

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**Efecto del consumo de agua clorada sobre el crecimiento y
salud de becerras lecheras**

CÉSAR SÁNCHEZ TORRES

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN COAHUILA

DICIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto del consumo de agua clorada sobre el crecimiento y
salud de becerras lecheras

POR
CÉSAR SÁNCHEZ TORRES

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

AFROBADA POR

PRESIDENTE:


Dr. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

VOCAL:



Dr. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

VOCAL:



MVZ. J. GUADALUPE RODRIGUEZ MARTÍNEZ

VOCAL SUPLENTE:


MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ


MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL


Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto del consumo de agua clorada sobre el crecimiento y
salud de becerras lecheras

POR
CÉSAR SÁNCHEZ TORRES

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

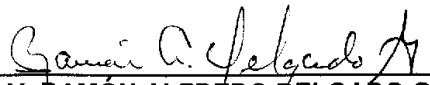
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:



DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS



M.C.V. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2015

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Fermín Sánchez Osornio y Felipa Manuela Torres Merino por haberme dado la vida y apoyarme incondicionalmente para obtener un logro tan grande como es el convertirme en un profesionista.

A mis hermanos, Fredy Sánchez Torres, Karina Sánchez Torres y Nancy Sánchez Torres por ser parte de mi familia y darme su ayuda incondicional.

A María Hernández Barrón, por ser una persona en la que puedo confiar y por estar en los momentos difíciles cuando más la necesitaba, gracias.

A mi Alma Mater, por aceptarme ser parte de ella y darme una formación como profesionista.

Al Dr. Ramiro González Avalos, por aceptarme y ayudarme a realizar la tesis para la formación como profesionista.

Al Ing. Miguel Angel Chaidez Martínez, por darme sus consejos incondicionalmente y guiarme por el camino correcto si alguna vez cometí algún error muchas gracias.

DEDICATORIAS

A mis padres, Fermín Sánchez Osornio y Felipa Manuela Torres Merino por su confianza y el apoyo que me brindaron todo este tiempo.

A mis hermanos, Fredy Sánchez Torres, Karina Sánchez Torres y Nancy Sánchez Torres, quienes estimo, admiro y quiero mucho.

A mi novia, María Hernández Barrón, una persona a quien quiero mucho y por darme su ayuda incondicional en cualquier momento.

A mis abuelos, Alfonso Merino Torres y Rosa Sánchez Osornio en donde quiera que esté estaré, siempre agradecido por ser mis segundos padres por estar siempre conmigo cuando los necesitaba.

A toda mi familia, gracias a todos por sus consejos, toda su ayuda y apoyo, muchas gracias a todos los que estuvieron y siguen estando conmigo.

Índice general

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIAS	II
Índice general	III
Índice de cuadros.....	IV
Índice de figuras.....	V
RESUMEN	VI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Importancia del Agua en la Fisiología Animal.....	3
2.2. Consumo de Agua en Bovinos.....	4
2.3. Calidad del Agua para Consumo Animal.....	6
2.4. Propiedades Organolépticas del Agua	7
2.5. Microbiología del Agua.....	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
5. CONCLUSIONES.....	18
6. LITERATURA CITADA	19

Índice de cuadros

Cuadro 1. Límites tolerables de la concentración microbiológica en el agua de bebida para ganado lechero.	21
Cuadro 2. Composición nutrimental del sustituto de leche.	23
Cuadro 3. Ingredientes del concentrado iniciador utilizado en la alimentación de las becerras.	24
Cuadro 4. Consumo de agua (L) de becerras Holstein Friesian.	25
Cuadro 5. Parámetros de crecimiento en becerras lactantes.	28
Cuadro 6. Morbilidad y mortalidad de becerras lactantes.	30

Índice de figuras

Figura 1. Consumo diario de agua observado durante el experimento.	26
Figura 2. Consumo de agua y temperaturas máximas y mínimas diarias durante el experimento.	28

RESUMEN

El agua es esencial en muchos procesos bioquímicos en el cuerpo, en la actualidad la disponibilidad de agua es escasa y su calidad se ha visto afectada prácticamente en el mundo entero. Una herramienta útil para elevar la calidad del agua es la utilización de cloro. El objetivo del presente estudio fue evaluar el consumo de agua clorada, en becerras lecheras Holstein Friesian durante la lactancia. Para observar el consumo de agua clorada; se seleccionaron 40 becerras de manera aleatoria. Los tratamientos quedaron como sigue: A: agua con 5 ppm de cloro, B: agua sin cloro. La variable que se midió fue: consumo de agua. El análisis estadístico de la variable se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey, utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012). Se empleó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística. Se observó una diferencia significativa ($P < 0.05$) a favor de las becerras que consumieron agua clorada. Se concluye que al utilizar cloro en el agua, éste favorece un mayor consumo de la misma.

Palabras clave: Desarrollo, destete, diarrea, problema respiratorio, recién nacido.

1. INTRODUCCIÓN

Las condiciones actuales están obligando al productor a ser más eficiente en la cría y desarrollo de las vaquillas. Esta es un área de suma importancia ya que lo que se haga hoy se reflejará en el futuro; el productor debe criar vaquillas de la manera más eficiente para reducir los gastos, pero sin llegar a afectar negativamente su salud y futura productividad (Belloso, 2005). La alimentación en la vida temprana de la becerro, puede afectar no solamente el desempeño y supervivencia durante el tiempo de la alimentación líquida, sino también la producción futura de leche una vez que la becerro alcanza su edad adulta (Soberon *et al.*, 2012).

Asimismo la morbilidad y mortalidad en becerras recién nacidas son atribuidas a enfermedades infecciosas. Al respecto, los dos trastornos más frecuentes son las diarreas y respiratorios, por lo que se ha estimado que la tasa de mortalidad antes del destete es de 7.8%. La diarrea y otros problemas digestivos contribuyen al 50% de las muertes, mientras que las enfermedades respiratorias son la segunda causa de mortalidad con 15% (Azizzadeh *et al.*, 2012).

Los factores típicamente considerados en la evaluación de la calidad del agua incluyen olor y sabor, propiedades físicas y químicas, presencia de compuestos tóxicos, concentración de macro y micro minerales, además de la contaminación microbiana (Beede, 2006). Considerando que los impactos negativos de este tipo de agua, son mayores en animales jóvenes, es pertinente proveer al productor de metodologías que incrementen la calidad del agua. Al respecto, se han desarrollado diferentes tecnologías para corregir la

concentración de los componentes no deseados en agua. Se destacan filtros de carbón activado, radiación ultravioleta, ozonización, destilación, intercambio catiónico-aniónico, filtros mecánicos, filtros oxidantes, osmosis inversa y cloración entre otros. Sin embargo, ninguno de los sistemas existentes elimina totalmente la concentración de los componentes no deseados en el agua (Beede, 2005b).

El suministro de agua de calidad adecuada, con características fisicoquímicas y microbiológicas idóneas es esencial para la salud óptima del ganado y por consiguiente, indispensable para optimizar la producción (McDonald *et al.*, 2002). Una herramienta útil para elevar la calidad del agua es la utilización de cloro; este es el desinfectante más comúnmente usado, es económico y efectivo a bajas concentraciones (LeJeune *et al.*, 2001).

Objetivo

Evaluar el consumo de agua clorada, en becerras lecheras Holstein Friesian.

Hipótesis

El suministro de agua clorada incrementa el crecimiento de las becerras lecheras.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia del Agua en la Fisiología Animal

El agua es uno de los nutrientes esenciales en ganado lechero. Sin embargo, en la actualidad la disponibilidad de agua es escasa y su calidad se ha visto afectada prácticamente en el mundo entero. En el organismo animal el agua participa en la mayoría de los procesos fisiológicos, incluyendo: transporte, digestión, metabolismo de nutrientes, equilibrio térmico, equilibrio de líquidos y iones en el cuerpo. Es el factor primario determinante de la osmolaridad del líquido extracelular, eliminación de materiales de desecho vía orina, heces, respiración y sudor (Roubicek, 1969; Murphy, 1992; Lardner *et al.*, 2005).

El suministro de agua de calidad adecuada, con características fisicoquímicas y microbiológicas idóneas es esencial para la salud óptima del ganado y por consiguiente, indispensable para optimizar la producción (Church, 1991). El agua de consumo para los animales que no cuenta con la calidad adecuada puede tener efectos adversos en la producción, disminuyendo el desempeño productivo y en ocasiones extremas causando la muerte (McDonald *et al.*, 2002).

Existe información abundante relacionada con la calidad del agua. Sin embargo, debido a los múltiples factores involucrados en la calidad de este recurso y a la complejidad de este nutriente en la fisiología animal, poco se ha estudiado su impacto en el desarrollo y producción animal (Wattiaux, 1996; NRC, 2001).

La importancia del agua con frecuencia se ignora en los sistemas de producción de bovinos lecheros (Wattiaux, 1996; Hole *et al.*, 2006). El agua es la biomolécula más abundante, constituyendo de un 60 a un 90 % de las células vivientes y de los tejidos en el animal. Debido a sus características físico-químicas que posee y a su habilidad para formar puentes de hidrógeno es esencial para el sistema de la vida (Horton *et al.*, 1995; Murphy, 1992; McKee y McKee, 2003).

Un consumo inadecuado de este nutriente y/o de agua con limitada calidad puede afectar el crecimiento y el desarrollo de los animales, así como también reducir la producción de leche y ocasionar efectos adversos en la salud (Adams y Sharpe, 1995; Looper y Waldner, 2002; Beede, 2005a). Por otra parte una pérdida de agua corporal del 20% puede ser fatal (NRC, 2001).

Fisiológicamente, es necesaria para satisfacer la fermentación y el metabolismo ruminal, el flujo de alimento en el tracto digestivo, la digestión y la absorción de nutrientes, el desecho de productos y las necesidades de los tejidos (Murphy, 1992; Hole *et al.*, 2006). También ayuda a mantener los volúmenes normales de sangre, igualmente regula la presión osmótica en la sangre, siendo el mayor componente de las secreciones de saliva y leche (Church *et al.*, 2004; Lardner *et al.*, 2005). Otro proceso importante, en el que participa es la regulación de la temperatura corporal a través de la transpiración y respiración (Roubicek, 1969).

2.2. Consumo de Agua en Bovinos

El agua que los animales obtienen proviene del agua de bebida, el agua contenida en el alimento y el agua producida por el cuerpo (metabolismo de los

nutrientes), particularmente por los lípidos. De manera similar las pérdidas de agua están estimadas por el agua depositada en la leche producida y el agua eliminada a través de la orina, heces y varios tipos de evaporación (Murphy, 1992).

Los factores que intervienen en el consumo de agua en el ganado son múltiples, destacándose los efectos medio ambientales temperatura y humedad (Maust *et al.*, 1972), el consumo de materia seca (Little y Shaw, 1978; Beaver *et al.*, 1989), el tipo de dieta (Castle y Thomas, 1975), y fisiología del animal (Murphy *et al.*, 1983). El consumo de agua por unidad animal fue estimado en 48.9 L/día, incrementándose en 0.81 litros por cada grado centígrado que se incrementa la temperatura ambiental (Ali *et al.*, 1994) y en ganado lechero se requiere de 2 a 4 kg de agua por cada kilogramo de materia seca consumida (Utley *et al.*, 1970).

McDowell (1967), estudió el efecto de la temperatura ambiental sobre el consumo de agua en ganado lechero y encontró que un incremento en la temperatura de 18 a 30 °C, aumento el consumo de agua en un 29%.

La determinación de ecuaciones para predecir el consumo de agua es difícil debido a múltiples factores involucrados, tales como temperatura, consumo de materia seca, edad del animal (Murphy *et al.* 1983).

Aunque se han tenido avances en la predicción del consumo de agua en ganado lechero, en animales jóvenes los estudios son limitados, ya que las funciones de son variables de acuerdo con los factores antes mencionados.

2.3. Calidad del Agua para Consumo Animal

La calidad del agua está definida por la concentración de sus componentes. Sin embargo, al interactuar con los animales y el tipo de alimentación los efectos pueden variar debido a las características de los diferentes sistemas productivos. Puede decirse que debería existir una calidad de agua óptima, sin embargo, no hay suficientes trabajos de investigación que nos permitan hacer esta inferencia (Beede, 2005a).

Las características mínimas requeridas para el agua de bebida son limpieza y frescura, consideradas esenciales para la salud y desempeño del ganado (McDonald *et al.*, 1996).

Las causas principales que afectan la calidad del agua en la superficie y el subsuelo están influenciadas por la ecología, la topografía, el tipo de suelo, el clima, el material rocoso y adicionalmente se considera la actividad antropomórfica que está relacionada con el uso práctico del suelo: agricultura, minería e industrias entre otras, las cuales contribuyen a la concentración de sales, de nutrientes y otros contaminantes como residuos de pesticidas y metales pesados los cuales son filtrados al interior del subsuelo (Barrio *et al.*, 1989; Gray, 1994; ANZECC, 2000).

La calidad del agua implica los siguientes factores: propiedades organolépticas (olor y sabor; NRC, 2001), propiedades fisicoquímicas pH, sólidos totales disueltos, oxígeno total disuelto y dureza (Socha *et al.*, 2003), la presencia de compuestos tóxicos (metales pesados, minerales tóxicos, organofosfatos e hidrocarburos (Beede, 2005b), presencia o exceso de minerales compuestos, nitratos, sulfatos, sodio, potasio, calcio, magnesio y

fierro (Adams y Sharpe, 1995; Socha *et al.*, 2003; Pérez y Fernández, 2004) y la carga biológica y microbiológica protozoarios, helmintos patógenos, coliformes totales y fecales, y algas (LeJeune *et al.*, 2001). Excesos en las concentraciones de alguno de estos compuestos pueden afectar la aceptabilidad del agua, la salud y fisiología del animal (Olson *et al.*, 1996).

2.4. Propiedades Organolépticas del Agua

En su estado puro el agua es inodora, incolora e insípida. Estas características son resultado de las propiedades fisicoquímicas del agua, así como de las sustancias presentes en excesos tales como; partículas sólidas, vegetación muerta, presencia de bacterias y hongos, sales inorgánicas (cloruros, sulfuros de sodio, calcio, hierro, manganeso), compuestos orgánicos y gases (Gray, 1994) y los subproductos provenientes del metabolismo (Beede, 2005b).

El ganado es sensitivo al olor y al sabor del agua, de manera que aguas de baja calidad son menos consumidas debido a su baja palatabilidad, reduciendo potencialmente la ganancia de peso (Willms *et al.*, 1996; Lardner *et al.*, 2005).

En un estudio desarrollado por Willms *et al.* (1994), reportaron un decremento del 20% en la ganancia de peso en becerros de más de un año quienes consumieron agua estancada durante un periodo de 70 días. De la misma manera, Willms *et al.* (2002) reportaron un 23 % ($P < 0.045$) más de ganancia de peso en vaquillas Hereford consumiendo agua limpia en relación a las vaquillas que tenían acceso directo a la charca y alcanzaron un 20 %

($P < 0.076$) más de peso, que aquellas vaquillas que tenían acceso al bebedero contaminado con heces y orina.

2.5. Microbiología del Agua

El agua destinada para el consumo animal idealmente debe ser libre de microorganismos patógenos (Schaffter *et al.*, 2004). Sin embargo, la presencia de estos en aguas superficiales es común por la contaminación fecal.

La sobrevivencia de los microorganismos patógenos depende de sus características fisiológicas y características del medio ambiente tales como viabilidad de nutrientes, energía, luz, temperatura, pH, presencia de predadores y antagonistas (Gerba y Bitton, 1994). La eliminación natural de estos microorganismos en aguas superficiales ocurre por procesos como absorción, dispersión y filtración (Van Loosdrecht *et al.*, 1989). Una gran variedad de patógenos microbiales comúnmente son transmitidos en los recipientes de agua de bebida, debido a la contaminación por animales y heces (Olson *et al.*, 1996; LeJeune *et al.*, 2001). Por otra parte, la contaminación de agua en el subsuelo por patógenos es generalmente baja, particularmente por la profundidad a la que se extrae el agua (ANZECC, 2000).

Considerando la importancia que reviste la contaminación microbial del agua de bebida en rumiantes particularmente en la etapa temprana de crecimiento, se han determinado los niveles máximos tolerables de la contaminación microbiológica del agua (Cuadro 1).

Cuadro 1. Límites tolerables de la concentración microbiológica en el agua de bebida para ganado lechero.

Concentración microbial	Límites
Total de bacteria/100mL	1000000
Coliformes totales/100mL	1000000 para becerros 15 a 5000000 para vacas
Coliformes fecales/100mL	1000000 para becerros 1000000 para vacas
Streptococcus fecales/100mL	3000000 para becerros 3000000 para vacas

El agua es esencial en muchos procesos bioquímicos en el cuerpo, juega un papel fundamental en la regulación de la temperatura del cuerpo y la presión osmótica (Davis y Drackley, 1998). Las becerras reciben agua de la leche, de otros alimentos y del agua libre. La leche o el sustituto de leche no constituyen agua extra. Por consiguiente, la alimentación no deberá ser interpretada como fuente de suficiente consumo de agua. El requerimiento de agua los animales se ve afectada por muchos factores, incluyendo temperatura del medio ambiente y la edad, con los animales jóvenes se requiere más agua por unidad de tamaño del cuerpo que animales maduros (Maynard *et al.*, 1979).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó, del 05 de agosto del 2012 al 10 de octubre del 2012, en un establo del municipio de Francisco I. Madero en el Estado de Coahuila; éste se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura de 1100 msnm, entre los paralelos $26^{\circ} 17'$ y $26^{\circ} 38'$ de latitud norte y los meridianos $103^{\circ} 18'$ y $103^{\circ} 10'$ de longitud oeste (INEGI 2009).

Para observar el consumo de agua clorada; se seleccionaron 40 becerras de manera aleatoria, las cuales fueron separadas de la madre al nacimiento y alojadas individualmente en jaulas de madera previamente lavadas y desinfectadas. Los tratamientos se distribuyeron de la forma siguiente: Grupo A: agua con 5 ppm de cloro, Grupo B: agua sin cloro. En ambos tratamientos, se les proporcionó durante tres días calostro y a partir del cuarto día de edad fueron alimentadas con un sustituto lácteo (Cuadro 2) hasta el día 45 de vida; para el tratamiento Grupo A el sustituto lácteo fue reconstituido utilizando agua clorada.

Cada tratamiento constó de 20 repeticiones considerando cada becerro como una unidad experimental. Además, se les ofreció alimento (Cuadro 3) y agua a libre acceso a partir del primer día de vida.

La variable que se midió fue: consumo de agua. El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey, utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012). Se empleó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística.

Cuadro 2. Composición nutrimental del sustituto de leche.

Elementos	Unidad*
Proteína	20 % mínimo
Grasa	20 % mínimo
Fibra	.15 % máximo
Cenizas	8.0 %
Humedad	6.0 % máximo
Lactosa	**
E.L.N	46.8 %
Vitamina A	50,000 U.I•kg
Vitamina D3	6,000 U.I•kg
Vitamina E	450 U.I•kg
Virginiamicina	80 mg•kg
Oxitetraciclina	162 mg•kg
Sulfato de Neomicina	124 mg•kg

* Basado en el análisis del fabricante Hi-bloom

** No se encuentra especificado en la ficha técnica del producto

Cuadro 3. Ingredientes del concentrado iniciador utilizado en la alimentación de las becerras.

Ingrediente		%
Humedad	Max.	13 %
Proteína Cruda	Min.	21.50 %
Grasa Cruda	Min.	3.00 %
Fibra Cruda	Max.	8.00 %
Cenizas	Max.	7.00 %

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a los resultados obtenidos en el consumo de agua en las becerras Holstein (cuadro 4), se observa una diferencia estadística ($P < 0.05$) a favor de las becerras que consumieron agua clorada.

Cuadro 4. Consumo de agua (L) de becerras Holstein Friesian.

Consumo	Grupo A	Grupo B
Promedio	219.55 ^a	106.78 ^b
Máxima	381.09	259.40
Mínima	116.75	106.00
Consumo diario/litros		
Promedio	5.22 ^a	4.44 ^b
Máxima	9.07	6.17
Mínima	2.78	2.52

Diferente literal entre columnas significa diferencia estadística $P < 0.05$

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Ventura (2006), donde él observó un incremento en el consumo al mejorar la calidad del agua mediante osmosis inversa vs agua de pozo. Generalmente las aguas que se suministran en ganadería, además de no estar libres de agentes infectantes, como bacterias, suelen contener sólidos en suspensión, dureza elevada y pH no adecuados, por lo que antes de aplicar los desinfectantes resulta imprescindible condicionar el agua. Estos pre-tratamientos suelen ser: filtración, floculación, osmosis inversa, descalcificación, regulación del pH (Llena, 2011).

Respecto al consumo diario de agua (Figura1) se observa un mayor consumo en el tratamiento de agua clorada, el cual persiste a lo largo del experimento. Adams y Sharpe (1995), observaron consumos de agua en crías de un mes de vida de 4.92 a 7.57 litros y en animales de dos meses, consumos de 5.67 a 9.08 L.

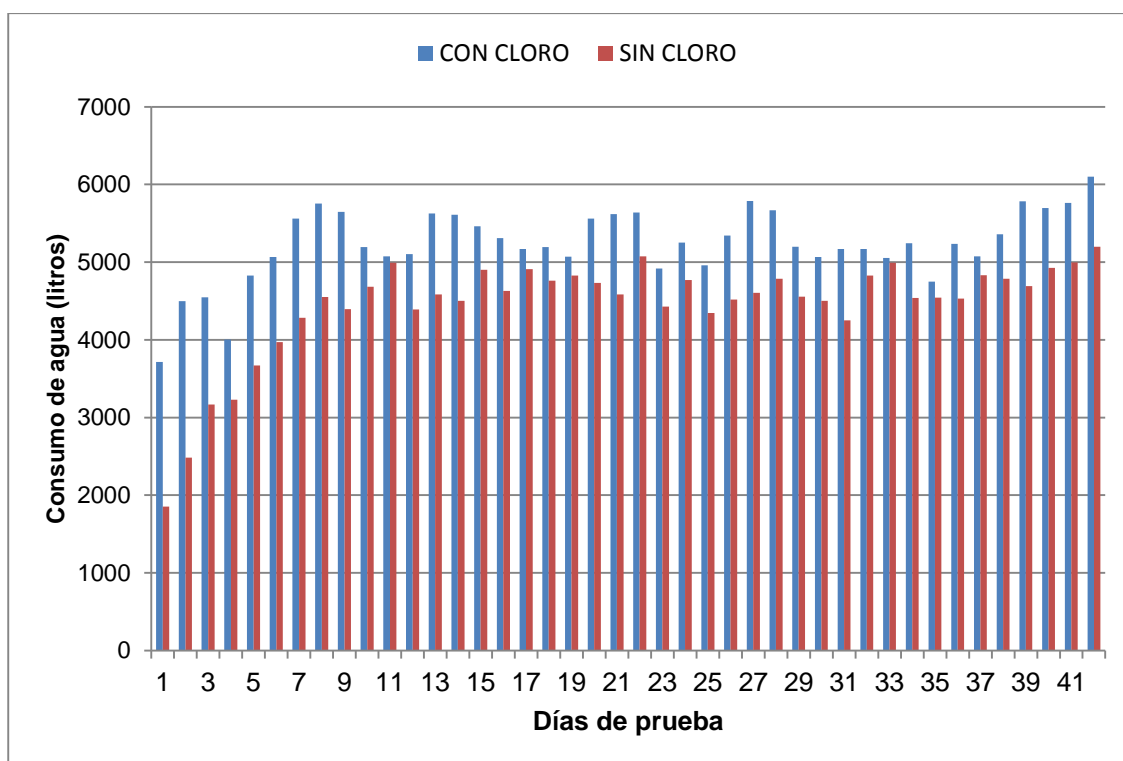


Figura1. Consumo diario de agua observado durante el experimento.

El consumo de agua se basa en varios factores incluyendo las condiciones ambientales, la producción animal, el estado, la dieta y la calidad del agua (Shirley, 1985; Puls, 1994). Cabe señalar que en el presente experimento se midió el consumo del agua hasta el día 45 de vida, que es cuando se realizó el destete. Quigley (2001), observó consumos de agua entre 0 y 11 L con un consumo medio diario de 2.5 L. en becerros. En un estudio donde se utilizó

saborizantes en el agua, Thomas *et al.* (2007), observaron consumos de agua que oscilan desde 0.92 a 1.09 L en el consumo medio de agua. Existe un gran número de factores que afectan al consumo de agua, los dos más importantes son la temperatura ambiente y el consumo del concentrado iniciador. El consumo del iniciador normalmente se ve afectado por la disponibilidad de agua y viceversa.

Las temperaturas máximas y mínimas diarias tienen un efecto significativo sobre el consumo del agua; observamos las temperaturas ambientales máximas y mínimas diarias registradas (figura 1). La temperatura máxima osciló entre los 22 y los 37 °C, y la mínima entre 11 y 23 °C. Por lo tanto, los animales estuvieron varios días en un rango neutral de temperatura, aunque podemos considerar que en la mayoría del tiempo que duró el experimento se encontraron en una situación de estrés por calor. Waldner y Looper, (2007) estimaron los requerimientos de agua de becerros en desarrollo con aproximadamente 90 kg de peso, a temperatura de 4.4, 15.5 y 26.6 °C sus requerimientos fueron de 7.57, 9.08 y 12.49 L respectivamente.

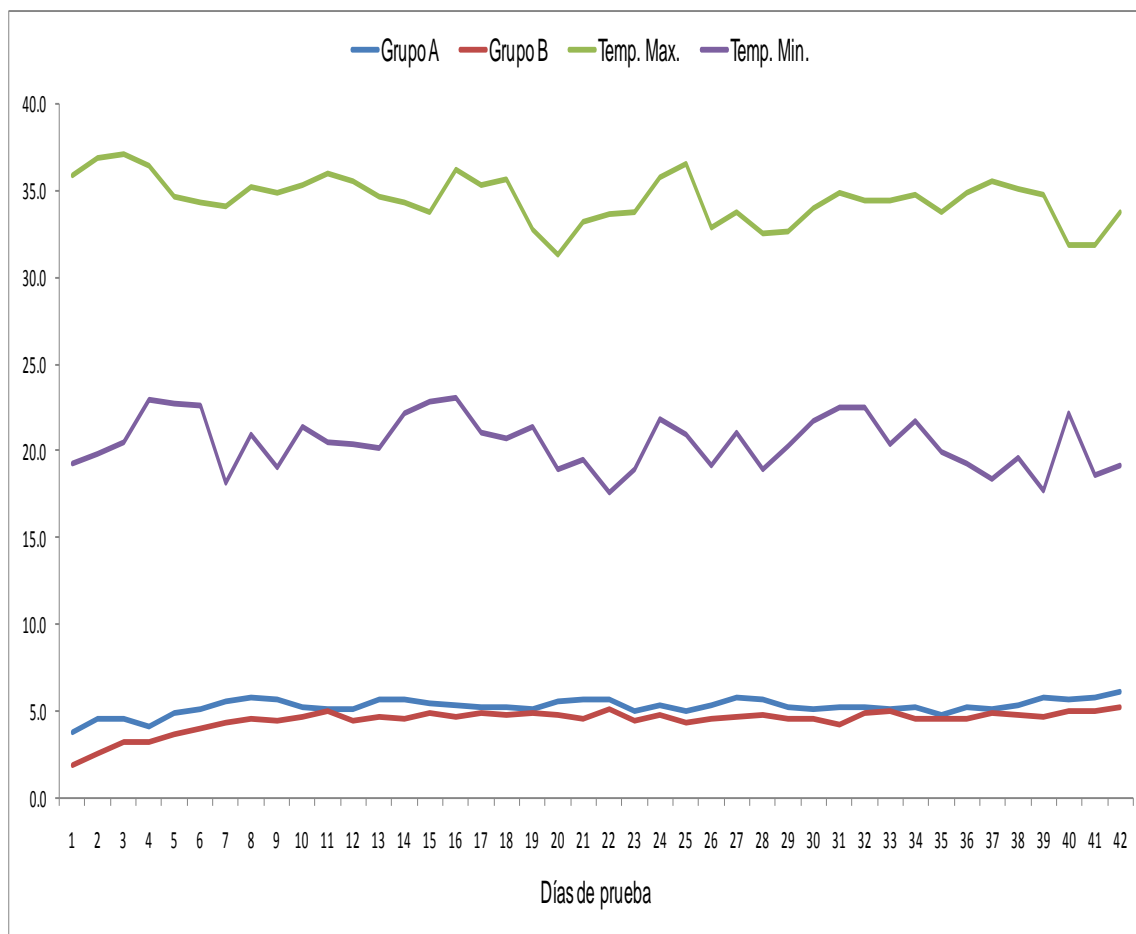


Figura 2. Consumo de agua y temperaturas máximas y mínimas diarias durante el experimento.

En relación a los resultados obtenidos para el desarrollo de los animales (Cuadro 5) se observa que no existió diferencia estadística para peso y altura al nacimiento y destete; únicamente se observa diferencia significativa ($P= 0.031$) para ganancia de peso total y diario.

Elizondo-Salazar y Heinrichs (2009) refieren una ganancia diaria de peso de 0.457 g esta ganancia es mayor a la observada en el presente experimento. Rodríguez *et al.* (2012) muestran una media de 0.480 g de ganancia diaria en becerras desarrolladas en establos de la Región Lagunera. Cabe hacer mención la importancia que tiene el análisis detallado del crecimiento adecuado

de las becerras, se ha observado que el ritmo de crecimiento influye directamente sobre la edad al primer servicio, así como en la edad y peso al primer parto (Place *et al.*, 1998).

Cuadro 5. Parámetros de crecimiento en becerras lactantes.

Variable	Grupo A	Grupo B	Probabilidad
Peso nacimiento (kg)	38 ^a	38.4 ^a	0.818
Altura nacimiento (cm)	77.1 ^a	76.7 ^a	0.662
Peso destete (kg)	56 ^a	53.3 ^a	0.194
Altura destete (cm)	82.3 ^a	81.2 ^a	0.272
Ganancia de peso total (kg)	18 ^a	14.94 ^b	0.031
Ganancia de peso diario (kg)	0.400 ^a	0.332 ^b	0.031

En cuanto a la morbilidad de becerras que presentaron eventos de enfermedad neumonía, diarrea y mortalidad, no se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 6). Se tiende a asociar la neumonía con el período posterior al destete. En esta etapa el síndrome respiratorio bovino es el responsable del 50,4% de las muertes. Pero anteriormente, durante la lactancia, es responsable del 21,3% de bajas (USDA, 2010). Elizondo-Salazar y Heinrichs (2009), no observaron diferencias ($P > 0.05$) en ambos grupos de prueba respecto a la cantidad de tratamientos para diarreas y problemas respiratorios; mencionan que la concentración de Ig en ambos grupos fue de 20 g/L lo que consideran una adecuada inmunidad pasiva. Estos beneficios son cruciales para la protección contra enfermedades infecciosas hasta que su

propio sistema inmune madura y también son importantes para el crecimiento y maduración del sistema digestivo del recién nacido (kelly, 2003).

Cuadro 6. Morbilidad y mortalidad de becerras lactantes.

Variable	Grupo A	Grupo B
Becerras enfermas de diarrea	50% (10/20)	60% (12/20)
Becerras enfermas de neumonía	10% (2/20)	10% (2/20)
Becerras muertas por diarrea	0%	0%
Becerras muertas por neumonía	0%	0%

El agua es un factor crítico en la producción y desarrollo de las becerras, pero se requiere más investigación para poder comprender el impacto que tiene el proporcionar agua de calidad a las crías sobre el crecimiento y desarrollo de las mismas; el agua de bebida es uno de los nutrientes más importantes y probablemente, el menos considerado de la dieta de los animales.

5. CONCLUSIONES

Respecto a los resultados obtenidos en el presente experimento, se concluye que el suministro de agua clorada a las becerras lecheras, favorece un mayor consumo de la misma, además, tiene en efecto positivo en el desarrollo de las mismas. En relación a la morbilidad y mortalidad el suministro de agua clorada no se observó diferencia estadística. Se recomienda realizar más estudios que incluyan diferentes etapas de desarrollo de los animales y en diferente época del año.

6. LITERATURA CITADA

- Adams, S. R. y E. W. Sharpe. 1995. Water intake and quality for dairy cattle. Penn State. College of Agricultural Sciences. DAS 95-8 [en línea]. <<http://www.das.psu.edu./teamdairy/>> [Consulta: 23 de marzo de 2015]
- Ali, S., L. A. Goonewardene y A. J. Basarab. 1994. Estimating water consumption and factors affecting intake in grazing cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 74:551-554.
- ANZECC. 2000. Water quality guidelines. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council. Disponible en: <http://www.mfe.govt.nz/publications/water/anzecc-water-quality-guide-02/index.html>[Consulta: 28 de febrero de 2015]
- Azizzadeh, M., H. F. Shooroki, A. S. Kamalabadi y M. A. Stevenson. 2012. Factors affecting calf mortality in Iranian Holstein dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine.* 104:335-340.
- Barrio, J. P., T. S. Bapat y J. M. Forbes. 1989. The effect of drinking water on food intake responses to manipulation of rumen osmolality in sheep. *The Proceedings of the Nutrition Society.* 51:98-102.
- Beaver, E. E., E. J. Williams, M.S. Hannah y S. J. Miller. 1989. Influence of breed and environment on DM digestibility water consumption, ruminal and blood parameters for brangus and angus steers. *Nutrition Reports International.* 40:831-842.
- Beede, D. K. 2005a. The Most Essential Nutrient: Water. In: *2005 Western Dairy Management Conference*, Reno, NV. USA. Pag. 13-32.
- Beede, K. D. 2005b. Assessment of Water Quality and Nutrition for Dairy Cattle. *Mid-South Ruminant Nutrition Conference.* Arlington, Texas, USA. pp.1-20.
- Beede, D. K. 2006. Evaluation of Water Quality and Nutrition for Dairy Cattle. *High Plains Dairy Conference.* Albuquerque, NM. USA. Pp.1-26
- Belloso, V. T. I. 2005. Cría y desarrollo de vaquillas lecheras. DIGAL. *Día Internacional del Ganadero Lechero.* Delicias, Chihuahua, México.
- Castle, M. E. y P. T. Thomas. 1975. The water intake of British Friesian cows on rations containing various forages. *Anim. Prod.* 20:181-189.
- Church, D. C. 1991. *Livestock feeds and feeding.* 3rd Edit. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

- Church, D. C., G. W. Pond y K. R. Pond. 2004. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. 2th, Edit. LimusaWiley. Mexico, D.F.
- Davis, C. L., y J. K. Drackley. 1998. *The Development, Nutrition, and Management of the Young Calf*. 1st ed. Iowa State Univ. Press, Ames.
- Elizondo-Salazar, J. A. y A. J. Heinrichs. 2009. Feeding heat-treated colostrum to neonatal dairy heifers: Effects on growth characteristics and blood parameters. *J. Dairy Sci.* 92:3265-3273.
- Gerba, C. P. y G. Bitton. 1994. Microbial pollutants: their survival P.C. (Eds): *Groundwater Pollution Microbiology*. Krieger Publishing Company, Malabar Florida. Pp. 65-88.
- Gray, F. N. 1994. *Calidad del agua potable, problemas y soluciones*. 1ª edición. Edit. Acribia. Zaragoza, España. Pp. 365
- Hole, S. P., A. J. Young y J. O. Hall. 2006. Correlation between water mineral content and production parameters in dairy cattle. *Proc. West. Sec. Amer. Soc. Anim. Sci.* 57:318-321.
- Horton, H. R., L. A. Moran, R. S. Ochs, J. D. Rawn y G. K. Scrimgeour. 1995. *Bioquímica*. 2th. Prentice-Hall Hispanoamericana. Edo. De México. México. Pp. 1-21.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Francisco I. Madero, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05009.
- Kelly, G. S. 2003. Bovine colostrums: a review of clinical uses. *Altern Med Rev* 8:378-394.
- Lardner, A. H., B. D. Kirychuck, L. Brault, D. W. Willms y J. Yarotski. 2005. The effect of water quality on cattle performance on pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 56:97-104.
- LeJeune, T. J., E. T. Besser, N. L. Merrill, D. H. Rice y D. D. Hancock. 2001. Livestock drinking water microbiology and the factors influencing the quality of drinking water offered to cattle. *J. Dairy Sci.* 84:1856-1862.
- Little, W. y S. R. Shaw. 1978. A note on the individuality of the intake of drinking water by dairy cows. *Anim. Prod.* 26: 225-227.
- Llena, J. Mª. 2011. La calidad del agua y sus usos diferentes en ganadería. *Selecciones Avícolas*. pp. 31-35.

- Looper, L. M. y D. N. Waldner, 2002. Water for dairy cattle. Guide D-107 *New Mexico State University Cooperative Extension Service*. Pp. 8
- Maust, L. E., E. R. McDowell, y N. W. Hooven. 1972. Effect of summer weather on performance of Holstein cows in three stages of lactation. *J. Dairy Sci.* 55:1133-1139.
- Maynard, L. A., J. K. Loosli, H. F. Hintz, y R. G. Warner. 1979. *Animal Nutrition*. 7th Ed. McGraw-Hill Publ. Co. Ltd. New Delhi, India.
- McDowell, R. E. 1967. Water exchange of cattle under heat stress. *J. Biometerology*. 2:414-418.
- McDonald, P., H. R. Edwards y D. F. J. Greenhalgh. 1996. Nutrición animal. 4ª Edición, Editorial Acribia, Zaragoza, España, Pp.571.
- McDonald, P., H. R. Edwards y D. F. J. Greenhalgh. 2002. *Nutrition animal*. 6ª Edición. Prentice-Hall. Edinburgh, England.
- McKee, T. y J. R. McKee. 2003. *Biochemistry*. Third Edition, Mc Graw-Hill. New York, U.S.A. Pp.65
- Murphy, M. R. 1992. Water metabolism of dairy cattle. Symposium: nutritional factors affecting animal water and waste quality. *J. Dairy Sci.* 75:326-333.
- Murphy, M. R., L. C. Davis y G. C. McCoy. 1983. Factors affecting water consumption by holstein cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 66:35-38.
- N. R. C. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: *Seventh Revised Edition*. *Natl. Acad. Sci. Washington, D.C.* Pp.178 -183.
- Olivares-Sáenz E. 2012. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 1.1. *Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N. L., Mexico.*
- Olson, M. E., A. T. McAllister y J. K. Cheng. 1996. The influence of water-borne diseases on production in ruminants. In meeting future challenges. Water resources and agriculture: protecting our future: *proceedings of the Canadian Society of Animal Science Annual Meeting*. Ed. LM Rode Pp.121-138.
- Pérez, C. A. y C. A. Fernández. 2004. Niveles de arsénico y flúor en agua de bebida animal en establecimientos de producción lechera. *Vet.* 6(1):51-59.

- Place, N. T., A. J. Heinrichs, y H. N. Erb. 1998. The effects of disease, management, and nutrition on average daily gain of dairy heifers from birth to four months. *J. Dairy Sci.* 81:1004-1009.
- Puls, R. 1994. *Mineral levels in animal health*. Second ed. Sherpa International, Clearbrook, BC, Canada.
- Quigley J. 2001. Calf Note #77 Métodos de suministro de agua [en línea]. <<http://www.calfnotes.com>> [Consulta: 23 de febrero de 2013]
- Rodríguez, H. K., H. G. Núñez, A. R. González, M. E. Ochoa y D. J. I. Sánchez. 2012. Factores críticos del proceso de crianza que afectan la edad al primer parto en establos de la Región Lagunera. *AGROFAZ*. Vol. 12. 4:9-17.
- Roubicek, C. B. 1969. *Water metabolism. Animal growth and nutrition*. Hafez. E. Z. y I. A. Dyer. Eds. Lee y Febiger. Philadelphia. Pp. 353-373.
- Shaffter, N., J. Zumstein y A. Parriaux. 2004. Factors influencing the bacteriological water quality in mountainous surface and ground waters. *Acta Hydrochim Hydrobiol.* 3:225-234.
- Shirley, R. L. 1985. Water requirements for grazing ruminants and water as a source of minerals. In: *Nutrition of grazing ruminants in warm climates*. Dowell (ed.) Academic Press, Inc., New York, NY.
- Soberon, F., E. Raffrenato, R. W. Everett, y M. E. Van Amburgh. 2012. Pre-weaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *J. DairySci.* 95:783-793.
- Socha, T. M., S. M. Ensley, D .J. Tomlinson y A. B. Johnson. 2003. Variability of water composition and potential impact on animal performance. *University Nebraska, North Platte, NE.* 69101.
- Thomas, L. C., T. C. Wright, A. Formusiak, J. P. Cant, y V. R. Osborne. 2007 Use of Flavored Drinking Water in Calves and Lactating Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 90:3831.3837.
- USDA. 2010. Dairy 2007, Heifer calf health and management. Practices on U.S. Dairy operations. USDA:APHIS:VS, CEAH. Fort Collins, CO. #550.0110.
- Utley, P. R., N. W. Bradley y J. A. Boling. 1970. Effect of restricted water intake on feed intake, nutrient digestibility and nitrogen metabolism in steers. *J. Anim. Sci.* 31:130-135.
- Van Loosdrecht, M. C. M., J. Lyklema, W. Norde y J. B. A. Zehnder. 1989. Bacterial adhesión: physico chemical approach. *Microb. Eco.* 17:1-15.

- Ventura, R. J. 2006. Calidad del agua en crianza de becerros Holstein. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia. Chihuahua, Chih., México
- Waldner, N. D y M. L. Looper. 2007. Water for Dairy Cattle. Oklahoma State University. 4275-4 [en línea]. <<http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Version-7189/ANSI-4275web.pdf>> [Consulta: 28 de mayo de 2013]
- Wattiaux, M. 1996. Crianza de terneras y novillas. Guía técnica lechera. *The Babcock Institute for Internacional Dairy Research and Development*. University of Winsconsin. Madison, Winsconsin, USA.
- Willms, W. D., D. D. Colwell y O. Kenzie. 1994. Water from dugouts can reduce livestock performance. *Research Station Weekly Newsletter*. No.3099. Agriculture & Agric-Food Canada Research Station, Lethbridge, A.B. Canada.
- Willms, W. D., O. R. Kenzie, D. Quinton y P. Wallis. 1996. The water source as a factor affecting livestock production. In Meeting future challenges. Water resources and agriculture: protecting our future. *Proceeding of the Canadian Society of Animal Science Annual Meeting*. Ed. L.M. Rode. CSAS:Lethbridge, A.B. Canada.
- Willms, W. D., O. R. Kenzie, T. A. Mcallister, D. Colwell, D. Veira, F. J. Wilmshurst, T. Entz y O. E. Merle. 2002. Effects of water quality on cattle performance. *J. Range Management*. 55(5):452-460.