

**CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES Y DE POZO PARA USO AGROPECUARIO
EN ESTABLOS LECHEROS**
QUALITY OF WASTEWATER AND WATER WELL FOR AGRICULTURAL USE IN DAIRY
STABLES

**¹Villarreal-Rodríguez Magdalena¹, Murillo-Ortíz Manuel¹, Herrera-Torres Esperanza¹,
Álvarez-Mendoza Evaristo²**

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. México.

²Instituto Tecnológico de Durango. México

RESUMEN

En las explotaciones lecheras hay que tener en cuenta las posibles fuentes de contaminación del medio ambiente: agua-suelo-atmósfera. Por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar la presencia de contaminantes en el agua de pozo y aguas residuales de en cinco unidades de producción de leche. Se tomaron muestras de agua tres días consecutivos a las aguas residuales y los pozos para realizarles el análisis físico-químico. Los resultados se analizaron mediante un diseño completamente al azar. No se presentaron diferencias en el contenido de Nitrógeno total (NT mg/l), Conductividad eléctrica (CE μ S/cm), el Color (UPC), y la Demanda química de oxígeno (DQO mg/l) ($P > 0.05$) y Oxígeno disuelto (OD mg/l) ($P < 0.01$). La mayor contaminación en las aguas residuales se manifestó en el Color como el NT ya que exceden lo estipulado por NOM-127-SSA-1994, de igual manera se comporta la DQO según la NOM-067-ECOL-1994. Por otro lado se encuentra debajo de norma el OD. En las aguas de los pozos el NT rebasó los límites permisibles causando contaminación. Por el contrario, la CE y el OD dieron resultados por debajo de la norma. Se registró una correlación positiva entre el NT y DQO ($P < 0.01$) y con DBO ($P < 0.05$). La correlación del OD se mostró con cloruros (Cl mg/l), nitratos (NO_3^- ppm), dureza del calcio (CaCO_3 ppm), DQO, Demanda bioquímica oxígeno y fluoruros ($P < 0.01$). Relativo a la correlación de la CE esta se expresó con los sólidos disueltos totales (SDT) ($P < 0.05$).

Palabras clave: agua para riego agrícola, contaminación, calidad de aguas.

¹Magdalena Guadalupe Villarreal Rodríguez. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Durango-Mezquital Km 11.5. C.P.34000. mgvr7714@prodigy.net.mx

Recibido: 25/10/2013. Aceptado: 14/08/2014.
Identificación del artículo: abanicoveterinario4(3):13-24/0000052

ABSTRACT

Dairy farm must take into account possible sources of pollution: water-soil- atmosphere. So our objective was to determine the presence of contaminants in the well water for agricultural use and wastewater in five units of milk production. All located in the irrigation district 052 of Valle del Guadiana, Durango. The experimental period consisted of sampling the waste water for three consecutive days as suggests the norm NMX-AA-003-1980 standard and the water from the wells of each production unit for subsequent transfer to the laboratories for analysis physicochemical marks under the norm NOM-230-SSA1-2002. The methods by which the 14 parameters studied were determined were performed according to the NMX-AA-SCFI-2000-2001 standard. The measurements obtained were processed by a completely randomized design using the statistical analysis system whose analysis of variance (ANOVA) and Tukey test showed averages (see Tables 1-5) and differences for wastewater and well water. Also the correlations between variables were processed. The results for total nitrogen (NT mg/l) were ($P < 0.5$); regarding the electrical conductivity (EC $\mu\text{S}/\text{cm}$), the Color (UPC), and chemical oxygen demand (COD mg/l) were no differences ($P > 0.05$); and with respect to dissolved oxygen (DO mg/l) results ($P < 0.01$) were found. Observed that of the 14 parameters analyzed both water pollution in most wastewater is expressed in both the NT and Color as exceeding stipulated by the norm NOM-127-SSA-1994, just as the COD behaves according NOM-067-ECOL-1994 on the other hand is below the standard OD (NOM- quality environmental and effluent discharge, 2002) as being discharged into the growing areas are a factor of the environment 's pollution causing eutrophication problems in oxidation processes of organic material and inorganic compounds in different levels. In the waters of the wells was the NT which exceeded the permissible limits (NOM-127-SSA-1994) causing pollution. By contrast, the EC gave results below (NOM-CCA/032-ECOL/1993) by improper fertilization. The OD -2002 according to NOM-Environmental Quality, was below the permissible limits. Within correlations with COD include the NT ($P < 0.01$) and BOD ($P < 0.05$), the correlation of OD showed chlorides (Cl mg /l), nitrate (NO_3^- ppm), calcium hardness (CaCO_3 ppm), COD, biochemical oxygen demand and fluorides ($P < 0.01$). On the correlation of the EC this was expressed with total dissolved solids (TDS) ($P < 0.05$).

Keywords: agricultural irrigation water, environment pollution, water quality.

INTRODUCCIÓN

Se ha entendido por calidad del agua al conjunto de características físicas, químicas y biológicas que hacen que el agua sea apropiada para un uso determinado. En el caso de la industria agropecuaria el agua se utiliza lo mismo para riego de las áreas de cultivo, como para bebida de los animales, limpieza y desinfección de salas de ordeño, etc. (Díaz, 2013). La mala calidad del agua de riego afecta tanto a los rendimientos de los cultivos como a las condiciones físicas del suelo, lo que ha dado lugar a la normativa que asegura la calidad suficiente para

garantizar estos usos. Esta garantía viene dada por el mantenimiento de las condiciones ambientales naturales que permitan preservar el equilibrio autorregulador de los ecosistemas (Wikibooks, 2010). En el noroeste de México el estudio para la calidad del agua para riego está enfocado al agua de pozo de bombeo profundo y se justifica porque la extracción de agua subterránea para complementar el suministro de agua de las presas cuando por sequía no se satisface la demanda hídrica de los cultivos regionales (Uvalle y Osorio, 2012).

En las aguas superficiales el nitrógeno puede encontrarse formando parte tanto de compuestos orgánicos como inorgánicos. La contaminación del agua por nitrógeno inorgánico es debida a suelos ricos en nitratos como consecuencia de prácticas agrícolas que consumen fertilizantes y pesticidas en exceso ricos nitrógeno y el fosforo (Puerto y Pimentel, 2005) que suelen ser bastante estables y difícilmente reversibles además de los residuos agrícolas que son los más abundantes y también los más dispersos y difíciles de controlar, constituyendo uno de los principales focos de contaminación de las aguas subterráneas, superficiales y suelos. Las bacterias naturales de la tierra pueden cambiar el nitrógeno a nitrato. El agua de lluvia y el agua de riego pueden arrastrar el nitrato por debajo de la tierra a las aguas subterráneas. Podemos diferenciar la contaminación de las aguas en cuanto a contaminación “difusa”, como resultado de un amplio grupo de actividades humanas en las que los contaminantes no tienen un punto claro de ingreso en los cursos de agua que los reciben (FAO, 2013).

Por el contrario, la contaminación procedente de fuentes localizadas (antropogénica), está asociada a la actividad humana que genera sustancias ajenas a la composición natural del agua o modifica las concentraciones de las ya existentes. De la misma forma son factores de contaminación los orígenes residuales como inorgánicos. Dependiendo del contenido de sales y fertilizantes en el agua, se afecta la conductividad eléctrica del agua de riego que es mayor si el agua posee cantidades elevadas de fertilizantes o sales en solución y es menor si posee pocas sales o fertilizantes. Como consecuencia el suelo que sustenta la planta se ve afectado por la degradación de su estructura, por lo que la productividad del cultivo disminuye, generando problemas de contaminación en las aguas subterráneas (Lenntech, 2012).

La coloración de aguas superficiales y profundas depende exclusivamente del tipo de sustancias disueltas en disolución coloidal orgánicas e inorgánicas. Por la contaminación el color del agua puede ser verde, café oscuro, amarillento, rojizo, etc. (www.elergonomista.com/alimentos/elagua). En zonas con intensivo uso agrícola es cada vez más difícil encontrar pozos cuya agua se ajuste a las exigencias de las normas. Especialmente los valores de nitratos y nitritos.

La conductividad eléctrica mide el contenido total de sales en el agua y por lo tanto su salinidad. El agua salina de las aguas subterráneas y productos químicos de fertilizantes, que lixivian a las fuentes de agua, también pueden afectar a la calidad del agua de riego (auladeagricultura.wikispaces.com). La Demanda Química de Oxígeno es la cantidad de oxígeno consumido en la degradación oxidativa por medios químicos de las materias

oxidables (materia orgánica y compuestos inorgánicos) del agua, mediante la acción de oxidantes fuertes como dicromato o permanganato y convertirla en dióxido de carbono (CO₂), agua (H₂O), amoníaco (NH₃). Una DQO > 5 indica contaminación. Siempre el valor de DQO es mayor que demanda bioquímica de oxígeno (Hidritec, 2012).

La cantidad de Oxígeno disuelto es importante indicador de la calidad del agua ya que es el más esencial agente oxidante del agua natural. La sustancia más común presente que puede ser oxidada es la materia orgánica de origen biológico, como la materia vegetal y los residuos de animales. Las bacterias aerobias consumen el oxígeno para oxidar estos materiales y satisfacer así sus necesidades de energía. Esta oxidación se lleva a cabo por un complejo conjunto de reacciones químicas. El oxígeno disuelto en agua se consume por la oxidación del amoníaco y del catión amonio presentes también en el agua dando lugar a la formación de nitratos (UTP, 2006).

MATERIAL Y METODOS

Localización y descripción del área de estudio

Los cinco establos lecheros involucrados en esta investigación cuentan con salas de ordeño automatizadas cuyas aguas residuales se arrojan al área de cultivo. Todos ubicados en el distrito de riego 052 del municipio de Durango (San Pedro-Mezquital, Dgo.), (CONAGUA, 2008). Las Coordenadas geográficas extremas 24° 01' 59" latitud norte, y 104° 40' 00" longitud oeste. Clima: el 40% del territorio presenta clima seco y semiseco, el 34% se encuentra clima templado subhúmedo, 14% presenta clima muy seco, el 11% cálido subhúmedo y en el restante 1% templado húmedo. La temperatura media anual es de 17°C. La temperatura promedio más alta es mayor a 31°C, se presenta en los meses de mayo y junio y la más baja, alrededor de 1.7°C, en el mes de enero. Las lluvias se presentan en verano: julio y agosto la precipitación media del estado es de 500 mm anuales. La altitud que presenta el municipio de Durango es de 1,895 metros sobre el nivel del mar según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía-2007. Previo al muestreo se efectuó un recorrido de reconocimiento en las cinco áreas de estudio. Se efectuaron las observaciones del curso que tomaban las aguas residuales de las salas de ordeño automatizadas, ubicación del pozo, áreas de cultivo, de los efluentes, lagunas y fosas de oxidación, asimismo se efectuó un registro de las sustancias químicas utilizadas como rutina en el proceso de ordeño, limpieza y desinfección de equipo.

Periodo experimental

Después de la compilación de la información básica se elaboró el calendario de muestreo para el ciclo primavera-verano (P-V) se realizó la toma de muestras por tres días consecutivos al agua de pozo y agua residual de cada uno de los establos en estudio.

Procedimiento de muestreo

Las muestras de agua residual y agua de pozo se colectaron por dos días consecutivos a las 6:00 a.m. a razón de 500 ml por muestra por establo y día. Las muestras de agua

residual se obtuvieron de acuerdo a las recomendaciones establecidas en la NMX-AA-003-1980 y las de agua de pozo se efectuaron conforme al protocolo de los laboratorios del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN) y del laboratorio del posgrado del Instituto Tecnológico de Durango (ITD) que se apegan a la Norma Oficial Mexicana (NOM-230-SSA1-2002). La determinación de NT, DQO, se realizó de acuerdo a los procedimientos propuestos por la AOAC (1994), la DBO por el método y la CE por el método de determinaciones conductométricas, el Color por espectrofotometría, la turbiedad se precisó por el método nefelométrico y el pH del (AOAC, 1999) agua se midió con un potenciómetro

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar. La base de datos de laboratorio se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA), la comparación entre las medias por establo se establecieron mediante la prueba de t de Student. Para la determinación de las variables se hicieron pruebas de independencia existentes y correlación de Pearson entre variables. Todos los análisis se realizaron por medio del programa de análisis estadístico SAS ver 2008.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias y diferencias entre agua residual y de pozo para los cinco establos fueron para el pH 6.948 para las aguas residuales y 7.148 para agua de pozo con diferencias ($P < 0.05$). NT fue de 12.667 para las aguas residuales y 6.194 para agua de pozo con diferencias ($P < 0.05$). DQO fueron de 1.660 para las aguas residuales y 21.774 para agua de pozo con diferencias ($P < 0.05$). El OD fue de 0.0111 para las aguas residuales y 3.590 para agua de pozo con diferencias ($P < 0.05$). Mientras que, la CE no mostró diferencias entre agua residual y agua de pozo ($P > 0.01$). Ver Tablas (1-5).

Diferencias entre establos

No hubo diferencias entre establos para el NT. El pH demostró que el establo cinco resultó con mayor media y el de menor media fue el 3 ($P < 0.01$). La DBO fue mayor en el establo 1 ($P < 0.01$). El mayor OD se registró en el establo 4 ($P < 0.01$). Mientras que la mayor CE se presentó en el establo 2 ($P < 0.01$).

Se registraron correlaciones de DBO con los contenidos de F^- , NO_3^- , $CaCO_3$, DQO y OD ($P < 0.01$) y NT ($P < 0.05$). Se detectó una correlación entre NT con DQO ($P < 0.01$) y DBO ($P < 0.05$). Así como una correlación del OD con Cl, NO_3^- , $CaCO_3$, DQO, DBO y F^- ($P < 0.01$). Mientras que, la conductividad se correlacionó positivamente con los SDT ($P < 0.05$).

Tabla 1. Parámetros físico-químicos y sus límites permisibles del agua de pozo y agua residual.

Establo 1	Media	Límites	Media	Límites	Resultados	Resultados
Parámetro	Agua Pozo	NOMs	Agua Residual	NOMs	NOMs	NOMs
					Agua de pozo	Agua residual
Color (UPC)	<5	* 20	>100	100	Normal	Normal
Turbiedad (UTN)	000	* 5	>10	*5-10	Nulo	Arriba
pH (unidades pH)	6.940	* 6.5-8.5	7.336	****6-9	Normal	Normal
Conductividad (µ/cm) para riego	303.00	***1,500	1343.2	*****2,000	Por debajo	Normal
Cloruros (mg/l)	0.010	*250.00	0	N.E.	Nulo	N.E.
Fluoruros (mg/l)	0.170	*1.50	0	*****10-15	Muy abajo	Nulo
Nitrógeno total (mg/l)	4.403	* 0.50	8.356	N.E.	Muy alto	Muy alto
SDT (mg/l)	1.253	**< 1200	67.95	**< 1200	Muy abajo	Muy abajo
Dureza al agua Ca (ppm) (C.E.)	62.67	* 500	3.33	N.E.	Muy abajo	N.E.
Dureza al agua Mg (ppm) (C.E.)	19.33	*500	80.00	N.E.	Muy abajo	N.E.
Nitratos (ppm)	4.010	*10.0	0.000	N.E.	Muy abajo	N.E.
DQO ₅ (mg/l)	8.000	***** 200-250	209.3	*****320	Muy abajo	Normal
DBO (mg/l)	26.170	*****150-200	50.141	N.E.	Muy abajo	Muy abajo
O ₂ disuelto (mg/l)	3.706	***No< de 6	2.153	N.E.	Por abajo	Muy abajo

*NOM-127-SSA1-1994

**OMS-2003

***NOM-Calidad ambiental y descarga de efluentes-2002

****NOM-009-ECOL-1993

*****NOM-CCA/032-ECOL/1993

*****NOM-067-ECOL-1994

***** Ley Federal en materia de Derechos de Agua-2007

*****NOM-072-ECOL-1994

***** NOM-001-SEMARNAT-1996

N.E. No encontrada. Se toman límites para agua de pozo.

Tabla 2. Parámetros físico-químicos y sus límites permisibles del agua de pozo y agua residual.

Establo 2	Media	Límites	Media	Límites	Resultados	Resultados
Parámetro	Agua Pozo	NOMs	Agua Residual	NOMs	NOMs	NOMs
					Agua de pozo	Agua residual
Color (UPC)	5	* 20	>100	100	Normal	Arriba
Turbiedad (UTN)	000	* 5	6.66	*5-10	Nulo	Normal
pH (unidades pH)	7.356	* 6.5-8.5	8.516	****6-9	Normal	Normal
Conductividad (µ/cm) para riego	709.67	***1,500	3.1	*****2,000	Por debajo	traza
Cloruros (mg/l)	0.060	*250.00	0	N.E.	Nulo	Muy abajo
Fluoruros (mg/l)	1.340	*1.50	0	*****10-15	Normal	Muy abajo
Nitrógeno total (mg/l)	8.810	* 0.50	10.893	**< 1200	Muy alto	Muy alto
SDT (mg/l)	0.943	**< 1200	47	N.E.	Muy abajo	Muy abajo
Dureza al agua Ca (ppm) (C.E.)	238.67	* 500	0.00	N.E.	Muy abajo	Nulo
Dureza al agua Mg (ppm) (C.E.)	157.33	*500	0.00	N.E.	Muy abajo	Nulo
Nitratos (ppm)	7.907	*10.0	0.000	N.E.	Muy abajo	Nulo
DQO ₅ (mg/l)	233.33	***** 200-250	820.0	*****320	Normal	Muy alto
DBO (mg/l)	21.080	*****150-200	51.233	N.E.	Muy abajo	Muy abajo
O ₂ disuelto (mg/l)	3.210	***No< de 6	2.310	N.E.	Por abajo	Muy abajo

Los resultados de los factores físicoquímicos analizados de agua residual y agua de pozo que determinan la calidad de agua nos indican que las aguas residuales tuvieron por un lado niveles de algunos contaminantes que exceden lo autorizado por los gobiernos mexicanos. Tal es el caso de las concentraciones de NT (NOM-127-SSA-1994) en el 100 % de las aguas examinadas como consecuencia de prácticas agrícolas que consumen fertilizantes y pesticidas en exceso ricos nitrógeno y el fosforo, el Color (NOM-127-SSA-1994) en el 80% de los casos lo que indica concentraciones altas de nitratos como materiales contaminantes para el suelo, la DQO (NOM-067-ECOL-1994) se presentó en el 60% de las aguas por lo que la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar toda la materia orgánica y oxidable no es suficiente y la Turbiedad (NOM-127-SSA-1994) en el 20% de aguas evaluadas. Por otro lado algunos parámetros medidos están por debajo de los límites permisibles como son el pH (NOM-009-ECOL-1993). Los compuestos de las aguas residuales que pueden variar el pH son diversos ácidos, entre ellos el ácido sulfúrico, el

clorhídrico, el nítrico y ácidos orgánicos que provienen de la actividad industrial. Estos compuestos pueden tener efectos perjudiciales en el medio receptor, sobre todo en la flora y la fauna, ya que al acidificar las aguas, rompen el equilibrio ecológico del medio provocando graves alteraciones en el ecosistema, la CE (NOM-CCA/032-ECOL/1993) lo cual indica salinidad, el déficit de OD (NOM-Calidad ambiental y descarga de efluentes-2002) pone en crisis a las formas de vida aeróbicas. Las aguas residuales al ser vertidas a las áreas de cultivo representan un factor de contaminación más al medio ambiente causando eutrofización, salinidad, contaminación por oxidación de materia orgánica y compuestos inorgánicos en diferentes niveles.

Tabla 3. Parámetros físico-químicos y sus límites permisibles del agua de pozo y agua residual.

Establo 3	Media	Límites	Media	Resultados	Resultados	
Parámetro	Agua Pozo	NOMs	Agua Residual	NOMs	NOM Agua residual	
				Agua de pozo		
Color (UPC)	6	* 20	>100	100	Normal	Arriba
Turbiedad (UTN)	3.33	* 5	>10	*5-10	Normal	Normal
pH (unidades pH)	6.867	* 6.5-8.5	6.923	****6-9	Normal	Normal
Conductividad (µ/cm) para riego	184.95	***1,500	4.1	*****2,000	Normal	traza
Cloruros (mg/l)	0.0066	*250.00	0	N.E.	Nulo	Nulo
Fluoruros (mg/l)	1.256	*1.50	0	*****10-15	Normal	Nulo
Nitrógeno total (mg/l)	11.013	* 0.50	14.917	N.E	Muy alto	Muy alto
SDT (mg/l)	1.290	**< 1200	93	**< 1200	Muy abajo	Muy abajo
Dureza al agua Ca (ppm) (C.E.)	93.67	* 500	0.00	N.E	Muy abajo	Nulo
Dureza al agua Mg (ppm) (C.E.)	6.33	*500	0.00	N.E	Muy abajo	Nulo
Nitratos (ppm)	3.887	*10.0	0.000	N.E	Muy abajo	Nulo
DQO ₅ (mg/l)	231.22	*****200-250	812.7	*****320	Normal	Muy alto
DBO (mg/l)	24.163	*****150-200	51.000	N.E	Muy abajo	Muy abajo
O ₂ disuelto (mg/l)	3.416	***No< de 6	2.270	N.E	Por abajo	Muy abajo

Tabla 4. Parámetros físico-químicos y sus límites permisibles del agua de pozo y agua residual.

Establo 4 Parámetro	Media	Límites NOMs	Media	Límites NOMs	Resultados	Resultados NOM
	Agua Pozo		Agua Residual		Agua de pozo	Agua residual
Color (UPC)	6	* 20	>100	100	Normal	Arriba
Turbiedad (UTN)	3.33	* 5	>10	*5-10	Normal	Normal
pH (unidades pH)	6.867	* 6.5-8.5	6.923	****6-9	Normal	Normal
Conductividad (µ/cm) para riego	184.95	***1,500	4.1	*****2,000	Muy abajo	traza
Cloruros (mg/l)	0.0066	*250.00	0	N.E.	Nulo	Nulo
Fluoruros (mg/l)	1.256	*1.50	0	*****10-15	Normal	Nulo
Nitrógeno total (mg/l)	11.013	* 0.50	14.917	N.E.	Muy alto	Muy alto
SDT (mg/l)	1.290	**< 1200	93	**< 1200	Muy abajo	Muy abajo
Dureza al agua Ca (ppm) (C.E.)	93.67	* 500	0.00	N.E.	Muy abajo	Nulo
Dureza al agua Mg (ppm) (C.E.)	6.33	*500	0.00	N.E.	Muy abajo	Nulo
Nitratos (ppm)	3.887	*10.0	0.000	N.E.	Normal	Nulo
DQO ₅ (mg/l)	238.45	***** 200-250	812.7	*****320	Normal	Muy alto
DBO (mg/l)	24.163	*****150-200	51.000	N.E.	Muy abajo	Muy abajo
O ₂ disuelto (mg/l)	3.416	***No< de 6	2.270	N.E.	Por debajo	Muy abajo

El agua de los pozos dieron resultados para el NT por arriba de lo que indica la norma (NOM-127-SSA1-1994) en el 100% de los casos provocando eutrofización por el exceso de nutrientes, facilitando el crecimiento en abundancia de plantas y otros organismos pero al agotarse los nutrientes mueren y se sedimentan aportando materia orgánica que debe ser oxidada por lo que se produce una disminución drástica del contenido de oxígeno en el agua lo cual reduce los niveles de OD por debajo de los límites admisibles por las (NOM-Calidad ambiental y descarga de efluentes-2002) en todos los pozos examinados. Los SDT se manifestaron estar por arriba de lo que indica la OMS-2003, en el 205 de los pozos. La CE se manifestó por debajo de lo que permite la (NOM-CCA/032-ECOL/1993) en el 100% de las aguas analizadas lo que significa que la fertilización es insuficiente ya que las plantas están absorbiendo todo el abono que le ponemos.

Tabla 5. Parámetros físico-químicos y sus límites permisibles del agua de pozo y agua residual.

Establo 5	Media	Límites	Media	Límites	Resultados	Resultados
Parámetro	Agua Pozo	NOMs	Agua Residual	NOMs	NOMs	Agua residual
					Agua de pozo	
Color (UPC)	5	* 20	68.3	100	Normal	Normal
Turbiedad (UTN)	000	* 5	6.6	*5-10	Nulo	Normal
pH (unidades pH)	7.383	* 6.5-8.5	5.390	****6-9	Normal	Abajo
Conductividad (µ/cm) para riego	377.67	***1,500	610.5	*****2,000	Muy abajo	Por debajo
Cloruros (mg/l)	0.010	*250.00	0	N.E.	Nulo	Nulo
Fluoruros (mg/l)	1.480	*1.50	0	*****10-15	Normal	Nulo
Nitrógeno total (mg/l)	7.710	* 0.50	12.877	N.E.	Muy alto	Muy alto
SDT (mg/l)	.936	**< 1200	126	**< 1200	Nulo	Muy abajo
Dureza al agua Ca (ppm) (C.E.)	102.00	* 500	34.00	N.E.	Muy abajo	Muy abajo
Dureza al agua Mg (ppm) (C.E.)	4.00	*500	0.00	N.E.	Muy abajo	Nulo
Nitratos (ppm)	8.663	*10.0	0.026	N.E.	Muy abajo	Nulo
DQO ₅ (mg/l)	2.667	***** 200-250	746.7	*****320	Muy abajo	Muy alto
DBO (mg/l)	4.033	*****150-200	45.443	N.E.	Muy abajo	Muy abajo
O ₂ disuelto (mg/l)	2.486	***No< de 6	1.150	N.E.	Muy abajo	Muy abajo

CONCLUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que el agua residual y el agua de pozo destinada para riego agrícola, bebida de animales y limpieza, causan contaminación a las aguas superficiales y subterráneas, así como a las tierras debido a la materia orgánica y compuestos inorgánicos en diferentes niveles. Esto puede provocar enfermedades a los animales y a la leche producida por los animales que consumen los cultivos regados con estas aguas.

LITERATURA CITADA

CONAGUA. Comisión Nacional del agua. Estadísticas. 2008. México, D.F. www.cna.gob.mx
 DÍAZ, M. La calidad del agua de riego. 2013. www.pnuma.org/agua/CODIA%20CALIDAD

- DOF. Diario Oficial de la Federación. Ley federal de derechos en materia de agua. 2007. www.dof.gob.mx. Accesado: noviembre 2013.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. 2013. Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. www.fao.org/home/es. Accesado. Febrero 2014
- HIDRITEC. 2012. Tecnología y gestión de recursos hídricos. www.hidritec.com. Accesado: Diciembre 2013
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2013. Aspecto geográfico. www.inegi.org.mx. Accesado: diciembre 2013
- LENNTECH, BV. 2012. Water treatment Solutions. Riesgo de salinidad. Estados Unidos. www.lenntech.es/. Accesado: febrero 2014
- NOM-001-SEMARNAT. NORMA Oficial Mexicana. 1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. México. www.uco.mx/docencia/semarnat/NOM_001-1996-semarnat.pdf. Accesado: Octubre 2013.
- NOM-067-ECOL. 1994. Norma Oficial Mexicana. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de los sistemas de alcantarillado o drenaje municipal. México. www.hgm.salud.gob.mx/descargas/pdf/noticias/norma_001pdf. Accesado: enero 2014
- NOM-127-SSA. 2000. Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- NOM-127-SSA1. 1994. Norma Oficial Mexicana. "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización". México.
- NOM-230-SSA1. 2002. Norma Oficial Mexicana. Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo. México. www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/230ssa/html. Accesado: Octubre 2013.**
- NOM-CCA/032-ECOL. 1993. Norma Oficial Mexicana. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola. México. www.juarez.gob.mx/transparencia./NOMS/NOM-031. Pdf. Accesado: enero 2014
- NOM-CCA-009-ECOL. 1993. Norma Oficial Mexicana. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria elaboradora de leche y sus derivados. México.
- NORMA Calidad ambiental y de descarga de efluentes. 2002. <http://www.dspaceespd.edu.ce>. Accesado noviembre 2013.

OMS. Organización Mundial de la Salud. 2003. Total dissolved solids in drinking-water. Ginebra, Suiza. www.who.int/es. Accesado: febrero 2014.

PUERTO RS, Pimentel SA. Determinación de índices y planteamiento de objetivos de calidad del agua para las cuencas de segundo orden de la jurisdicción. 2005. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria Bogotá DC. 42 p.

UTP. Universidad Tecnológica de Panamá. 2006. Procedimiento para la determinación de oxígeno disuelto. www.utp.ac.pa. Accesado: enero 2014

UVALLE BJ, Osorio AR. Calidad del Agua para Riego agrícola. 2012. Memoria del Curso de análisis del Agua, Suelo y Planta, su Interpretación y Utilidad Agrícola. Fundación Produce Veracruz, México.

WIKIBOOKS. Licencia de documentación libre GNU (GFDL). 2010. España. es.wikibooks.

YACOLA E, Daniel I. Reforma Fiscal Verde para Sudamérica. 2012. Ciudad de Panamá, República de Panamá. 2012.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es resultado del apoyo del Fondo Mixto del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango, del empeño y dedicación de la DrSc Magdalena Guadalupe Villarreal Rodríguez, Del PhD. Manuel Murillo Ortiz, de la DrSc Esperanza Herrera Torres y del DrSc Evaristo Álvarez Mendoza, de la Asociación Ganadera del Municipio de Durango, A.C. y de sus productores de leche agremiados quienes con gran esfuerzo y vocación hacen posible la presencia de la Primera Cadena Productiva de la Leche en nuestro municipio.