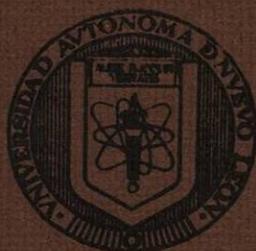


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



CALIDAD DEL AGUA PARA USO DE LA GANADERIA

S E M I N A R I O

(OPCION II - A)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

JOSE GUADALUPE GARCIA MORENO

DICIEMBRE DE 1982

040.636
FA6
1982

T
TD927
G3
C.1

040.636

FA6

1982

T

TD927

G3

C.1



1080062378

Acta
982

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

Depto. de Fitotecnia



CALIDAD DEL AGUA PARA USO DE LA GANADERIA

S E M I N A R I O

(OPCION II - A)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

JOSE GUADALUPE GARCIA MORENO

MARIN, N.L.

DICIEMBRE DE 1982.

T
7D927
G3


Biblioteca Central
Magna Solidaridad
F. Tesis


BUREL RANBI EHS
UANL
FONDG
TESIS LICENCIATURA

040 636
FA 6
1982

I N D I C E

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Constituyentes disueltos y suspendidos en almacenamientos de agua.	3
2.1.1. El ciclo geoquímico.	3
2.1.2. Componentes en las reservas de agua.	6
2.1.3. Propiedades del agua.	7
2.2. Requerimientos hídricos de los animales.	8
2.3. La salinidad del agua relacionada con la producción ganadera.	10
2.3.1. Ganado bovino.	10
2.3.2. Ganado ovino.	12
2.3.3. Ganado caballar.	13
2.3.4. Guía para el uso de aguas salinas en ganadería.	14
2.4. Substancias y elementos tóxicos en el agua.	16
2.4.1. Algas tóxicas.	23
2.4.2. Pesticidas en el agua para uso del ganado.	24
3. DISCUSION Y CONCLUSIONES	27
4. RESUMEN	29
5. BIBLIOGRAFIA	32

1. INTRODUCCION

Análisis extensivos de aguas superficiales y aguas profundas por agencias geológicas, agrícolas y de salud han demostrado la presencia común de concentraciones variables de todos los elementos minerales esenciales conocidos para la dieta del ganado. Por mucho tiempo el agua ha sido llamada como el solvente universal para sustancias polares. Sin embargo en la literatura hay documentación muy limitada de que éstos nutrientes en el agua estén disponibles en cantidades que puedan ser adecuadas a la producción ganadera.

Los componentes del agua tienen ciertas propiedades características que asumen especial relevancia de acuerdo al uso particular que se le dá, las propiedades son pH, alcalinidad, acidéz, conducción eléctrica, color, turbicididad, demanda biológica de oxígeno, dureza, demanda química de oxígeno, sabor, absorción de sodio, radioactividad y densidad. La temperatura puede ser tomada en cuenta como una propiedad física la cuál tiene influencia junto con las propiedades químicas y las reacciones biológicas, en el comportamiento y uso del agua.

El agua ya sea de una forma natural ó extraída por el hombre contiene sustancias o elementos tóxicos en diferentes grados. Desgraciadamente, la limitada información existente, solo es aplicada en experimentos para determinar los niveles tóxicos de varias sustancias en el agua para uso ganadero.

La importancia del agua para el ganado y otros anima-

les fué revisada por (Leitch y Thomson, 1944) y por (Sykes, 1955). Winchester y Morris (1956) usaron datos de la literatura para trabajar en tablas de consumo del agua por el ganado en diferentes edades, ellos ajustaron sus valores de acuerdo al tamaño del cuerpo de los animales, consumo de alimento, lactación, grasa de la leche y temperatura ambiental. Cuando ellos midieron el consumo de agua por unidad de materia seca ingerida, controlando la temperatura ambiental, el cambio en el consumo de agua varió poco de 12 a 4°C pero se aceleró de 4 a 38°C. Por ejemplo, en novillos de 450 Kg pueden tomar 28, 49 y 66 litros diarios de agua a 4, 21 y 32°C respectivamente. Nicholson et al., (1960) añadieron cenizas de alfalfa a una ración de forraje con baja calidad en becerros y observaron que se incrementó el consumo diario de agua. Medway y Kare (1958) - observaron que el agua puede aliviar la toxicidad de la sal y que ésta puede ser de considerable peligro cuando en un momento dado excede la capacidad de tolerancia de sales por el ganado.

Este trabajo pretende resumir la información sobre - los efectos de los nutrientes y sustancias tóxicas que pueden ocurrir con el consumo de agua por los animales, además se discuten los datos acerca de los requerimientos de agua, el porcentaje de consumo recomendado para varios elementos - requeridos, y también los niveles tóxicos de las sustancias que el animal ingiere a través del consumo diario de agua.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Constituyentes disueltos y suspendidos en almacenamientos de agua.

2.1.1. El ciclo geoquímico.

Los almacenamientos mundiales de agua se mantienen constantes o aproximados a 273 litros por cada centímetro cuadrado de la superficie de la tierra (Goldschmidt, 1933). Esta cantidad lo forman 268.45 litros de agua de mar, 0.1 litros de agua dulce, 4.5 litros de hielos continentales y 0.003 litros de vapor de agua. Esta mezcla se mueve a lo largo de los diferentes caminos que hay a través del ciclo hidrológico de la figura 1. Los movimientos dentro del ciclo producen cambios progresivos en el agua. Los constituyentes disueltos están siempre presentes como derivados del medio natural, ambiental y de las actividades del hombre, esta agua nunca será pura.

La interperización de las rocas y migración constante del agua a través de sus cavidades, así como el movimiento del agua a través del suelo son los principales factores en la alteración y composición del agua.

La operación del ciclo geoquímico es descrito por (Davis et al., 1959). El ciclo, fué puesto en práctica en el Valle de San Joaquín, California, encontrando que:

1. Los movimientos de masas de aire sobre el océano hacia la tierra acarrean pequeñas pero significantes cantidades de sólidos disueltos particularmente

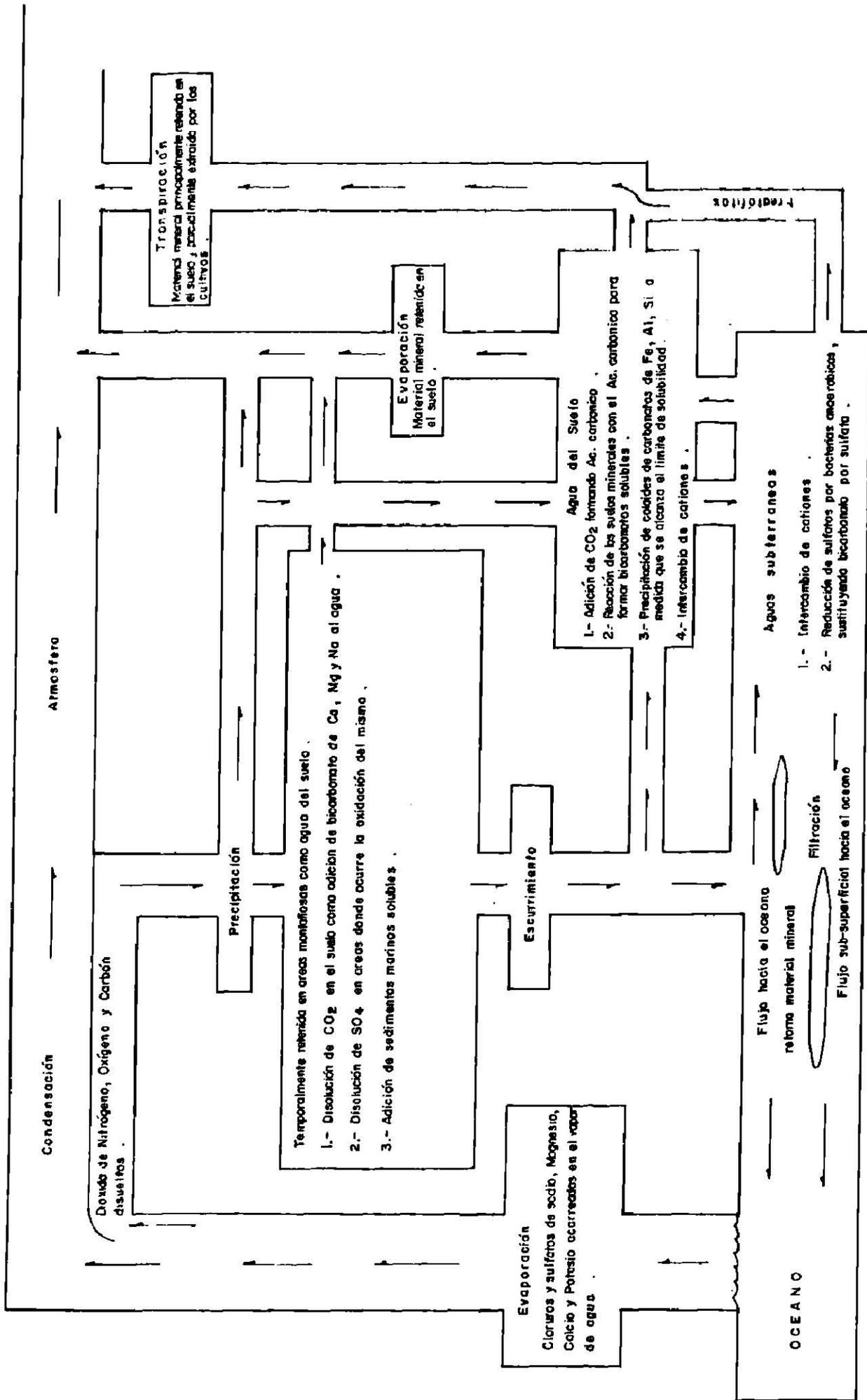


FIGURA 1. Ciclo geoquímico de aguas superficiales y subterráneas. (Davis et al 1959)

- te sodio, cloro e iones de iodo.
2. La condensación del agua acarrea nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono de la atmósfera a la tierra en forma de lluvia o nieve.
 3. La entrada del agua al suelo acompañada de fuertes enriquecimientos de dióxido de carbono.
 4. Que la disolución de minerales seguida de liberación, atiende a una relación de aniones y cationes.
 5. La solubilización de compuestos tales como cloruro de sodio y yeso, causan una adición directa a las cargas de sales.
 6. Las oxidaciones de sulfuros en sedimentos orgánicos a sulfatos, proporcionan cantidades adicionales de este ión.
 7. Intercambio de cationes en la solución del suelo y agua subterránea con aquellos presentes en suelos y rocas, precipitación de compuestos con productos de solubilidad que fueron excedidos y la reducción bacteriana de sulfatos en solución.
 8. Regreso de agua a la atmósfera por evaporación o transpiración o dejando los productos químicos en el suelo; o regreso del agua a los océanos por vías fluviales o descargas de aguas subterráneas acarreado con ello los diferentes iones, materiales coloidales suspendidos y tal vez algunos sedimentos.

Además de los minerales disueltos, el agua puede llevar gases disueltos, aceites, fenoles, detergente y otras

substancias indeseables que pueden producir efectos adversos a la salud de los animales y a la calidad de sus productos.

2.1.2. Componentes en las reservas de agua.

Las fuentes principales de agua para uso de la ganadería incluye pequeños arroyos, ríos, lagos, estanques y aguas subterráneas. Diez elementos forman aproximadamente el 99 por ciento de los componentes minerales disueltos, éstos elementos son hidrógeno, sodio, potasio, magnesio, calcio, silicio, cloro, oxígeno azufre y carbón, éstos pueden encontrarse presentes en la solución como iones, moléculas o radicales. La identificación de la forma iónica del elemento es importante al estudiar los efectos nutricionales o tóxicos de algunos de ellos (Garrels y Christ, 1965).

La medida de la concentración de todos los constituyentes disueltos en el agua se representa como " sólidos disueltos totales " (SDT). El término " salinidad " como se aplica a aguas dulces a menudo es usado igualmente ó como sinónimo de " sólidos disueltos totales " como una referencia a la concentración iónica total.

Tabla 2. Clasificación del agua según la concentración de sólidos disueltos totales por Davis y DeWiest (1966).

Descripción	Concentración de sólidos disueltos totales (mg/l)
Agua dulce	0 - 1 000
Agua ligeramente salina	1 000 - 10 000

Cont. Tabla 2.

Descripción	Concentración de sólidos disueltos totales (mg/l)
Agua salada	10 000 - 100 000
Agua altamente salina	100 000

Tabla 3. Clasificación del agua según la concentración de sólidos disueltos totales (Robinove et al., 1958).

Descripción	Concentración de sólidos disueltos totales (mg/l)
Ligeramente salina	1 000 - 3 000
Moderadamente salina	3 000 - 10 000
Muy salina	10 000 - 35 000
Salina	35 000

La concentración de sólidos disueltos totales proporciona un índice útil en cuanto a la disponibilidad de la reserva de agua para uso pecuario.

2.1.3. Propiedades del agua.

Los componentes del agua presentan ciertas propiedades características que asumen especial relevancia de acuerdo al uso particular que se les dé. Las propiedades son alcalinidad, acidéz, pH, conducción eléctrica, color, turbocidad, demanda biológica de oxígeno, dureza, demanda química de oxígeno, sabor, absorción de sólidos, radioactividad y densidad. La temperatura puede ser tomada en cuen

ta como una propiedad física la cuál tiene influencia con las propiedades químicas y las reacciones biológicas, en el comportamiento y uso del agua.

2.2. Requerimientos hídricos de los animales.

El contenido de agua en el cuerpo de los animales es relativamente constante siendo este en el rango de 68-72 por ciento del peso total libre de grasas. Este nivel hídrico usualmente no cambia severamente con consecuencias para el animal. El requerimiento mínimo de agua es influenciado por la excretada del cuerpo, más un componente para crecimiento en animales jóvenes (Robinson y McCance, 1952; Mitchell, 1962).

El agua es excretada del cuerpo en la orina, heces, sudor, evaporación a través de la piel y pulmones, además en secreciones productivas como leche y huevos. Cualquier cosa que influencie algo de estas formas de pérdida de agua afecta los requerimientos hídricos del animal.

Ha sido encontrado en pruebas de balance hídrico, que los requerimientos de agua para varias especies están en función de su superficie corporal más que de su peso. Esto implica que los requerimientos son una función del metabolismo energético. Por cada Kcal de calor producido se requiere 1 ml de agua consumida (Adolph, 1933).

El consumo de agua varía dependiendo de la temperatura ambiental y el consumo de materia seca (Winchester y Morris, 1956). El forraje verde y succulento baja el consumo de agua (Hutchings, 1958). Los factores que afectan el

consumo de agua por el ganado son peso, condición fisiológica, actividad del animal y los factores ambientales, observando que el ganado consumió aproximadamente 50 por ciento más de agua en verano que en invierno (Hoffman y Self, 1972). El ganado lechero sufre más rápidamente las condiciones de una falta de agua que de cualquier otro nutriente (NRC, 1971 a). Los ovinos generalmente consumen 3 Kg de agua por Kg de material seca consumida, pero algunos factores pueden alterar este valor, éstos son la temperatura ambiental, actividad, edad, estado de producción, nivel de nutrición, composición del alimento y tipo de pastura (NRC, 1968 a).

Tabla 4. Requerimientos de agua de algunas especies domésticas del ganado en pastoreo (Stoddart y Smith, 1955 ; USDA-SCS, 1967).

Especie	Consumo diario litro		
Vaca adulta	30	-	38
Ovinos - Caprinos	3	-	4
Caballos	38	-	45

Tabla 5. Consumo de agua esperado de varios tipos de ganado adulto de peso medio en climas templados. (Nutrients and Toxic Substances in Water for Lives - tock and Poultry, 1974).

Animal	Litros por día		
Ganado de carne	26	-	66
Ganado de leche	38	-	110

Cont. Tabla 5.

Animal	Litros por día	
Caballar	30	- 45
Ovinos y Caprinos	4	- 15

2.3. La salinidad del agua relacionada con la producción ganadera.

Las aguas altamente salinas se encuentran usualmente en áreas áridas y semiáridas del mundo, sin embargo también se pueden localizar en suelos contaminados por agua salada o en otras circunstancias especiales. Como ya se sabe, - desde hace mucho tiempo que el hombre o los animales estaban restringidos a este tipo de agua ya que podrían sufrir trastornos fisiológicos ó muerte. Los iones más comunes encontrados en aguas altamente salinas son: calcio, magnesio, sodio, bicarbonato, cloro y sulfato. Varios métodos son citados en la literatura para expresar la concentración de sales en el agua. Estas incluyen partes por millón, microgramos por mililitro y miligramo por litro. Para todo propósito práctico, éstos son equivalentes; se expresarán en ésta discusión como miligramos por litro (mg/litro).

La siguiente monografía analiza los reportes que hay en la literatura sobre el efecto de agua salina en los animales y presenta unas guías para el uso de las aguas por el ganado.

2.3.1. Ganado bovino.

Los pioneros del oeste se referían a las sales en el agua como "alkali". Ellos le atribuyeron a éste número - sas enfermedades en los animales incluyendo la " enfermedad del alkali " que ahora se conoce como envenenamiento crónico por selenio en el ganado. Sin embargo, Larsen y Bailey (1913), trabajando en ganado lechero y variándoles en el agua que consumían 4546 y 7369 mg/litro de minerales totales por 2 años, no encontraron el síndrome de la " enfermedad del alkali " ni otra anomalía. Ramsey (1924) observó que el ganado podía tolerar agua conteniendo 11 400 - mg/litro de sales totales y bajo algunas condiciones podría sobrevivir con agua conteniendo hasta 17 120 mg/litro.

El ganado es menos resistente al agua salina que los borregos. Heller (1933) dice que 10 000 mg/litro de sales totales es el límite superior para el mantenimiento del ganado. En estudios de ganado lechero el cual bebió agua con diferentes contenidos de sodio y cloro y niveles de 10 000 y 15 000 mg/litro se encontró que el primer nivel no produjo síntomas de toxicidad ni de baja producción de leche, sin embargo en el segundo hubo pérdida de apetito, baja en la producción de leche, y después de 12 días aumentó el consumo de agua con síntomas de envenenamiento por las sales (Frens, 1946).

Weeth et al., (1960) de la Estación Experimental de Agricultura de Nevada reportó que 10 000 mg/litro de cloruro de sodio en aguas consumidas por un período de 30 días - causó 52.8 por ciento en el aumento de consumo de agua por los novillos ó vacas, y un decremento en la relación sangre

orina. Con 20 000 mg/litro la sal era tóxica, causando falta de apetito, pérdida de peso y otros síntomas.

Según Spafford (1941) el ganado puede sobrevivir - consumiendo agua con contenidos de 11 400 mg/litro de cloruro de sodio, ó 14 250 mg/litro de sales totales, pero que 13 800 mg/litro de cloruro de sodio ó 18 500 mg/litro de - sales totales presentes en el agua causan daño a los animales.

En otro estudio descrito por Ballantyne (1957), los animales después de consumir agua con contenido de 22 000 - mg/litro de sodio y sulfato de magnesio los animales presentaron mareos, pérdida de equilibrio, rigidez, ceguera y algunos murieron. Las vacas lactantes tuvieron colapsos, no se podían levantar y murieron cuando consumían agua con - contenido solamente de 19 600 mg/litro de sulfato de sodio y 2 000 mg/litro de cloruro de sodio.

El límite de protección en cuanto al contenido de sales en el agua es de 7 000 mg/ litro para ganado lechero y 10 000 mg/ litro para ganado de carne. Los animales pueden tolerar aguas altas en salinidad siempre y cuando el período de consumo sea corto. (Oficinas del Departamento de Agricultura y los Laboratorios Químicos del Gobierno, 1950)

2.3.2. Ganado ovino.

Las ovejas pueden sobrevivir cuando consumen agua con contenido de hasta 20 000 mg/litro de sulfato de magnesio ó 25 000 mg/litro de cloruro de sodio o cloruro de calcio, sin embargo éstas pueden presentar algunas anomalías (Heller, 1933).

Los ovinos que consumen dietas nutritivas mejores su fren menos daño por el agua salina que los que tienen una dieta nutritiva pobre (Peirce, 1968 a).

El límite máximo recomendado por los Oficiales del - Departamento de Agricultura y los Labora-torios Químicos del Gobierno, (1950) es de 13 000 mg/litro.

Los ovinos aparentemente sobreviven con 14 000 mg/ litro de sales totales en el agua, pero éstos serán daña - dos con aguas que contengan 27 000 mg/litro (Spafford, - 1941).

El tipo de sales es importante en la determinación de los efectos que éstas causan en los animales, los ovi - nos son afectados y tienen diarrea persistente si consumen agua con 3 500 mg/litro de sulfato de sodio y 55 mg/litro de nitrato y éstos síntomas desaparecen al consumir mejor calidad de agua.

2.3.3. Ganado caballar

La literatura no reporta ningún trabajo experimental en cuanto a efecto de las aguas salinas en caballos, pero hay algunas observaciones al respecto. Los caballos sobre viven consumiendo aguas con contenido hasta 5 700 mg/litro de sales solubles y pueden ser sostenidos en buena forma si no están trabajando intensamente con agua hasta con - 9 100 mg/litro (Ramsey, 1924). Utilizando aguas con hag

ta 11 000 mg/litro de cloruro de sodio a 14 500 mg/litro de sales totales solubles por tres meses para consumo de caballos, no hubo efectos nocivos y éstos animales pudieron ser sostenidos por períodos más largos con aguas que contenían hasta 9 000 mg/litro de cloruro de sodio ó 13 500 mg/litro de sales totales (Spafford, 1941). Se recomienda como 6 500 mg/litro el límite máximo de protección de sales en el agua para su consumo en caballos (Oficinas del Departamento de Agricultura y Laboratorios Químicos del Gobierno, 1950).

2.3.4. Guía para el uso de aguas salinas en ganadería.

Hay una gran variación en resultados experimentales - en cuanto a los efectos de aguas salinas en la ganadería. Estas variaciones indican la necesidad de tomar en cuenta - un número de factores para la evaluación de estas aguas: Esto incluye la clase, edad y sexo del animal, si está embarazado o lactante, la intensidad de trabajo que tiene, condiciones climáticas, tipo de dieta y el contenido de humedad, nivel de producción, número de minerales en la dieta, tipos y niveles de sales en el agua, acceso a otros orígenes de aguas y si los animales se han adaptado a ella. El peso de cada uno de éstos factores tiene que estar dado en cualquier situación particular, pero hay poca duda de que el contenido de sales solubles en el agua sea un parámetro real por el cual las aguas salinas puedan ser evaluadas para el uso del ganado. Más adelante se observa una tabla sobre éste parámetro. Esta guía no implica el recomendar un uso de - aguas salinas para el ganado, sin embargo en muchos casos las circunstancias obligan a su consumo por ser la única - fuente que se puede tomar.

Tabla 6. Guía sobre el uso del agua salina para ganadería.
(Nutrients and Toxic Substances in Water for Li-
vestock and Poultry, 1974).

Total de sales solubles en el agua (mg/litro)	C o m e n t a r i o
Menos de 1 000	Estas aguas tienen niveles relativamen- te bajos de salinidad y no presentan da- ños severos a ninguna clase de ganado.
1 000- 2 999	Estas aguas pudieran ser satisfactorias para todas las clases de ganado. Aun - que podrían causar temporalmente diarrea benigna en el ganado no acostumbrado a ella.
3 000- 4 999	Estas aguas pudieran ser satisfactorias para todas las clases del ganado. Sin embargo es muy posible que causen tempo- ralmente diarrea o sean rechazadas por los animales al principio por no estar- acostumbrados a ellas.
5 000- 6 999	Estas aguas pueden ser usadas con razo- nable seguridad para bovinos de leche, bovinos de carne, ovinos y caballos. Pe- ro debe ser evitado el uso de niveles - altos en animales preñados o lactantes.
7 000- 10 000	En este rango puede existir un riesgo - considerable al usarse en animales bovi- nos, ovinos, caballos, lactantes, preña

Cont. Tabla 6.

Total de sales solubles en el agua (mg/litro)	C o m e n t a r i o
Más de 10 000	dos, jóvenes, deshidratados ó sujetos de tensión. En general su uso debería ser evitado aunque rumiantes y caballos adultos pueden subsistir por períodos largos de tiempo bajo condiciones de poca tensión.
	El riesgo con aguas altamente salinas es también grande y no pueden ser recomendables para su uso bajo cualesquier condición.

2.4. Substancias y elementos tóxicos en el agua.

El agua ya sea de una forma natural o extraída por el hombre contiene sustancias ó elementos tóxicos en diferentes grados. Estas sustancias tóxicas pueden estar suspendidas como sólidos, en solución ó distribuídas en ambas formas. A su vez, éstas formas pueden variar considerablemente durante el proceso digestivo de los animales. Además - las diferentes valencias y formas químicas de los elementos frecuentemente resultan en diferentes toxicidades a los animales que los consumen.

A corto plazo el agua que contiene sustancias tóxicas puede tener efectos no observables; mientras que a largo -

plazo el consumo de estas puede ocasionar serios daños. Las diversas especies de animales reaccionan de distinta manera a esas sustancias tóxicas, ya que los animales jóvenes y sanos no reaccionan de la misma manera como lo haría un animal viejo y enfermo.

Finalmente, la cantidad de sustancias tóxicas que no causan efectos directos en el crecimiento, producción o reproducción, pueden causar daños subceluláres que expresen la misma susceptibilidad a una enfermedad o a una invasión parasitaria. Algunos elementos pueden ser no tóxicos al ganado que consume el agua, pero éstos se llegan a acumular en la carne, leche, huevos, en concentraciones peligrosas ó viábiles para personas que consumen éstos productos.

El arsénico, es bien conocido por su toxicidad y tendencia a acumularse bajo algunas condiciones en ciertos tejidos o fluídos, además de que se le acusa de ser un agente cancerígeno. Frost (1967), refutó ese cargo y estableció que no existen evidencias de toxicidades con 10 ppm en la dieta. Pattison (1970) encontró que una fuente pequeña pero significativa de arsénico son los detergentes. Olson et al., (1940) encontraron que el arsénico en el suelo no es aprovechable por las plantas debido a fijación con el hidróxido de hierro.

Peoples (1964) alimentó con ácido arsénico vacas lactando a niveles superiores de 1.25 mg/kg de peso vivo por día durante 8 semanas, esto es equivalente a un consumo de 60 litros de agua conteniendo 5.5 mg/litro de arsénico diario para un animal de 500 kg, sus resultados indican

que esta forma de arsénico es rápidamente absorbido y excretado en la orina; el acumulamiento en el tejido fué mínimo Bucy et al. (1955) alimentaron ovejas con dosis de 0.05, - 0.1, 0.2 y 0.4 por ciento de arsénico como arsenito de potasio, ácido arsenilico y ácido 3-nitro-4-hidrofenilarsónico, observaron incremento significativo de arsénico en el hígado, riñón, músculos y cambios patológicos en estos órganos.

El envenenamiento por arsénico tiene lugar cuando el ganado lo ingiere generalmente en forma accidental con el residuo de las aspersiones o con productos usados para combate de plagas en explotaciones agrícolas. Los síntomas que presentan los animales envenenados son: pérdida de peso, trastornos digestivos, color rojo brillante de las membranas internas y grave depresión. En muchos casos sobreviene la muerte. Los tratamientos no suelen ser eficaces.

La contaminación de cadmio de pozos profundos ha sido reportada por Lieber y Welsch (1954), estos autores consideran el cadmio como elemento no esencial para la dieta del ganado, en cambio si es muy tóxico y se ha visto implicado en el envenenamiento de personas. Doyle y Pfander (1974) dieron a corderos agua con un contenido de 0, 3, 5, 8, 12 y 15 mg/litro de cadmio como cloruro de cadmio, los animales consumieron significativamente más agua en el tratamiento que contenía 12 mg/litro que los que estaban como testigos. Las aguas superficiales rara vez contienen más de 10 mg/litro de cadmio (Durum et al., 1971).

El fluor ha sido encontrado en manantiales con una concentración de 15 mg/litro (Clarke y Clarke, 1967). De

acuerdo con Underwood (1971) envenenamientos con fluor en el ganado han sido observados con este nivel. En forma general 2 mg/litro son suficientes para causar caída de dientes bajo algunas condiciones, sin otros defectos fisiológicos dañinos. El elemento no es acumulable en tejidos suaves y se transfiere solo en pequeñas cantidades a la leche y huevos. En animales jóvenes interfiere la calcificación normal de huesos y dientes. En casos agudos hay diarrea, pérdida de apetito, de peso, e irritación del aparato digestivo. No hay ningún tratamiento satisfactorio. La ingestión de fluor debe limitarse a menos de 30 - 60 ppm en la ración total. El envenenamiento con fluor se presenta donde cae polvo de ciertas industrias sobre el pasto, o donde hay gran cantidad de fluor en el suelo o en el agua.

El plomo ha sido durante mucho tiempo conocido como elemento tóxico, pero el nivel al cual es tóxico no ha sido establecido con claridad. Algunos de los más recientes trabajos (Aronson, 1971; Damron et al., 1969; Donawick., - 1966; Link y Pensinger, 1966; Harbourne et al., 1968; - Egan y O'Guill, 1970; Hatch y Funnell, 1969; Hammond y - Aronson, 1964) sugieren que 6 - 7 mg de plomo por Kg de peso vivo provoca una toxicidad crónica para el ganado. Ellos han reportado que el elemento tiende a acumularse en tejidos y a transferirse a la leche y huevos a niveles que pueden dañar a los consumidores. Los caballos son más susceptibles que los bovinos a la toxicidad por plomo.

Un reciente estudio sobre el medio ambiente (NRC, - 1972 b) concluye que no existen evidencias que conduzcan a un incremento de este elemento en el agua o que constituya

un problema de salud. El envenenamiento por plomo sucede - cuando hay residuos de productos a base de plomo usados para pintar estructuras o equipos. También intervienen el plomo usado para tratamientos de hortalizas y frutales. Los síntomas que presentan los animales intoxicados son: salivación, diarrea, afectión al sistema nervioso produciendo movimientos anormales. El antídoto que se utiliza para los animales intoxicados son las sales de Epsom, que hacen el plomo menos soluble y absorbible.

Los nitratos son encontrados frecuentemente en aguas rurales y urbanas que tienen altas concentraciones de fosas sépticas. No hay una correlación aparente entre la cantidad de fertilizante aplicado al suelo y la acumulación de nitratos en agua pura. Los suelos de textura gruesa tienen más nitratos en el agua que los de textura fina (Maletic, 1973).

Los nitritos en los manantiales se han encontrado en el 1 - 2 por ciento en invierno, y de 3 - 4 por ciento en verano. Se ha dado especial atención al posible peligro del empleo del herbicida 2 - 5- D (Acido 2.5 Diclorofenilxiacético) que en dosis subletales determinan la acumulación de nitritos tóxicos para los animales. La dosis letal mínima de nitrato sódico en bovinos se estima entre 0.65 - 0.75 gr/kg de peso vivo y la de nitrito sódico de 0.15 - 0.17 gr/kg de peso vivo. Los cerdos son más susceptibles a la intoxicación por nitritos que los bovinos y ovinos, siendo la dosis letal entre 70 - 75 mg/kg en forma de nitrito sódico.

Tabla 7. Límites recomendados en el agua de beber para el ganado de algunas sustancias potencialmente tóxicas. (Nutrients and Toxic Substances in Water - for Livestock and Poultry, 1974).

Elemento	Concentración límite en mg/litro
Arsénico	0.2
Bario	No establecido
Cadmio	0.05
Cromo	1.0
Cobalto	1.0
Cobre	0.5
Cianuro	No establecido
Fluor	2.0
Hierro	No establecido
Plomo	0.1
Manganeso	No establecido
Mercurio	0.01
Molibdeno	No establecido
Níquel	1.0
Nitrato - N	100.
Nitrato - N	10.0
Vanadio	0.1
Zinc	25.0

Tabla 8. Sumario de efectos de niveles tóxicos de elementos y sustancias en el agua para ganadería. (Nutrients and Toxic Substances in Water for Livestock and Poultry, 1974)

Elemento	Concentración	Especie	Efectos
Boro	2 mg/litro	corderos	en ciertas etapas es excesivo.
Cobalto	5 mg/litro	bovinos	No tiene efectos adversos.
	160 mg/litro	ovejas	pérdida de apetito y peso.
Cianuro	103 mg/litro (HCN)	vacas	fatal.
Fluor	11.8 mg/litro	bovinos	coloración de dientes.
	5-10 mg/litro	ovejas	coloración de dientes.
	10 mg/litro	ovejas	decae la producción de lana.
	20 mg/litro	ovejas	decae la producción de lana y color de dientes.
Hierro	17 mg/litro	bovinos	decrece la producción láctea y hay pérdida de peso.
Manganeso	500 mg/litro	bovinos	reduce el hierro - del hígado no tóxico.
Nitrato	667 mgN/litro	corderos	cambio de hemo a - methemoglobina en 16%.
	90 mgN/litro	bovinos	no se observaron - cambios serios.
Sulfato	100 mg/litro	bovinos	Pérdida de peso; - bajo el consumo de agua.

Tabla 9. Sumario de efectos tóxicos de minerales, nitratos y nitritos en ganadería. (Nutrients and Toxic - Substances in Water for Livestock and Poultry, - 1974).

Elemento	Cant. en la dieta	Especie	Efectos
Arsénico	1.25 ng/kg de P.V. [†]	vacas	no hay efectos por 8 semanas.
Cobalto	4-11 ng/kg de P.V. [†]	bovino	reducción de - apetito y peso, anemia y muerte.
Plomo	1 ng/kg de P.V.	ovejas	aborto y muerte.
Nitratos	99 mg/kg de P.V.	ovejas	muerte.
	45 mgN/kg de P.V.	vacas lecheras	muerte de 3-13 días.
	63 mgN/kg de P.V.	bovino	muerte al 2 ^o día.
Nitritos	15 mgN/kg de P.V.	ovejas	muerte en 3 hrs.
	80 mgN/kg de P.V.	ovejas	reduce la vitami na A del hígado.
Selenio	0.25-0.40 mg/kg de P.V.	bovino	muerte de algunos animales a las 8 semanas.

[†]Peso Vivo (P.V.)

2.4.1. Algas tóxicas

El envenenamiento de ganado por acumulaciones de ciertas algas verde-azules en lagos fué reportada durante la época de 1800 (Francis, 1878). Bovinos y ovinos aparentemente fueron afectados (Fitch et al., 1934) y envenenados, según reportes en los estados del norte y centro de los Estados Unidos de Norteamérica y otros países (Forham, 1960, - 1964). El alga verde-azúl (Lynxbya majuscula) algunas veces es tóxica y puede causar la muerte de los animales. El sulfato de cobre o vitro azul es el alguicida más común para

éste tipo de problemas (USDA Agric.Res.Serv., 1969).

Gorham (1964) nombra a seis especies como las fuentes potenciales de envenenamientos para el ganado; Nodularia spumigena Mert.; Aphanizomenon flos-aquae (L) Ralfs; Coelosphaerium Kutzingianum Nageli; Gloeotrichia echinulata (J.E.Smith) Richter; Microcystis aeruginosa Kutz. emend. Elenkin; y Anabaena flos-aquae (Lyngb) de Breb. Estas últimas dos causan serios envenenamientos.

Pishon et al. (1959) reportó el aislamiento en Microcystis aeruginosa de un péptido tóxico NRC-1 que contiene D-Serina, el cual fué identificado como un factor rápido que provoca una muerte súbita. Los exámenes post-mortis aparentemente no ayudan en el diagnóstico (Pitch et al., 1934). Se ha observado que una súbita descomposición de algas jóvenes especialmente en los períodos de in-actividad; precede a un aumento en el número de bovinos envenenados (Shilo, 1967). Esto sugiere botulismo y es un posible indicador de un aumento de las toxinas y la provocación de lisis en las células.

2.4.2. Pesticidas en el agua para uso del ganado.

Los pesticidas se incorporan al agua provenientes de desagües, cloacas de la lluvia, aplicación directa, accidentalmente o por desechos industriales (Nicholson, 1970; Timmons et al., 1970). El uso de pesticidas en la agricultura presenta un peligro potencial para el ganado (An Der Lan, 1966). Compuestos tales como insecticidas órgano fosforados pueden ser muy peligrosos. Los tipos de pesticidas

que pueden poner en peligro son: acaricidas, fungicidas, herbicidas, insecticidas, molusquicidas y rodenticidas (Papworth, 1967). Los acaricidas recomendados para usarlos en árboles usualmente tienen baja toxicidad para el ganado. Algunos como el clorobenzilato tiene una toxicidad significativa para los mamíferos. El uso de todos los fungicidas de mercurio orgánico es restringido por La Agencia de Protección al Medio Ambiente (1972). Consecuentemente, el riesgo para el ganado ha ido creciendo.

Schwartz et al. (1973) observó que 16 pesticidas comunes no tienen efecto en la digestión microbiana " in vitro " del rumen, en la materia seca y paredes celulares cuando se presenta en concentraciones abajo de 100 ppm en el medio. Los insecticidas de origen vegetal, tales como piretrinas y rotenonas son generalmente no tóxicas para ganado. Las toxicidades de DDT, DDD, Dilan, Metoxicloro son bajas para mamíferos, mientras que otros insecticidas pueden ser más tóxicos (Papworth, 1967; Rudeleff, 1970). Los insecticidas órgano fosforados son potencialmente los más peligrosos durante la inhibición de la colinesterasa. El Mipafax ha sido señalado por causar cambios patológicos (Barnes y Denz, 1953). No obstante que muchos pesticidas son asimilados y eliminados por el ganado no causando toxicidad al animal, el problema es que se van a incluir en la secreción de los productos de los animales, como la leche.

Tabla 10. Solubilidad, toxicidad y concentraciones de pes-
ticias observadas en el agua. (Adaptada de va-
rios autores).

Pesticida	Solubilidad (mg/litro) ^a	Toxicidad LD ₅₀	Concentración Máxima (mg/litro) ^b
Aldrin	200	Rata:80mg/kg ^c	0.085
Dieldrin	250	Rata:80mg/kg ^c	0.407
Endrin	230	Rata: 9mg/kg ^c	0.133
Heptacloro	omitido	Rata Masculina:60mg/kg ^d	0.048
DDT	40	Cowbirds:500 ppm en - dieta, 6 - 8 días ^e	0.316
DDE	- -	Cowbirds:1500 ppm en - dieta, 19 días ^e	0.050
DDD	omitido	Cowbirds:1500 ppm en - dieta 10.5 días ^e	0.840
2, 4-D	53 000	Rata:375-805 mg/kg ^f	-

^a Gunther et al., 1968.

^b Lichtenburg et al., 1969.

^c Keplinger y Deichmann, 1967

^d Eisler, 1970

^e Sticket et al., 1970

^f Way, 1969.

3. DISCUSION Y CONCLUSIONES

El agua es el principal componente en la dieta alimenticia de la ganadería por toda la serie de reacciones fisiológicas que presenta en el organismo. Una vez que la literatura nos marca toda una serie de anomalías que presentan los animales al consumir agua con diferentes componentes disueltos nos damos cuenta que la calidad del agua es un factor elemental sumamente importante en la dieta, ya que de esto dependen muchas pérdidas económicas de los ganaderos y además de los consumidores de productos derivados de estos animales como son por ejemplo carne, leche, etc.

Nos damos cuenta que la literatura revela que se han realizado una serie de investigaciones en cuanto a determinar las dosis letales medias de elementos tóxicos presentes en el agua y que esto nos sirve como base para establecer parámetros en la calidad del agua a consumir por parte del ganado. Como ya se mencionó, la mala calidad del agua puede estar determinada por factores naturales y/o artificiales; contaminación principalmente por el hombre. En base a esto se ha visto que diferentes métodos para el tratamiento de estas aguas son muy costosos. Por lo tanto se considera que al encontrar fuentes de abastecimiento para el consumo de ganadería, se debe realizar estudios para determinar su calidad y si acaso se determina que no es viable su consumo por el ganado, entonces en base a criterios establecidos, buscar alternativas de producción al problema planteado y determinar la solución positiva. Se considera como elemental la necesidad de suministrar agua abundantemente y de buena calidad para que el ganado pueda beberla y así con

sumir más forraje para lograr aumentos de peso y producción de sus productos derivados.

El contenido de sales solubles en el agua, es el parámetro por el cual se evalúan las aguas salinas. Antes de poder recomendar alguna fuente de agua para el consumo del ganado se deberá de determinar la concentración total de sales solubles y tipos de las mismas. Una vez determinado esto se deberá observar la guía sobre el uso de aguas salinas para ganadería y así hacer las recomendaciones pertinentes. Como una alternativa de producción se menciona, que los bovinos son menos resistentes a las aguas altamente salinas que los ovinos.

El agua contiene sustancias o elementos tóxicos en diferentes grados. Es necesario que el agua se someta a un análisis exhaustivo en cuanto a, que elementos y grado de toxicidad tienen antes de darles de beber a los animales ya, que pueden ocasionarle serias molestias y hasta la muerte en algunos casos. Algunos elementos pueden ser no tóxicos al ganado que consume el agua, pero estos se llegan a acumular en la carne, leche, etc. en concentraciones peligrosas para personas que consumen estos productos y sus derivados.

4. RESUMEN

Análisis extensivos de agua superficiales y profundas por agencias geológicas, agrícolas y de salud han demostrado la presencia común de concentraciones variables de todos los elementos minerales esenciales conocidos para la dieta del ganado. El agua ya sea de forma natural ó extraída por el hombre contiene sustancias ó elementos tóxicos en diferentes grados. Además de los minerales disueltos el agua puede llevar gases disueltos, aceites, fenoles, detergente y otras sustancias indeseables que pueden producir efectos adversos a la salud de los animales y a la calidad de sus productos.

Las fuentes principales de agua para uso de la ganadería incluye pequeños arroyos, ríos, lagos, estanques y aguas subterráneas. La concentración de sólidos disueltos totales proporciona un índice útil en cuanto a la disponibilidad de la reserva de agua para uso pecuario. El contenido de agua en el cuerpo de los animales es relativamente constante siendo éste en el rango de 68 - 72 por ciento del peso total libre de grasas. El requerimiento mínimo de agua es influenciado por la excretada del cuerpo, más un componente para crecimiento en animales jóvenes. Los factores que afectan el consumo de agua por el ganado son peso, condición fisiológica, actividad del animal, consumo de materia seca y temperatura ambiental.

Las aguas altamente salinas se encuentran usualmente en áreas áridas y semiáridas del mundo; sin embargo tan -

bién se pueden localizar en suelos contaminados por aguas saladas o en otras circunstancias especiales. Los animales que se encuentran restringidos a este tipo de agua pueden sufrir trastornos fisiológicos o muerte. Los iones más comunes encontrados en aguas altamente salinas son calcio, magnesio, sodio, bicarbonato, cloro y sulfato. La literatura revela gran variación en resultados experimentales en cuanto a los efectos de aguas salinas en la ganadería. Estas variaciones indican la necesidad de tomar en cuenta un número de factores para la evaluación de estas aguas, esto incluye: la clase, edad y sexo del animal, si está embarazado o lactante, intensidad de trabajo, tipo de dieta, tipos y niveles de sales en el agua y condiciones climáticas.

Las sustancias tóxicas en el agua pueden estar suspendidas como sólidos, en solución, o distribuidas en ambas formas. A su vez estas formas pueden variar considerablemente durante el proceso digestivo de los animales. Las diversas especies de animales reaccionan de distinta manera a esas sustancias tóxicas, la cantidad de sustancias tóxicas que no causan efectos directos en la producción, reproducción y crecimiento pueden causar daños subcelulares. Algunos elementos pueden ser no tóxicos al ganado que consume el agua, pero estos se llegan a acumular en la carne, leche y huevos, en concentraciones peligrosas o viables para personas que consumen estos productos.

El envenenamiento de ganado por acumulaciones de ciertas algas verde-azules en lagos ha sido reportada. El alga

verde-azúl (Lyngbya majuscula) algunas veces es tóxica y puede causar la muerte de los animales. El sulfato de cobre o vitro azul es el alguicida más común para este tipo de problemas.

Los pesticidas se incorporan al agua provenientes de desagües, cloacas de la lluvia, aplicación directa, accidentalmente o por desechos industriales, además el uso de pesticidas en la agricultura presenta un peligro potencial para el ganado. Los pesticidas causan cambios fisiológicos, patológicos y muerte; sin embargo hay algunos que no le causan toxicidad o algún otro problema al animal, pero se van a incluir en la secreción de los productos como la leche, huevos, etc., siendo perjudicial para los que los consuman.

5. BIBLIOGRAFIA

- Adolf, E.F. 1933. The metabolism and distribution of water-
in body and tissues. *Physiol. Rev.* 13:336-71.
- Ballantyne, E.E. 1957. Drinking waters toxic for livestock.
Can. J. Comp. Med. Vet. Sci. 21:254-57.
- Farnes, J.M., y F.A. Denz. 1953. Experimental demyelination
with organophosphorus compounds. *J. Pathol. Bacteriol.*
65:597-605.
- Bishop, C.T., E.F.L.J. Anet, y P.R. Gorham. 1959. Isolation
and identification of the fast-death factor in *Microcys-
tis aeruginosa*. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37:453-71.
- Bucy, L.L., et al. 1955. Toxicity of some arsenicals fed to
growing-fattening lambs. *J. Anim. Sci.* 14:435-45.
- Clarke, E.G.C., y M.L. Clarke, eds. 1967. *Garnera's Veteri-
nary Toxicology*. 3rd. London: Bailliere, Tindall and
Cassell, Ltd.
- Davis, G.H., et al. 1959. Groundwater conditions and stora-
ge capacity, San Joaquin Valley. USGS Water-Supply Pa-
per 1469. 168 pp.
- Davis, G.N., y R.J.M. DeViest. 1966. *Hydrogeology*. New York:
John Wiley and Sons. 112 pp.

- Doyle, J.J., y W.H. Pfander. 1974. Acceptability by lambs - of cadmium in feed and water. *Nutr. Rep. Int.* 9:273-76.
- Durum, W.H., J.D. Hem, y S.G. Heidel, 1971. Reconnaissance of selected minor elements in surface waters of the United States, October 1970. USGS Geol. Surv. Circ.643, - Washington, D.C. 40 pp.
- Eisler, Milton. 1970. Inter-American Conferences on Toxicology and Occupational Medicine, pp. 231-34 W.E. Deichman, J.L. Radomski, and R.A. Penalver, eds. Miami, Fla.: Harlos and Assoc., Inc.
- Environmental Protection Agency. 1972. Mercurial pesticides, man and the environment. Office of Pesticides Programs. Washington, D.C. 118 pp.
- Fitch, C.P. et al. 1934. "Water bloom" as a cause of poisoning in domestic animals. *Cornell Vet.* 24:30-39.
- Francis, George. 1878. Poisonous Australian lake. *Nature* 18: 11-12.
- Frens, A.W. 1946. Salt drinking water for cows. *Tijdschr. - Diergeneeskd.* 71:6-11.
- Frost, D.V. 1967. Arsenicals in biology-retrospect and prospect. *Fed. Proc.* 26:194-208.
- Garrels, R.M., y C.L. Christ. 1965. Solutions, minerals, and equilibria. New York: Harper and Row. 94 pp.

- Goldschmidt, V.M. 1933. Grundlagen der quantitativen Geochemie. Fortsch. Miner. Krist. Petrog. 17:112-56.
- Gorham, P.R. 1964. Toxic waterblooms of blue-green algae. - Can. Vet. J. 1:235-45.
- Gunther, F.A., V.E. Westalke, y P.S. Jaglan. 1968. Residues of pesticides and other foreign chemicals in foods and feeds. Residue Rev. 20:1-148.
- Heller, V.G. 1933. The effect of saline and alkaline waters on domestic animals. Okla. Agric. Exp. Stn. Bull. 217. 23 pp.
- Hoffman, M.P., y H.L. Self. 1972. Factores affecting water-consumption by feedlot cattle. J. Anim. Sci. 35:871-7.
- Hutchings, S.S. 1958 Hauling water to sheep on western ranges. USDA Leaflet 423.
- Keplinger, M.L., y W.B. Deichmann. 1967. Acute toxicity of combination of pesticides. Toxicol. Appl. Pharmacol. 10: 58-95.
- Larsen, C. y D.E. Bailey. 1913. Effect of alkali water on dairy cows, pp. 300-25. S.D. Agric. Exp. Stn. Bull. 147.
- Leitch, I., y J.S. Thomson. 1944. The water economy of farm animals. Nutr. Abstr. Rev. 14(2):197-222.

- Lichtenberg, J.J., et al. 1969. Pesticides in surface waters of the United States: A five year summary 1965-68. Pestic. Monit. J. 4:71-86.
- Lieber, M., y W.F. Welsch. 1954. Contamination of ground water by cadmium. J.Am. Water Works. Assoc. 46:541-47.
- Medway, W., y M.R. Kare. 1958. The effect of excess salt when water intake is restricted. Rep. N.Y. States Vet. Coll. Cornell University, 1956-57. 23pp.
- Mitchell, H.H. 1962. The water requirements for maintenance, Chapter 4. Comparative Nutrition of Man and Domestic Animals. New York: Academic Press. 701 pp.
- National Research Council. 1968a. Nutrient Requirements of Sheep, 4th ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences. 64 pp.
- National Research Council. 1971a. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 4th ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences. 54 pp.
- National Research Council. 1972b. Lead. Airborne lead in perspective. Washington, D.C.: National Academy of Sciences.
- Nicholson, J.V.G., et al. 1960. Influence of mineral supplement on the growth of calves, digestibility of the rations and intratuminal environment. J. Anim. Sci. 19:1071-80.

- Officers of the Department of Agriculture and the Governmental Chemical Laboratories. 1950. Waters for agricultural purposes in Western Australia. J. Agric. West. Aust. 27 (Series 2): 156-60.
- Olson, O.E., L.L. Sisson, y A.L. Moxon. 1940. Absorption of selenium and arsenic by plants from soils under natural conditions. Soil Sci. 50:115-18.
- Papworth, D.S. 1967, Organic compounds, Part Four, II. Pesticides, pp. 209-82. In: E.G.C. Clarke and M.L. Clarke, eds. Garner's Veterinary Toxicology, 3rd ed. London: - Bailliere, Tindall and Cassell, Ltd.
- Pattison, E.S. 1970. Arsenic and water pollution hazard. - Science 170:870-71.
- Peirce, A.W. 1968a. Studies on salt tolerance of sheep.VII. The tolerance of ewes and their lambs in pens for drinking waters of the types obtained from underground sources in Australia. Aust. J. Agric. Res. 19:577-87.
- Peoples, S.A. 1964. Arsenic toxicity in cattle. Ann N.Y. - Acad. Sci. 111:644-49.
- Radelf, R.D. 1970. Veterinary Toxicology, 2nd. ed. Philadelphia: Lea and Febiger.
- Ramsey, A.A. 1924. Waters suitable for livestock. Analyses- and experiences in New South Wales. Agric. Gaz. N.S. - Wales 35:339-42.

- Robinove, C.J., R.H. Langford, y J.W. Brookhart. 1958. Saline-Water resources of North Dakota. USGS Water Supply - Paper 1428. Washington, D.C. 72 pp.
- Robinson, J.R., y R.A. McCance. 1952. Water metabolism. *Annu. Rev. Physiol.* 14:115-42.
- Shilo, M. 1967. Formation and mode of action of algal toxins. *Bacteriol. Rev.* 31:180-93.
- Spafford, W.J. 1941. South Australian natural waters for farm livestock. *J. Dep. Agric. S. Aust.* 44:619-28.
- Stoddart, L.A. y A.D. Smith. 1955. Range Improvements. Chapter 16. In: *Range Management*. MacGraw-Hill Co., New York.
- Sykes, J.F. 1955. Animals and fowl and water, pp. 14-18. *The Yearbook of Agriculture*. USDA. Washington, D.C.:Government Printing Office.
- Underwood, E.J. 1971. Trace Elements in Human and Animal Nutrition, 3rd. ed. New York: Academic Press.
- USDA, Agric. Res. Serv. 1969. Suggested guide for weed control, 1969. *USDA Agric. Handbook* 332.
- U.S. Subcommittee on nutrient and toxic elements in water.- 1974. Nutrients and toxic substances in water for livestock and poultry. Washington, D.C. National Academy of Sciences. 93 pag.

- Way, J.W. 1969. Toxicity and hazards of auxin herbicides. Residue Rev. 26:37-62.
- Weeth, H.J., L.H. Haverland y D.W. Cassard. 1960. Consumption of sodium chloride water by heifers. J. Anim. Sci. 19:845-51.
- Winchester, C.F., y M.J. Morris. 1956. Water intake rates in cattle. J. Anim. Sci. 15:722-40.

