

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TEMA:

**EFFECTO DE AGUA TRATADA A BASE DE HIPOCLORITO DE SODIO Y DIÓXIDO
DE CLORO SOBRE LA CALIDAD DE LA LECHE**

POR:

JAIRO DE LA CRUZ MARTINEZ

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón Coahuila México

Enero 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



EFFECTO DE AGUA TRATADA A BASE DE HIPOCLORITO DE SODIO Y DIÓXIDO DE CLORO SOBRE LA CALIDAD DE LA LECHE

POR:

Jairo De La Cruz Martínez

Tesis que se somete a consideración del H. jurado examinador y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobado por:

Mvz. Carlos Ramírez Fernández

ASESOR PRINCIPAL



MVZ. Rodrigo Isidro Simón Alonso

**Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal**

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Torreón, Coahuila, México.

Enero 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA



DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

EFFECTO DE AGUA TRATADA A BASE DE HIPOCLORITO DE SODIO Y DIÓXIDO DE CLORO SOBRE LA CALIDAD DE LA LECHE

POR:

Jairo De La Cruz Martinez

Presidente:

MVZ. Carlos Ramírez Fernández

Vocal:

MC. Juan Luis Morales Cruz

Vocal:

Dr. Carlos Leyva Orasma

Vocal suplente:

IBQ. Cristina Esparza Alcalá

Torreón, Coahuila, México.

Enero 2013

AGRADECIMIENTOS

A mis padres BERTA MARTINEZ HERNANDEZ, ROMUALDO DE LA CRUZ CRUZ. Por la única y sencilla razón que son los seres que me dieron la vida y a su vez el apoyo en todo momento y a lo largo del trayecto en la formación de mi educación y terminación de mi carrera, a ellos infinitamente les doy las gracias ya que no existen palabras ciertamente para describir lo agradecido que estoy.

A mi hermano; SANDRO DE LA CRUZ MARTINEZ. Que me apoyo y estuvo conmigo durante la mayoría del transcurso de mi carrera, porque después de todo él es quien ha estado conmigo desde mi infancia a él muchísimas gracias

A mi novia CLAUDIA LOPEZ SAAVEDRA. Que desde que está conmigo siempre me ha apoyado y durante la realización de este trabajo estuvo a mi lado, siempre firme y dándome ánimos, a ella que en todo momento de debilidad supo alentarme gracias porque siempre quiere lo mejor para mí.

A MIS PROFESORES. Que durante toda la carrera han estado conmigo ayudándome formándome para que me desempeñe con honorabilidad en esta carrera tan respetada y prestigiada el ser Médico Veterinario Zootecnista en especial y muy sinceramente a:

MC. JUAN LUIS MORALES CRUZ. Por su gran apoyo en la realización de este trabajo su paciencia y siempre disponibilidad de apoyarme, en todo momento

MVZ. CARLOS RAMÍREZ FERNÁNDEZ. Quien también estuvo orientándonos, guiándonos para la finalización de este trabajo.

DR. HORACIO HERNANDEZ HERNANDEZ. Mis más sinceros agradecimientos pro su gran apoyo en el análisis estadístico, y así poder finiquitar el trabajo presente muchas gracias.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Berta Martínez Hernández y Romualdo De La Cruz Cruz quienes fueron los que me ayudaron, apoyaron y dieron esta gran oportunidad el de terminar una carrera profesional, a ellos quienes son la razón de por la cual estoy vivo.

A esta universidad Antonio Narro quien nos recibe con los brazos abiertos sin importar lo lejos que vengamos, ahora y siempre mi Alma Terra Mater donde pude conocer lo bonito que es la carrera y el ser Médico Veterinario Zootecnista.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	
DEDICATORIA	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	vi
INDICE DE GRAFICAS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO.....	4
HIPOTESIS.....	4
II. REVISION DE LITERATURA	5
1 FUNCION DEL AGUA EN BOVINOS LECHEROS.....	5
2. FUNCIONES FISIOLÓGICAS.	5
3. PÉRDIDAS DE AGUA (balance hídrico).....	7
4. NECESIDADES DE AGUA.....	8
5. FUENTES DE AGUA.	9
6. LA IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA EN PRODUCCIÓN LECHERA	11
7. CALIDAD DE LA LECHE	12
8. LIMITES PERMISIBLES PARA AGUA DE USO Y CONSUMO HUMANO NOM-127-SSA1-1994.....	15
LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS	15
LIMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS	15
LIMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.....	16
LIMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS RADIATIVAS	18
9. CLASIFICACION DE LAS AGUAS.....	19

ESCALA DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, CONFORME A LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5):.....	19
ESCALA DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, CONFORME A LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO):	20
ESCALA DE CLASIFICACION DE LA CALIDAD DEL AGUA CONFORME A SU CARGA BACTERIOLOGICA.	21
ESCALA DE CLASIFICACION DE LA CALIDAD DEL AGUA CONFORME A SU CARGA DE TOTAL DE SOLIDOS DISUELTOS (TDS).	22
DEFINICIÓN DE DUREZA	22
CLASIFICACIÓN DEL AGUA.....	22
10. CARACTERISTICAS ADECUADAS DEL AGUA DE BEBIDA EN BOVINOS LECHEROS.	23
PARÁMETROS Y TOLERANCIA QUE DEFINEN LA APTITUD DEL AGUA PARA CONSUMO ANIMAL.	25
11. REPERCUCIONES POR AGUA DE MALA CALIDAD EN BOVINOS LECHEROS.	27
12. TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS PARA LA DESINFECCIÓN DEL AGUA.	29
LA DISMINUCIÓN DE MICROORGANISMOS EN EL AGUA.....	30
CLORO	30
LA LUZ ULTRAVIOLETA	30
LA DISMINUCIÓN DENITRATOS, SULFATOS Y MINERALES EN EL AGUA	31
DESTILACIÓN	31
LA ÓSMOSIS INVERSA.....	31
EL SISTEMA DE INTERCAMBIO DE IONES	31
13. EFECTOS DEL DIOXIDO DE CLORO E HIPOCLORITO DE SODIO EN LA CALIDAD DEL AGUA	32
EL DIOXIDO DE CLORO	32
HISTORIA DEL DIÓXIDO DE CLORO.....	32
USO DEL DIOXIDO DE CLORO A NIVEL INDUSTRIAL Y GANADERO.....	33
14. EFECTOS DEL DIOXIDO DE CLORO EN AGUA TRATADA CONSUMIDA POR EL GANADO.....	34
OXIDACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS.	34

COMPUESTOS FENÓLICOS.....	35
COMPUESTOS ORGANOSULFURADOS	36
NO GENERACIÓN DE TRIHALOMETANOS.(THM's).....	38
15. EFECTO DESINFECTANTE DEL DIOXIDO DE CLORO	39
MECANISMO DE DESINFECCIÓN DEL DIÓXIDO DE CLORO.....	40
ELIMINACIÓN DE LA PELÍCULA BIOLÓGICA (BIOFILMS).	41
16. EL HIPOCLORITO DE SODIO.	41
17. COMPARATIVO DEL AGUA DEL ESTABLO, TRATADA Y LOS LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA (NOM-127-SSA1-1994).	42
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
DESCRIPCION DEL ÁREA DE TRABAJO	45
DISEÑO DEL EXPERIMENTO.....	46
IV. MATERIALES UTILIZADOS	48
V. VARIABLES ANALIZAR	53
% PROTEINA	53
% GRASA	53
% LACTOSA	53
% SOLIDOS NO GRASOS (SNG)	53
VI. ANALISIS ESTADISTICO	53
VII. RESULTADOS	54
COMPORTAMIENTO DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA LECHE	54
VIII. DISCUSIÓN.....	58
IX. CONCLUSIONES	59
X. LITERATURA CITADA.....	60

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 INDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (THI1) PARA VACAS LECHERAS.....	6
TABLA 2 LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS	15
TABLA 3 LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS	15
TABLA 4 LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.....	16
TABLA 5 LIMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS RADIATIVAS.....	18
TABLA 6 ESCALA DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, CONFORME A LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5):.....	19
TABLA 7 ESCALA DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, CONFORME A LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO):.....	20
TABLA 8 ESCALA DE CLASIFICACION DE LA CALIDAD DEL AGUA CONFORME A SU CARGA BACTERIOLOGICA	21
TABLA 9 CLASIFICACIÓN DEL AGUA	22
TABLA 10 PARÁMETROS Y TOLERANCIA QUE DEFINEN LA APTITUD DEL AGUA PARA CONSUMO ANIMAL.	26
TABLA 11 OPCIONES DE TRATAMIENTO DE AGUA ASOCIADOS A LOS CONTAMINANTES DEL AGUA....	32
TABLA 12 COMPARATIVO ENTRE AGUA TRATADA Y TESTIGO.....	43
TABLA 13 DISTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES, EL TRATAMIENTO DE LOS BEBEDEROS Y DEL AGUA.	46

INDICE DE ILUSTRACIONES

ilustración 1 ciclo del agua de los animales mayores	8
ilustración 2 fuentes de obtencion de agua.....	9
ilustración 3 la composición de la leche varía significativamente de una especie a otra	13
ilustración 4 composición entre las distintas razas lecheras.....	14
ilustración 5 vista satelital del establo los compadres lugar donde se efectuó la investigación.	45
ilustración 6 limpieza y desinfección de la pila con el producto (fuente propia)	48

ilustración 7 desinfección de la pila con alcohol etílico al 90%.	49
ilustración 8. aplicación de sealxpro nanotech-c/p	49
ilustración 9: aplicación de recubrimiento hidráulico negro.....	50
ilustración 10: aplicaciones de recubrimiento epóxido impermeable.....	51
ilustración 11colocación de la base del dosificador para el dióxido de cloro he hipoclorito de sodio	52
ilustración 12: finalización de la primera etapa del experimento.....	52

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 1 comportamiento de grasa	54
GRAFICA 2comportamiento de proteina.....	55
GRAFICA 3 comportamiento de lactosa.....	56
GRAFICA 4 comportamiento de solidos.....	57

RESUMEN

Efecto de agua tratada a base de hipoclorito de sodio y dióxido de cloro sobre la calidad de la leche

Por:

Jairo De La Cruz Martínez

El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de un agua tratada y mejorada en sus características organolépticas, físicas y bacteriológicas en cuanto a la calidad de la leche producida.

El agua es un elemento imprescindible para la vida y es el componente de mayor presencia en el organismo estando presente en cada una de las funciones fisiológicas orgánicas, en el que desempeña una gran variedad de funciones: desde de ser el solvente universal a un excelente amortiguador de temperatura lo que permite mantener el estado de confort de los individuos en ambientes cálidos y es el resultado también de los principales procesos metabólicos, lo que lo hace un elemento indispensable para el mantenimiento de la homeostasis y la productividad de las especies y, debe ser restituido constantemente a través del consumo voluntario y por la generación a través de procesos metabólicos.

Su gran variedad e importancia de sus funciones, se puede asegurar que éste elemento es sinónimo de la vida, pues la pérdida de un 15% de éste elemento en el organismo es sinónimo de muerte.

Por estas razones, el agua se transforma el principal ingrediente de una dieta general y se buscan alternativas para incrementar su consumo y mantener al organismo en un equilibrio u homeostasis. Se han ideado diversas metodologías para lograr éste objetivo, siendo de mayor importancia aquellas que se relacionan con la calidad organolépticas y microbiológicas que lo transformen en un elemento potable o consumible sin restricciones a través de la adición de productos químicos o procesos físicos de filtración.

Estos procesos de potabilización se integran para obtener un mayor consumo de este elemento esperando que no alteren en forma negativa la homeostasis y la

Composición química de los productos generados por ésta especie, específicamente la producción y calidad láctea.

Para tal efecto, se diseñó un experimento para determinar si el incremento en el consumo de una agua tratada a base de Hipoclorito de Sodio y Dióxido de cloro, tenían repercusiones en los principales componentes sólidos lácteos.

Dicho estudio se realizó en un establecimiento de producción lechera, ubicado en el Km 2.5 de la carretera Gómez Palacio- Tlahualilo en la Comarca Lagunera. Se seleccionaron 16 animales en producción y se distribuyeron en 2 grupos: el grupo #1 o en tratamiento que consumió agua tratada con los productos químicos, y un grupo #2 o control el cual consumía el elemento natural de la explotación.

A ambos grupos le fueron tomadas muestras de leche diariamente durante un lapso de 31 días. Dichas muestras fueron remitidas al laboratorio y fueron analizadas y cuantificadas para:

Su análisis fisicoquímico con lo cual se realizó un estudio estadístico para así comparar el comportamiento de los principales componentes sólidos de la leche y con ello su efecto sobre estos elementos.

Palabras clave: Agua tratada, sanitización, leche, calidad, sólidos lácteos.

I. INTRODUCCION

La prevención de las enfermedades en el ganado, se han logrado grandes avances mediante medidas de higiene, en el uso de antimicrobianos y en la aplicación de protocolos de inmunización, sin embargo, el factor principal en la reducción de enfermedades, es limpieza y la desinfección, ahora denominada como "bioseguridad" en la mayoría de las empresas agropecuarias. (A Fernández, 2009)

El agua es el nutriente más esencial para la nutrición del ganado y debe tenerse en cuenta su gran importancia. El agua de bebida tiene que ser potable y no contener sustancias nocivas además de estar fácilmente disponible para los animales. El uso de los desinfectantes y mejoradores de la calidad de agua de bebida de los bovinos lecheros es de suma importancia ya que un agua limpia y desinfectada tendrá un efecto positivo en la salud, producción y alimentación de la vaca. Es por eso que los desinfectantes del agua de bebida juegan un papel mucho muy importante en el la industria lechera. (Bontempo y Savoini, 2009)

La calidad del agua de bebida para los animales es tan importante como la cantidad y debe ser: limpia, inodora, incolora e insípida. (Cseh 2004).

El agua, si posee la salinidad adecuada, puede hacer una buena contribución al consumo de minerales por parte del animal, alcanzando valores en bovinos del orden del 20% para el calcio (Ca), 11% para el magnesio (Mg), 35% para el sodio (Na), 28% para el azufre (S). El agua es el principal constituyente celular, formando parte de más de la mitad del peso del animal. Así, por ejemplo, el $54.6 \pm 1.8\%$ del peso corporal de una oveja es agua y una vaca contiene 55-60% de agua (Cseh, 2003).

Así como en todos los puntos de la cadena alimentaria, incluyendo el agua empleada para higienizar los equipos e instalaciones. A esto hay que sumar la incidencia que tiene sobre la salud y el bienestar de los animales, y por lo tanto sobre la productividad. Y, por último, no podemos olvidar la importancia de proteger los recursos hídricos de la contaminación que puedan generar las actividades ganaderas. (Babera et al., 2009)

Para determinar la calidad del agua en una explotación animal podemos utilizar tres criterios: los parámetros microbiológicos y los parámetros químicos, que inciden directamente sobre la salud, y los parámetros organolépticos. (Jiménez 2008)

Los parámetros organolépticos (entre los que encontramos el olor, el color, el sabor y la turbidez del agua) delatan, rápidamente, la existencia de fluctuaciones en la calidad del agua; estas variaciones pueden indicar que llega contaminada, que el tratamiento que recibe es insuficiente, o que algunas sustancias se incorporan al agua a su paso por las conducciones. (Jiménez 2006)

La forma de expresar los parámetros ó concentración de las sustancias químicas presentes en el agua es en mg/l, g/l, meq/l o ppm. Cuando se realiza un análisis químico del agua para establecer su calidad, se deben tener en cuenta determinados componentes.

Contenido de Sales Totales (ST): O Salinidad Total o RS: Es la suma de las concentraciones de todos los sólidos disueltos en el agua. En general, la salinidad del agua es el principal factor que determina si una fuente de agua es apropiada para el ganado. La mayoría de las sales disueltas en el agua son compuestos inorgánicos, como sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$), cloruros (Cl^-), carbonatos ($\text{CO}_3^{=}$), bicarbonatos (HCO_3^-), de Ca, Mg y Na. Ocasionalmente, pueden estar presentes en exceso pudiendo causar efectos osmóticos dañinos, resultando en una enfermedad o aún la muerte de los

animales expuestos a ellos. Dentro de las sales contenidas en el agua, los $\text{SO}_4=$ son más perjudiciales que los Cl^- y las sales inorgánicas más perjudiciales que las orgánicas. (Cseh 2004).

Debido a esto existen cifras tentativas para los bovinos, sin que se altere en alto grado su salud y producción, y para zonas que se caracterizan por tener aguas con elevada concentración de sales, se pueden dar como límites valores de hasta 7 a 11 g/l de sales totales, siempre que en la composición de las mismas predomine el cloruro de sodio, como es corriente, y no presenten una proporción elevada de cationes y aniones bivalentes, especialmente magnesio y sulfatos. (Babera; 2009)

La presente investigación de esta tentativa de tratamiento del agua a base de hipoclorito de sodio y dióxido de cloro en la industria lechera, mejorando el agua mediante la combinación de estos dos productos químicos, que neutralizan olores, remueven el color que le dan sustancias ajenas, oxidan el hierro, magnesio y sulfatos estos últimos los más importantes los cuales determinan la calidad de agua de bebida y sus repercusiones en un mejor consumo, producción y calidad de la leche de los bovinos.

OBJETIVO

Evaluar el uso de agua tratada con (hipoclorito de sodio y dióxido de cloro) y su efecto sobre la calidad de la leche producida

HIPOTESIS

La calidad de la leche de los bovinos los cuales fueron sometidos a un consumo de agua tratada no tiene efecto en la composición fisicoquímica de la misma.

II. REVISION DE LITERATURA

1 FUNCION DEL AGUA EN BOVINOS LECHEROS

El agua, después del oxígeno, es el nutriente más importante para mantener la vida y el desempeño de los animales. Sin embargo, a menudo se deja a un lado y no recibe la consideración adecuada para asegurar una óptima nutrición y un desempeño productivo de los animales. Este líquido juega un papel esencial en un número de funciones vitales como digestión, transporte de nutrientes, excreción de desechos y regulación de la temperatura. Aunque las necesidades de ésta no se encuentran en las tablas de requerimientos, se asume que los animales siempre tienen acceso a agua de buena calidad. (Salazar 2007)

2. FUNCIONES FISIOLÓGICAS.

Actúa como solvente en muchos sistemas biológicos diferentes. El alimento que es consumido, se mezcla con el agua y esto permite a las secreciones digestivas, que son solubles en ella, transformar el alimento en productos que pueden ser absorbidos y utilizados por el animal. Se emplea como un medio para transportar materiales en el cuerpo, a través de la sangre u otros fluidos corporales hacia el tejido donde se necesite. También tiene que ver con el transporte de desechos que deben ser eliminados. Contribuye con el mantenimiento apropiado del balance de iones y fluidos en el cuerpo y con la provisión de un ambiente líquido para el feto en desarrollo (Haupt, 1984; Murphy, 1992)

Las funciones de digestión, absorción, metabolismo, transporte, secreción, excreción, reproducción, lubricación de articulaciones, regulación de temperatura y producción láctea tienen como protagonista principal al agua (Herrero, 2003).

A medida que la temperatura aumenta de 86 a 95 °F (30 a 35° C), el consumo de agua aumenta de 21 a 32 galones (95.467 a 145.474 litros). Si las vacas tienen acceso a un corral al aire libre, es muy importante que el agua esté cerca de la sombra y del comedero con el alimento. Las vacas lecheras de alta producción tienen en general una mayor susceptibilidad a sufrir stress calórico ya que generan más calor como resultado de su mayor ingesta de alimento y por lo tanto van a requerir más agua de bebida. El agua debe ser fresca, limpia y libre de contaminantes. Si está usando agua de pozo asegúrese de haberla analizado, para determinar si es de calidad adecuada para su ganado. Trate de evitar el uso de lagunas de abrevado para agua de bebida de las vacas que están en lotes al aire libre o en la pastura. No sólo representa esto un riesgo para la salud del ganado debido a la calidad del agua. (García, 2004).

TABLA 1 INDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (THI1) PARA VACAS LECHERAS.

Grados F	Humedad relativa																					
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
75															72	72	73	73	74	74	75	75
80		Sin stress					72	72	73	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	79	80	80
85			72	72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	85
90	72	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	90
95	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	95
100	77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99	99	99
105	79	80	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	95	96	97							
110	81	83	84	86	87	89	90	91	93	94	96	97										
115	84	85	87	88	90	91	93	95	96	97												
120	88	88	89	91	93	94	96	98														

Stress leve
Stress medio
Stress severo

$$1THI = (\text{Temp. del bulbo del termómetro, } ^\circ\text{C}) + (0.36 \text{ punto de rocío Temp. } ^\circ\text{C}) + 41.2)$$

Modificado del Dr. Frank Wierama (1990), Department of Agricultural Engineering, University of Arizona, Tucson.

3. PÉRDIDAS DE AGUA (balance hídrico)

El agua es perdida del cuerpo constantemente en el aire respirado, por evaporación de la piel y periódicamente por excreción en la orina y las heces. El agua excretada en la orina actúa como un solvente para productos excretorios eliminados a través de los riñones. La orina contiene mayormente productos de la descomposición de las proteínas (urea en mamíferos, ácido úrico en aves) y minerales. La urea en una solución concentrada acuosa es tóxica para los tejidos. En la orina la urea es diluida por el agua a concentraciones menos dañinas y es finalmente eliminada por la orina (en fallos renales crónico, en pacientes no dializados, esta, la urea, se convierte en un veneno para dicho paciente). La pérdida fecal de agua son considerablemente más altas en rumiantes que en otras especies, siendo casi igual a la pérdida urinaria, mientras que en el humano la pérdida fecal de agua es de solo cerca de 7-10% de agua de la que se pierde en la orina. El ganado que consume dietas fibrosas excreta heces con un 68-80% de agua. Las heces de ovejas, en forma de pellet, contienen 50-60% de agua. La pérdida de agua en las heces de rumiantes son pequeñas comparadas con la gran cantidad de agua secretada dentro del tracto digestivo a través de la saliva y los jugos digestivos. Esto puede ser explicado por el hecho de que gran parte del agua secretada dentro del tracto es reabsorbida. En las diarreas se pierde gran cantidad de agua y electrolitos en las heces. (García 2011)

El ganado que consume dietas ricas en proteína, como sucede en muchas condiciones de pastoreo de pasturas de leguminosas, sales u otras sustancias con efecto diurético, verá incrementados sus requerimientos debido a un aumento en la emisión de orina. Por otra parte, el agua que se pierde en las materias fecales depende en gran medida de las características de la dieta. En dietas succulentas, como algunas pasturas, o aquellas con mayores inclusiones de minerales (asociados a una mayor producción) o aquellas en que aumenta la osmolaridad debido a la presencia de mayores concentraciones de ácidos orgánicos como en casos de suplementación con ensilajes, presentan mayores pérdidas de agua por las materias

fecales. Las pérdidas a través de la evaporación y el sudor son mayores cuando aumentan la temperatura ambiente y/o la actividad física. (M Miglierina., Et al 2008)

El contenido total de agua de los cuerpos de vacas lecheras adultas oscila entre el 56 y el 81% del peso corporal, dependiendo de la etapa en el ciclo de lactancia La pérdida de sólo aproximadamente el 20% del agua total del cuerpo es fatal. (Murphy, 1992)

4. NECESIDADES DE AGUA.

La necesidad de agua es el resultado de un incremento en la concentración de electrolitos en los fluidos corporales, los cuales activan el mecanismo de la sed. El ciclo del agua de los animales mayores lo representamos en el siguiente esquema, grandes cantidades de agua están envueltas en el ciclo diario, pero el consumo de agua puede estar comparativamente limitado debido a la reabsorción de agua en el extenso tracto digestivo. (García 2011)

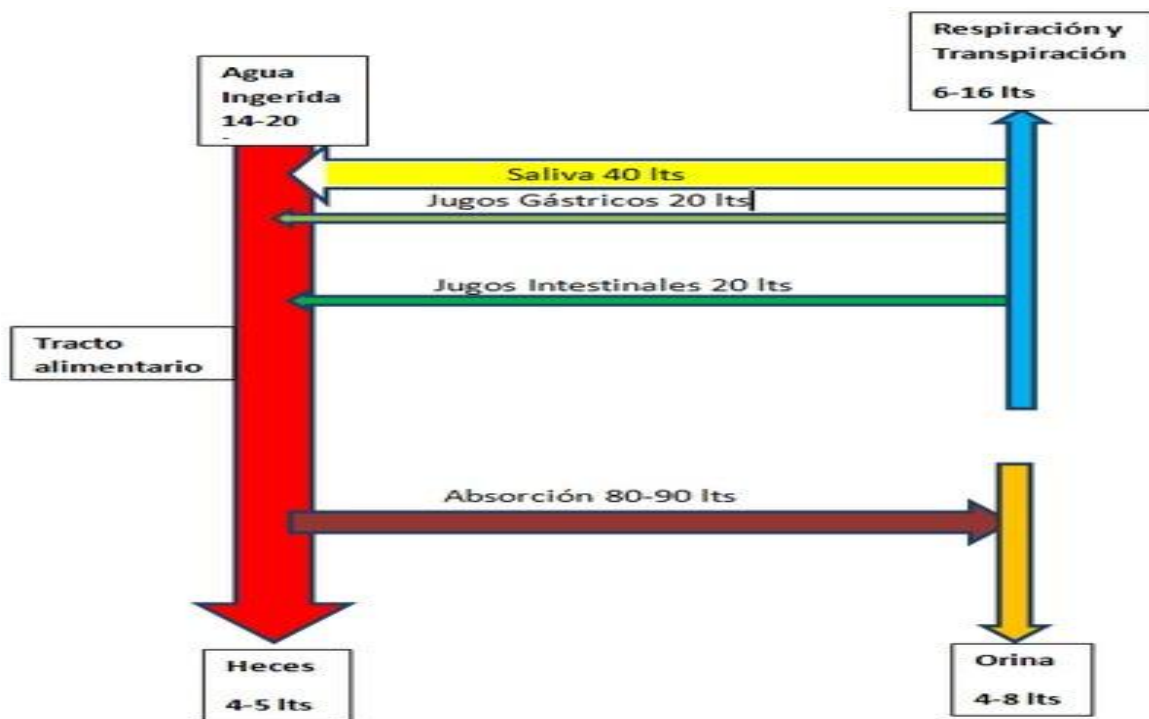


Ilustración 1 ciclo del agua de los animales mayores

Fuente. (García 2011)

5. FUENTES DE AGUA.

Los animales utilizan el agua para su nutrición y crecimiento, y la obtienen de tres fuentes: la contenida en el alimento, la que se produce durante el proceso de asimilación de los mismos, por término general la oxidación de 1 g de proteína genera 0,4 g de agua, la de 1g de hidratos de carbono generaría 0,6 g de agua y la de 1 g de lípidos genera 1,1 g de agua.

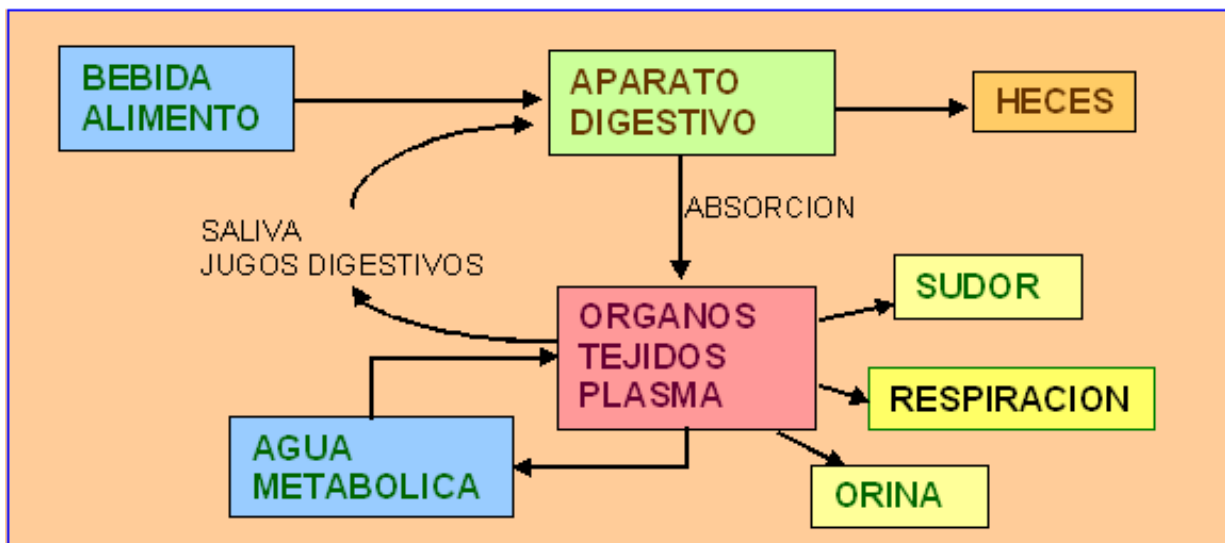


Ilustración 2 FUENTES DE OBTENCION DE AGUA

Usos del agua

Las principales funciones del agua en relación con la nutrición son las siguientes:

- Es solvente de numerosos compuestos.
- En la digestión participa en la hidrólisis de los principios inmediatos: proteínas, grasas, carbohidratos.
- Interviene en la absorción de los nutrientes.
- Participa en el transporte de metabolitos.
- Sirve de vehículo para la excreción de productos de desecho.

- Regula la temperatura corporal en base a la gran cantidad de agua que tienen los organismos, el elevado calor específico y el elevado calor de vaporización del agua.

El balance de agua en el animal es afectado por el consumo total de agua (de bebida, agua formando parte de los alimentos y agua metabólica) y las pérdidas a partir de heces, orina, leche, saliva, sudor y evaporación a través de los pulmones y la piel. Las necesidades de agua a suministrar como agua de bebida están influenciadas por diversos factores incluyendo estado fisiológico, nivel de producción de leche, tipo de alimento y consumo de materia seca (pastura fresca, forrajes conservados, concentrados, sales), composición de la misma (Na, N), tamaño del cuerpo, grado de actividad física, factores ambientales (temperatura ambiente, humedad, velocidad del viento, disponibilidad de sombra). Si el consumo de agua se restringe, el animal concentra la orina reabsorbiendo una mayor cantidad de agua. (Miglierina., Et al 2008)

En general, los requerimientos de agua por unidad de peso corporal disminuyen con la edad. Un bovino adulto consume entre un 8-10% de su peso en agua. Una vaca lechera puede consumir entre 38 y 110 litros de agua por día, un bovino para carne de 26 a 66 l/d, y una oveja de 4 a 15 l/d. las hembras preñadas consumen más agua que las vacías, y las lactantes más que las secas (Sager, 2000).

6. LA IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA EN PRODUCCIÓN LECHERA

Los factores que determinan la necesidad e ingestión diaria de agua incluyen el estado fisiológico (las hembras preñadas consumen más agua que las vacías y las lactantes más que las secas), la aptitud (mientras una vaca lechera puede beber hasta 160 litros de agua por día, un bovino de carne ingiere unos 55 litros al día), la producción de leche, la ingesta de materia seca, el peso vivo del animal, el grado de actividad, la composición de la dieta (en general, todos los forrajes secos y concentrados demandan un mayor consumo de agua por parte del animal que los forrajes verdes), la temperatura ambiental (a medida que se incrementa la temperatura ambiente aumentan los requerimientos de agua en los animales entre un 30 y un 60%) y otros factores ambientales (humedad y velocidad del viento). Otros elementos que afectan de una manera particular al agua consumida incluyen la salinidad de la misma y su contenido de sulfatos y cloruros, el contenido de sodio de la dieta, la temperatura del agua, la accesibilidad al agua, factores sociales y otros parámetros de calidad como el pH y tóxicos disueltos (Jiménez, 2006).

Aguas de buena calidad son esenciales para tener sistemas de producción de buena calidad. El agua, si posee una salinidad adecuada, puede hacer una buena contribución al aporte de minerales que necesita el animal favoreciendo su nutrición y su crecimiento. Pero si el contenido de sales excede las necesidades el efecto puede ser altamente nocivo pudiendo provocar en los casos más extremos la muerte del animal (Cantón et al, 2006)

Una provisión inadecuada de agua, puede resultar en una disminución de la producción láctea más rápida y drásticamente que cualquier otra deficiencia nutricional. La ingesta de agua de baja calidad determina pérdida de estado en los animales, falta de apetito, trastornos digestivos, reducción en la producción láctea,

alteración en la reproducción y en los casos más extremos hasta la muerte. (Cseh 2003)

El agua de salinidad media (2000-3000 mg/l) puede ser excelente para consumo de bovinos lecheros y de engorda (Sager, 2001).

El peso final, la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de agua, el consumo de materia seca y ganancia de peso/ alimento se redujo a medida que incremento en el total de sólidos disueltos (TDS) en aumento y la concentración de sulfatos en el agua (Patterson et al. 2003).

7. CALIDAD DE LA LECHE

La leche es el alimento de mayor valor nutritivo, no superada aún por ningún otro producto conocido por el hombre. La leche contiene una serie de nutrientes, entre ellos la grasa, proteína, lactosa, minerales, vitaminas. Sin embargo, todos estos componentes no siempre están en la misma proporción; presentan variaciones por factores ambientales, genéticos y fisiológicos.

La leche corresponde a una mezcla de agua, varios nutrientes y componentes que se encuentran en suspensión. En su calidad están involucrados diferentes aspectos, como: Características organolépticas, es decir lo que captamos a través de los sentidos, como el color blanco, que le es propio; falta de olor u olor apenas perceptible; sabor agradable, ligeramente dulce, y ausencia de sedimentos o suciedad observables. Propiedades físico químicas determinadas por su composición, es decir, que haya una correcta proporción de los distintos componentes grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y que esté libre de sustancias anormales residuos de medicamentos, antisépticos, pesticidas o agua agregada, entre otros calidad higiénica, medida en términos de recuento de células somáticas (RCS): dice relación con la sanidad de la glándula mamaria de las vacas y con las “unidades formadoras de colonias”, que dependen del grado de higiene del proceso de ordeña. La calidad higiénica es el aspecto de mayor relevancia, por cuanto permite mantener las cualidades originales de la leche, tanto organoléptica

como física - químicas. Ello es decisivo al momento de procesarla, pues no existe ningún proceso tecnológico que pueda mejorar su calidad. Si se desea elaborar productos derivados de la leche, sus cualidades al momento de procesarla deben ser óptimas. (Haazrd y France 2006).

Composición de la leche de diferentes mamíferos								
Especie	Agua (%)	MS (%)	Grasa (%)	PC (%)	Caseína (%)	Albúmina globulina (%)	Lactosa (%)	Ceniza (%)
Vaca	87,6	12,4	3,4	3,5	3,0	0,5	4,6	0,8
Oveja	83,9	16,1	6,2	5,2	4,2	1,0	4,2	0,9
Cabra	86,9	13,1	4,1	3,8	2,6	1,2	4,4	0,9
Yegua	89,3	10,7	1,6	2,5	1,6	0,9	6,1	0,5
Burra	91,2	9,8	1,2	1,5	0,9	0,6	6,0	0,4
Búfala	82,7	17,3	7,9	5,9	5,4	0,53	4,5	0,8
Llama	86,6	13,4	3,2	3,9	3,0	0,9	5,6	0,8
Camella	88,3	11,7	2,5	3,6	-	-	5,0	0,7
Rena	64,3	35,7	19,7	10,9	8,7	2,2	2,6	1,4
Cerda	82,4	17,6	5,0	7,0	3,7	3,3	5,0	0,6
Perra	67,8	32,2	16,0	12,0	9,2	2,8	2,0	2,2
Gata	68,0	32,0	15,0	12,0	9,3	2,7	3,0	2,0
Coneja	46,7	53,3	44,0	-	7,0	-	1,8	0,5

Ilustración 3 La composición de la leche varía significativamente de una especie a otra

Fuente: <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR33262.pdf>

La leche bovina contiene en promedio alrededor de 88% de agua; 12,4% de materia seca; 3,4% de materia grasa (MG); 3,5% de proteína cruda (PC); 4,6% de lactosa y 0,8% de ceniza. Sin embargo, también se observan diferencias en la composición entre las distintas razas lecheras como se muestra a continuación.

**Composición porcentual promedio
de la leche de diferentes razas bovinas durante la lactancia**

	Sólidos totales	Grasa	Proteína	Lactosa	Ceniza
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Raza	12,3	3,4	3,3	4,9	0,68
Holstein Friesian	12,9	4,0	3,5	4,7	0,68
Ayrshire	13,4	4,0	3,6	5,0	0,73
Guernsey	14,6	5,0	3,9	4,9	0,74
Jersey	14,9	5,4	3,9	4,9	0,71

Ilustración 4 Composición entre las distintas razas lecheras

Fuente: <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR33262.pdf>

La materia seca es lo mismo que los sólidos totales y corresponde a la suma de la proteína cruda, materia grasa, lactosa y cenizas. En el futuro se prevé que las plantas industrializadoras de leche pagarán por la cantidad de sólidos de la leche.

La raza que presenta el menor contenido de sólidos totales es Holstein Friesian, con un 12,3%, mientras que el mayor contenido lo presenta la raza Jersey. Sin embargo, la situación cambia cuando se considera la producción de sólidos totales en la lactancia completa. A pesar de que las vacas Holstein Friesian dan una leche con menos sólidos, producen más leche en la lactancia completa que las Jersey. Como se puede observar en el cuadro 2, los porcentajes de grasa y proteína varían entre las diferentes razas bovinas. También dentro de la misma raza se presentan variaciones a consecuencia de la alimentación, condiciones ambientales y estado de lactancia. Los componentes de importancia económica de la leche sobre los cuales se puede influir son la materia grasa y la proteína. Esto tiene especial relevancia ya que las plantas lecheras pagan un precio base con un cierto nivel de proteína cruda (3,2%) y materia grasa (3 %). Si la leche contiene niveles superiores, los productores reciben una bonificación extra. (Haazrd y France 2006).

He aquí la importancia de mejorar a los principales componentes de la leche lo que la presente describe es esta opción de agua sanitizada a base de productos químicos y su efecto sobre la calidad de la leche

8. LÍMITES PERMISIBLES PARA AGUA DE USO Y CONSUMO HUMANO NOM-127-SSA1-1994

LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS

El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en la Tabla 2.

TABLA 2 LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml 2 UFC/100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml Cero UFC/100 ml

Fuente: NOM-127-SSA1-1994

Los resultados de los exámenes bacteriológicos se deben reportar en unidades de NMP/100 ml (número más probable por 100 ml), si se utiliza la técnica del número más probable o UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100 ml), si se utiliza la técnica de filtración por membrana.

LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS

Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido.

TABLA 3 LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.

Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

Fuente: NOM-127-SSA1-1994

LIMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 4. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

TABLA 4 LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN-)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl-)	250.00
Cobre	2.00

Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO3)	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.30
Fluoruros (como F-)	1.50
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.30
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03

Metoxicloro	20.00
2,4 - D	50.00
Plomo	0.025
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO4=)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Zinc	5.00

Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos (NOM-127-SSA1-1994).

LIMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS RADIATIVAS

El contenido de constituyentes radiactivos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 5. Los límites se expresan en Bq/l (Becquerel por litro).

TABLA 5 LIMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS RADIATIVAS

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Radiactividad alfa global	0.1
Radiactividad beta global	1.0

Fuente: NOM-127-SSA1-1994.

9. CLASIFICACION DE LAS AGUAS.

ESCALA DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, CONFORME A LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5):

TABLA 6 ESCALA DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, CONFORME A LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5):

DBO5	Criterio Descripción
menor o igual a 6 mg/L	No contaminada Típico de aguas naturales.
mayor a 6 mg/L y menor o igual a 30 mg/L	Buena calidad Con baja concentración de materia orgánica o presencia de agua municipal tratada con procesos biológicos.
mayor a 30 mg/L y menor o igual a 120 mg/L	Con indicio de contaminación Presencia de agua municipal sedimentada o de industria poco contaminante.
mayor a 120 mg/L	Contaminada Presencia de agua residual municipal cruda o de industria contaminante

Fuente: CONAGUA, 2004.

ESCALA DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, CONFORME A LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO):

TABLA 7 ESCALA DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, CONFORME A LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO):

DQO	Criterio	Descripción
menor o igual a 20 mg/L	No contaminada	Típico de aguas naturales.
mayor a 20 mg/L y menor o igual a 100 mg/L	Buena calidad	Aguas con materia orgánica.
mayor a 100 mg/L y menor o igual a 250 mg/L	Con indicio de contaminación	Presencia de agua residual, principalmente urbana.
mayor a 250 mg/L y menor o igual a 500 mg/L	Contaminada	Presencia de agua residual con concentración débil de materia orgánica.

mayor a 500 mg/L y menor o igual a 1 000 mg/L	Muy contaminada	Presencia de agua residual con concentración media de materia orgánica.
mayor a 1 000 mg/L	Fuertemente contaminada	Presencia de agua residual con concentración alta de materia orgánica.

Fuente: CONAGUA, 2004

ESCALA DE CLASIFICACION DE LA CALIDAD DEL AGUA CONFORME A SU CARGA BACTERIOLOGICA.

TABLA 8 ESCALA DE CLASIFICACION DE LA CALIDAD DEL AGUA CONFORME A SU CARGA BACTERIOLOGICA

Condición bacteriológica		Número más probable de microorganismos por cada 100mililitros de agua de mar	
		Coniformes fecales	Enterococos
S	Sin riesgo	0 a 200	0 a 40
A	Aceptable	201 a 500	41 a 200

N	No recomendable	501 a 1 000	201 a 500
R	Con riesgo sanitario	más de 1 000	más de 500

Fuente: SEMARNAT,2008.

ESCALA DE CLASIFICACION DE LA CALIDAD DEL AGUA CONFORME A SU CARGA DE TOTAL DE SOLIDOS DISUELTOS (TDS).

DEFINICIÓN DE DUREZA

La dureza del agua se define como la concentración de todos los cationes metálicos no alcalinos presentes (iones de calcio, estroncio, bario y magnesio en forma de carbonatos y bicarbonatos) y se expresa en equivalentes de carbonato de calcio y constituye un parámetro muy significativo en la calidad del agua. Esta cantidad de sales afecta la capacidad de formación de espuma de detergentes en contacto con agua y representa una serie de problemas de incrustación en equipo industrial y doméstico, además de resultar nociva para consumo humano.

CLASIFICACIÓN DEL AGUA

De acuerdo a la concentración de carbonatos contenidos en el agua, esta puede clasificarse en niveles de dureza, la siguiente tabla indica las cantidades de sales.

TABLA 9 CLASIFICACIÓN DEL AGUA

Denominación	ppm de CaCO ₃
Muy suaves	0-15
Suaves	16-75
Medias	76- 150

Duras	150-300
Muy duras	Mayor a 300

SEMARNART, 2008.

10. CARACTERISTICAS ADECUADAS DEL AGUA DE BEBIDA EN BOVINOS LECHEROS.

La calidad química del agua exige la mínima cantidad de sales disueltas y ausencia de contaminantes orgánicos e inorgánicos, sin embargo en la naturaleza por la gran capacidad de solvente que tiene el agua incorpora elementos a medida que avanza en su ciclo. Algunos de los elementos incorporados le confieren propiedades de alimento, dado que es una fuente muy importante de Sodio (Na), Cloro (Cl), Magnesio (Mg) y Calcio (Ca). Los parámetros que aportan a la calidad son Sales Totales o Residuos Secos, Cloruros, Carbonato, Bicarbonato, Sulfatos, Na, K, Ca, Mg, Flúor (F) y Arsénico (As), estos dos últimos participan en muy pequeñas proporciones pero por la magnitud del efecto son limitantes por sí mismo (Sager, 2008).

Dentro de las sales contenidas en el agua, los sulfatos son más perjudiciales que los cloruros y las sales inorgánicas más perjudiciales que las orgánicas. La alta salinidad limita el consumo de agua y, como consecuencia, el de materia seca de alimentos de alta calidad, aumenta la velocidad de tránsito gastrointestinal haciendo menos eficiente la utilización de los nutrientes, y aporta exceso de sales, como los sulfatos, que pueden alterar la absorción de minerales (Cu, Zn), retardar el crecimiento y la disponibilidad de energía de la dieta (Jiménez, 2006)

Los niveles de sales que se consideran permisibles para agua de bebida en el ganado son de 2000-3000 mg/l (Flores y Rochinotti, 2007)

Los principales factores que determinan la calidad del agua son: características organolépticas (olor y sabor), ya que pueden generar reducciones en

el consumo de agua; características físico- químicas (pH, sales totales, dureza, etc.); presencia de sustancias químicas (nitratos, sulfatos, sodio, minerales en general) que si están presentes en exceso, pueden llegar a ser perjudiciales para la salud; compuestos tóxicos (arsénico, cianuro, plomo, residuos clorados y fosforados); y microorganismos (bacterias) o parásitos (Flores y Rochinotti, 2007).

CLORUROS

Cuando la sal mayoritariamente en el agua es el cloruro de sodio le da sabor salado que las hace apetecibles para el rumiante, siempre que esté en los límites tolerables no más de 800mg de Na/l , no más de 3000 a 4000 mg de NaCl, KCl, CaCl y MgCl /l (Jiménez, 2006).

DUREZA

La dureza del agua de bebida varía entre 10 mg/l y 500 mg/l. Su control es importante porque la precipitación de estas sales puede producir obstrucciones del sistema de distribución de agua y porque altos niveles de calcio, magnesio o hierro pueden inactivar ciertos medicamentos.

PH

Es el grado de acidez o alcalinidad del agua y depende de la estructura geológica de los suelos que atraviesa, normalmente el pH de las aguas naturales se sitúa entre 6 y 9. El pH es un parámetro instantáneo, que se puede medir sobre el terreno por comparación de tiras colorimétricas con una escala de referencia. El pH del agua de bebida debe oscilar entre 6,5 y 8,5.

HIERRO

El límite debería estar en 300 µg/

NITRATOS Y NITRITOS

Estos compuestos nitrogenados indican la presencia de contaminación bacteriana o de fertilizantes nitrogenados en el agua. Los nitratos (NO_3^-) en el agua subterránea se hallan frecuentemente asociados a procesos de intensificación de los sistemas agropecuarios. Los niveles máximos aceptados son para nitratos + nitritos 100 mg/l y para nitritos solos 10 mg/l, puesto que éstos son diez veces más tóxicos. Las vacas pueden usar los nitratos como fuente de nitrógeno en el rumen para la síntesis de proteína microbiana, y pueden transformarlos en nitritos que reaccionan con la hemoglobina formando metahemoglobina, perdiendo la sangre su capacidad para transportar oxígeno. Si el aporte de estas sustancias en el agua es elevado, deberemos tener en cuenta que forrajes con altos niveles de nitratos pueden contribuir a la toxicidad. (Jiménez 2008).

MAGNESIO

El Mg le da al agua características de dureza y un típico sabor amargo, haciendo al agua poco palatable. Para ovejas adultas y secas, se aceptan valores de hasta 500 mg/l. Para las vacas lecheras los límites máximos son de 250 mg/l, para los terneros destetados 400 mg/l y para vacunos adultos 500 mg/l (Cseh, 2003).

Arsénico menos de 0.2 ppm/l y Flúor menos de 1.5 ppm/l de agua (Sager, 2008).

En el siguiente cuadro se citan los valores máximos de tolerancia para los bovinos de leche.

PARÁMETROS Y TOLERANCIA QUE DEFINEN LA APTITUD DEL AGUA PARA CONSUMO ANIMAL.

TABLA 10 PARÁMETROS Y TOLERANCIA QUE DEFINEN LA APTITUD DEL AGUA PARA CONSUMO ANIMAL.

Parámetro	Límite máximo
PH	6,5- 8,5
Total de Sólidos disueltos	(mg/l) 7000
Cloruro de sodio	(mg/l) 7000
Cloruro de magnesio	(mg/l) 20
Nitratos	(mg/l) 100
Sulfatos	(mg/l) 300

FUENTE: (NRC, 2001)

El agua puede contener bacterias (*Salmonella* spp, *Vibrio cholerae*, *Leptospira* spp, *Clostridium* y *Escherichia coli*), virus, protozoos y huevos de parásitos. Como recomendación general, 100 ml de agua deben contener <10.000 bacterias totales, <1 coliformes totales y 3-30 streptococos fecales. Un recuento de bacterias coliformes por encima de 1/100 ml puede causar diarrea en terneros, mientras que recuentos superiores a 15-20/100 ml pueden ocasionar diarrea y disminución de la ingesta en animales adultos (Jiménez, 2006).

Debido a esto, se ha utilizado una combinación de dos desinfectantes potentes como el hipoclorito de sodio y dióxido de cloro para combatir y eliminar el mayor número de microorganismos patógenos presentes en el agua de bebida de los bovinos y a si mejorar la calidad del agua y obtener un mejor consumo, producción y calidad de leche del animal.

11. REPERCUCIONES POR AGUA DE MALA CALIDAD EN BOVINOS LECHEROS.

Si el total de sólidos disueltos en el agua se encuentra entre los 3000-5000 mg/l causarían diarreas leves y generar rechazo al principio pero pueden acostumbrarse. Dentro de las sales presentes en el agua, los excesos de sulfatos y cloruros son las más perjudiciales para la salud animal.

SULFATOS.

Son sales que, de encontrarse en exceso, causan más daño al hato. El efecto negativo de estas, principalmente por la presencia de sulfatos de sodio y magnesio, está dada por su propiedad de laxante, además del rechazo a consumirlas por el gusto amargo y desagradable que poseen estas aguas. En consecuencia, los animales que estén obligados a consumirlas, si es que son su única alternativa, sufren pérdida de peso, diarreas y problemas respiratorios. Además se le suma la reducción de la disponibilidad de cobre que provoca la presencia de sulfatos, ya que estos se unen al cobre y, en combinación con molibdeno (presente en las pasturas), forman complejos insolubles que no pueden absorberse en rumen y son eliminados por heces. De esta manera, se origina una hipocuprosis secundaria y provoca problemas carenciales de cobre (Flores y Rochinotti, 2007).

DUREZA.

Básicamente, la dureza permite evaluar la capacidad de un agua para reaccionar ante un jabón. Este parámetro hace referencia, principalmente, a las concentraciones de sales de calcio y magnesio (agua con más de 120 mg/l de CaCO₃ es considerada dura y si supera los 500 mg/l puede tener un efecto laxante). Otros elementos como hierro, zinc, aluminio y manganeso pueden contribuir a la

dureza del agua y originar problemas de palatabilidad e, incluso, de toxicidad cuando aparecen en grandes cantidades.

PH.

Un pH inferior a 5.5 puede producir acidosis y reducción de la ingesta de alimentos. Valores elevados debilitan el efecto de la cloración del agua, mientras que niveles de pH bajos pueden ser la causa de la precipitación de ciertos medicamentos administrados en el agua. Por otra parte, niveles de pH menores de 6,5 o superiores a 8,5 pueden causar corrosión del sistema de distribución del agua, favoreciendo la contaminación del agua de bebida con metales tales como el hierro, el cobre, el plomo o el cadmio.

HIERRO.

Concentraciones muy inferiores de hierro incrementan la coloración de la carne en los terneros de cebo. Otros problemas ocasionados por la presencia de hierro en exceso son alteraciones en el sabor de la leche, reducción en la ingesta de agua y disminución de la producción en vacas lecheras, desactivación de ciertos medicamentos (oxitetraciclina). Además, puede propiciar el crecimiento de ciertas bacterias en las conducciones de agua lo que provoca la aparición de olores fétidos y el taponamiento de estos sistemas.

NITRATOS Y NITRITOS.

Las vacas pueden usar los nitratos como fuente de nitrógeno en el rumen para la síntesis de proteína microbiana, y pueden transformarlos en nitritos que reaccionan con la hemoglobina formando metahemoglobina, perdiendo la sangre su capacidad para transportar oxígeno. Si el aporte de estas sustancias en el agua es elevado, deberemos tener en cuenta que forrajes con altos niveles de nitratos pueden contribuir a la toxicidad (Jiménez, 2006).

MAGNESIO.

Altas concentraciones de Mg provocan diarrea, porque forma con el SO_4^- la sal de Epsom que tiene efectos laxo purgantes (Cseh, 2003).

La eficiencia alimenticia, expresado como ganancia / alimento, disminuyó linealmente al aumentar el contenido de sulfato de agua. En promedio, por cada 100 mg / L de sulfatos aumentados en la concentración del agua, la eficiencia alimenticia disminuyó en $0,002 \pm 0,001$ kg / kg. El efecto de la concentración de sulfatos en el agua en la eficiencia de la alimentación varió entre períodos. Típicamente, los animales que recibieron el agua con una concentración más baja de sulfatos tuvo más eficiencia alimenticia al principio del estudio, mientras que los animales que recibieron el agua con más sulfatos y tenían mejor alimento, la eficiencia se obtuvo más tarde en el estudio (Loneragan et al., 2001).

12. TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS PARA LA DESINFECCIÓN DEL AGUA.

El tratamiento del agua, utilizada para eliminar o reducir los contaminantes, puede ser costoso y puede requerir el mantenimiento de equipos significativo. Por lo tanto, la decisión de tratar debe establecerse mediante el análisis de laboratorio de agua potable. El tratamiento también debe ser rentable y el resultado en la salud conocido o beneficios de producción para el ganado. Las opciones para el tratamiento de agua potable ganado lechero son dependientes del contaminante diana. Estas opciones se enumeran a continuación y se resumen en la Tabla.

LA DISMINUCIÓN DE MICROORGANISMOS EN EL AGUA

La desinfección es un proceso utilizado para eliminar los microorganismos patógenos en el agua. El desinfectante químico más comúnmente utilizado es el cloro.

Un proceso químico desinfectante no es con la luz ultravioleta. La eficacia de la desinfección del agua es en última instancia depende de la limpieza de recipientes para beber.

El uso prolongado de los desinfectantes no se recomienda para los pozos contaminados porque cualquier fallo de desinfección del material expondrá el ganado a los patógenos, y la reciente evidencia sugiere que el cloro puede combinarse con materia orgánica en el agua para formar Trihalometanos que se han considerado cancerígenos.

CLORO

El cloro es un agente oxidante poderoso y el desinfectante más utilizado debido a que es barato y eficaz a bajas concentraciones. Además, si se aplica en una cantidad suficiente dosis, el cloro tiene un efecto residual. Por lo tanto, cloro que queda en el agua puede seguir destruyendo bacterias. Aunque el cloro es barato, la cloración requiere un tanque de contacto que permita que el cloro tenga tiempo para desinfectar el agua. El mantenimiento adicional no es ni difícil ni caro.

LA LUZ ULTRAVIOLETA

La luz UV puede ser un método viable para desinfectar agua. Sin embargo, la efectividad de la irradiación UV como desinfectante es dependiente de la capacidad de la radiación pase a través del aguay los microorganismos de contacto. Por lo tanto, la filtración puede ser necesaria para el agua turbia o descolorida. Además, la luz UV hace no proporcionan desinfección residual.

LA DISMINUCIÓN DENITRATOS, SULFATOS Y MINERALES EN EL AGUA

Destilación, ósmosis inversa y de intercambios iónicos entre métodos de tratamiento utilizados para eliminar los residuos de nitratos, los sulfatos y los minerales en el agua.

DESTILACIÓN

Ósmosis inversa y destilación elimina los contaminantes del agua a través de desmineralización. Durante la destilación se hierve agua para formar vapor. El vapor es capturado, se enfría y se condensa para formar agua. Nitratos, sulfatos y todos los otros minerales se eliminan ya que permanecen en el tanque de ebullición.

LA ÓSMOSIS INVERSA

La ósmosis inversa elimina nitratos, sulfatos y todos los otros minerales por separar el agua de solución salina. Esto ocurre cuando el agua es presurizada y forzado a través de una membrana semi-permeable.

EL SISTEMA DE INTERCAMBIO DE IONES

Sistemas de intercambio iónico se puede utilizar para disminuir los nitratos, sulfatos, dureza del agua y TDS. Los principales componentes de un sistema de intercambio de iones son una columna de intercambio llena con resina de intercambio iónico, tanque de almacenamiento de residuos y el tanque de solución de regeneración. Durante la reducción de nitrato o sulfato, estos iones son por lo general intercambiados con iones de cloro. Sin embargo, durante el ablandamiento del agua, iones de calcio y de magnesio son intercambiados por iones de sodio. Salmuera residual que contiene contaminantes eliminados del agua se almacena en el tanque de almacenamiento de residuos y la solución de regeneración se utiliza para recargar la resina.

TABLA 11 Opciones de tratamiento de agua asociados a los contaminantes del agua.

TRATAMIENTOS	BACTERIAS	SULFATOS	NITRATOS	TDS	DUREZA
COLORO	X				
LUZ UV	X				
OSMOSIS REVERSA		X	X	x	X
DESTILACION		X	X	x	X
EL INTERCAMBIO IÓNICO (ABLANDADOR DE AGUA)		x	x	x	X
X = CONTAMINANTE REMOVIDO; x = CONTAMINANTE REDUCIDO.					

(Linn y Raeth-Knight, 2002)

13. EFECTOS DEL DIOXIDO DE CLORO E HIPOCLORITO DE SODIO EN LA CALIDAD DEL AGUA

EL DIOXIDO DE CLORO

HISTORIA DEL DIÓXIDO DE CLORO

Por otra parte; El dióxido de cloro es un gas de color verde amarillento; Es estable y sumamente soluble en soluciones acuosas de hasta 20 g/l. Además de sus propiedades biocidas, el dióxido de cloro mejora la calidad del agua potable, es decir, neutraliza olores, remueve el color y oxida al hierro y al manganeso. Una de las propiedades más interesantes del dióxido de cloro es su eficacia biocida en un amplio rango de pH (3 a 9). (R.A. Deininger; et.al, 1994).

En los Estados Unidos, el dióxido de cloro (ClO₂) se usó por primera vez como desinfectante del agua potable hace 50 años. El primer uso reportado fue en 1944 en una planta de tratamiento de agua en Niágara Falls, Nueva York (Aieta y Berg, 1986).

Desde entonces, el uso del dióxido de cloro se ha ampliado a otras aplicaciones, incluido el tratamiento del agua para usos industriales y para el procesamiento de alimentos (Deininger et al. 1994).

USO DEL DIOXIDO DE CLORO A NIVEL INDUSTRIAL Y GANADERO.

El dióxido de cloro (ClO_2) es un desinfectante cuya capacidad biocida sobrepasa a la del cloro y sus derivados. Debido a sus cualidades oxidantes selectivas, su aplicación es una alternativa a ser considerada donde además de la desinfección se requiere mejorar la calidad organoléptica del agua. Tiene un gran efecto en el control del sabor y el olor, así como para destruir sustancias orgánicas que proporcionan color o que son precursoras de Trihalometanos (THM). Por ello, se aplica especialmente cuando las aguas crudas contienen altas concentraciones de precursores, que con la cloración tradicional darían lugar a la formación de subproductos de la desinfección (SPD).

El dióxido de cloro mejora la calidad del agua potable, es decir, neutraliza olores, remueve el color y oxida al hierro y al manganeso. Una de las propiedades más interesantes del dióxido de cloro es su eficacia biocida en un amplio rango de pH (3 a 9). (Deininger, et al, 1994).

Debido a que el dióxido de cloro existe como un gas inestable, el producto no puede comprimirse ni distribuirse en cilindros como el cloro gaseoso. El dióxido de cloro debe producirse in situ mediante el uso de un generador mecánico.

Comúnmente se genera mediante la reacción de clorito de sodio con cloro gaseoso (sistema de 2 compuestos químicos) o mediante la reacción de clorito de sodio con hipoclorito de sodio y ácido clorhídrico (sistema de 3 compuestos químicos). (R.A. Deininger; et.al, 1994).

14. EFECTOS DEL DIOXIDO DE CLORO EN AGUA TRATADA CONSUMIDA POR EL GANADO.

OXIDACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS.

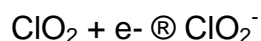
La reactividad del dióxido de cloro es casi nula para: compuestos insaturados, compuestos aromáticos estables, aldehídos, cetonas, quinonas, carboxilatos, amoníaco, aminas primarias, urea y la mayor parte de los aminoácidos. Sin embargo es muy reactivo con los compuestos fenólicos, aminas secundarias y terciarias no protonadas, y compuestos órgano sulfurados.

Como oxidante el dióxido de cloro es muy selectivo. El dióxido de cloro ataca el centríco en electrones de las moléculas orgánicas. De esta manera se transfiere un electrón y el dióxido de cloro se reduce a ión clorito (ClO_2^-). El dióxido de cloro es efectivo a bajas concentraciones; no es tan reactivo como el ozono o el cloro y solo reacciona con sustancias sulfúricas, aminas y otras sustancias orgánicas reactivas. En comparación con el cloro y el ozono, se requiere menos dióxido de cloro para obtener una concentración de desinfectante residual efectiva. También se puede utilizar cuando la concentración de materia orgánica es alta.

La capacidad de oxidación muestra como los electrones son transferidos en una reacción de oxidación o reducción. El átomo cloro en el dióxido de cloro tiene un número de oxidación de +4. Por eso el dióxido de cloro puede aceptar hasta 5 electrones cuando es reducido a cloro. Cuando observamos el peso molecular, el dióxido de cloro contiene 263 % 'cloro disponible'; esto es más que 2,5 veces la capacidad de oxidación del cloro.

La siguiente comparación demuestra que pasa con las reacciones de dióxido de cloro.

Primero, el dióxido de cloro toma un electrón y lo reduce a clorito:



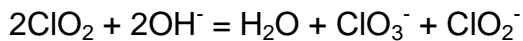
El ión clorito es oxidado y se convierte en un ión de cloruro:



Estas comparaciones sugieren que el dióxido de cloro es reducido a cloruro, y durante la reacción acepta 5 electrones. El átomo de cloro se mantiene, hasta que se forma el cloruro estable. Esto explica porque no se forman sustancias clorinadas.

Cuando el cloro reacciona no solo acepta electrones, sino que también interviene en las reacciones de adición y sustitución. Durante estas reacciones, uno o más átomos de cloro son añadidos a sustancias extrañas.

Al contrario que el cloro, el dióxido de cloro no reacciona con nitrógeno de amonio (NH₃) y apenas reacciona con aminas elementales. Puede oxidar nitrito (NO₂) a nitrato (NO₃). No reacciona rompiendo las conexiones de carbón. Tampoco tiene lugar la mineralización de sustancias orgánicas. En circunstancias alcalinas el dióxido de cloro se rompe en clorito y clorato (ClO₃⁻)

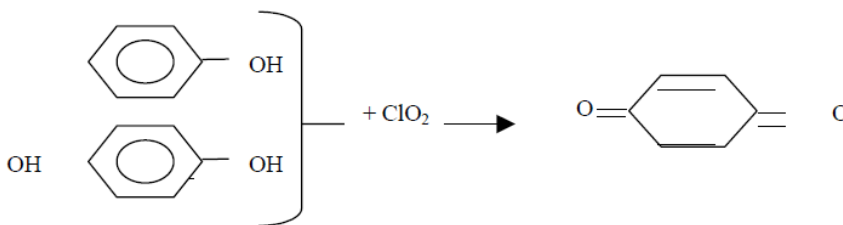


Esta reacción es catalizada por medio de iones de hidrogeno (H⁺). La vida media de soluciones acuosas de dióxido de cloro disminuye cuando el pH aumenta. A bajo PH, dióxido de cloro es reducido a iones cloruro (Cl⁻) (Lenntech, 2012).

COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos reaccionan muy rápidamente con el dióxido de cloro.

- Formándose quinonas y cloroquinonas.

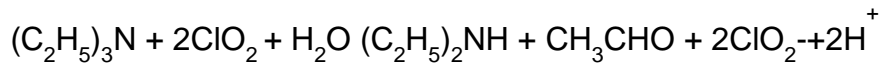


- Rompiendo el anillo aromático y formándose compuestos alifáticos.

AMINAS SECUNDARIAS Y Terciarias NO PROTONADAS

El dióxido de cloro presenta una gran reactividad con las aminas terciarias, menos buena con las aminas secundarias y prácticamente nulas con las aminas primarias.

Ejemplo:



Este mecanismo es general para las aminas terciarias y secundarias.

COMPUESTOS ORGANOSULFURADOS

OXIDACIÓN DE SULFATOS

El sulfato ($\text{SO}_4^{=}$) es mucho más abundante en agua de mar que en agua dulce, aunque cabe señalar que los lagos ácidos y los lagos con una alta tasa de mineralización, en cuencas cerradas, pueden contener altas concentraciones de sulfato. Parte del sulfato presente en agua dulce se origina de la mineralización de rocas en la cuenca de los lagos. No obstante la mayoría del sulfato se deriva del agua de lluvia.

El sulfato es el segundo anión de mayor abundancia en agua de lluvia, siendo el bicarbonato el anión más abundante.

Con el uso del dióxido de cloro como mejorador de la calidad del agua, se puede llegar a oxidar o bien reducir el sulfato a sulfuro de hidrógeno, que este último puede ser utilizado en la biosíntesis de compuestos orgánicos sulfurados.

REDUCCIÓN ASIMILATIVA DEL SULFATO

La reducción asimilativa del sulfato es el proceso mediante el cual una gran variedad de organismos vivos (incluyendo plantas superiores, algas, hongos y la mayoría de los procariotas) utilizan sulfato como fuente de azufre para la biosíntesis de compuestos organosulfurados (aminoácidos [metionina, cisteína], vitaminas [biotina], coenzimas [coenzima-A], compuestos osmoreguladores [dimetilsulfuro]).

Cabe señalar, que los organismos arriba mencionados pueden utilizar también metionina y cisteína como fuente de azufre. La fuente de azufre para los animales proviene mayormente de los compuestos organosulfurados que consumen en su dieta (especialmente metionina). La metionina que ingieren los animales suple el azufre utilizado en la síntesis de cisteína. A partir de la cisteína se sintetizan otros organosulfurados.

Para la incorporación del sulfato a moléculas orgánicas es necesario reducir el átomo de azufre del sulfato, ya que en los organismos vivos el azufre se encuentra casi exclusivamente en forma reducida [grupos sulfídrico (-SH) o puentes disulfuro (-S-S-)]

De esta forma, la primera fase en la reducción asimilativa de sulfato conlleva la reducción del sulfato a sulfuro de hidrógeno. La reducción del sulfato a sulfuro de hidrógeno requiere de la activación del sulfato a expensas de ATP. La sulfurilasa de ATP (sulfato adenililtransferasa), cataliza la adición del ión sulfato a un grupo fosfato del ATP, formándose el fosfosulfato de adenosina (APS) y liberándose una molécula de pirofosfato (PPi). En las células procariotas, la activación del sulfato conlleva una segunda fosforilación a expensas de ATP, formándose la molécula de fosfoadenosina-5'-fosfosulfato (PAPS). Esta última es reducida a sulfito ($\text{SO}_3=$) a expensas de la coenzima NADPH. El sulfito es reducido posteriormente a sulfuro de hidrógeno (H_2S), nuevamente, a expensas de la coenzima NADPH.

El dióxido de cloro tiene la propiedad de llevar a cabo la reducción de sulfato (SO_4) a sulfito ($\text{SO}_3=$) debido a su poder oxidante, con esto el dióxido de cloro contribuye en la primera fase de la reducción de sulfato a sulfito y dentro del organismo de los animales (rumiantes) continua la segunda etapa de la reducción, mediada por las bacterias y las enzimas reductoras de sulfito ($\text{SO}_3=$), para llegar a la reducción asimilativa del sulfato, que es el sulfuro de hidrogeno (H_2S).

Algunos compuestos sulfurados son oxidados. Este es el caso del parathion que a pH neutro es oxidado a paraoxon más rápidamente que con el cloro.

HETEROCICLOS NITROGENADOS

En los heterociclos nitrogenados como por ejemplo atrazina y simazina, la reactividad del dióxido de cloro es prácticamente nula.

Atrazina y Simazina

En extractos de muestras procedentes de agua Potabilizada en Montfullà tratadas con dióxido de cloro, se ha comprobado que no hay reducción en la concentración de atrazina (Gay, 2000).

NO GENERACIÓN DE TRIHALOMETANOS.(THM's)

Los ácidos húmicos y fúlvicos, que se encuentran en el agua de algunos lugares, son producto de la degradación de materia vegetal, la cual en la mayoría de los casos, le confiere color al agua. Otros compuestos proceden de la degradación de material animal. Los derivados de la degradación vegetal y animal son compuestos activos que, al reaccionar con el cloro, dan como resultado compuestos orgánicos clorados, entre ellos los THM's (Sánchez, 2008)

La producción de THM's por la reacción de los ácidos fúlvicos con ClO_2 es baja. Al aplicar dióxido de cloro a una solución acuosa de ácidos fúlvicos, éstos se reducen en gran proporción y en consecuencia también se reduce la formación de Trihalometanos. Asimismo, al ser cloradas algunas aguas con cargas orgánicas elevadas -por ejemplo, las aguas contaminadas con efluentes municipales- forman subproductos como: cloro fenoles, ácido cloro acético, ácido dicloro acético, ácido tricloro acético, tricloro acetaldehído monohidratado, 1-1-dicloropropanona, dicloroacetanitrilo, dibromoacetanitrilo, tricloroacetanitrilo, cloruro de cianógeno, cloropicrin y bromato.

Los THM's más predominantes son el cloroformo y el bromodicloroetano; con frecuencia también se encuentran el dibromoclorometano y el bromoformo.

La concentración de THM's depende de la presencia de precursores (compuestos activos que pueden reaccionar con el cloro), así como de la dosis de cloro, tiempo de contacto, temperatura del agua y pH. (Sánchez, 2008).

Los precursores disminuyen por oxidación con el dióxido de cloro, que al reducirse, da lugar a la formación de cloritos. La reducción del dióxido de cloro a clorito es incompleta debido a que el dióxido de cloro interacciona con algunas estructuras orgánicas produciendo ácido hipocloroso. El ácido hipocloroso puede formar algunos Trihalometanos. En las aguas naturales, la adición del dióxido de cloro conlleva a la disminución de la formación de Trihalometanos y la producción de cloritos. Si en el tratamiento aplicamos una pre oxidación con dióxido de cloro y desinfección final con cloro, parte de los cloritos formados por la reducción del dióxido de cloro serán oxidados a cloratos. $\text{HCl} + \text{ClO}_2^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{ClO}_3^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

En presencia de la luz de día, el comportamiento del dióxido de cloro es un poco diferente. Los bromuros que no se oxidan en la oscuridad, se oxidan en presencia de luz. Ello explica la formación de compuestos organobromados por oxidación de ácidos húmicos en presencia de bromuros (Gay, 2000).

15. EFECTO DESINFECTANTE DEL DIOXIDO DE CLORO

El dióxido de cloro es un desinfectante más potente que el cloro y la cloramina; investigaciones reciente en los Estados Unidos y Canadá demuestra que el dióxido de cloro destruye enterovirus, E. coli y amebas y es efectivo contra los quistes de Cryptosporidium. El dióxido de cloro existe en el agua como ClO₂ (poca o ninguna disociación) y, por lo tanto, puede pasar a través de las membranas celulares de las bacterias y destruirlas. El efecto que tiene sobre los virus incluye su adsorción y penetración en la capa proteica de la cápside viral y su reacción con el RNA del virus. Como resultado, se daña la capacidad genética del virus. (R.A. Deininger; et.al, 1994).

MECANISMO DE DESINFECCIÓN DEL DIÓXIDO DE CLORO.

El dióxido de cloro existe en el agua como ClO₂ (poca o ninguna disociación) y, por lo tanto, puede pasar a través de las membranas celulares de las bacterias y destruirlas. El efecto que tiene sobre los virus incluye su adsorción y penetración en la capa proteica de la cápside viral y su reacción con el RNA del virus. Como resultado, el ClO₂ daña la capacidad genética del virus. (Cowley; 2002)

El dióxido de cloro es un potente biocida y no una toxina metálica. Esto significa que mata microorganismos por la interrupción del transporte y generación energética de la célula, durante la fosforilación en el Ciclo de Krebs, inhibiendo la catálisis mediada por el Fe, no por oxidación, como el ozono o el cloro. El dióxido Estabilizado de cloro (DCE) es altamente seguro y con largo plazo de vencimiento. (Deininger; et.al, 1994)

El dióxido estabilizado de cloro actúa sobre una gran variedad de bacterias:

StaphylococcusAureus.

Streptococcuspneumonie

Pseudomonaaureoginosa

Clostridiumbotulinum

Salmonella typhi

Meningococcus

Legionellaneumophila

Escherichiacoli

Aspergillus Niger

Mycobacterium tuberculosis

Influenza tipo A

Actúa sobre el ciclo de Krebs de la célula, inhibe la fosforilación oxidativa, catálisis inversa, mediada por el hierro en los microorganismos, en su proceso de adquirir energía por el pasaje de ADP a ATP. Si se priva de esta acumulación energética al germen, le es imposible continuar el proceso metabólico y reproductivo del mismo, entonces muere. Las células de plantas, animales y personas no utilizan esa variante catalítica, lo que lo hace inocuo para ellas. (Biocida A; 2011)

ELIMINACIÓN DE LA PELÍCULA BIOLÓGICA (BIOFILMS).

Una película biológica o biofilm es una capa de microorganismos contenidos en una matriz (capa del limo), que se forma en superficies en contacto con agua. La incorporación de patógenos en las películas biológicas puede proteger a los patógenos contra concentraciones de los biocidas que matarían o inhibirían a esos organismos suspendidos libremente en agua. Los biofilms proporcionan un asilo seguro para organismos como Listeria, E. coli y Legionella donde pueden reproducirse a niveles

Donde la contaminación de los productos que pasan a través de esa agua llega a ser inevitable. (Biocida A; 2011)

16. EL HIPOCLORITO DE SODIO.

En general, los Hipocloritos son agentes oxidantes fuertes, con mayor fuerza que el peróxido de Hidrógeno o el Dióxido de Cloro. Su carácter de oxidante fuerte le permite actuar como agente de blanqueo y desinfección; estas propiedades se aprovechan para el tratamiento de fibras y la eliminación de microorganismos en el agua.

Durante la adición de hipoclorito de sodio en el agua se genera ácido hipocloroso (HOCl); el ácido hipocloroso se divide en ácido hipoclorito (HCl) oxígeno (O₂). El átomo

de oxígeno es un oxidante muy fuerte. El hipoclorito de sodio es muy efectivo contra las bacterias, virus y hongos manteniendo desinfectada y limpia el agua. (Roeske et al., 2004)

Las soluciones de Hipoclorito de Sodio caen dentro de dos clasificaciones: blanqueadores de uso doméstico, que contienen entre 5 y 5.5% de Cloro disponible, y soluciones fuertes o comerciales, que contienen entre 12 y 15% de Cloro disponible. El término “contenido de Cloro disponible”, es también denominado Cloro activo. (Estrella C. et.al; 2003)

En la cloración de los volúmenes más pequeños de agua, se puede usar hipoclorito de sodio para la desinfección del agua potable. Estas soluciones de hipoclorito se pueden almacenar sólo por un período de tiempo limitado.

Se descomponen gradualmente y el grado de cloro efectivo disminuye. La descomposición se acelera por la exposición a la luz, el calor y por impurezas tales como las trazas de metal.

El Hipoclorito de Sodio se utiliza comúnmente en: blanqueado, desinfección, control de olor, cloración de aguas de proceso o para bebida, eliminación de légamo y algas en piscinas (Roeske; et.al, 2004).

Debido a su efecto sobre la eliminación de algas en las paredes de las piscinas se le ha dado uso para la eliminación de estas algas que se producen en las paredes de las pilas o piletas de agua.

17. COMPARATIVO DEL AGUA DEL ESTABLO, TRATADA Y LOS LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA (NOM-127-SSA1-1994).

Durante la investigación del hipoclorito sodio y dióxido de cloro como desinfectantes y mejoradores de la calidad del agua para consumo de los bovinos lecheros, se tomaron muestras del agua de las dos pilas (pila #1 tratada) una muestra y (pila # 2 testigo) una muestra; se enviaron al laboratorio de suelos de la UAAAN. UL; para su análisis físico y químico de ambas muestras.

TABLA 12 COMPARATIVO ENTRE AGUA TRATADA Y TESTIGO

PARÁMETROS		1 TRATAD O	2 TESTIGO	Parámetros y tolerancia en base a la bibliografía.
pH		7.24	7.67	6,5-8,5
Cond. Eléctrica	ms/cm	1.095	1.355	
Ca	Calcio ppm	54	79	10-500 (mg/l)
Mg	Magnesio ppm	15.55	32	250 (mg/l)
DUREZA				
Na	Sodio ppm	7	5	7000(mg/l)
CO ₃	Carbonatos ppm	6	24.60	ALCALI- NIDAD
HCO ₃	Bicarbonatos ppm	239.12	634.84	
Cl ⁻	Cloruros ppm	82.36	99.40	
SO ₄	Sulfatos ppm	65.22	174	300 (mg/l)
Sólidos Totales		630.81	980.31	7000(mg/l)

Fuente: laboratorios UAAAN 2012

Con respecto a los resultados obtenidos, encontramos que los parámetros de mayor importancia como son; (sólidos totales, calcio y magnesio, sodio, pH, cloruros y sulfatos) como componentes físicos y químicos del agua que pueden llegar a determinar la calidad del agua en las pilas, para el caso de la pila tratada # 1, se encuentran dentro de los rangos aceptables para su consumo por los bovinos.

De acuerdo a las características del agua podemos clasificarla como agua no contaminada de acuerdo DQO y DBO5. Con una condición de suave en cuestión de concentración carbonatos y en cuestión bacteriológica sin riesgo.

En cuanto al valor y la concentración del cloruro de sodio en la pila tratada #1, encontramos un valor de 82.36, y en la pila testigo un valor de 99.40. Sabiendo que estos valores son aceptables para que el agua sea consumida por los animales.

En la pila # 1 tratada, la cantidad de sulfato presente en el agua es de 65.22. Y él en la pila # 2 pila testigo es de 174.

Se puede notar en cuanto a los resultados, una reducción considerable sulfato en la pila # 1 tratada, y esto se debe al efecto que tiene el dióxido de cloro de reducir de manera asimilativa el sulfato (SO_4) a sulfito (SO_3) debido a su poder oxidante; en cuanto a la pila testigo los resultados obtenidos en el sulfato presente en el agua no son considerables dañinos o nocivos para la salud de los bovinos. Los resultados obtenidos en el análisis bacteriológico, el agua de la pila # 1, tratada no tuvo un crecimiento significativo de bacterias patógenas y en la pila testigo solo hubo un crecimiento de una UFC. (Unidad formadora de colonia) de (*Escherichiacoli*).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

DESCRIPCION DEL ÁREA DE TRABAJO

La investigación del dióxido de cloro en el agua de bebida de vacas Holstein se realizó en el establo lechero Los Compadres ubicado en el municipio de Gómez Palacio en el estado de Durango (Comarca Lagunera). Localizado en el km 2.5 de la carretera Gómez Palacio- Tlahualilo. Situado entre las coordenadas 25°37'4.88" latitud norte 103°28'14.38" longitud oeste una altura de 1123 msnm. El clima varía de 42 ° C en verano y en invierno baja a 0 ° C, la prueba se realizó en el mes de Mayo. El establo cuenta con una población total de 2100 animales.



Ilustración 5 Vista satelital del Establo Los Compadres lugar donde se efectuó la investigación.

(Fuente. Google earth).

DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Se utilizaron 16 vacas de la raza Holstein-Friesian divididas en 2 grupos, cada grupo integrada con 8 vacas, el grupo tratado numerado del 1-8, el grupo testigo numerado del 9-16. Al primer grupo se le administrara agua implementando el producto, al segundo grupo se le administrara agua normal sin el producto. Entrando a la ordeña de manera normal cada 8 horas al final del turno, pesando la leche de cada vaca en cada ordeña y tomando muestra de leche para análisis bioquímico una vez al día.

La muestra de leche (bolis) se envió por día al laboratorio de LALA (Departamento de asistencia técnica y control de calidad) para su análisis bioquímico y recibiendo los reportes diarios de calidad de la leche, incluyendo % de grasa, % proteína %lactosa, Sólidos no grasos (SNG), Sólidos totales.

Se tomó muestra de sangre y leche al inicio del experimento y al final del mismo para evaluar valores de hematocrito y células somáticas

Distribución de los grupos experimentales, el tratamiento de los bebederos y del agua.

TABLA 13 Distribución de los grupos experimentales, el tratamiento de los bebederos y del agua.

Grupo #1	Grupo #2
Se lavó y desinfectó el bebedero, se aplicó Vigoroso(SilmanCare ®) para el lavado, después de dejar actuar su efecto emulsificante y tallar las paredes, se aplicó alcohol previo a la aplicación del recubrimiento (SEAL-XPRO ER-CISTERNA SilmanCare®) para recubrimiento epòxico impermeable de grado sanitario en las áreas de	Se lavó el bebedero, no se aplicó ningún producto, se mantuvo con el agua y las mismas condiciones del establo para compararlas con las de los animales tratados en el agua de bebida, realizando solamente su limpieza cada 8 días.

concreto, en las áreas metálicas se aplicó (SealXPro SilmanCare®) que es un recubrimiento hidráulico y al final sobre la superficie del bebedero (SealXPro NanoTech-C/P SilmanCare®) para mantener limpia la superficie que ayuda a que no se acumule materia orgánica e inactivando algunos agentes a causa del ángulo de la luz del sol.

Sobre la marcha del experimento se aplicó Dióxido de cloro (MAM 20) en el agua de bebida de este grupo a una dosis de 10 ppm utilizando un dosificador automático que realizaba el proceso y dándoles limpieza simultáneamente cada 8 días.

IV. MATERIALES UTILIZADOS

Los materiales utilizados durante el trabajo fueron proporcionados por el establo donde se realizó el experimento y por el laboratorio patrocinador del producto.



Ilustración 6 limpieza y desinfección de la pila con el producto (Fuente propia)

VIGOROSO

Para facilitar la remoción de la grasa de las superficies, éstas deben ser tratadas con el sistema VIGOR-SI07, el cual es un desengrasante diseñado para producir una espuma densa y alcalina para ser aplicada especialmente en instalaciones de Rastros, Mataderos, Obradores, Plantas procesadoras de alimentos (cárnicos). Es una espuma de larga duración con un alto pH que se mantiene en superficies verticales, permitiendo que el producto penetre profundamente y se tenga una eficiencia total en la limpieza



Ilustración 7 **Desinfección de la pila con alcohol etílico al 90%.** (Fuente propia)



Ilustración 8. **Aplicación de SealXPro NanoTech-C/P** (Fuente propia)

SEALXPRONANOTECH-C/P La naturaleza hidrofílica de este producto, en conjunto con la gravedad, permite que las partículas de suciedad y cochambre se retiren y remuevan de forma sencilla y simple – teniendo esto como ventaja de un auto limpieza y de una limpieza sencilla.



Ilustración 9: **Aplicación de Recubrimiento Hidráulico Negro.** (Fuente propia)

SealXPro™ SH Recubrimiento Hidráulico Negro Sello

ELÁSTICO IMPERMEABILIZANTE SUPERFICIAL

Este producto es un sellador para superficies lisas o porosas a base de hule neopreno, de elasticidad permanente, que no necesita catalizador. Tiene una gran resistencia al envejecimiento e intemperismo, los rayos ultravioleta no lo dañan; para mayor duración se recomienda aplicarlo sobre dos manos de aplicación.



Ilustración 10: **Aplicaciones de** Recubrimiento epóxido impermeable. (Fuente propia)

**SEAL-XPROER-CISTERNARECUBRIMIENTO EPOXICO
IMPERMEABLEFLEXIBLE GRADO SANITARIO.**

Es un recubrimiento de baja viscosidad, de dos componentes (Parte A y B), que se adhiere tenazmente al concreto, asbesto o aplanados.

El SealXPro er-cisterna, es un sistema libre de solventes, lo que evita el peligro de intoxicación es cuando se aplica en lugares confinados. Este recubrimiento, una vez endurecido, no es tóxico, y puede aplicarse para proteger tanques o tinacos que estén destinados a contener agua potable.



Ilustración 11 COLOCACIÓN DE LA BASE DEL DOSIFICADOR PARA EL DIÓXIDO DE CLORO HE HIPOCLORITO DE SODIO

El cual proporcionaría 10 mg del dióxido de cloro e hipoclorito de sodio por cada 1000 litros de agua, que vertiera en la pileta junto al cual se colocó un medidor.



Ilustración 12: Finalización de la primera etapa del experimento. (Fuente propia)

V. VARIABLES ANALIZAR

% PROTEINA

% GRASA

% LACTOSA

% SOLIDOS NO GRASOS (SNG)

VI. ANALISIS ESTADISTICO

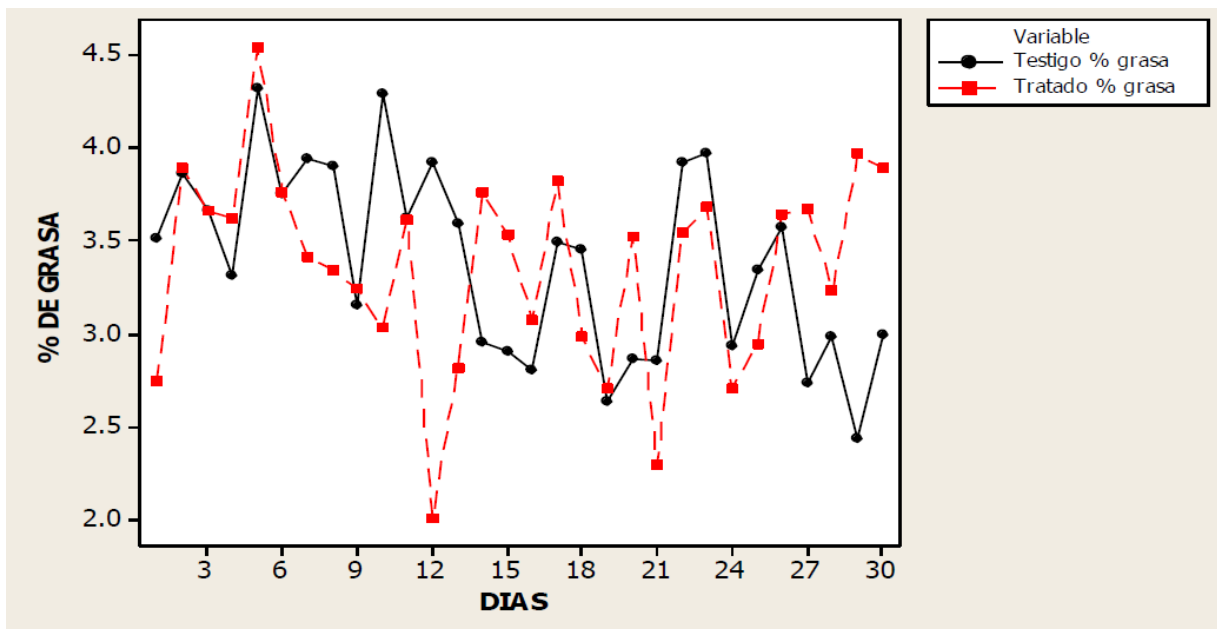
Las variables estudiadas se analizaron por medio del programa MYSTAT: A student Versión of SYSTAT, última versión, realizando prueba de two-simple t-Test

VII. RESULTADOS

COMPORTAMIENTO DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA LECHE

GRAFICA 1 COMPORTAMIENTO DE GRASA

En la siguiente grafica se muestra el comportamiento de grasa durante el transcurso de la investigacion, al analizar los datos con el programa MYSTAT se obtuvo que ($p>0.629$) con lo cual se demuestra que no existe ninguna diferencia significativa

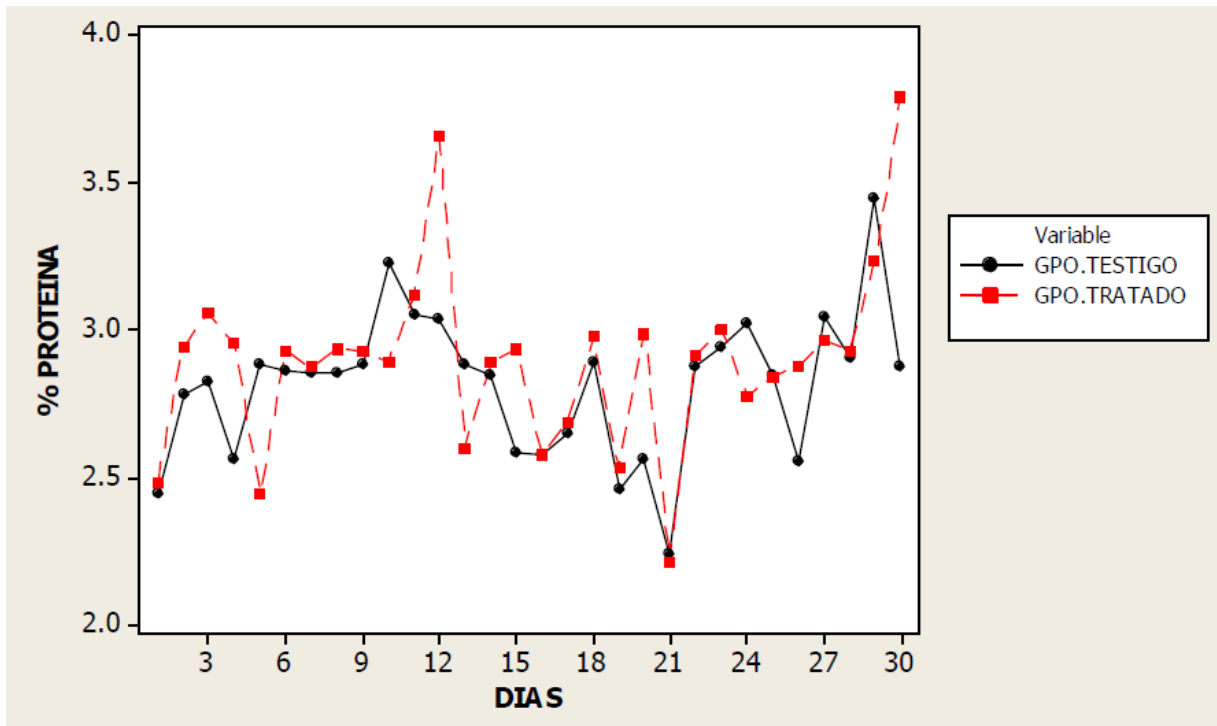


GRAFICA COMPORTAMIENTO DE GRASA.

NS= No hay diferencia significativa ($p>0.629$)

GRAFICA 2 COMPORTAMIENTO DE PROTEINA

En la siguiente grafica se muestra el comportamiento de proteina durante el transcurso de la investigacion, al analizar los datos con el programa MYSTAT se obtuvo que ($p>0.683$) con lo cual se demuestra que no existe ninguna diferencia significativa

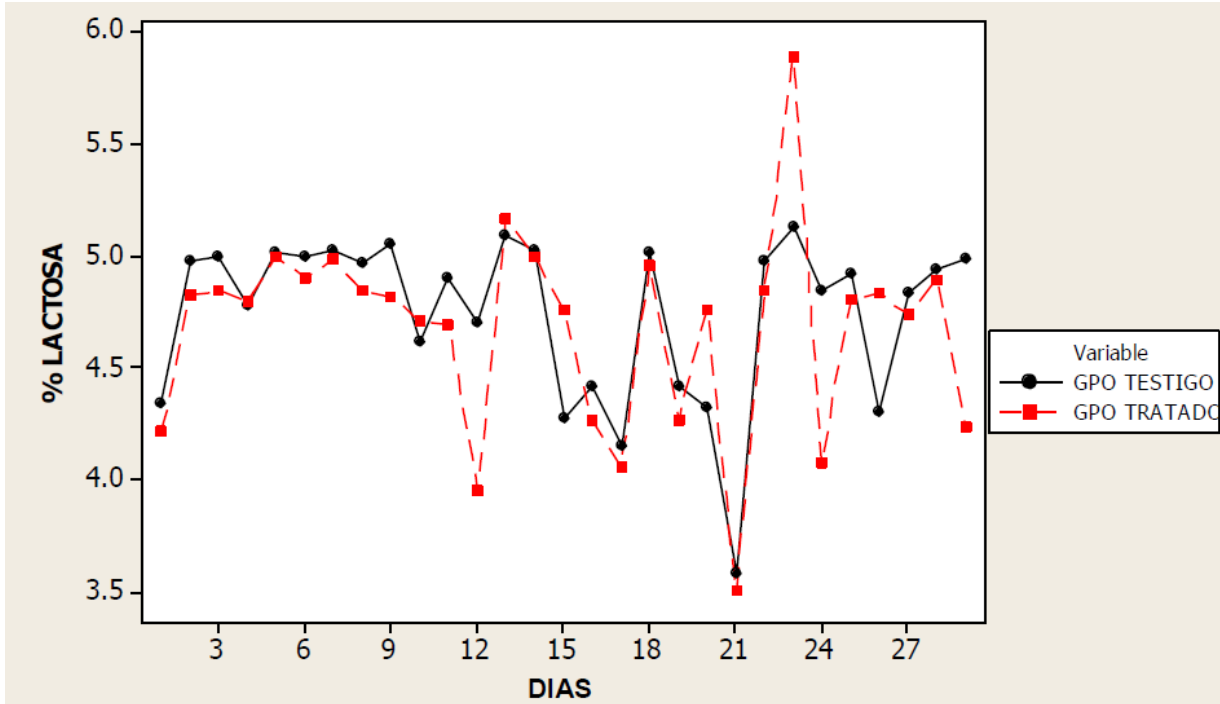


GRAFICA COMPORTAMIENTO DE PROTEINA.

NS= No hay diferecia significativa ($p>0.683$)

GRAFICA 3 COMPORTAMIENTO DE LACTOSA

En la siguiente grafica se muestra el comportamiento de lactosa durante el transcurso de la investigacion, al analizar los datos con el programa MYSTAT se obtuvo que ($p>0.537$) con lo cual se demuestra que no existe ninguna diferencia significativa

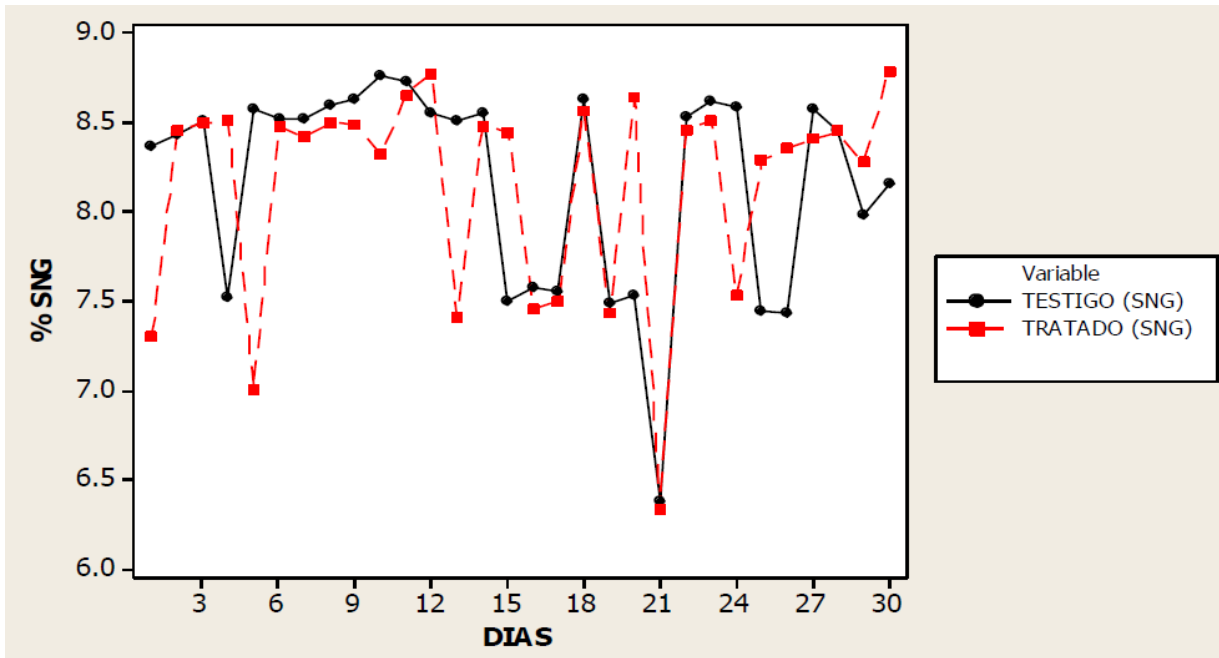


GRAFICA COMPORTAMIENTO DE LACTOSA

NS= No hay diferencia significativa ($p>0.537$)

GRAFICA 4 COMPORTAMIENTO DE SOLIDOS NO GRASOS

En la siguiente grafica se muestra el comportamiento de solidos no grasos durante el transcurso de la investigacion, al analizar los datos con el programa MYSTAT se obtuvo que ($p>0.216$) con lo cual se demuestra que no existe ninguna diferencia significativa



GRAFICA COMPORTAMIEITO DE SOLIDOS NO GRASOS

NS= No hay diferecia significativa ($p>0.216$)

VIII. DISCUSIÓN

La leche es el único material producido por la naturaleza para funcionar exclusivamente como fuente de alimento, ya que, constituye una fuente nutritiva, no superada por ningún otro conocido por el ser humano. Si bien son incuestionables las cualidades nutritivas de la leche y los productos lácteos, no es menos cierto que, desde su síntesis en la glándula mamaria hasta su llegada al consumidor, están sometidos a un gran número de riesgos que hacen peligrar la calidad original, como son contaminación y multiplicación de microorganismos, contaminación con gérmenes patógenos, alteración físico-química de sus componentes, absorción de olores extraños, generación de malos sabores y contaminación con sustancias químicas tales como pesticidas, antibióticos, metales, detergentes, desinfectantes, partículas de suciedad. Por ello la necesidad de producir no solo mayor cantidad sino también mejor calidad de leche. (Reyes et.al 2010)

Esto resulta sumamente complejo puesto que podemos ver el producto manipulado es extremadamente influenciada por sustancias ajenas a modificar su composición. Así mismo puede verse afectada por múltiples condiciones como lo es: el manejo, la alimentación y potencial genético de los animales así como factores relacionados a la obtención y almacenamiento de la leche. Las características más importantes de la leche son su variabilidad, alterabilidad y complejidad. La variabilidad, desde el punto de vista composicional, no es posible hablar de una leche sino de leches debido a las diferencias naturales entre especies o para una misma especie según la región o lugar de origen. Los factores que influyen en la variabilidad son de tipo ambiental, fisiológico y genético.

Dentro de los ambientales se reconoce a la alimentación, época del año y temperatura ambiente. En los fisiológicos encontramos el ciclo de lactancia, las enfermedades como la mastitis y los hábitos de ordeño. En cuanto a los factores genéticos citaremos la raza, las características individuales dentro de una misma raza y la selección genética. Respecto a la alterabilidad y por su composición, la leche es un adecuado medio para el desarrollo de microorganismos que provocan cambios en sus componentes. Con relación a la complejidad, ésta se debe a las

moléculas que se encuentran en equilibrio químico, el componente más variable es la grasa pues se observa entre vacas de la misma raza que reciben diferente alimentación, en particular interfiere la fibra de la dieta o relación forraje concentrado, así a > fibra más grasa en la leche debido, a la proporción de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen en función de la diferencia de dietas.

El porcentaje de sólidos no grasos (SNG) también puede variar en función del tipo de alimentación suministrada a los animales; pero el tipo de variación es mucho menor de lo observado en relación al porcentaje de grasa. Esta variación parece estar relacionada con el nivel de energía, una vez que, el aumento de este valor en la dieta de vacas de alta producción puede conducir a un aumento de hasta 0.2% en el porcentaje de SNG. EL porcentaje de SNG decrece progresivamente con la edad del animal. Así, dentro de un ciclo de lactación, los SNG, presenta una variación inversa a la curva de producción de leche, o sea, durante el primer mes los SNG es alto, disminuyendo al segundo mes cuando existe el pico de producción de leche y vuelve a aumentar al final de la lactación, a medida que la producción disminuye. (Reyes et.al 2010)

De acuerdo a la literatura citada las características de la calidad de la leche se pueden ver afectadas con el tipo de alimento brindado, la presente evaluó el tratamiento del agua con los productos de hipoclorito de sodio y Dióxido de cloro y su influencia en la composición fisicoquímica de la leche, con resultados obtenidos y analizados estadísticamente se demuestra que esto no tiene efecto, aun cuando hubo un incremento de la producción, esto afirma la hipótesis expuesta.

IX. CONCLUSIONES

De la siguiente investigación se concluye que tratar el agua con hipoclorito de sodio y Dióxido de cloro, no tiene ningún efecto sobre la calidad de la leche.

X. LITERATURA CITADA

- Aieta, E.M., and J.D. Berg. 1986. A Review of Chlorine Dioxide in Drinking Water Treatment. Jour. AWWA, 78:6:62.
- Bontempo Valentino y Giovanni Savoini. 2009. Depto. de Ciencia Veterinaria y Tecnología para la Seguridad Alimentaria, Universidad de Milán, Italia. CALIDAD DEL AGUA PARA CERDOS[En línea]
www.produccion-animal.com
- Beede, D. K. and Z. H. Myers. 2000. Water nourishment of dairy cattle. Proceedings of the 24th Quebec Symposium on Dairy Nutrition. Saint- Hyacinthe, Quebec, Canada. October 19, 2000
- Babera Guillermo a. 2009 Tenores máximos de sales totales. Aguas y aguas para el ganado, 3ª ed. del autor, río cuarto, pág. 123-125.
www.produccion-animal.com.ar
- Biocidas argentina; DIÓXIDO DE CLORO ESTABILIZADO USO EN INDUSTRIA LECHERA <http://www.biocidasargentina.com>, [consulta: 05 de junio de 2012].
- Cantón G.J.; Cseh S.B. y Ameijeiras J.R. 2006. XVIª Reunión Científico Técnica de la AAVLD, Mar del Plata, Libro Resúmenes: 141.[En línea]
www.produccion-animal.com.ar
- Cseh Susana B. Lic. 2004 Lab. Bqca Clínica y Enfermedades Metabólicas. Dpto. P. Animal INTA Balcarce El agua y su importancia para los bóvidos.

- Cseh Susana B. Lic. 2003. EL AGUA Y SU IMPORTANCIA PARA LOS BÓVIDOS Lab. Bioquímica Clínica y Enfermedades Metabólicas, Dpto. Producción Animal INTA Balcarce. www.produccion-animal.com.ar.
- CONAGUA: Subdirección General Técnica; Gerencia de Calidad del Agua, Gerente: Ing. Enrique Mejía Maravilla, TEL. (01-55) 53-77-02-07 y 53-77-02-08, E-mail: enrique.mejia@conagua.gob.mx, Subgerente de Estudios de Calidad del Agua e Impacto Ambiental, M. en C. Eric Daniel Gutiérrez López, TEL. (01-55) 53-77-02-09, E-mail: eric.gutierrez@conagua.gob.mx. [En línea] <http://www.cna.gob.mx/>
- Deininger R.A.; Ancheta A. y Ziegler A. 1994 Dióxido de Cloro. Escuela de Salud Pública The University of Michigan Ann Arbor, Michigan, EUA [En línea] <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/fulltext/simposio/ponen11.pdf>
- Elizondo Salazar Jorge 2007, M.Sc. El agua: un nutriente olvidado Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica.
- Flores A.J. y Rochinotti D. 2007. Agua para Consumo de Rumiantes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Edición No. 426[En línea] www.produccion-animal.com.ar

- Fernández Anselmo Aragón 2009, Ingeniero Industrial y Director Técnico de Aquarioja SL. España, Publicado el: 08/06/2009, VENTAJAS AL APLICAR EN GRANJAS DE VACUNO DE LECHE, AGUA ELECTROLIZADA (ANOLYTE-ANK) <http://www.engormix.com/MA-ganaderia/leche/manejo/articulos/ventajas-aplicar-granjas-vacuno-t2496/124-p0.htm> [consulta: 05 de junio de 2012].
- García -Trejo Luciano, Médico Veterinario Zootecnista. Estados Unidos de América 2011 Agua y su importancia en nutrición <http://www.engormix.com>
- Gay C.deCiurana - Jefe Laboratorio y Tratamiento. Laboratord'Aigües de Girona, Salt i Sarriá de Ter S.A. ETAP Montfullá-I7.162 Bescanó (Girona). Dióxido de cloro y su efecto en la formación de Trihalometanos. Revista Tecnología del Agua, Junio de 2000 [En línea] http://cidta.usal.es/residuales/libros/logo/pdf/dioxido_cloro_trihalometanos.pdf
- Houpt, T. R. 1984. Water balance and excretion. In: Duke's Physiology of Domestic Animals. 10 ed. M. J. Swenson, Ed. NY, Comstock Publishing Co.
- Haazrd. T Sergio. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Mary France Christen I. Médica Veterinaria 2006. Composición y Calidad de la Leche <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR33262.pdf>
- Jiménez A. 2006. El Agua en la Alimentación Bovina. Publicado en InfoVet No.59. [En línea] http://www.fvet.uba.ar/areas/arch_bases_agric/aqualech.pdf
- Jiménez Antonio 2008 , Veterinario El agua en la alimentación bovina PDF

- Lagger, J.R. H.T Mata*, G.H. Pechin*, A. T Larrea*, R.N. Otrosky*, R. O. Cesan*, A. G. Caimier* y G. E. Meglia*. 2000. Veterinaria Argentina, 17(165):346-354. *Integrantes del grupo de trabajo de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam. www.produccion-animal.com.ar.
- Loneragan G H, J J Wagner, D H Gould, F B Garry and M A Thoren, 2001. Effects of water sulfate concentration on performance, water intake, and carcass characteristics of feedlot steers. Journal of Animal Science. J ANIM SCI 2001, 79:2941-2948. [En línea] <http://www.journalofanimalscience.org/content/88/1/296.full>
- LITTLE, W.; B. F. SANSOM; R. MANSTON & W. M. ALLEN. 1976. Effects of restricting the water intake of dairy cows upon their milk yield, body weight and blood composition. Anim. <http://journals.cambridge.org/action/login> .
- Miglierina Martín, Alejandro Correa Urquiza, Bettina Lacau de Mengido, Ignacio Garciarena y col. equipo Inchausti. 2008. EL AGUA DE BEBIDA COMO FACTOR LIMITANTE DE LA PRODUCCIÓN EN CONDICIONES DE PASTOREO. AGUA EN LA PARCELA, 3ª ETAPA http://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/69-Agua%20en%20parcela.pdf
- MURPHY, M. R. 1992. Water metabolism of dairy cattle. J. Dairy Sci. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030292777686>

- Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition, 2001
Escrito por Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council
<http://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=QjniA1U0IMIC&oi=fnd&pg=PA1&dq=related:Sw8wbeoA3a4J:scholar.google.com/&ots=6t7x3zTxcj&sig=SY8xA1oxjdfLV-e6mOHSLSrL3ic#v=onepage&q&f=false>
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, "Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano-Límites Permisibles de Calidad y Tratamientos a que Debe Someterse el Agua para su Potabilización". [En línea].
<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>
- Piaggio Ing. Agr. M.Sc. PhD Lucia & D.M.V. M.Sc. PhD Alvaro García 2007 LECHERÍA: EL AGUA DE BEBIDA COMO FACTOR LIMITANTE DE LA PRODUCCIÓN EN CONDICIONES DE PASTOREO. Sitio argentino de Producción Animal. http://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/20-Agua_bebida_limitante.pdf
- Reyes González Gaspar de los Cu Baldomero Molina Sánchez Rafael Coca Vázquez 2010 Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz. CALIDAD DE LA LECHE CRUDA, http://www.uv.mx/agronomia/documents/CALIDAD_DELALECHECRUDA.pdf
- REVELLI, G. R.1; SBODIO, O. A.2; GALLARDO, M. R.3 ; VALTORTA, S. E.3,4 & TERCERO, E. J.2 Rendimiento de vacas lecheras de baja producción en condiciones pastoriles con la oferta de agua de bebida salada o desalinizada revista fave - ciencias veterinarias
http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8180/publicaciones/bitstream/1/445/4/fave_ve_t_v4_n1_2_p77_88.pdf

- RoeskeW., C. Müller y Günzburg Desinfección de Agua Potable con Cloro y Dióxido de Cloro, Un bosquejo de diferentes métodos. Revista Agua Latinoamérica, Noviembre- Diciembre 2004. [En línea] www.agualatinoamerica.com
- Sager. Ricardo L. 2001. EEA San Luis, Fices, UNSL. CC 17, 5730, Villa Mercedes, San Luis. CALIDAD DE AGUA DE BEBIDA. RELACIÓN CON LA SUPLEMENTACIÓN MINERAL Y PROBLEMAS SANITARIOS Conferencia en el Congreso de Ganadería de Zonas Áridas y Semiáridas. Herramientas para un negocio ganadero competitivo. 9 y 10 de Agosto de 2001. San Luis, Argentina. Organizado por SRA, CREA, INTA, SR San Luis. www.produccion-animal.com.ar
- Sager. Ricardo L 2000. AGUA PARA BEBIDA DE BOVINOS INTA E.E.A San Luis. Reedición de la Serie Técnica N° 126. www.produccion-animal.com.ar
- Sager Ricardo L. 2008. Conferencia en el “Simposio sobre gestión y utilización del agua” en el 31° Congreso Argentino de Producción Animal, Potrero de los Funes, San Luis, 15-17 de octubre de 2008. Calidad de Agua de Bebida. [En línea] http://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/56-simposio.pdf
- Sánchez Zafra Alicia. Médico Residente de Medicina Familiar y Comunitaria. Centro de Salud de Almanjáyar. C/ Pintor Joaquín Capulino Jauregui s/n. Granada (España). Correo-e: asanchezafra@yahoo.es. Efectos de los Trihalometanos sobre la salud. Higiene y Sanidad Ambiental, 8: 280-290 (2008). [En línea] http://www.ugr.es/~dpto_prev/revista/pdf/Hig%20Sanid%20Ambient%208%20280-290%20%282008%29.pdf
- SEMARNAT Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales [En línea] <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/sniarn.aspx>