de las herencias; lo reconozco y lo agradeceré eternamente. En adelante pondré en práctica mis conocimientos y el lugar que en mi mente ocuparon los libros, ahora será de ustedes, esto, por todo el tiempo que les robé pensando en mí. Gracias.

A mi hermana, Elizama Hernández Cabrera y a mi sobrino Matías Hernández Hernández quienes, con su cariño, risas, carisma y acompañamiento me motivaron a ser alguien en la vida, a echarle ganas al estudio, para que se sientan orgullosos de mí.

A mi familia, mis abuelitos, tíos y primos les dedico esta tesis por sus buenos consejos, por su apoyo y por su estimación.

AGRADECIMIENTOS

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y a la Facultad de Ciencias agrícolas y Pecuarias por mi formación profesional.

A los docentes del programa educativo de **Ingeniería Agronómica y Zootecnia** les dejo una palabra de agradecimiento porque reconozco la paciencia y el esfuerzo de todos sin excepción.

Al Dr. Numa P. Castro González, por su apoyo como director de tesis y brindarme su conocimiento para llevar a cabo la elaboración de esta investigación.

A mis asesores. Dr. Marcos Pérez Sato y Dr. Eutiquio Soni Guillermo, por ofrecerme sus conocimientos y apoyo para poder realizar esta investigación.

A Don Amadeo Sánchez por dejarme realizar el experimento en su rancho “Xacuinco”, estoy sumamente muy agradecido por la confianza, apoyo, atención y conocimiento que me brindó además de que me permitió practicar con el ganado lechero.

A doña Aracely por la confianza, apoyo y atención que me brindó, por sus sabios consejos y por hacerme sentir uno más del rancho.

A mis amigos. Antonio, Luis Antonio, Zuri Sadai, Orlando, Jacob, Eric, Miguel, Uriel, Froilán, Eduardo, Juan Daniel y Ramiro gracias por su amistad y apoyo durante la universidad, por los momentos de diversión y por los que eran de trabajo.

A mis amigos de “Xacuinco”, Armando, Don Félix, Alfonso, Amadeo, Adalberto, Pablo, Enrique y Alfredo, gracias por su amistad y apoyo durante mi estancia en Xacuinco, por los momentos de diversión y por los que eran de trabajo.

A mis compañeros de la generación 2015, por los momentos compartidos durante mi estancia en la universidad.

ÍNDICE

Contenido	Pagina
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Producción de leche mundial, México y Puebla	5
4.2 Contenido de la leche	5
4.2.1 Proteínas	6
4.2.2 Grasa láctea	6
4.2.3 Minerales y vitaminas	7
4.2.4 Enzimas	7
4.3 Factores que afectan la calidad y producción de la leche	8
4.4 Etapas de la producción lechera	9
4.4.1 El periodo de Transición	9
4.5.1 Posparto	10
4.6 Parámetros reproductivos	10
Cuadro 1. Índices reproductivos más comunes y sus valores óptimos	10
4.6.2 Retención placentaria	11
4.6.4 Tasa de preñez	12
4.6.5 Tasa de concepción al primer servicio	13
4.8 Bentonita	14
4.8.1 Propiedades de la bentonita	14
4.8.2 Usos de la bentonita	14
V. MATERIALES Y MÉTODOS	16

5.1 Localización	16
Figura 1. Ubicación geográfica de Tlatlauquitepec (Baeza y Ayala, 2010).....	17
5.2 Diseño experimental.....	18
Cuadro 2. Descripción del diseño experimental y distribución de tratamientos.....	18
5.2.1 Alimentación.....	18
Cuadro 3. Composición nutrimental del alimento comercial en base a materia seca...20	20
5.3 Variables evaluadas.....	20
5.3.1 Calidad fisicoquímica de la leche y producción lechera	20
5.3.2 Retención placentaria (RP)	21
5.3.6 Tasa de concepción al primer servicio (TCPS).....	21
5.3.9 Tasa de preñez (TP)	22
5.4 Análisis estadístico	22
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
6.1 pH	23
6.2 Grasa	23
6.4 Proteína	23
6.5 Producción de leche.....	24
Figura 2. Producción de leche en vacas adicionadas con bentonita (T1 y sin adición de bentonita (T2) literales (a, b) significan diferencia significativa (P≤0.05).....	25
6.3 Densidad.....	25
6.6 Lactosa	26
6.7 Solidos no grasos	26
Cuadro 4. Composición y producción de la leche en ambos tratamientos.....	27
6.12 Retención de placenta	27
6.13 Tasa de concepción al primer servicio.....	27
6.15 Tasa de preñez.....	28
Figura 3. Variables reproductivas con su respectiva tasa en ambos tratamientos, letras diferentes (a, b) indican diferencia significativa.	29
VII. Conclusión	30
VIII. LITERATURA CITADA	31

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Índices reproductivos más comunes y sus valores óptimos	10
Cuadro 2. Descripción del diseño experimental y distribución de tratamientos.	18
Cuadro 3. Composición nutrimental del alimento comercial en base a materia seca...20	20
Cuadro 4. Composición y producción de la leche en ambos tratamientos.	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Pagina
Figura 1. Ubicación geográfica de Tlatlauquitepec (Baeza y Ayala, 2010).....	17
Figura 2. Producción de leche en vacas adicionadas con bentonita (T1) y sin adición de bentonita (T2).....	25
Figura 3. Variables reproductivas con su respectiva tasa en ambos tratamientos	29

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la bentonita de sodio y su efecto sobre la producción, calidad de leche y parámetros reproductivos de vacas lecheras. Se adiciono bentonita sódica a la dieta de vacas Holstein en una proporción del 2%, los animales fueron distribuidos aleatoriamente quedando de la siguiente manera T1= bentonita y T2= sin bentonita. Las variables pH, grasa y densidad no mostraron diferencia significativa ($P \geq 0.05$). La proteína mostro diferencia significativa ($P \leq 0.05$) favoreciendo al T1 (3.06 ± 0.16). La producción de leche ($P \leq 0.05$) en el T1 (27.47) frente al T2 (20.07). La lactosa mostro diferencia significativa ($P \leq 0.05$), siendo el T1 con el mejor valor (4.33). Los sólidos no grasos mostraron diferencia significativa ($P \leq 0.05$) siendo el T1 (8.05). La retención de placenta fue de menor porcentaje en el T1 (25%) mostrando diferencia significativa ($P \leq 0.05$). Tasa de concepción a primer servicio mostro diferencia significativa ($P \leq 0.001$), siendo el 75% de concepción cuando se utiliza bentonita de sodio contra el 20% de las vacas cuando no se utiliza bentonita. La tasa de preñez demostró diferencia significativa ($P \leq 0.05$), reportando el T1 (75%). La suplementación con bentonita de sodio en vacas Holstein mejoro las propiedades fisicoquímicas de la leche (proteína, lactosa, solidos no grasos y la producción de leche) y las variables reproductivas (retención de placenta, tasa de concepción al primer celo fértil y tasa de preñez), siendo una opción para mejorar la producción lechera.

Palabras clave: Producción de leche, parámetros reproductivos, calidad de leche.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate bentonite on the production, milk quality and reproductive parameters of dairy cows. Sodium bentonite was added to the diet of Holstein cows in a proportion of 2%, the animals were randomly distributed being as follows T1 = bentonite and T2 = without bentonite. The variables pH, fat and density showed no significant difference ($P \geq 0.05$). The protein showed significant difference ($P \leq 0.05$) favoring T1 (3.06 ± 0.16). Milk production ($P \leq 0.05$) in T1 (27.47) versus T2 (20.07). Lactose showed a significant difference ($P \leq 0.05$), with T1 having the best value (4.33). Non-fat solids showed significant difference ($P \leq 0.05$) being T1 (8.05). Retained placenta was lower percentage in T1 (25%) showing significant difference ($P \leq 0.05$). Conception rate at first service showed significant difference ($P \leq 0.001$), being 75% of conception when bentonite is used against 20% of cows when bentonite is not used. The pregnancy rate showed a significant difference ($P \leq 0.05$), reporting T1 (75%). Bentonite supplementation in Holstein cows improved the physicochemical properties of milk (protein, lactose, non-fat solids and milk production) and reproductive variables (placental retention, conception rate at first fertile heat and pregnancy rate) with respect to treatment 2, being an option to improve milk production.

Keywords: milk production, reproductive parameters, milk quality.

I. INTRODUCCIÓN

El alto contenido nutricional de la leche es de suma importancia en la alimentación de las personas, especialmente de niños ancianos y enfermos (Fernández *et al.*, 2015), México al año produce un estimado de 12,275,865 litros de leche (SIAP, 2019), siendo esta cantidad insuficiente para cubrir la demanda del país, ya que la población mexicana consume un 35% de leche importada, por lo que debido a esta demanda se buscan técnicas de manejo en nutrición que mejoren la eficiencia en la producción lechera (SADER, 2019).

La transición en ganado lechero, es una etapa crítica donde interactúan diversos procesos (metabólicos, fisiológicos y nutricionales) que enmarcan y determinan el éxito en la producción (Sepúlveda *et al.*, 2017), por lo que, la demanda de nutrientes se hace presente al inicio de la lactancia debido a la excreción de calostro (rico en energía y proteína) y la consiguiente producción lechera, ocasionando un desbalance energético negativo (BEN) (Perdomo *et al.*, 2017), causado por la remoción lipídica de reservas corporales, las cuales favorecen el aumento de ácidos grasos no esterificados en el plasma sanguíneo, siendo estos movilizados al hígado en donde se sintetizan en cuerpos cetónicos (Djocović *et al.*, 2013), dicho proceso es producto del escaso consumo de materia seca, lo cual origina que se desencadene un deterioro en la condición corporal (CC) (Meléndez y Bartolomé, 2017), una alta probabilidad en problemas metabólicos (cetosis, hígado graso) (Correa y Uribe, 2010) y reproductivos, tales como el aumento en los días abiertos, días a primer servicio, número de servicios por concepción y por ende el intervalo entre partos se ve alterado de forma negativa (Rupprechter *et al.*, 2019).

Por lo que ante esta problemática se han evaluado distintos aditivos o nutraceuticos que reduzcan los problemas metabólicos (Mikolaichic y Morozova, 2009) para mejorar la condición corporal antes y después del parto e incrementar la producción lechera, dichas características las ha demostrado la bentonita (Folnožić *et al.*, 2019; Adamović *et al.*, 2013).

La bentonita es un aditivo ya utilizado en la alimentación de bovinos, este mineral es un filosilicato con cationes intercambiables de sodio o calcio con láminas expansivas (Prvuloviae *et al.*, 2009; SE, 2016), el cual protege y transporta la proteína de alto valor biológico (aminoácidos) al intestino delgado, de forma que secuestra a la proteína para evitar que sea degradada por la población ruminal (Gouda *et al.*, 2019), mejorando la digestibilidad de nutrientes y la conversión alimenticia (Gomes *et al.*, 2019), que en consecuencia beneficia el aumento en la producción lechera y fortalece el sistema inmune, mejorando así la salud reproductiva (Gutiérrez *et al.*, 2008; Nahúm *et al.*, 2016).

Debido a lo anterior el objetivo de este trabajo será evaluar el efecto de la inclusión de bentonita sobre la producción, calidad de la leche y los parámetros reproductivos de ganado lechero bajo condiciones semi intensivas en zona de montaña.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la Bentonita de sodio adicionada en los periodos pre y post parto, sobre la calidad, producción de la leche y los parámetros reproductivos (retención de placenta, tasa de concepción a primer servicio, tasa de preñez) de ganado lechero bajo condiciones semi intensivas en zona de montaña.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la calidad fisicoquímica de la leche con la inclusión de Bentonita de sodio en la dieta de vacas lecheras post parto.
- Determinar la producción de leche con la inclusión Bentonita de sodio en la dieta de vacas lecheras post parto.
- Evaluar los parámetros reproductivos (retención de placenta, tasa de concepción a primer servicio, tasa de preñez) con la inclusión de Bentonita de sodio en la dieta de vacas lecheras pre y post parto.

III. HIPÓTESIS

La adición de bentonita de sodio en la alimentación de ganado lechero mejorará la producción, la calidad de leche y los parámetros reproductivos (retención de placenta, tasa de concepción a primer servicio, tasa de preñez).

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Producción de leche mundial, México y Puebla

A nivel global se produjeron 852 millones de toneladas de leche y un aumento del 1.4% de producción con respecto al 2018 (FAO, 2021). Aproximadamente 150 millones de familias, mayoritariamente las pertenecientes a los países en desarrollo, se dedican a la producción de leche siendo los pequeños productores los principales en este ámbito ya que de ello depende su sustento económico, así como la nutrición y seguridad alimentaria. Sin embargo, la creciente producción lechera se debe a el número de animales y no a la producción individual de cada vaca, destacando otros países un gran aumento en la producción lechera por su eficiencia para producir (FAO, 2021). En México se obtuvo una producción de aproximadamente 12,275,865 litros con un 2.3% de crecimiento anual, mientras que Puebla siendo una de las principales entidades productoras de leche se posiciono con una producción aproximada de 446,822 litros anuales (SIAP, 2019).

4.2 Contenido de la leche

La leche es considerada como un alimento muy completo de primera necesidad, su complejo contenido de agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales (calcio, magnesio, selenio, riboflavina) y ácido pantoténico hace un gran aporte dentro de la dieta del consumidor (Agudelo y Bedoya, 2005). Al consumir leche se tiene acceso al aporte de antioxidantes, además se disminuye el riesgo de contraer enfermedades como la osteoporosis y cáncer, el consumo en etapas como el embarazo y la lactancia es de gran beneficio para la mamá y el hijo el cual durante la niñez y la adolescencia requiere de significativas aportaciones de hierro y calcio, minerales que ellos los encuentran dentro de la leche siendo estos de vital importancia para el desarrollo físico y mental (Dael *et al.*, 1991; SS, 2021).

4.2.1 Proteínas

La leche tiene un aporte de 3 a 4% de proteína la cual se constituye de:

- Caseínas en un 78%.
- Proteínas de lactosuero en un 20%.
- Proteínas de la membrana del glóbulo graso en un 2%.

La caseína es la proteína exclusiva de la leche y el primordial componente proteico que afecta la producción y la calidad de los derivados de la leche (quesos, yogures, cremas, etc..), dicha proteína se encuentra conformada por α , β y Kapa caseína las cuales en cualquier tipo de estrés actúan inhabilitando la precipitación de las proteínas (García *et al.*, 2014).

La albumina y las globulinas son otras proteínas de gran valor nutricional las cuales anteceden a la caseína, la albumina se encuentra presente en un 0.5% aproximadamente la cual sometida ante altas temperaturas se desnaturaliza fácilmente, aunado de las globulinas las cuales son originadas de la sangre y una porción de las células del parénquima mamario, alcanzando en el calostro una tasa de 9 a 16% de proteína que se va disminuyendo conforme avanza la lactancia (Jenkins y McGuire, 2006).

4.2.2 Grasa láctea

La emulsión de lípidos y agua dan génesis a la grasa láctea, misma que se le puede apreciar en forma de glóbulos microscópicos los cuales se rodean de una capa de fosfolípidos quienes actúan en contra de la aglutinación para evitar que se separe de la parte acuosa, la grasa varía de 3.5 a 4.7% y de cada 1.5 a 1.18 g de grasa se relaciona con 1 g de proteína (Tsen *et al.*, 2014).

La grasa láctea se compone de tres tipos de ácidos grasos:

- Ácidos grasos saturados en un 70%
- Ácidos grasos monoinsaturados 26%
- Ácidos grasos poliinsaturados 4%

La luz en conjunto con el oxígeno y las enzimas lipasas son los principales factores que ocasionan que la grasa adopte un sabor rancio o sebáceo por la producción de peróxidos, aldehídos, ácidos grasos libres y cetonas. El manejo y la sanidad de la ubre, además de la nutrición de la vaca, son variables que afectan el porcentaje de grasa, sin embargo, esta siempre se mantiene estable durante la lactancia a excepción del calostro en donde tiende a disminuir el porcentaje (Borreani *et al.*, 2007).

4.2.3 Minerales y vitaminas

Dentro del contenido nutricional de la leche se pueden apreciar minerales como el calcio, el cual se encuentra ligado a la caseína (Gaucheron, 2005) que al igual que el fósforo disminuyen a lo largo de la lactancia para posteriormente aumentar ligeramente, los minerales se ubican en la membrana de los glóbulos grasos agrupados con minerales como el cobre, magnesio, hierro, manganeso y zinc, otros minerales que se encuentran en la leche son el sodio, potasio, magnesio, calcio, manganeso, hierro, cobalto, cobre, fósforo, fluoruros y yoduros, además de contener aluminio, molibdeno y plata en porcentajes vestigiales (Dael *et al.*, 1991; Dobrzański *et al.*, 2005). El magnesio posee estabilidad dentro de la leche sin sufrir alteraciones por la alimentación o la estación del año los cuales, si influyen en el contenido porcentual del calcio, cobre y la coagulación de la leche los cuales sufren cambios por alteraciones en la secreción, enfermedades o incluso por estados patológicos (Shen *et al.*, 1993). La biotina, carotenos, ácido fólico y la nicotinamida se encuentran en grandes concentraciones al igual que las vitaminas A, D, E, K, B1, B2, B6, B12, C, en contraste con el calostro el cual posee cantidades superiores de vitamina C (de 5 a 7 veces más), B, D, E (3 veces más) que la leche normal (McGrath *et al.*, 2016).

4.2.4 Enzimas

Dentro del control y la calidad de la leche las enzimas son de gran importancia para la inspección y verificación de que la leche cumpla con los parámetros deseados, existen dos tipos de enzimas, las corporales que llegan directamente a la ubre y que provienen del organismo como la sangre o células corporales, y las enzimáticas las cuales se producen dentro de la ubre a causa de los gérmenes (Silanikove *et al.*, 2006). El grupo de las enzimas hidrolasas se encargan

del desdoblamiento hidrolítico, a este grupo lo conforman las carbohidratasas, lipasas, proteasas, esterases y lipasas resaltando esta última por trabajar en conjunto con la enzima fosfatasa (dividida en acida y alcalina) las cuales son las responsables de dar un sabor rancio a la leche cuando no se refrigera, la enzima lipasa se inactiva a más de 60°C y la fosfatasa a 62°C por 30 minutos o a 72°C por 15 segundos (Fox y Kelly, 2006).

4.3 Factores que afectan la calidad y producción de la leche

Hablando en términos de valor nutricional, la calidad y cantidad de la leche se ve influenciada por factores como la raza, estado climático, estación del año, alimentación, sanidad e inocuidad, (Sepúlveda *et al.*, 2001; Kumari *et al.*, 2019), sin embargo, la producción lechera se ve limitada a los mercados por la falta de servicios como el crédito y capacitación (FAO, 2021).

4.3.1 Raza

Diversos estudios han evaluado la calidad de la leche de diferentes razas encontrando diferencias significativas en cuanto a valor nutricional y propiedades de coagulación, tal es el caso de Auld *et al.* (2004) quienes en un trabajo en donde compararon la composición y las características de coagulación para la elaboración de queso de las razas Friesian y Jersey demostraron que la leche de la raza jersey coagulaba más rápido, lo mismo confirma Frederiksen *et al.* (2011) quienes en una comparación entre tres razas demostraron que la leche de las vacas jersey además de coagular más rápido, la cuajada resultaba ser más firme. Las razas frisonas producen una mayor cantidad de leche que otras razas, sin embargo, la calidad es ligeramente baja en cuanto a proteína, sólidos totales y la composición de ácidos grasos saturados en comparación con la raza Brown Swiss, demostrando así que la calidad de la leche está muy relacionada con la raza de la vaca (El-Tarabany *et al.*, 2018).

4.3.2 Estación del año y nutrición

La producción de leche bajo sistemas de pastoreo en la época de primavera contienen un valor nutricional más alto a diferencia de la leche producida en otoño, esto se debe a que los pastos en primavera son de mayor calidad debido a su avanzada etapa biológica y a la

disponibilidad de leguminosas (Marino *et al.*, 2017), sin embargo, no solo la producción de forrajes suelen afectar la producción lechera sino también los climas templados de verano, ya que la temperatura suele ocasionar problemas en el hato (Alqaisi *et al.*, 2019), sobre todo a las vacas de mayor paridad, debido a que el estrés calórico les disminuyen el apetito ocasionando un menor consumo de materia seca, de tal forma que incluso en algunos lugares como en el sureste de los Estados Unidos es muy común que la producción lechera tienda a disminuir en las épocas de verano (Kino *et al.*, 2019; Klinedinst *et al.*, 1993). La eficiencia lechera puede mejorarse al disminuir el estrés calórico del ganado ofreciéndoles un ambiente fresco y un ambiente cálido en las épocas frías además de reducir la demanda de nutrientes para mantenimiento (evitando la actividad física o la prevención de enfermedades), de esa forma la vaca obtendrá más nutrientes enfocados en la producción lechera (Britt *et al.*, 2003).

4.4 Etapas de la producción lechera

4.4.1 El periodo de Transición

Se ha demostrado que la reducción de días en el periodo seco tiene sus pros y contras como la reducción en la producción de leche y la reactivación ovárica en un corto tiempo por el favorecido equilibrio metabólico (Probo *et al.*, 2012), no obstante, la eficiencia de la producción lechera es una meta deseable de cada hato el cual requiere de atención especial durante el periodo de transición, este periodo comprende de tres semanas antes del parto hasta las tres semanas posterior a este, el manejo de esta etapa determina el éxito productivo y reproductivo (Meier *et al.*, 2020), sin embargo, los requerimientos nutricionales y el metabolismo sufren un fuerte estrés ocasionado por el crecimiento fetal y la secreción de altos niveles de proteína y energía que contiene el calostro (McGrath *et al.*, 2015) aunado de la consiguiente producción lechera, estos procesos causan un desbalance energético el cual se promueve por la remoción lipídica de las reservas corporales ocasionando un efecto en el plasma sanguíneo por el aumento de los ácidos grasos no esterificados ya que por esta ruta son movilizados al hígado para posteriormente ser sintetizados en cuerpos cetónicos (Sepúlveda *et al.*, 2017; Djoković *et al.*, 2013), consecuencia del ineficiente consumo de materia seca siendo el factor del deterioro de la

condición corporal aumentando las probabilidades de tener problemas metabólicos y reproductivos, ya sea cetosis o hígado graso, además de reducir la eficiencia reproductiva del hato, (Meléndez y Bartolomé, 2017; Correa y Uribe, 2010; Rupprechter *et al.*, 2019), por lo que ante estos factores nutricionales y metabólicos se usan diversos aditivos para reducir el estrés oxidativo y mejorar la salud durante y después del periodo seco (Gong y Xiao, 2018; Gultepe *et al.*, 2018).

4.5 Procesos reproductivos del ganado lechero

4.5.1 Posparto

El puerperio es definido como el periodo que comprende entre el parto y la presentación del primer estro fértil, en donde ocurren procesos como la involución uterina y el inicio de actividad ovárica posparto, el buen manejo y atención medica en esta etapa es muy importante para tener un buen programa de manejo, para diagnosticar y tratar patologías uterinas para lograr que la vaca tenga una buena salud reproductiva para ser inseminada (Góngora y Hernández, 2007).

4.6 Parámetros reproductivos

Para la salud reproductiva se tiene una serie de parámetros que nos indican valores óptimos para evaluar la eficiencia reproductiva, tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Índices reproductivos más comunes y sus valores óptimos

Índice reproductivo	Valor optimo	Indicación de problemas
Intervalo entre partos	12.5-13 meses	> 14 meses
Promedio de días al primer celo observado	< 40 días	> 60 días
Vacas observadas en celo entre los primeros 60 días luego del parto	> 90%	< 90%
Promedio de días de vacía al primer servicio	45 a 60 días	> 60 días
Servicios por concepción	< 1.7	> 2.5

Índice de concepción al primer servicio en novillas	65 a 70%	< 60%
Índice de concepción al primer servicio en vacas en lactancia	50 a 60%	< 40%
Vacas que conciben con menos de tres servicios	> 90%	< 90%
Vacas con un intervalo entre servicios entre 18 y 24 días	> 85%	< 85%
Promedio de días de vacía	85 a 110 días	> 140 días
Vacas vacías por más de 120 días	< 10%	> 15%
Duración del periodo seco	50 a 60 días	< 45 o > 70 días
Promedio de edad al primer parto	24 meses	< 24 o > 30 días
Porcentaje de abortos	< 5%	> 10%
Porcentaje de descarte por problemas reproductivos	< 10%	> 10%

Fuente: Ortiz *et al.* (2005).

Los parámetros reproductivos nos indican el desempeño del hato calculándolos cuando los eventos se han registrado adecuadamente, de esta manera nos permiten identificar áreas de mejoramiento para establecer metas u objetivos reproductivos, monitorear los progresos y poder identificar problemas o anomalías en un periodo corto, además de mostrar el historial de cada problema, dentro del hato la mayoría de los PR se registran como el promedio de desempeño individual (Ortiz *et al.*, 2005).

4.6.2 Retención placentaria

Posterior al parto las placentas son arrojadas dentro de un lapso de 12 horas, sin embargo, cuando la placenta no se desecha dentro de las 12 horas se considera como una patología (Mordak y Stewart, 2015) la cual es muy común en los hatos, este signo clínico puede ser ocasionado por factores nutricionales, metabólicos o por un mal manejo (Vannucchi *et al.*, 2016; Kimura *et al.*, 2003).

La salud reproductiva y el manejo del hato se ve afectada por la retención placentaria siendo los principales causantes infecciosos los siguientes factores:

- Metritis puerperal
- Metritis
- Endometritis
- Endometritis subclínica

Estas infecciones son las causantes del retardo de la actividad ovárica y el periodo parto-concepción ocasionando problemas con la concepción al primer servicio (LeBlanc, 2008). La atención medica de las infecciones es el principal factor de pérdida económica, aunado de la disminución de la fertilidad, estudios han demostrado que durante los principales 60 días de producción las vacas con retención placentaria tienden a dar 355 kg menos de leche (Abo El-Maaty *et al.*, 2021).

4.6.4 Tasa de preñez

Esta variable representa a las vacas que se encuentran preñadas de un total que fueron elegidas para ser inseminadas durante el periodo aproximado de un ciclo estral, y es el resultado de dos aspectos tales como:

- Eficiencia en la detección de estros
- Porcentaje de concepción

La tasa de preñez se calcula mediante la siguiente formula:

$$TP = \frac{\text{Eficiencia en la deteccion de celos} * \text{porcentaje de concepcion}}{100}$$

Por ejemplo, en un hato se tiene un 50 por ciento de eficiencia en la detección de estros y un porcentaje de concepción de 30.

$$TP = \frac{50 * 30}{100} = 15$$

Como resultado obtuvimos que la tasa de preñez es del 15 por ciento (Hernández, 2016), esta cifra indica que del total de vacas que muestren estro y sean inseminadas en un periodo de 21

días, solo el 15 por ciento quedarán gestantes, sin embargo, la literatura nos menciona que la tasa de preñez óptima es del 21 por ciento (Niles *et al.*, 2001).

4.6.5 Tasa de concepción al primer servicio

Este término es citado por algunos publicistas como la fertilidad al primer servicio, ya que conforme la vaca reciba más servicios sin poder quedar gestante, su fertilidad se reduce (Crowe *et al.*, 2018), por lo que para obtener un dato más homogéneo se calcula la Tasa de Concepción al Primer Servicio (TCPS), dicha práctica se realiza mediante la división del número de vacas gestantes entre las que recibieron servicio, ya sea por inseminación artificial (I.A.) o monta natural (Rangel *et al.*, 2009), siendo entre el 50 o 60 % los valores considerados óptimos para dicho parámetro (Ortiz *et al.*, 2005).

Fórmula:

$$TCPS = \frac{NVP \text{ 1er servicio}}{NVS} * 100$$

Donde:

NVP: Numero de vacas preñadas

NVS: Numero de vacas servidas

4.7 El uso de aditivos en la nutrición animal

Conforme pasan los años han surgido una gran variedad de aditivos los cuales mejoran la textura, sabor, inocuidad, o en algunos casos mejoran la disponibilidad nutricional de los alimentos para los animales, estos no deben de causar problemas a la salud humana por lo que los aditivos deben de ser inocuos (OMS, 2021). Dentro de la nutrición animal los aditivos ayudan a mejorar la salud reproductiva y la conversión alimenticia, pueden ser prebióticos como levaduras o aluminosilicatos por mencionar algunos, los cuales aumentan la producción lechera,

ganancia de peso o la conversión alimenticia (Lopreiato et al., 2020; Faccio-Demarco et al., 2019; Suárez y Guevara et al., 2017).

4.8 Bentonita

La bentonita se caracteriza por ser una arcilla de grano muy fino del tipo montmorinollita, conformada principalmente por minerales del grupo de las esmécticas, (independientemente del origen del que provenga) (Segad *et al.*, 2010) la cual se divide en dos grupos, sódica y cálcica, siendo la sódica con mayor capacidad de hinchamiento, a tal grado de ocasionar la completa disociación de cristales individuales, presentando una relación $\text{Na}_2\text{O}:\text{CaO}$ (Odom, 1984), mientras que la cálcica provoca bajo hinchamiento por la prevalencia del catión interlaminar, el cual forma una estructura rígida en las primeras capas de agua absorbida, pero después de absorber capas adicionales ocurre un desorden, promoviendo la pérdida de la estructura rígida (Hidalgo *et al.*, 2016).

4.8.1 Propiedades de la bentonita

Se basan principalmente en el tamaño de la partícula la cual es inferior a $2\mu\text{m}$, con una morfología laminar en filosilicatos y sustituciones isomórficas como la aparición de carga en las láminas o la presencia de cationes débilmente ligados en el espacio interlaminar (SE, 2021; Hidalgo *et al.*, 2016).

4.8.2 Usos de la bentonita

La bentonita es utilizada dentro de la industria petrolera para la fabricación de lodos de perforación, además de ser usada en distintos procesos como la clarificación de jugos y vinos o como sellador de residuos tóxicos y radiactivos, la ingeniería civil la ha trabajado para cementar fisuras y grietas, cabe destacar que ha sido utilizada dentro de la elaboración de alimentos para animales (SE, 2021) en donde juega un papel como secuestrante de micotoxinas, en rumiantes beneficia la captura de amoníaco, donde al estabilizar el pH favorece la digestión de la fibra (Gouda *et al.*, 2019) y provoca en vacas un acenso sobre la producción lechera (Ivanova *et al.*, 2015; Adamović *et al.*, 2013). Por otra parte, Pasha *et al.*, (2008) informaron que la adición de bentonita en la alimentación de pollos de engorda provocó mayor retención de alimento en el

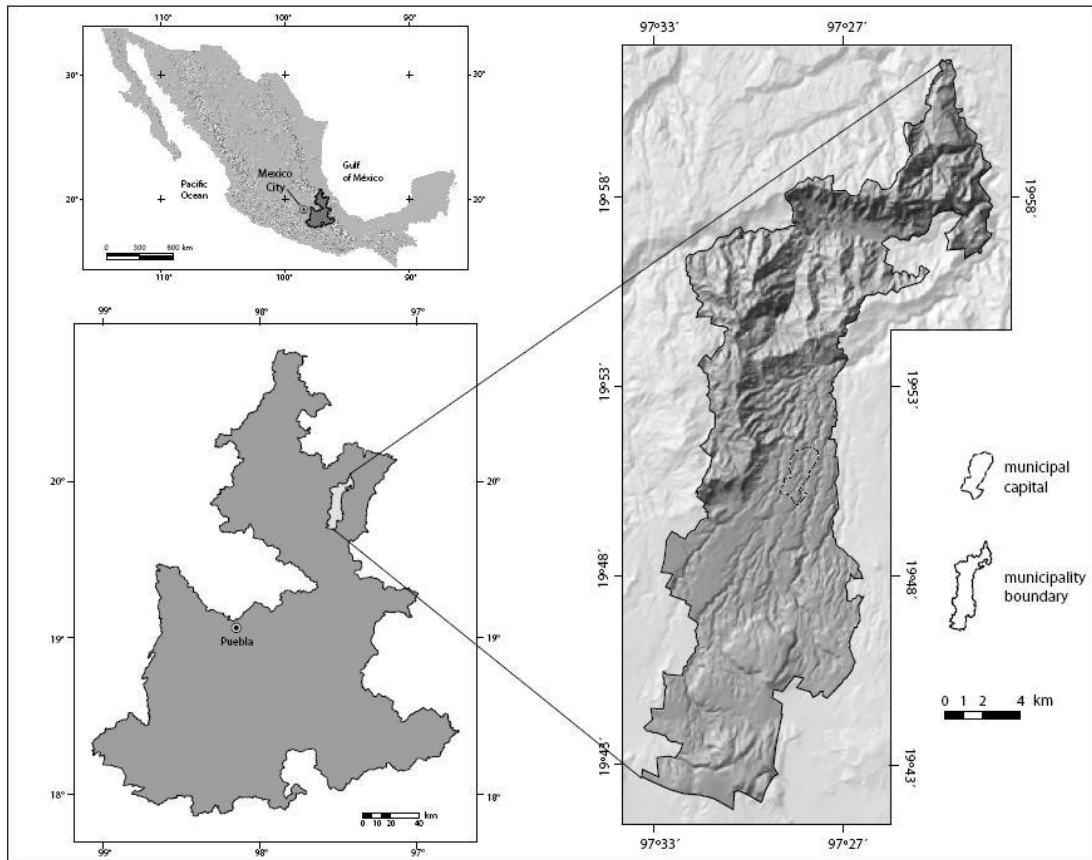
tracto digestivo ocasionando con ello un mayor efecto de las enzimas digestivas y mejoro la digestibilidad de los nutrientes.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización

El presente trabajo fue realizado en el “Rancho Xacuinco”, ubicado en el municipio de Tlatlauquitepec, al noreste del estado de Puebla; su localización geográfica es $19^{\circ}49'53.96''$ y $97^{\circ}30'49.9''$ a 2033 msnm (Figura 1), debido a su localización y extensión presenta una variedad de climas, como lo son el clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano en las áreas montañosas del sureste y templado húmedo con lluvias en verano en la franja sur, además de contar en el área de la parte central con un clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano y templado húmedo con lluvias todo el año en una amplia franja de la parte central (ININAFEDAFED, 2010) con temperatura que va de los 10 a los 24 °C y un rango de precipitación de 600 a 4100 mm (INEGI 2020).

Figura 1. Ubicación geográfica de Tlatlauquitepec (Baeza y Ayala, 2010).



5.2 Diseño experimental

Las unidades experimentales fueron distribuidas aleatoriamente en los diferentes tratamientos, quedando dos tratamientos con cinco repeticiones cada uno, como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción del diseño experimental y distribución de tratamientos.

Tratamientos	T ₁ n=5	T ₂ n=5
Bentonita de sodio	2%	0%

T₁: Tratamiento con bentonita, T₂: Tratamiento sin bentonita, n= tamaño de la muestra.

5.2.1 Animales

Se utilizó un total de 10 vacas primíparas y multíparas clínicamente sanas de la raza Holstein Friesian en periodo seco, con 20 días de proximidad al parto. Para la identificación de los animales se hizo uso del código de los aretes colocados por el SINIGA. Las vacas se alojaron en el corral para vacas secas y posterior al parto se trasladaron al corral de producción.

5.2.1 Alimentación

La dieta de ambos tratamientos fue a base de ensilado de maíz, alfalfa y alimento comercial (Cuadro 3) el cual se proporcionaba por la mañana y por la tarde. La bentonita sódica fue utilizada al 2% de inclusión en la dieta calculada a partir del consumo de materia seca (CMS) de los animales en periodo seco y lactancia (NRC, 2001). Para el cálculo del CMS se procedió a pesar cada animal mediante el uso de una cinta métrica según la metodología de Heinrichs *et al.* (1992).

La inclusión de bentonita se inició 20 días antes del parto contando con una semana de adaptación, proporcionando un promedio de 180 g d⁻¹ de bentonita por vaca, divididos en dos porciones, la primera porción fue por la mañana mezclada con el alimento concentrado y por la

tarde mezclada con melaza. Cabe mencionar que a las vacas que no consumieron bentonita solo se les administro melaza por las tardes.

La dieta de ambos tratamientos al parto y posterior a este fue a base de ensilado de maíz, alfalfa y alimento concentrado, en esta ocasión para el T1 se proporcionó un promedio de 300 g d⁻¹ de bentonita divididos en dos porciones y mezclado con el alimento concentrado por la mañana y por la tarde. Las vacas que no recibieron bentonita únicamente se les proporciono el alimento concentrado de igual manera.

Cuadro 3. Composición nutrimental del alimento comercial en base a materia seca.

Nutriente	Cantidad (%)
Proteína cruda	20.0
Grasa	4.0
Fibra cruda	12.0
Cenizas	7.0
Humedad	12.0
E.L.N.	45.0

E.L.N: Extracto libre de nitrógeno

5.3 Variables evaluadas

5.3.1 Calidad fisicoquímica de la leche y producción lechera

La recolección de muestras y el pesado de la producción de leche se inició a los 6 días posteriores al parto, sin contar el calostro e iniciando la medición con la leche de transición (Aguayo, 2001):

- La recolección de muestras se realizó en el ordeño de la mañana directamente de la ubre de la vaca, por cada vaca se recolecto 200 ml de leche divididos en dos tubos falcón previamente esterilizados, una muestra fue utilizada para la medición de pH la cual se realizó utilizando un potenciómetro portátil (Ohaus ST10 Pen Meter, Parsippany, NJ), el cual fue sumergió en la leche 15 segundos para realizar la lectura. La otra muestra fue identificada con el número de arete, la fecha de colección y el pH, siendo trasladada en una hielera al laboratorio, donde se conservaron a -22 °C en un congelador horizontal (Mabe, México) hasta su análisis.
- El Análisis fisicoquímico de la leche fue realizado después de reunir todas las muestras y se procedió a descongelación (Grille *et al.*, 2013) para posteriormente analizarlas con analizador ultrasónico de leche (Milkotronic LTD Lactoscan SL30, Bulgaria), en donde las variables medidas fueron proteína, porcentaje de grasa, solidos no grasos, lactosa y densidad.

- Para la medición de la producción lechera se realizó el pesado de esta a partir del día 6 posterior al parto considerando que había pasado el periodo de producción de calostro, se realizó por la mañana y tarde de forma individual cada 15 días hasta el día 111 de lactación, a cada vaca se le limpio la ubre con presello para desinfección y se procedía a ordeñarla con el uso de una máquina de ordeño aislando la leche en una cubeta antes de que llegara al termo para ser pesada con ayuda de una báscula digital (Pretul BASE-40P, China).

5.3.2 Retención placentaria (RP)

Para esta variable se consideró lo que indica Ortiz *et al.* (2005) sobre el tiempo considerado para que una vaca arroje la placenta y por ello se esperaron 12 horas posparto para de forma visual verificar que las vacas hubieran tirado la placenta y para confirmar se procedió a la palpación intravaginal, para obtener el porcentaje de las vacas con retención placentaria se realizó la siguiente formula obtenida de Córdova *et al.* (2017).

$$RP = \frac{\text{No. vacas con retencion placentaria}}{\text{Total de vacas}} * 100$$

5.3.6 Tasa de concepción al primer servicio (TCPS)

Este parámetro reproductivo se obtuvo mediante la técnica de palpación rectal, dividiendo el número de vacas gestantes entre las vacas servidas (Petit y Twagiramungu, 2006) utilizando la siguiente formula:

$$TCPS = \frac{\text{No. de vacas preñadas de 1º inseminacion} * 100}{\text{No. de vacas servidas de 1º inseminacion}}$$

5.3.9 Tasa de preñez (TP)

La variable se obtuvo del número de vacas preñadas entre el número de total de vacas, tal y como se muestra en la siguiente fórmula (La Torre, 2001):

$$TP = \frac{\text{No. de vacas preñadas}}{\text{Total de vacas}} * 100$$

5.4 Análisis estadístico

Para las variables: calidad fisicoquímica de la leche, producción lechera, días del parto al primer estro, primer celo fértil, días del parto al primer servicio, servicios por concepción y días abiertos se utilizó una prueba de t-student para muestras independientes, mientras que para las variables TRP, TCPS y TP se usó una prueba de Kruskal-Wallis utilizando el programa SPSS 18.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 pH

Entre los resultados obtenidos en el presente trabajo se encontró que el pH, no tuvo diferencia significativa ($P \geq 0.05$) (Cuadro 2) el cual arrojó una media de 6.56, por lo que este valor se encuentra ligeramente por debajo del rango normal estimado por la NMX-F-700 la cual va del 6.6 a 6.7, así como Briñez *et al.* (2008) reportaron una media de 6.69 de distintas marcas de leche, Bernal *et al.* (2007) reportaron una media de 6.63 sobre la leche fluida producida en sistemas campesinos de México.

6.2 Grasa

López y Novoa (2009) indicaron que el porcentaje de grasa tiene gran influencia en los derivados lácteos por ser la encargada de la aceptabilidad y el aumento de la vida útil ya que esta misma desarrolla un sabor, aroma y una textura muy agradable; para esta variable se obtuvo un valor de 3.83 ± 0.41 para el T1 y 3.74 ± 0.25 para el T2 (Cuadro 2) sin embargo no se halló diferencia significativa ($P \geq 0.05$), similar al trabajo realizado por Maki *et al.* (2016) quienes obtuvieron un porcentaje de 4.91% en la grasa láctea con la inclusión de montmorillonita de calcio en la dieta basal de ganado lechero, sin embargo, no hubo diferencia significativa ($P \geq 0.05$).

6.4 Proteína

Por otra parte, se encontró que la proteína en la leche (Cuadro 2) mostró diferencia significativa ($P \leq 0.05$), siendo mayor en el T1 (3.06 ± 0.16), esto podría deberse a que la bentonita ayuda a proteger la proteína (Paecht-Horowitz y Eirich, 1988, Gutiérrez *et al.*, 2008) impidiendo que las bacterias ruminales degraden los nutrientes de alto valor biológico y convierten la proteína en un ingrediente de sobrepaso (Wallace y Newbold, 1991). Al respecto Yarmots y Yarmots (2018) obtuvieron un resultado similar (3.18 ± 0.04) con la adición diaria de 200 g de bentonita, concordando con lo publicado por Mehany y Shams (2019) quienes reportaron el 2.85% de proteína con la inclusión del 2% de bentonita dentro del total del consumo de materia seca. Por otro lado, Kokov y Utizhev (2009) reportaron que, con la adición

de bentonita en el ensilado de maíz, mezclado a razón de 10% de la masa total, obtuvieron 3.42% de proteína en leche, siendo este un valor superior al conseguido en este trabajo.

6.5 Producción de leche

La producción de leche tuvo una diferencia significativa ($P \leq 0.05$) (Cuadro 2) en donde las vacas que consumieron bentonita tuvieron un incremento del 16% frente a las que no consumieron bentonita (Figura 2), estos resultados se atribuyen a que la bentonita mejoro la digestibilidad de los nutrientes aumentando así la conversión alimenticia (Richter *et al.*, 1990) que resulto en una mayor producción de leche, concordando con lo reportado por Ivanova *et al.* (2016) quienes encontraron un rendimiento del 9.2% con una premezcla de Bioleks y bentonita, mientras que, Mičić *et al.* (2017) obtuvieron un aumento del 7.5% con la inclusión de 30 g de bentonita, Uskov (2007) oferto 50 g de bentonita por cada 100 kilos de peso vivo y obtuvo un incremento del 6.6% en la producción lechera en vacas de primer parto, valor que está debajo del obtenido en este trabajo.

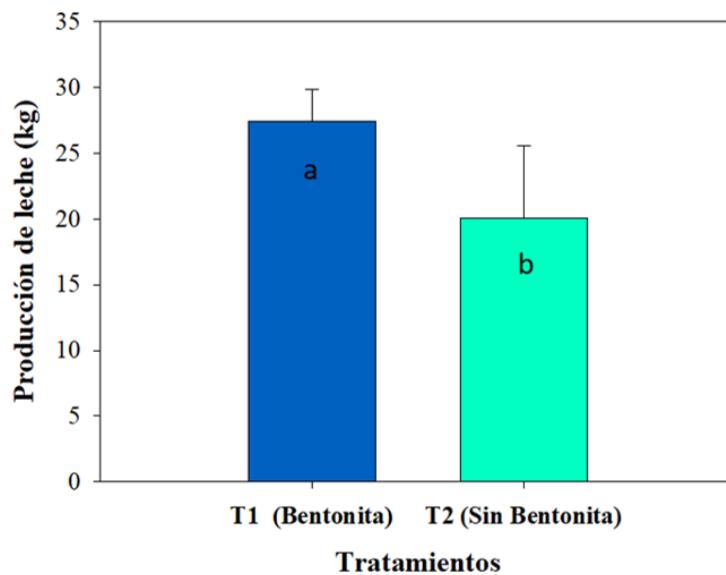


Figura 2. Producción de leche en vacas adicionadas con bentonita (T1) y sin adición de bentonita (T2).

Literales (a, b) significan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

6.3 Densidad

La densidad es un variable de suma importancia para evaluar si la leche sufrió algún tipo de adulteración, por lo regular, un excesivo de agua es de lo más común (Herrera, 2017), la variable densidad arrojó valores de 27.24 ± 1.03 y 27.14 ± 0.85 (Cuadro 2) para el T1 y para el T2 respectivamente, sin embargo, no hubo diferencia significativa ($P \geq 0.05$), similar a los resultados reportados por Fonseca y Borrás (2013) quienes obtuvieron en el T1 y en el T2 valores de 28.19 y 28.69 respectivamente sobre la densidad de la leche con la inclusión de papa fresca en la alimentación de vacas lecheras.

6.6 Lactosa

La lactosa (Cuadro 2) mostro diferencia significativa ($P \leq 0.05$) siendo mayor en el T1 (4.33 ± 0.31). El-Garhi *et al.* (2017) reportaron una media del 5.97% para esta variable con la inclusión de semillas de lino en la alimentación de ganado lechero mientras que Kholif *et al.* (2019) al utilizar un probiótico bacteriano en la alimentación de ganado lechero reportaron sobre el contenido de lactosa un 4.3%.

6.7 Sólidos no grasos

La variable sólidos no grasos (Cuadro 2) mostro diferencia significativa ($P \leq 0.05$) favoreciendo al T1 (8.05 ± 0.57), en este sentido Gouda *et al.* (2019) reporto una concentración de 7.71% con la inclusión del 2% de bentonita en la alimentación de cabras cruzadas (Nubia x Baladi) siendo este valor menor al de Sumantri *et al.* (2017) quienes obtuvieron 8.5% con la inclusión del 1% de bentonita en la dieta de vacas Holstein, sin embargo, Ghoniem *et al.* (2018) reportaron en búfalos para esta variable un valor de 8.64% en la inclusión de 20 g de bentonita por cada Kg MS⁻¹ consumida, el valor obtenido sobre esta variable (8.05%) indica ser mayor sobre el obtenido por Gouda *et al.* (2019) (7.71%) ya que los valores obtenidos por Sumantri *et al.* (2017) y Ghoniem *et al.* (2018) (8.64%) superan al de este trabajo, demostrando así que la bentonita aumenta los sólidos no grasos, sin embargo, el porcentaje de inclusión influye mucho en los resultados.

Cuadro 4. Composición y producción de la leche en ambos tratamientos.

Variables	T1(Bentonita)	T2 (Sin bentonita)
Producción de leche kg/animal	27.47±2.41 a	20.07±5.49 b
pH	6.56±0.09 a	6.56±0.06 a
Proteína	3.06±0.16 a	2.92±0.12 b
Grasa	3.83±0.41 a	3.74±0.25 a
Solidos no grasos	8.05±0.57 a	7.80±0.30 b
Lactosa	4.33±0.31 a	4.16±0.22 b
Densidad	27.24±1.03 a	27.14±0.85 a

Literales (a, b) entre líneas horizontales indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

6.12 Retención de placenta

El grupo de vacas a las que se suministró bentonita en la dieta mostró una diferencia significativa ($P \leq 0.001$) para retención de placenta (25%) comparadas con las que no recibieron bentonita que tuvieron un 60% de retención placentaria (Figura 3), no fueron encontrados trabajos donde se evaluara este parámetro al usar bentonita, sin embargo, existen reportes sobre retención de placenta utilizando otros productos, tal es el caso de Brozos *et al.* (2009) quienes reportaron un 10.6% de retención placentaria con la suplementación de amonio, vitamina E y Se en el periodo seco de ganado lechero, dato similar al de Pontes *et al.* (2015) en un trabajo realizado con un hato lechero en pero utilizando vitamina E inyectada tres semanas antes del parto y obtuvo un 13.5% de retención placentaria.

6.13 Tasa de concepción al primer servicio

La tasa de concepción al primer servicio mostro diferencia significativa ($P \leq 0.001$) (Figura 3) donde el 75% correspondió a la concepción cuando se utiliza bentonita contra el 20% de las vacas cuando no se utiliza bentonita, existen trabajos donde miden la tasa de concepción pero utilizando otros productos para ello, dentro de los cuales encontramos a McNamara *et al.* (2003) quienes reportaron que con la inclusión de grasa protegida de la degradación del rumen en la

alimentación de vacas Holstein mejoro la tasa de concepción a primer servicio en un 54%, por otra parte, Petit *et al.* (2001) reportaron un 87.5% en la concepción con la inclusión de lino en la dieta de vacas Holstein. La mejor tasa de concepción obtenida en este trabajo correspondió a la bentonita, la cual probablemente sea consecuencia de la producción de los ácidos grasos volátiles (AGV's) (Gouda *et al.*, 2019), beneficiando la producción de glucosa por causa del propionato (Ivanova *et al.*, 2016), dando como resultado al incremento de la producción y liberación de GnRH (Meléndez y Bartolomé, 2017), respaldando de esta forma el efecto que tiene la bentonita sobre este parámetro previamente mencionado.

6.15 Tasa de preñez

La tasa de preñez mostro diferencia significativa ($P \leq 0.001$) donde el 75% correspondió a la preñez cuando se utiliza bentonita contra el 20% de las que tuvieron preñez cuando no se utiliza bentonita (Figura 3), esto se le atribuye a la bentonita la cual mejora la digestibilidad de los carbohidratos crudos, extracto libre de nitrógeno y fibra dando como resultado un aumento en la eficiencia alimenticia (Richter *et al.*, 1990). Por otra parte, Kholif *et al.* (2019) reportaron que con la inclusión de probióticos en la dieta basal de ganado de lechero obtuvo un 69% en la tasa de preñez en comparación con lo reportado por Nasiri *et al.* (2018) quienes obtuvieron un 70% en la tasa de preñez en vacas suplementadas con 4 g de levadura/día/cabeza.

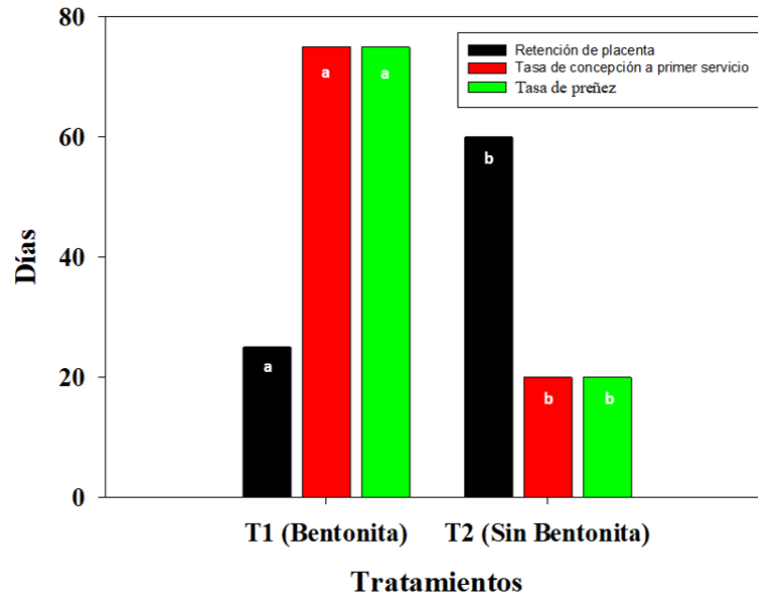


Figura 3. Variables reproductivas con su respectiva tasa en ambos tratamientos

Letras diferentes (a, b) indican diferencia significativa.

VII. Conclusión

La suplementación con bentonita en vacas Holstein mejoro las propiedades fisicoquímicas de la leche (proteína, lactosa, solidos no grasos y la producción de leche) y las variables reproductivas (retención de placenta, tasa de concepción al primer servicio, servicios por concepción y tasa de preñez) respecto al tratamiento 2, sin embargo, no se vieron afectados las variables pH, grasa, densidad de la leche, días del parto al primer estro, primer celo fértil, días del parto al primer servicio y días abiertos, los cuales fueron similares entre tratamientos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abo El-Maaty, A. M., Aly, M. A., Kotp, M. S. (2021). The effect of Seasonal heat stress on oxidants–antioxidants biomarkers, trace minerals and acute-phase response of periparturient Holstein Friesian cows supplemented with adequate minerals and vitamins with and without retained fetal membranes. *Bull Natl Res Cent.* 45, 8. Doi: <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00468-9>
- Adamović, M., Šamanc H., Vujanac, I., Valčić, O. y Kirovski, D. (2013). Effects of mineral substances with a buffering effect on milk production and milk composition in heat stress conditions. *Macedonian Journal of Animal Science*, Vol. 3(1), 49–55.
- Aguayo, J. (2001). Maternal lactation for preterm newborn infants. *Early Human Development*, 65, 19-29. Doi:10.1016/s0378-3782(01)00203-1
- Agudelo, G. D. A. y Bedoya, M. O. (2005). Composición nutricional de la leche de Ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*. Vol 2 (1), 38-42.
- Alqaisi, O., Al-Abri M., Al-Abri, A. y Al-Marzooqi, W. (2020). A comparison of milk production from Holstein Friesian and Jersey cattle breeds under hot climate of Oman. *Tropical Animal Health and Production.* 52, 1503-1506. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02093-9>
- Auldist, M. J., Johnston K. A., White N. J., Fitzsimons, W. P. y Boland, M. J. 2004. A comparison of the composition, coagulation characteristics and cheesemaking capacity of milk from friesian and jersey dairy cows. *Journal of dairy research.* 71, 51-57. Doi:10.1017/S0022029903006575
- Baeza, R. C. B. y Ayala, I. A. (2010). Susceptibility to massmovement processes in the municipality of Tlauquitepec, Sierra Norte de Puebla. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, (73), 7-21. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/569/56919175002>

- Bernal L.R., Rojas M.A., Vázquez C., Espinoza A., Estrada J. y Castelán O.A., 2007. Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Vet Méx.* 38 (4), 2007.
- Borreani, G., Giaccone, D., Mimosi, A., y Tabacco, E. (2007). Comparison of Hay and Haylage from Permanent Alpine Meadows in Winter Dairy Cow Diets. *Journal of Dairy Science*, 90(12), 5643–5650. Doi:10.3168/jds.2007-0134
- Briñez W.J., Valbuena E., Castro G., Tovar A. y Ruiz-Ramirez J. 2008. Algunos parámetros de composición y calidad en leche cruda de vacas doble propósito en el municipio Machiques de Perijá. Estado Zulia, Venezuela. *Revista científica FCV/LUZ.* 5, 607-617.
- Britt, J. S., Thomas, R. C., Speer, N. C., & Hall, M. B. 2003. Efficiency of converting nutrient dry matter to milk in holstein herds. *Journal of Dairy Science*, 86(11), 3796-3801. Doi:10.3168/jds.s0022-0302(03)73987-3
- Campos, C. C., do Prado, F. L., dos Reis, J. P. J., Carneiro, L. C., Silva, P. R. B., de Moraes, G. F., y dos Santos, R. M. 2020. Effects of clinical mastitis and puerperal diseases on reproductive efficiency of dairy cows. *Tropical Animal Health and Production.* 52, 3061-3068. Doi:10.1007/s11250-020-02326-2
- Canfield, R. W. y Bultler, W. R. (1991). Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. *Journal of Animal Science.* 69, 740-746.
- Cavestany, D. (1993). Eficiencia reproductiva en vacas lecheras. Edición 37. INIA. Montevideo, Uruguay. 22 p.
- Córdova Izquierdo, Alejandro y Córdova Jiménez, Mary Silvia y Córdova Jiménez, Cristian Alejandro y Pérez Gutiérrez, José Félix. 2005. Comportamiento reproductivo de ganado lechero. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 6(7),1-4.

- Córdova Izquierdo, A., Espinosa Cervantes, R., Peña Betancurt, S. D., Villa Mancera, E. A., Huerta Crispín R., Juárez Mosqueda, M^aDL., Gómez Vázquez A., Cansino Arroyo G., Olivares Pérez, J. y Sánchez Aparicio, P. (2017). Efecto de la retención placentaria sobre días abiertos en vacas. REDVET, Revista Electrónica de Veterinaria, 18(9),1-4. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=636/63653009055>
- Correa, A. y Uribe, L.F. (2010). La condición corporal como herramienta para pronosticar el potencial reproductivo en hembras bovinas de carne. Revista Facultad Nacional de Agronomía. 63(2), 5607-5619.
- Crowe, M. A., Hostens, M., & Opsomer, G. (2018). Reproductive management in dairy cows - the future. Irish Veterinary Journal, 71, 1. Doi: <https://doi.org/10.1186/s13620-017-0112-y>
- Dael, P., Vlaemynck, G., Renterghem, R., & Deelstra, H. (1991). Selenium content of cow's milk and its distribution in protein fractions. Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und -Forschung, 192(5), 422-426. doi:10.1007/bf01193140
- DeLay, N. D., Thumbi, S. M., Vanderford, J., Otiang, E., Ochieng, L., Njenga, M. K., Marsh, T. L. (2020). Linking calving intervals to milk production and household nutrition in Kenya. Food Security. Doi:10.1007/s12571-019-01006-w
- Dirandeh, E., Towhidi, A., Zeinoaldini, S., Ganjkanlou, M., Ansari Pirsaraei, Z. y Fouladi-Nashta, A. 2013. Efectos de diferentes suplementos de ácidos grasos poliinsaturados durante los períodos posparto de las vacas lecheras en período de lactancia temprana sobre la producción de leche, las respuestas metabólicas y el rendimiento reproductivo. Journal of Animal Science. 91 (2), 713-721. Doi: 10.2527 / jas.2012-5359
- Djoković, R., Kurubić, V., Ilić, Z., Cincović, M., Petrović, M. y Fratrić N. (2013). Estimation the metabolic status of transitional dairy cows on the basis changes characteristic blood biochemical indicators. Lucrări Științifice Medicină Veterinară. Vol. 46

- Dobrzański, Z., Kolacz, R.; Górecka, H., Chojnacka, K. y Bartkowiak, A. (2005). The content of microelements and trace elements in raw milk from cows in the silesian region. *Polish Journal of environmental studies*. 14(5), 685-689.
- El-Garhi M.S., Fadel M.S., Mahmoud M. 2017. Effect of long chain fattyacids on the production and reproductive immunity of holstein dairy cows. *Egyptian J. Nutrition and Feeds*. 20 (3), 459-466.
- El-Tarabany, M. S., El-Tarabany A. A. y Emara, S. S. (2018). Impact of crossbreeding Holstein and brown swiss cows on milk yield, composition, and fatty acid profiles in subtropics. *Tropical animal health and production*. 50, 845-850. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1506-2>
- Ehrlich W. K. Davison T. M. (1997) Adding bentonite to sorghum grain-based supplements has no effect on cow milk production. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 37, 505-508. Doi: <https://doi.org/10.1071/EA96140>
- Faccio-Demarco, C., Mumbach, T., Oliveira-de-Freitas, V., Fraga e Silva-Raimondo, R., Medeiros-Gonçalves, F., Nunes-Corrêa, M., y Cassal-Brauner, C. (2019). Effect of yeast products supplementation during transition period on metabolic profile and milk production in dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*. 51, 2193-2201. Doi:10.1007/s11250-019-01933-y
- FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Ganado vacuno. Última consulta 02/02/2021. Disponible en <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/cattle/es/>
- FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Producción lechera. Última consulta 15/01/2021. Disponible en <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>

- Fernández, E., Martínez, J. A., Martínez, V., Moreno J. M., Collado, L. R., Hernández, M. y Morán, F. J. (2015). Documento de Consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche. *Nutrición Hospitalaria*. 31(1), 92-101.
- Folnožić, I., Samardžija, M., Đuričić, D., Vince, S., Perkov, S., Jelušić, S., & Turk, R. (2019). Effects of in-feed clinoptilolite treatment on serum metabolic and antioxidative biomarkers and acute phase response in dairy cows during pregnancy and early lactation. *Research in Veterinary Science*. 127, 57-64. Doi: 10.1016/j.rvsc.2019.10.010
- Fonseca, D.A. y Borrás L.M. 2013. Evaluación del efecto de la papa fresca incluida en un alimento para vacas Holstein sobre la producción y calidad de la leche. *Ciencia y Agricultura*. 11 (1), 55-56.
- Fox, P. F., & Kelly, A. L. (2006). Indigenous enzymes in milk: Overview and historical aspects—Part 2. *International Dairy Journal*, 16(6), 517–532. doi:10.1016/j.idairyj.2005.09.017
- 10.1016/j.idairyj.2005.09.017
- Frederiksen, P. D., Hammershøj, M., Bakman, M., Andersen, P. N., Andersen J. B., Qvist, K. B. y Larsen, L. B. 2011. Variations in coagulation properties of cheese milk from three Danish dairy breeds as determined by a new free oscillation rheometry-based method. *Dairy science y technology*. 91, 309-321. Doi: 10.1007/s13594-011-0018-5
- García, C. A. C., Montiel, R. L. A. y Borderas, T. F. 2014. Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. *Archivos de Zootecnia*. 63, 85-105.
- Gaucheron, F. (2005). The minerals of milk. *Reproduction Nutrition Development*, 45(4), 473–483. Doi:10.1051/rnd:2005030

- Gomes Lopes M., Echenique Dominguez J. H., Nunes Corrêa M., Schmitt E. y Fischer G. 2019. Rumen-protected methionine in cattle: influences on reproduction, immune response, and productive performance. *Arquivos do Instituto Biológico*. 86, 1-9.
- Gong, J., Xiao, M. 2018. Effect of Organic Selenium Supplementation on Selenium Status, Oxidative Stress, and Antioxidant Status in Selenium-Adequate Dairy Cows During the Periparturient Period. *Biol Trace Elem Res*. 186, 430–440. [https://doi-org.proxydgb.buap.mx/10.1007/s12011-018-1323-0](https://doi.org/proxydgb.buap.mx/10.1007/s12011-018-1323-0)
- Góngora, A, & Hernández, A 2007. EL POSPARTO EN LA VACA. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 54(I),25-42.
- Ghoniem A.H., El-Bltagy. Y Abdou A.A. 2018. *J.Animal and Poultry Prod.*, Mansoura Univ. 9 (11): 423 – 431.
- Gouda, G. A., Khattab, H. M., Abdel-Wahhab, M. A., Abo El Nor, S. A., El-Sayed, H. M., & Kholif, S. M. 2019. Clay minerals as sorbents for mycotoxins in lactating goats' diets: Intake, digestibility, blood chemistry, ruminal fermentation, milk yield and composition, and milk AFM1 content. *Small Ruminant Research*. Doi: 10.1016/j.smallrumres.2019.04.003
- Grille L., Carro S., Escobar D., Fros C., Cousillas G. Lazzarini F.; Borges A. y Gonzales S. 2013. Efecto de la congelación de leche caprina sobre la estabilidad oxidativa, calidad higiénico sanitaria y la de composición en un rebaño de la raza Saanen. *Revista del laboratorio tecnológico del Uruguay*. 8, 60-66.
- Gultepe, E. E., Uyarlar, C., & Bayram, İ. 2018. Supplementation of Cr Methionine During Dry Period of Dairy Cows and Its Effect on Some Production and Biochemical

- Gutiérrez O., Galindo J., Oramas A. y Cairo J. 2008. Efecto de la suplementación con bentonita y zeolita en la protección de la proteína ruminal. Estudios in vivo. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 42(3),255-258
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1930/193015504005>
- Gwazdauskas F.C., Wilcox C.J. y Thatcher W.W. 1975. Environmental and management factors affecting conception rate in a subtropical climate. Journal of Dairy Science. 58(1):88-92. Doi: 10.3168/jds.s0022-0302(75)84523-1.
- Heinrichs, A. J., Rogers, G. W., & Cooper, J. B. 1992. Predicting Body Weight and Wither Height in Holstein Heifers Using Body Measurements. Journal of Dairy Science, 75(12), 3576–3581. Doi: 10.3168/jds.s0022-0302(92)78134-x
- Hernández-Cerón J. 2016. Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros. Primera edición. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. México. 172 p.
- Hidalgo, N., Senese, A., Cano, E. y Sarquís, P. 2016. Caracterización y evaluación de la calidad de bentonitas provenientes de las provincias de San Juan y Río Negro (Argentina) para uso en industria petrolera y cerámica. Boletín Geológico y Minero, 127 (4): 791-806. Doi: 10.21701/bolgeomin.127.4.003
- Ill-Hwa, K., & Jeong, J. K. 2018. Risk factors limiting first service conception rate in dairy cows, and their economic impact. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. Doi:10.5713/ajas.18.0296
- INAFED Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. SEGOB Secretaría de Gobernación 2010. Disponible en: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21186a.html>.
- INEGI Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Tlatlauquitepec Puebla Clave geoestadística 2020. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21186.pdf

- Ivanova O. V. y Ivanov E. A. 2016. Productivity of pigs and quality meat while feeding premix “Biolekks” and bentonite. *Bulgarian Journal Agriculture Science*. 22(1), 62-65.
- Ivanova O.; Ivanov E. y Gordiyenko I. 2015. Expediency of use of bentonite clay in feeding of cows. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*. 18(6), 942-946.
- Jenkins T. C. y McGuire M. A. 2006. Mejor advances in nutrition: Impact on milk composition. *Journal Dairy Science*. 89, 1302-1310.
- Karatzia, M.A., Katsoulos, P.D. y Karatzias, H. 2013. La suplementación dietética con clinoptilolita mejora el estado energético, la eficiencia reproductiva y aumenta la producción de leche en las vaquillas lecheras. *Ciencias de la producción animal*.
- Khachlouf, K., Hamed, H., Gdoura, R., & Gargouri, A. 2018. Effects of Zeolite Supplementation on Dairy Cow Production and Ruminant Parameters – A Review, *Annals of Animal Science*, 18(4), 857-877. Doi: <https://doi.org/10.2478/aoas-2018-0025>
- Kimura, K., Goff, J., Reinhardt, T., Sato, S., & Tyler, H. 2003. Association Between Retained Placenta and Impaired Neutrophil Function in Dairy Cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 44(Suppl 1), P27. Doi: 10.1186/1751-0147-44-s1-p27
- Kino E., Kawakami R., Minamino T., Mikurino Y., Horii Y., Honkawa K. y Sasaki Y. 2019. Exploration of factors determining milk production by holstein cows raised on a dairy farm in a temperate climate area. *Tropical animal health and production*. 51, 529-536. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1720-6>
- Klinedinst, P. L., Wilhite, D. A., Hahn, G. L., & Hubbard, K. G. 1993. The potential effects of climate change on summer season dairy cattle milk production and reproduction. *Climatic Change*, 23(1), 21–36. Doi:10.1007/bf01092679

- Klingborg, D. J. 1987. Normal Reproductive Parameters in Large “California-Style” Dairies. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 3(3), 483–499. Doi:10.1016/s0749-0720(15)31123-3
- Kokov, T.N. and Utizhev, A.Z. 2009. Use of silage enriched with bentonite clay in the diet of cows to stimulate productive and reproductive qualities. *Agricultural Journal*, 1 (1-1), 23-26.
- Kholif M.A., Gado M.A., Metwally H.M. 2019. Effect of anaerobic probiotic and/or biological antitoxin supplementations on productive and reproductive performance of lactating cows. *AUJAS, Ain Shams Univ., Cairo, Egypt, Special*. 27(1).
- Kumari K. W. S. N., Jayawardana J. M. D. R. y Jayasinghe J. M. P. 2019. Identifications of the major factors that influence milk production: The case of dairy farmers in Badulla district, Sri Lanka. *International journal of livestock*. 10(7), 182-187. Doi: 10.5897/IJLP2018.0566
- La Torre W. 2001. Metodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 12(2), 179-184.
- LeBlanc, S. J. (2008). Postpartum uterine disease and dairy herd reproductive performance: A review. *The Veterinary Journal*, 176(1), 102–114. Doi: 10.1016/j.tvjl.2007.12.019
- López N.C. y Novoa C.F. 2009. Efecto de dos niveles de grasa sobre la vida útil sensorial del queso campesino. *Rev. Vet. Zoot*. 56. 32-40.
- Lopreiato, V., Mezzetti, M., Cattaneo, L., Ferronato, G., Minuti, A., & Trevisi, E. 2020. Role of nutraceuticals during the transition period of dairy cows: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11(1). Doi:10.1186/s40104-020-00501-x

- Maki, C. R., Thomas, A. D., Elmore, S. E., Romoser, A. A., Harvey, R. B., Ramirez-Ramirez, H. A., & Phillips, T. D. 2016. Effects of calcium montmorillonite clay and aflatoxin exposure on dry matter intake, milk production, and milk composition. *Journal of Dairy Science*. 99(2), 1039–1046. Doi: 10.3168/jds.2015-10242
- Marino V. M., Schadt I., La Terra S., Maneti M., Caccamo M., Licitra G. y Carpino S. 2012. Influence of season and pasture feeding on the content of α -tocopherol and β -carotene in milk from holstein, brown swiss and modicana cows in Sicily. *Dairy science y technology*. 92, 501-513. Doi: 10.1007/s13594-012-0069-2
- McGrath, B. A., Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., & Kelly, A. L. 2015. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science & Technology*, 96(2), 133–158. Doi:10.1007/s13594-015-0258-x
- McNamara, S., Butler, T., Ryan, D., Mee, J., Dillon, P., O'Mara, F. y Murphy, J. 2003. Efecto de ofrecer suplementos de grasas protegidas en el rumen sobre la fertilidad y el rendimiento en vacas Holstein-Friesian paridas en primavera. *Ciencia de la reproducción animal*. 79 (1-2), 45–56.
- Mehany, A. A. y Shams A. S. E. 2019. Effect of Toxin Binder on Productive Performance of Lactating Friesian Cows. *J. of Animal and Poultry Production, Mansoura Univ.* 10(12), 405-413.
- Meier, S., Kay, J. K., Kuhn-Sherlock, B., Heiser, A., Mitchell, M. D., Crookenden, M. A. y Roche, J. R. 2020. Effects of far-off and close-up transition cow feeding on uterine health, postpartum anestrous interval, and reproductive outcomes in pasture-based dairy cows. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11(1). Doi:10.1186/s40104-019-0416-8
- Meléndez P. y Bartolomé J. 2017. Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero: Revisión. *Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria*. 8(4), 407-417.

- Mićić N., Grubić G., Petrović M. M., Pantelić V., Cekić B., Marinković M. y Lazarević M. 2017. Bentonite in nutrition of dairy cattle. *Modern Trends in Livestock Production*.
- Mikolaichik I. N. y Morozova L. A. 2009. Biological Basis of Using Bentonite-Based Mineral–Vitamin Premix when Increasing the Milk Yield of Cows. *Russian Agricultural Sciences*. 35(3), 199-201.
- Mordak, R., & Stewart, P. A. 2015. Periparturient stress and immune suppression as a potential cause of retained placenta in highly productive dairy cows: examples of prevention. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 57(1). Doi: 10.1186/s13028-015-0175-2
- Moussa AI, Sobeih AMK, Al-Hawary II, Elkassas WM and Barakat R, 2020. Efficacy of kaolin and bentonite clay to reduce aflatoxin M1 content in contaminated milk and effects on milk quality. *Pakistan Veterinary Journal*, 40(2): 181-186. <http://dx.doi.org/10.29261/pakvetj/2020.001>
- Nahúm M., Marin M., Rios C. y Melendez P., 2016. Perfil de ácidos grasos lácteos en vacas lecheras postparto alimentadas con soiling o ensilaje de alfalfa bajo sistema de confinamiento, *Archivos de Medicina Veterinaria*. 48, 29-36.
- Nasiri, A.H, Towhidi, A., Shakeri, M., Zhandi, M., Dehghan-Banadaky, M. y Colazo, M.G. 2018. Efectos de la suplementación con levaduras vivas sobre el perfil hormonal, la dinámica folicular ovárica y el rendimiento reproductivo en vacas lecheras durante altas temperaturas ambientales. *Teriogenología*.
- National Research Council (NRC). 2001. *The nutrient requirement of dairy cattle*. Seventh edition; National Academy Press, Washington D. C. 381 p.
- Niles D, Eicker S, Stewart S. 2001. Using pregnancy rate to monitor reproductive management. In: *Proc 5th Western Dairy Management Conference*. Las Vegas, USA.

- Norma Oficial Mexicana NMX-F-700-COFO-CALEC-2012, Sistema producto leche-alimento-lácteo-leche cruda de vaca-especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de marzo de 2014. Recuperada de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5337639&fecha=20/03/2014&print=true
- OMS Organización Mundial de la Salud. Aditivos alimentarios. Última consulta 4/2/2021. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>
- Odom I. E. (1984). Smectite clay minerals: properties and uses. The Royal Society. 311, 391-409.
- Ortiz S. J. A., García T. O., Morales T. G. 2005. Manual para el manejo de bovinos productores de leche. Secretaría de la reforma agraria. México, Pp.16.
- Paiano, R., Birgel, D., Bonilla, J., & Birgel Junior, E. 2020. Alterations in biochemical profiles and reproduction performance in postpartum dairy cows with metritis. *Reproduction in Domestic Animals*. Doi:10.1111/rda.13815
- Paecht-Horowitz, M., y Eirich, F. R. 1988. The polymerization of amino acid adenylates on sodium-montmorillonite with preadsorbed polypeptides. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*, 18(4), 359–387. Doi: 10.1007/bf01808216
- Pasha T.N., Mahmood A., Khattak F.M., Jabbar M.A. y Khan A.D. 2008. The effect of feed supplemented with different sodium bentonite treatments on broiler performance. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 32(4), 245-248.
- Perdomo M. F., Peña L. F., Carvajal J. D. y Murillo L. Y. 2017. Relación nutrición-fertilidad en hembras bovinas en clima tropical. *Revista electrónica de veterinaria*. 18(9), 1695-7504.
- Petit, H. V., y Twagiramungu, H. 2006. Conception rate and reproductive function of dairy cows fed different fat sources. *Theriogenology*, 66(5), 1316–1324. Doi: 10.1016/j.theriogenology.2006.04.029

- Petit H. V., Dewhurst R. J., Proulx J. G., Khalid M., Haresign W. y Twagiramungu H. 2001. Milk production, milk composition, and reproductive function of dairy cows fed different fats. *Canadian Journal of Animal Science*. 81(2): 263-271. <https://doi.org/10.4141/A00-096>
- Pontes, G.C.S., Monteiro, P.L.J., Prata, A.B., Guardieiro, M.M., Pinto, D.A.M., Fernandes, G.O. Sartori, R. 2015. Efecto de la vitamina E inyectable sobre la incidencia de membranas fetales retenidas y el rendimiento reproductivo de las vacas lecheras. *Journal of Dairy Science*. 98 (4), 2437–2449.
- Probo M., Comin A., Agazzi A., De Amicis I., Prandi A., Cairoli F. 2012. Effect of Dry Period Length on NEFA and IGF-I Plasma Concentrations and Postpartum Ovarian Activity Resumption in Dairy Cows. In: Pugliese A., Gaiti A., Boiti C. (eds) *Veterinary Science*. Springer, Berlin, Heidelberg. 208 p. Doi: 10.1007/978-3-642-23271-8
- Prvuloviæ D., Košarèiæ S., Popoviæ M. y Lajšić G. G. 2009. Efecto de los aluminosilicatos hidratados dietéticos en el crecimiento y los indicadores sanguíneos de cerdos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 43, 1.
- Rangel, L. Alarcón, M., Galina, C., Hernández, J., Porras, A., Valencia, J., Balcazar, J., Boeta, M., Flores, H., Páramo, R. (2009). *Manual de prácticas de reproducción animal*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Richter G. H., Flachowsky E., Ochrimenko W. I. y Kraetsch D. 1990. Effect of bentonites on fattening performance, apparent digestibility and metabolic parameters in bulls. *Tierernährung und Fütterung*. 16, 55-63.
- Rocha A., Rocha S. y Carnevalheira J. 2001. Reproductive Parameters and Efficiency of Inseminators in Dairy Farms in Portugal. *Reproduction in Domestic Animals*. 36, 319-324.

- Ruprecht, G., Noro, M., Meotti, O., Batista, C., de Lourdes Adrien, M., Barca, J., & Meikle, A. 2019. Endocrine and reproductive parameters in sick and healthy primiparous and multiparous dairy cows. *Theriogenology*. 141, 173-179. Doi: 10.1016/j.theriogenology.2019.09.026_
- SADER Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, Instalan grupo sectorial para avanzar hacia la autosuficiencia alimentaria en leche. Ultima consulta 15/01/2021. Disponible en <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/instalan-grupo-sectorial-para-avanzar-hacia-la-autosuficiencia-alimentaria-en-leche>
- SE Secretaría de Economía, Perfil de mercado de la bentonita. Ultima consulta 15/01/2021. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/419262/Perfil_Bentonita_2018_T_.pdf
- Segad, M., Jönsson, B., Åkesson, T., & Cabane, B. 2010. Ca/Na Montmorillonite: Structure, Forces and Swelling Properties. *Langmuir*, 26(8), 5782–5790. Doi:10.1021/la9036293
- Sepúlveda-Varas P, Wittwer-Menge F. 2017. Periodo de Trancision: Importancia en la salud y bienestar de vacas lecheras. Primera edición. Pilar Sepulveda Varas. Valdivia, Chile. 84 p.
- Shen, L., Dael, P., & Deelstra, H. 1993. Evaluation of an in vitro method for the estimation of the selenium availability from cow's milk. *Zeitschrift fur lebensmittel-untersuchung und -forschung*, 197(4), 342–345. Doi:10.1007/bf01242058_
- SIAP Servicio de información agroalimentaria y pesquera, Panorama de la lechería en México. Ultima consulta 15/01/2021. Disponible en <http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Brochure%20Cuarto%20Trimestre%202019.pdf>

- Silanikove, N., Merin, U., & Leitner, G. (2006). Physiological role of indigenous milk enzymes: An overview of an evolving picture. *International Dairy Journal*, 16(6), 533–545. doi:10.1016/j.idairyj.2005.08.015 .
- Singh B., Safalaoh A., Amuri N., Eik L., Sitaula B., Lal R. 2020. Climate Impacts on Agricultural and Natural Resource Sustainability in Africa. First edition. Springer, Cham. pp 227-238. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-37537-9>
- Smulski, S., Gehrke, M., Libera, K., Cieslak, A., Huang, H., Patra, A. K., y Szumacher-Strabel, M. 2020. Effects of various mastitis treatments on the reproductive performance of cows. *BMC Veterinary Research*, 16(1). Doi:10.1186/s12917-020-02305-7
- Souames S. y Berrama Z. 2020. Factors affecting conception rate after the first artificial insemination in a private dairy cattle farm in North Algeria, *Veterinary World*, 13(12): 2608-2611. Doi: www.doi.org/10.14202/vetworld.2020.2608-2611
- SS Secretaria de Salud. Sabias que la leche es un buen aliado de la salud. Última consulta 15/01/2021. Disponible en <https://www.gob.mx/salud/articulos/sabias-que-la-leche-es-un-buen-aliado-de-la-salud>
- Suárez-Machín, Caridad, y Guevara-Rodríguez, Carmen Amarilys. 2017. Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de rumiantes. Revisión bibliográfica. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 51(2),21-30. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2231/223154251004>
- Sumantri I., Agus A., Nuryono N., Böhm J. y Murti, T.W. 2017. Effects of bentonite inclusion in naturally aflatoxin contaminated diet on aflatoxin excretion and milk production of Indonesian Friesian Holstein. *Italian Journal of Animal Science*. 16(1), 135.

- Tsen, S. Y., Siew, J., Lau, E. K. L., Afiqah bte Roslee, F., Chan, H. M., & Loke, W. M. 2014. Cow's milk as a dietary source of equol and phenolic antioxidants: differential distribution in the milk aqueous and lipid fractions. *Dairy Science & Technology*, 94(6), 625–632. Doi:10.1007/s13594-014-0183-4_
- Uskov, G.E. 2007. The use of bentonite in the diet of heifers and cows of first birth. *Krasnoyarsk State Agrarian University Bulletin*, (2), 187-191.
- Vannucchi, C. I., Silva, L. G., Lúcio, C. F., & Veiga, G. A. L. 2016. Influence of the duration of calving and obstetric assistance on the placental retention index in Holstein dairy cows. *Animal Science Journal*, 88(3), 451–455. Doi: 10.1111/asj.12667
- Wallace, R. J., & Newbold, C. J. 1991. Effects of bentonite on fermentation in the rumen simulation technique (Rusitec) and on rumen ciliate protozoa. *The Journal of Agricultural Science*, 116(01), 163. Doi: 10.1017/s0021859600076279_
- Yalew, B., Lobago, F., & Goshu, G. 2010. Calf survival and reproductive performance of Holstein–Friesian cows in central Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*, 43(2), 359–365. Doi:10.1007/s11250-010-9697-9
- Yarmots G. A. y Yarmots L. P. 2018. Natural sorbents in agricultura. *Advances in Engineering Research*. 151.
- Yildiz A. y Erisir Z. 2016. Effect of propylene glycol on fertility of postpartum dairy cows experiencing seasonal heat stress. *Indian Journal Of Animal Research*. 50 (1),27-30. Doi: 10.18805/ijar.8561
- Herrera Zuñiga, A.M. 2017. Calidad de la leche por determinación de densidad en lactodensímetro. UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Químicas Y De La Salud, Machala, Ecuador. 36 p.

Oficio No. FCAyP/049/2022

Asunto: Impresión de Tesis.

C. Neftali Hernández Cabrera
Egresado de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

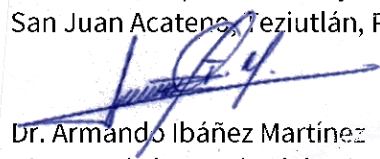
Con base en el dictamen emitido por el Dr. Numa Pompilio Castro González (**Director de Tesis**), Dr. Marcos Pérez Sato (**Asesor**) y Dr. Eutiquio Soní Guillermo (**Asesor**), en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la impresión de la tesis titulada:

“Bentonita sobre la producción, calidad de leche y los parámetros reproductivos de vacas lecheras”

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agronómica y Zootecnia.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

Atentamente
“Pensar bien, para vivir mejor”
San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., a 26 de Enero de 2022.


Dr. Armando Ibáñez Martínez
Director de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias



c.c.p. - Archivo y Minutario
Dr. AIM/mlsm