

# FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO DE AGUA DE BEBIDA DE ANIMALES DOMESTICOS.

STRITZLER, Néstor Pedro (1)

## INDICE

1. INTRODUCCION . . . . .	40
2. FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO DE AGUA . . . . .	43
2.1. FACTORES DEL ANIMAL QUE AFECTAN EL CONSUMO DE AGUA . . . . .	43
2.1.1. ESPECIE . . . . .	43
2.1.2. RAZA . . . . .	46
2.1.3. PESO VIVO . . . . .	47
2.1.4. PRODUCCION DE LECHE . . . . .	48
2.1.5. PREÑEZ . . . . .	49
2.2. FACTORES DEL AMBIENTE QUE AFECTAN EL CONSUMO DE AGUA . . . . .	50
2.2.1. CONSUMO DE MATERIA SECA . . . . .	50
2.2.2. CALIDAD DE LA DIETA . . . . .	52
2.2.3. HUMEDAD DE LA DIETA . . . . .	52
2.2.4. CALIDAD DEL AGUA DE BEBIDA . . . . .	53
2.2.5. TEMPERATURA DEL AGUA DE BEBIDA . . . . .	55
2.2.6. TEMPERATURA AMBIENTE . . . . .	55
2.2.7. VELOCIDAD DEL VIENTO . . . . .	57
2.2.8. HUMEDAD AMBIENTE . . . . .	57
2.2.9. SOMBRA . . . . .	57
3. CONCLUSIONES . . . . .	58
4. BIBLIOGRAFIA . . . . .	59

---

(1) I.N.T.A., E.E.R.A. Anguil; Cátedra de Nutrición Animal, Facultad de Agronomía, UNLPam

# 1. INTRODUCCION.

En el proceso de selección natural, el agua ha impuesto e impone un límite de corto plazo a la supervivencia especialmente a temperaturas por encima de los 28°C, cuando los rumiantes pueden vivir diez veces más tiempo sin alimento que sin agua (MacFarlane y Howard, 1970).

Los animales pueden perder el 50% de la proteína y prácticamente el 100% de la grasa corporal y aún sobrevivir, pero una pérdida del 10% del agua de su cuerpo significa la muerte. Esta frase, tomada de un trabajo de Sykes (1955), demuestra la tremenda importancia que tiene el agua en la vida animal, incluyendo por supuesto, a los animales domésticos.

Es el elemento más abundante del cuerpo. En el recién nacido el 80% del cuerpo es agua (Cerana, 1975). A partir de entonces disminuye el porcentaje en forma inversa a la acumulación de grasa, llegando a participar en un 40% en animales extremadamente gordos (Sykes, 1955; N.A.S., 1974).

Grandes volúmenes de agua pasan a través de las plantas y los animales a medida que crecen. La producción de 1 Kg de materia seca de tejido vegetal requiere 2000-3000 litros de agua. El costo en agua de 1 Kg de lana limpia es de  $200-700 \times 10^3$  litros y 1 Kg de materia seca de carne bovina requiere al menos 200000 litros de agua (MacFarlane y Howard, 1970), considerando los requerimientos del animal y la planta consumida.

El agua es la molécula de mayor concentración en el cuerpo del animal, ya que representa el 98% de las  $12.3 \times 10^{26}$  moléculas presentes en el mismo (MacFarlane y Howard, 1970).

La concentración de agua es mantenida en un nivel constante en condiciones normales, lo cual implica igualar las dicho con otras palabras, el animal debe consumir tanta agua como pierde. Las vías de ganancia de agua para el animal son las siguientes: agua de bebida o agua libre, agua contenida en el alimento y agua metabólica, producida por la oxidación de nutrientes orgánicos. La importancia de estas fuentes varía entre especies (Church, 1974). El agua metabólica, importante en algunas especies, no lo es tanto para los rumiantes. Es posible calcular el agua metabólica formada a partir de la oxidación de nutrientes, mediante el uso de ecuaciones de oxidación de proteínas, grasas y carbohidratos. Se producen, respectivamente, 41 g, 107 g y 60 g de agua por cada 100 g de proteína, grasa y carbohidratos oxidados. En animales alimentados por debajo de mantenimiento o con dietas deficientes en nitrógeno, puede formarse agua a partir de la destrucción de la proteína tisular; en términos generales, se liberan 3 g de agua por cada gramo de proteína del tejido corporal que es catabolizado.

Las vías de pérdida de agua incluyen: agua contenida en orina, agua contenida en heces, agua contenida en productos como leche o huevos y evaporación de la superficie corporal, a través de los pulmones y las glándulas sudoríparas. A ello debe agregarse un componente para el crecimiento en animales jóvenes (N.A.S., 1974); la producción de saliva es también utilizada por algunos animales, especialmente por roedores, como vía de eliminación de agua (Yousef, 1987). Cualquier factor que modifique una o más de estas vías de pérdida de agua afectará los requerimientos mínimos de agua del animal.

El agua tiene, en el cuerpo, cinco funciones principales (MacFarlane y Howard, 1970):

a) En el rumen, el agua puede resultar el 15% del peso del animal (el 6% en el tracto digestivo del no rumiante) y en él las fermentaciones microbianas se realizan en medio acuoso.

b) El agua transporta las sustancias solubles dentro del cuerpo y como fluido extracelular (20-30% del peso vivo) lleva anabolitos hacia y catabolitos desde los tejidos.

c) La liberación intracelular de energía tiene lugar en un medio que tiene, aproximadamente, 67% de agua (el agua intracelular representa alrededor del 35% del peso vivo).

d) Los residuos fecales son excretados con por lo menos un peso equivalente de agua, mientras que 0.3-10% del peso vivo pasa diariamente como agua en la orina.

e) El agua es un medio de enfriamiento del animal a través de su evaporación por la piel y los pulmones.

Debido a que, como ya fue mencionado, todas las reacciones internas y transporte de metabolitos y sustancias de desecho se realizan en medio acuoso (la sangre está formada por 80% de agua), la falta de agua provoca una caída en su concentración corporal, disminuyendo su eficiencia en el transporte de oxígeno y en la eliminación de catabolitos. Como consecuencia final, se suspenden las actividades vitales y sobreviene la muerte.

El suministro de agua de bebida es, por lo tanto, de vital importancia. Lo es también, entonces, conocer el consumo de agua de los animales y cuáles son los factores que lo afectan. Es éste el objetivo de la presente revisión. Se pondrá énfasis en el bovino y el ovino, pero también se harán referencias a otros animales domésticos y salvajes.

Desde hace mucho tiempo se conoce la relación existente entre la producción de calor y la superficie corporal de los animales, llamada ley de la superficie o ley de Rubner (Blaxter, 1964). Dadas las dificultades prácticas de medir superficies corporales, se utiliza hoy una potencia del peso corporal (0,75) como unidad de referencia del metabolismo animal, y debido a que el gasto de energía determina las necesidades dietéticas (Blaxter, 1964), también el consumo de alimento se expresa en relación al peso vivo elevado a la potencia 0,75 (A.R.S., 1980).

El consumo de agua se rige por los mismos principios (Slebert, 1975a), en la medida en que está relacionado al metabolismo energético (N.A.S., 1974). Existe un vínculo biológico claro entre la circulación de energía y agua, aún a nivel de ecosistema (MacFarlane y Howard, 1970). En el animal, las regiones ventral lateral y media del hipotálamo, que determinan consumo y saciedad, parecen tener en íntima relación neuronas que regulan alimento y agua. En otro orden, en tejidos activos, el flujo de metabolitos energéticos es realizado en medio acuoso y en la medida en que el calor generado por o recibido en el cuerpo se incrementa, también aumenta la necesidad por un enfriamiento evaporativo; de esta manera, esta forma de flujo energético también es reflejada en forma paralela por el agua.

De los argumentos presentados surge que, al existir una clara relación entre metabolismo energético y del agua, la circulación de esta última debería ser expresada en función de una potencia del peso vivo. Este exponente fue determinado por Adolph (1949), quien encontró que el valor 0,88 es válido para expresar el consumo de agua de animales homeotermos incluido en el rango que tiene por extremos al ratón y el elefante. Otros investigadores encontraron un exponente distinto (0,82), trabajando sólo con animales del desierto (MacFarlane y Howard, 1972). Parecería coherente la diferencia entre los dos trabajos, ya que los animales del desierto, adaptados a la escasez de agua, tienen una tasa de recambio hídrico más baja (Siebert, 1975b). Cuando se trata de animales domésticos, parece más apropiado utilizar el exponente hallado por Adolph (1949). Esta relación, de carácter general, permite comparaciones entre animales de distintas especies, razas, etc. y no tiene en cuenta otros factores que influyen sobre el consumo de agua.

Todos los animales del planeta tienden a evitar la necesidad de cambios fisiológicos en respuesta al medio ambiente. Todos tienen requerimientos ecológicos por nichos específicos, que incluyen una "zona de termoneutralidad" (Johnson, 1987a). Esta zona, de acuerdo a Bligh y Johnson (1973) se define como el "rango de temperatura ambiente en el cual el metabolismo animal se encuentra en su mínimo y en el cual la regulación de su temperatura corporal es alcanzada exclusivamente mediante procesos físicos no evaporativos".

La zona de termoneutralidad es diferente no sólo entre especies, sino aún entre individuos, debido a que las sensaciones de frío y calor no son absolutas, sino experiencias únicas para cada individuo (Webster, 1974). Características absolutas del medio ambiente externo son percibidas con enormes diferencias entre distintos individuos.

Cuando la temperatura ambiente excede el límite superior de la zona de termoneutralidad, la creciente cantidad de calor es acumulada en el cuerpo del animal, resultando en un aumento en la temperatura corporal. Cuando la temperatura del cuerpo se eleva significativamente, una serie de eventos homeotérmicos se inicia (Johnson, 1987b), incluyendo entre ellos el incremento de pérdida de calor por evaporación a través de la respiración y la piel (Finch, 1986). Es éste un efectivo canal de pérdida de calor (Berman, 1957; McLean, 1974); por ejemplo, un animal de 100 Kg con una producción de calor metabólico de 140 cal/h puede mantener su equilibrio térmico evaporando 240 g de agua por hora a través de su superficie corporal (Yousef, 1987). De esta manera, al aumentar la evaporación necesariamente aumentan los requerimientos de agua del animal y si el agua disponible no es suficiente, podrían interferirse los mecanismos de enfriamiento evaporativo (Blanca, 1966) y deprimirse la tolerancia al calor. En esta situación, el animal reducirá su consumo de alimento y la producción para ayudar a aliviar el desbalance calórico (Forbes, 1986; Johnson, 1987a; Winugroho et al.; 1987).

Además de la temperatura ambiente, otros factores afectan en forma notable el consumo voluntario de agua. Todos estos factores y la influencia que ejercen uno sobre otros hacen que sea sumamente difícil establecer los requerimientos mínimos de agua de un animal (N.A.S., 1974). Una complicación adicional representa el hecho de que no toda el agua requerida por el animal es provista como agua de bebida; el agua contenida en el alimento y el agua metabólica formada a partir de la oxidación de nutrientes orgánicos pueden representar un importante porcentaje, llegando inclusive al 100% de los requerimientos de agua del animal.

De todas maneras, se tratarán a partir de aquí, los factores más importantes que influyen sobre el consumo de agua, fundamentalmente de bebida, de los animales. Se divide en dos a dichos factores: del animal y del ambiente

## 2. FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO DE AGUA

### 2.1. FACTORES DEL ANIMAL QUE AFECTAN EL CONSUMO DE AGUA

#### 2.1.1. ESPECIE

Cada especie animal posee, para condiciones fisiológicas y climáticas dadas, una tasa de consumo de agua determinada, presumiblemente derivada del tipo de ambiente de que la especie es originaria (MacFarlane y Howard, 1970). En muchos casos, ésta varía entre especies en forma muy marcada.

En una primera división, los animales del desierto tienen una particular habilidad para vivir con bajos consumos de agua, siendo quizás el ejemplo extremo la rata-canguro (*Dipodomys spectabilis*), un pequeño roedor del desierto del S.E. de EE.UU., que no bebe agua en toda su vida (Schmidt-Nielsen, 1979). Animales como el perro o la rata mueren cuando la deshidratación produce una pérdida de peso del 10% al 14%; el camello, por otro lado, soporta deshidrataciones del 25-30% de pérdida del peso vivo (Hardy, 1972). Comparado con el bovino, el camello puede vivir cinco veces más tiempo sin agua. La recuperación de la deshidratación, cuando el agua vuelve a estar disponible, se realiza en el camello en muy poco tiempo, ya que puede beber 70-100 litros de agua en 10 minutos. Esto equivaldría, para un humano de 70 Kg de peso vivo, a beber 17 litros de agua en el mismo espacio de tiempo (Hardy, 1972).

Siebert (1975b) estableció un orden jerárquico, aumentando la cantidad de agua bebida desde el camello hasta el búfalo:

CAMELLO < BURRO < CAPRINO < OVINO < BOVINO < BUFALO

Este ordenamiento es reflejo de una serie de factores:

- 1) Aquellos animales que evitan la acción directa de los rayos solares reducen la ganancia de calor;
- 2) Aquellos con una superficie reflectiva absorben menos calor;
- 3) Los animales que excretan orina más concentrada y heces con menos agua, necesitan beber menos para reponer el agua perdida por estas vías.

Los animales del desierto poseen mayor tolerancia a la deshidratación (Siebert, 1975a), condensación respiratoria cuando la temperatura ambiente es menor que la corporal (Siebert, 1975a) y/o hipertermia diurna (Hardy, 1972).

El siguiente cuadro, que es una modificación de los valores presentados por N.A.S. (1974), presenta los rangos de consumo de agua por distintos animales domésticos (peso medio para la especie) bajo condiciones climáticas moderadas.

Como puede verse, los rangos son sumamente amplios, dependiendo de una serie de factores; aún manteniendo fijos algunos de ellos, como temperatura ambiente y cantidad de alimento, la variación sigue siendo alta.

Los rumiantes poseen, además, la característica de contar con un reservorio de agua, el rumen (Hecker et al., 1964). Durante los primeros días de privación de agua, el rumiante mantiene el balance hídrico de su cuerpo mediante la absorción de agua desde el rumen. El animal no muestra signos de deshidratación mientras el rumen tenga líquido. Es por esta razón que puede considerarse al mismo como reservorio de agua.

CUADRO 1: VALORES ESPERADOS DE CONSUMO DE AGUA POR DISTINTOS ANIMALES DOMESTICOS.

ANIMAL	LITROS/DIA	LITROS/KG M.S CONSUMIDA
NOVILLO	26 - 66	2.8 - 6.6
VACA LECHERA	38 - 110	3.8 - 11.7
EQUINO	30 - 45	2.0 - 3.0
CERDO	11 - 19	2.0 - 4.5
OVINO Y CAPRINO	4 - 15	2.0 - 3.5
GALLINA	0.2 - 0.4	2.0 - 3.0
PAVO	0.6 - 0.6	2.0 - 3.0

No todas las especies rumiantes tienen la misma tasa de recambio hídrico, como se expresó anteriormente. En el gráfico 1 se expresan los consumos comparados de ovinos y bovinos, calculados a partir de valores presentados por Siebert Y MacFarlane (1969), Siebert (1975a) y Wright y Ashton (1978).

El consumo de agua del ovino por Kg de peso vivo<sup>0.88</sup> es inferior al del bovino, tanto en invierno como en verano. Más aún, algunos autores ubican a ciertas razas ovinas muy cerca del camello (MacFarlane y Howard, 1970). Aparentemente, estas diferencias entre ovinos y bovinos se deberían primordialmente a la mayor humedad de las heces del bovino comparada con la del ovino (N.A.S., 1974) aunque también una reducción en el flujo urinario (MacFarlane y Howard, 1970) y la mayor aislación del ovino debida a la lana (MacFarlane et al., 1966) pueden contribuir a las mismas. Comparando ovinos y bovinos con lana y pelo del mismo largo (1 cm), la aislación térmica de la lana del ovino es 2-3 veces mayor que la del pelo del bovino. La diferencia se debe a los espacios de aire entre las fibras y la densidad de fibra, con mayor número de fibras de lana, finas, en el ovino y por lo tanto, con una más efectiva aislación provocada por la capa de aire atrapado entre ellas (Finch, 1986).

Por otro lado, tanto la transpiración como el jadeo contribuyen a la alta pérdida del calor por evaporación en el bovino (Murray, 1966; Webster, 1983), mientras que sólo el jadeo es importante en el ovino (Hey, 1974; Alexander, 1974) y en menor

medida, transpiración en áreas específicas como el escroto (Alexander y Williams, 1962; Webster, 1983).

El bajo consumo de agua de los ovinos hace que sea posible, bajo condiciones climáticas moderadas, mantener ovinos privados de agua por períodos prolongados (Clader et al., 1964; Lynch, 1969; Lynch et al., 1972). La lana de la oveja, como ya fue mencionado, forma una barrera muy efectiva contra la transferencia de calor desde y hacia el cuerpo del animal. El ovino es un animal muy particular, ya que se lo cría por su pelaje, de manera que, periódicamente, es privado de gran parte de su aislación térmica (Alexander, 1974). Si los ovinos son esquilados en verano, el consumo de agua casi se duplica (47.8 vs. 86.5  $\text{MI/Kg}^{0.88}$ .24 hs) debido al calor recibido de la radiación solar sobre el cuerpo del animal en ausencia de la aislación de la lana (MacFarkane et al., 1966).

Generalmente, se considera que el ganado caprino se adapta mejor a los climas áridos y tiene menores requerimientos hídricos que el ovino. En estos ambientes, donde predomina la vegetación arbustiva, los animales tienen acceso a sombra como protección durante las horas más cálidas del día. Sin embargo, en pasturas cultivadas, sin posibilidad de sombra, el ganado caprino consume significativamente más agua que el ovino (Merino) durante el verano (McGregor, 1986), indicando que la mejor adaptación del caprino a condiciones de aridez no es cierta si no se provee sombra que le permita disminuir la temperatura corporal.

Los equinos poseen mecanismos sumamente eficientes para regular la pérdida de calor. En climas cálidos, la mayor parte se pierde por evaporación, principalmente por transpiración activa a través de la piel (Webster, 1983).

Una cerda madre y su cría, al ser expuestas al mismo ambiente, reaccionan de manera inversa: mientras que para la madre el ambiente puede resultar excesivamente cálido, para el cerdito es frío (Ingram, 1974). Lo mismo ocurre con cerdos flacos versus gordos. Los cerdos flacos tienen una relación superficie/peso mayor y pueden eliminar el exceso de calor más fácilmente que los animales gordos (Forbes, 1986).

La habilidad del cerdo para disipar calor por evaporación cutánea es reducida en relación a otros animales domésticos (Ingram, 1974; Webster, 1983) ya que la transpiración activa a través de las glándulas es negligible. Con altas temperaturas el cerdo exhibe jadeo, pero tampoco es muy eficiente (Webster, 1983). Al tener deficientes sistemas de evaporación, el consumo de agua no varía demasiado con la temperatura ambiente, y el cerdo mantiene su homeotermia reduciendo la producción de calor, a través de un menor consumo de alimento (Webster, 1983). Por las razones discutidas previamente, a cualquier temperatura por encima de la zona de termoneutralidad, el consumo de alimento es deprimido en cerdos gordos o adultos en mayor medida relativo a cerdos flacos o jóvenes (Forbes, 1986).

Algo similar ocurre con las aves, que poseen escasa habilidad para regular la pérdida de calor por evaporación (Richards, 1974). Por cada grado centígrado de incremento en la temperatura ambiente, entre 25°C y 34°C, gallinas ponedoras reducen en 1-1.5 g/día el consumo de materia seca. Por encima de 34°C la caída en el consumo es aún mayor (Davis et al., 1973).

## 2.1.2. RAZA

A los efectos de la presente revisión, se considerará a los distintos bóvidos como razas bovinas diferentes.

La mayor parte de las razas bovinas utilizadas actualmente como animales domésticos provienen de dos orígenes: ganado europeo (*Bos taurus*) y ganado índico (*Bos indicus*). Este último está mucho mejor adaptado a climas cálidos que el primero. Está suficientemente probado que el *Bos indicus* mantiene altos niveles de consumo y por ende de eficiencia productiva con alta temperatura ambiente (Webster, 1974). Esto se debe, en parte, a su mayor habilidad en la pérdida de calor metabólico, reduciendo así la importancia de la temperatura ambiente como factor de stress. Esto último puede verse en el cuadro 2, en el que se muestra el efecto de la temperatura del aire como factor de stress, expresado por el número de respiraciones por minuto, para *Bos indicus* y *Bos taurus*.

Estas diferencias raciales se manifiestan a través del consumo de agua de bebida. Siebert y MacFarlane (1969) compararon el consumo de agua de *Bos indicus* (Brahman), *Bos indicus* x *Bos taurus* (Santa Gertrudis), *Bos taurus* (Shorthorn) y *Bos bubalis* (Búfalo) en condiciones tropicales, encontrando los resultados expuestos en el gráfico 2. Las diferencias son marcadas e indican una menor tasa de consumo de agua para las razas de origen índico. La misma tendencia fue encontrada por otros autores (MacFarlane y Howard, 1966; Springell, 1968; Colditz y Kellaway, 1972; Holmes et al., 1980).

Esta respuesta, sin embargo, no es constante sino que depende de la temperatura ambiente. A medida que ésta aumenta, las diferencias se hacen más notables, y a bajas temperaturas, el consumo de agua de *Bos indicus* y *Bos taurus* es similar (Winchester y Morris, 1956). Esto indica una mayor adaptación del *Bos indicus* a las altas temperaturas. Entre las características que distinguen a ambos, la mayor tasa de transpiración, la mayor superficie relativa, la mayor habilidad para disminuir la resistencia a la transferencia interna de calor desde el interior del cuerpo hacia la piel y el largo y grosor del pelaje del *Bos indicus* son las que determinan su mayor tolerancia al calor (Schmidt-Nielsen, 1979; Berman, 1957; Hayman y Nay, 1961; Schleger y Turner, 1965; Blanca, 1966; Olbrich et al., 1972; Webster, 1974; Amakiri y Mackel, 1975; Finch, 1985). El pelaje fino y suelto del *Bos indicus* estimula la evaporación (Turner y Schleger, 1960); en comparación, la cubierta gruesa y densa de un animal de, por ejemplo, raza Hereford, hace que más aire quede atrapado en ella, a una presión de vapor muy alta y por lo tanto la transpiración se acumula allí, impidiendo su evaporación (Turner, 1984). En concordancia con esto, Finch et al. (1982) encontraron que en *Bos indicus* la tasa de transpiración crece exponencialmente como respuesta a un incremento en la temperatura corporal, mientras que en *Bos taurus* tiende a estabilizarse después de un incremento inicial.

El color del pelaje también es importante (Hayman y Nay, 1961). MacFarlane y Howard (1972) encontraron que a una temperatura ambiente de 35°C, la temperatura superficial del pelaje oscuro es 4°C más alta que la del pelaje claro, y la eliminación de agua por transpiración fue 7% mayor en el primer caso. Finch (1986) mostró que el flujo

de calor recibido por el animal fue 16% mayor en novillos de pelaje negro que en similares de pelaje marrón y 58 % mayor que en aquellos de pelo blanco.

CUADRO 2: RESPIRACIONES POR MINUTO A DISTINTA TEMPERATURA AMBIENTE PARA Bos indicus Y Bos taurus (ADAPTADO DE VALORES PRESENTADOS POR WORSTELL Y BRODY, 1953)

TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	RESPIRACIONES POR MINUTO	
	Bos indicus	Bos taurus
10.5	22	21
18.0	22	30
22.0	28	40
29.0	35	78
34.0	44	103
37.0	50	114

Las diferencias en calor recibido desde el medio ambiente debido al color del pelaje se tornan importantes cuando la disponibilidad de agua es limitada: los animales de pelaje oscuro se deshidratan y aumentan su temperatura corporal más rápidamente que los de pelaje claro. Más aún, Finch et al. (1984) encontraron que en Bos taurus el pelaje oscuro provoca aumentos en la temperatura corporal aún con libre acceso al agua de bebida.

Las diferencias en transferencia de calor debido al color de la superficie animal no se restringen a bovinos. El mismo efecto se presenta entre ovinos con lana negra o blanca, gallinas con plumaje de distinto color, etc. (Folk, 1974).

Exceptuando los trabajos ya mencionados, poca información existe sobre consumo de agua de diferentes razas animales. En uno de los escasos experimentos realizados en ovinos, MacFarlane y Howard (1970) encontraron que la tasa de recambio de agua de ovejas Dorset y Merino fue 20-30% menor que la de Leicester.

### 2.1.3. PESO VIVO

Es obvio pensar en una relación entre peso corporal y cantidad de agua bebida: a mayor peso vivo, mayor consumo de agua. Sin embargo, el consumo hídrico no es directamente proporcional al peso vivo, sino a éste elevado a una potencia, 0,88 de acuerdo a Adolph (1949), como se discutió previamente. De esta manera es posible comparar el consumo de animales de distinto peso, pues para una misma condición fisiológica y climática, el consumo de agua expresado en ml/Kg  $w^{0.88}$  debería ser constante (gráfico 3). En el mismo gráfico puede verse la relación entre peso vivo y consumo de agua para un bovino desde su nacimiento hasta peso adulto. Camblando los valores numéricos, el gráfico es válido para cualquier animal doméstico.

Un caso especial lo representa el animal lactante, ya que está recibiendo un alimento con un alto porcentaje de agua (la leche). Más aún, como la leche representa prácticamente el único alimento durante el primer período de vida, la relación consumo de agua:consumo de materia seca está preestablecida.

Sekine y sus colegas (Sekine et al., 1972; 1980a,b,c) estudiaron el consumo de agua en terneros lactando y destetados. Encontraron que la relación consumo de agua:consumo de materia seca decreció a medida que el animal crecía, pasando de 8:1 en lactación a 2,9:1 en el destete. Durante el período en que recibieron leche materna consumieron muy bajas cantidades de agua de bebida, pero a partir del destete el consumo de agua de bebida se incrementó a una tasa muy alta durante 4 a 5 semanas, y a una tasa menor a partir de allí, comportándose como un adulto desde este momento. En los sistemas de producción de nuestra Región, en general con pariciones de primavera y destetes hacia fin de verano principios de otoño, el ternero se encuentra lactando durante el verano. En este caso, el ternero comienza a consumir agua de bebida previo al destete, aumentando el consumo a medida que incorpora forraje a su dieta.

## 2.1.4. PRODUCCION DE LECHE

La producción de leche incrementa el consumo de agua de bebida (Castle, 1978). Suponiendo que la leche posee un 13% de materia seca, el 87% restante es agua; por lo tanto, y sin tener en cuenta otros factores, por cada litro de leche producido, la vaca debe consumir 870 ml de agua adicionales. Aún ligeras restricciones en el consumo de agua producen caídas en la producción de vacas lecheras (Kirchgessner et al., 1983).

Partiendo de estos supuestos, pueden calcularse los litros de agua adicionales que consumirá un rodeo de vacas lecheras, a partir del promedio de leche producida por animal. En el gráfico 4 (ecuación 1) se expresó esta relación:

$$\text{Ecuación (1)} \quad y = a + 0.87 x$$

donde:  $y$  = consumo de agua en litros por día

$a$  = consumo de agua en litros por día del animal que no produce leche.

$x$  = litros de leche producidos por vaca por día.

El consumo de agua del animal que no produce leche se calculó en base a datos de Winchester y Morris (1956).

Sin embargo, la lactación estimula el consumo de agua en más que el volumen de agua contenido en la leche (Forbes, 1967), debido a que la producción de calor (Forbes, 1986) y el consumo voluntario de alimento (A.R.C., 1980) son mayores en la vaca en lactación. La vaca lechera de alta producción produce más calor que cualquier otra categoría de bovinos (Webster, 1976) y consume 35-50% más materia seca que vacas secas del mismo peso y con el mismo alimento (A.R.C., 1980).

En base a esto, A.R.C. (1980) propuso otra ecuación, que en el gráfico 4 aparece como ecuación (2).

$$\text{Ecuación (2)} \quad y = 2.15 c + 0.73 x + 12.3$$

donde:  $y$  = consumo de agua en litros por día.

$c$  = consumo de materia seca en Kg por día.

$x$  = litros de leche producidos por vaca por día.

Con el fin de obtener una curva en base a la ecuación (2), los valores de consumo de materia seca se estimaron a partir de los presentados por A.R.C. (1980) y el consumo de agua del animal no lactando, dando valor cero a litros de leche producidos en la ecuación (2).

Los valores obtenidos tanto a través de la ecuación (1) como de la ecuación (2) son válidos para animales sometidos a condiciones ambientales moderadas (temperaturas inferiores a 25°C). A medida que aumenta la temperatura ambiente, aumentan los requerimientos de agua (Murphy et al., 1983).

Mediante ambas ecuaciones se obtienen valores similares; aún con altas producciones, los valores no difieren en más de un 10%, que es menor que la normal desviación que existe entre individuos.

Estas ecuaciones, sin embargo, no serían válidas para calcular el consumo de agua de vacas productoras de carne en lactación. Para esta categoría de animales Winchester y Morris (1956) sugieren que debe calcularse un adicional de 2 litros de agua por cada litro de leche que producen.

## 2.1.5. PREÑEZ

La preñez incrementa el consumo de agua. Los tejidos fetales y los fluidos embrionarios asociados incrementan el contenido total de agua corporal de las hembras gestantes, especialmente durante las últimas etapas de gestación. Los animales gestantes tienen, además, mayores demandas fisiológicas que determinan un consumo adicional de agua (Roubicek, 1972).

En el gráfico 5 se expresan los requerimientos hídricos de ovejas preñadas, según la información presentada por Head (1953) y Forbes (1967). El consumo de agua puede incrementarse en más de un 100% debido a la preñez. Dicho aumento es mayor en ovejas que gestan dos corderos que en aquellas con un solo feto y aumenta, además, a medida que progresa la gestación.

No existe información similar para vacas preñadas. Roubicek (1972) encontró que las vaquillonas beben un 50% menos de agua el día del estro que en cualquiera de los restantes días del ciclo estral, pero no se conocen las razones que provocan esta disminución en el consumo.

Winchester y Morris (1956) propusieron que debería calcularse que vacas preñadas en los 2 ó 3 últimos meses de la gestación consumirían un adicional de 73% de agua. Sin embargo, parecería más correcto suponer que el consumo de agua se incrementa mes a mes, de concepción a parto, con aumentos más altos en el último tercio de la gestación.

Escasa información existe respecto de otras especies, pero parece razonable asumir que la preñez afecta de manera similar al menos a todos los mamíferos. En

relación a esto, Roubicek (1972) menciona que las cerdas en gestación aumentan en un 50% su consumo de agua antes del parto.

## 2.2. FACTORES DEL AMBIENTE QUE AFECTAN EL CONSUMO DE AGUA

### 2.2.1. CONSUMO DE MATERIA SECA.

Los centros de control de consumo de alimentos y agua se encuentran situados próximos en el hipotálamo. La integración de estos centros determina una interdependencia del consumo de alimentos y de agua, de forma que se produce una restricción voluntaria de uno siempre que se reduce el otro (Roubicek, 1972). Kellerup et al. (1965), demostraron que al reducir el consumo de agua de pollos desde ad libitum a un 50%, el consumo diario de alimento cayó de 111 a 75 g/día. Weeth et al. (1967) interrumpieron el suministro de agua en rumiantes y obtuvieron los resultados que se muestran en el gráfico 6. El consumo voluntario de materia seca cayó de 7.6 Kg/día a 4.2 Kg/día después de un día sin agua, a 2.2 Kg/día luego de dos días, a 0.9 Kg/día luego de tres días y a 0.5 Kg/día al dejar a los animales sin agua por cuatro días consecutivos. Blanca (1966) encontró resultados similares: al cortar el suministro de agua por cuatro días, el consumo de heno se redujo a un 27% de su valor normal. Este efecto no es tan drástico, sin embargo, si la dieta del animal tiene alto porcentaje de humedad, como se verá más adelante.

El consumo de materia seca y de agua están, como ya fue dicho, íntimamente relacionados. Distintos autores han encontrado altas correlaciones entre ambos (Calder et al., 1964) y han establecido la relación Kg de agua consumida:Kg de materia seca consumida (cuadro 3).

Si bien estas relaciones propuestas son válidas para las condiciones en que se realizaron los ensayos, es riesgoso utilizarlas en otra situación (Leitch y Thompson, 1944). Esto se debe a que el consumo de materia seca es sólo uno de los factores que afectan el consumo voluntario de agua, y por lo tanto, al variar las otras condiciones cambia también dicha relación. Aún considerando solamente consumo de agua y de materia seca existen variaciones, ya que el consumo de agua por unidad de materia seca consumida es mayor para un consumo de materia seca bajo que para uno alto (A.R.C., 1980).

La relación entre ambas variables, sin embargo, existe, y una restricción en el consumo de agua produce una reducción en el consumo de materia seca (Utley et al., 1970), por lo tanto, cualquier factor que afecte el consumo de agua puede reducir el consumo de alimento. Squires y Wilson (1971) realizaron un experimento con ovejas, en el cual agua y alimento fueron separados por grandes distancias. A medida que aumentó la distancia, desde 1.6 Km hasta 5.6 Km, disminuyó el consumo de agua y el consumo de alimento cayó desde 70 a 45 g/Kg PV<sup>0.75</sup> día. Bohra y Ghosh (1977) restringieron el consumo de agua de ovejas en pastoreo a un 50% del consumo ad libitum y compararon el consumo y la digestibilidad de la pastura con el control sin restricciones, encontrando los resultados expresados en el cuadro 4.

La restricción en el consumo de agua provocó una disminución en las pérdidas de agua por heces y orina, siendo la primera la más notable.

CUADRO 3: RELACION ENTRE CONSUMO DE AGUA Y DE MATERIA SECA DE ACUERDO A DISTINTOS AUTORES

AUTOR	Consumo de agua (l) Consumo de MS (Kg)	Rango
Little y Shaw (1978)	2.15	
Church (1974)	3.10	
A.R.C. (1980)	3.90	
Castle y Thomas (1975)	3.70	2.79-5.45
Winchester y Morris (1956)		3.70-9.00
Kay y Hobson (1963)		2.00-4.00

El consumo de materia seca fue drásticamente reducido por la restricción de agua, demostrando que puede ocurrir que animales pastoreando forrajes de buena calidad no ganen peso debido a la falta de agua. La digestibilidad, sin embargo, no fue afectada y tendió a ser más alta en el tratamiento con restricción de agua, aunque las diferencias no fueron significativas. Thornton y Yates (1978) encontraron que la digestibilidad de la materia seca y de la fibra detergente ácido fueron significativamente mayores durante la restricción de agua en comparación con el control. Las diferencias se deben, probablemente, a que durante la restricción de agua la tasa de pasaje del alimento por el tracto digestivo se reduce (Blaxer et al., 1956) y por lo tanto el forraje permanece por más tiempo en el rumen, las posibilidades de que sea atacado por la población microbiana aumentan y la digestibilidad del mismo se incrementa.

CUADRO 4: CONSUMO VOLUNTARIO Y DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA EN OVEJAS CON CONSUMO DE AGUA RESTRINGIDO O AD LIBITUM.

	50% restricción agua	agua ad libitum
Consumo M.S. (g/día)	350	757
Digestibilidad M.S. (%)	46.7	46.0

## 2.2.2. CALIDAD DE LA DIETA

La orina, que es una de las principales vías de pérdida de agua del animal, contiene los productos metabólicos solubles que deben ser eliminados del cuerpo del animal. De ellos, los metabolitos nitrogenados son los más importantes (Church, 1974), siendo también vía de eliminación de azufre, cloro, potasio, sodio y fósforo.

La hormona vasopresina (hormona antidiurética) controla el volumen urinario y bajo condiciones de escasez de agua el animal puede concentrar la orina en cierta medida, reduciendo así sus requerimientos de agua (N.A.S., 1974). La concentración de productos finales del metabolismo, sin embargo, sólo puede variar dentro de ciertos límites, y si un animal consume dietas ricas en sal o en proteína, necesariamente el volumen urinario debe ser mayor para poder eliminar el exceso de sal o los productos finales del metabolismo proteico y por lo tanto el consumo de agua también debe aumentar. El consumo de agua de novillos que consumían raciones con alto nivel proteico fue, de acuerdo a Ritzman y Benedict (1924) un 26% más alto que el de un grupo testigo con bajo nivel de proteína. Similares resultados fueron hallados por Bass (1982) al variar el contenido de nitrógeno de la ración de ovinos. Este autor encontró que el contenido en proteína de la ración fue el factor de mayor correlación con el consumo de agua. Mc Meniman y Pepper (1982) encontraron que la suplementación de la dieta de ovejas con fósforo aumentaba el consumo de agua. El mismo efecto fue obtenido al suplementar con melaza.

Springell (1968) sugirió que el alto consumo de forraje de buena calidad resulta en una mayor tasa de metabolismo y por lo tanto en un mayor requerimiento de agua para metabolismo intermediario y termorregulación. Por el contrario, Finch (1986) propuso que si bien los forrajes fibrosos, de baja calidad reducen el consumo voluntario y la tasa de metabolismo energético y de agua, el incremento calórico originado por la alimentación con estos forrajes pueden incrementar la temperatura y la demanda de agua para termorregulación. En el mismo sentido, Forbes (1986) sugirió que la utilización de concentrados puede ayudar a aliviar el stress por calor, dado que el incremento calórico de la alimentación de éstos es menor que la de forrajes.

## 2.2.3. HUMEDAD DE LA DIETA

Uno de los grandes componentes del consumo total de agua es el agua contenida en el alimento; junto con el agua de bebida o agua de consumo voluntario, suman el total de agua consumida por el animal.

Animales que consumen dietas con alto porcentaje de humedad o, dicho de otra manera, bajo porcentaje de materia seca, pueden vivir por largos períodos sin beber agua. MacFarlane y Howard (1970) encontraron que ovejas Merino secas no requieren agua de bebida durante el invierno si el forraje tiene 30-50% de agua. En las mismas condiciones, el ganado bovino no tolera la ausencia de agua de bebida. Cairnie y Castro (1984) demostraron que la ganancia de peso de novillos pastoreando triticale no fue afectada por la privación de agua durante 35 días cuando el porcentaje de materia seca del verdeo fue 17.8%, pero fue fuertemente afectada (0.48 Kg versus 0.92 Kg de aumento de peso por día para tratamientos sin y con agua respectivamente) cuando los animales pastorearon durante 29 días el mismo verdeo pero con 25.5% de materia seca. Con 28.6% de materia seca los novillos sin agua

perdieron peso (0.46 Kg/día) mientras que en el tratamiento con agua aumentaron 1.0 Kg/día durante 21 días de ensayo.

Como consecuencia de la relación entre consumo de agua de bebida y consumo de agua asociada al alimento, varios autores han encontrado que el consumo de agua de bebida está positivamente correlacionada con el porcentaje de materia seca del forraje (Castle y Thomas, 1975; A.R.C., 1980; Sekine y Ashida, 1987), dado que a medida que disminuye el porcentaje de materia seca de la dieta, aumenta el porcentaje de agua que el animal consume de dicha fuente y disminuye el de agua de bebida (gráfico 7). Esta relación sin embargo, parece no ser cierta cuando el alimento es muy rico en humedad (alimentos succulentos) (Paquay et al., 1970). En estos casos el consumo total de agua puede a menudo estar en exceso de los requerimientos (A.R.C., 1980) (gráfico 7). Este efecto puede explicarse, al menos parcialmente, por el incremento en agua perdida por heces (Forbes, 1968), pero también por la mayor tasa de metabolismo, por un incremento en las pérdidas por vía respiratoria y por la necesidad de excretar más productos de desecho en la orina (A.R.C., 1980).

## 2.2.4. CALIDAD DEL AGUA DE BEBIDA

Resulta imposible encontrar agua de bebida químicamente pura. Cuando llueve o nieva, el agua prácticamente no contiene sales, pero al moverse sobre el suelo o las piedras o infiltrarse, comienza a disolver los constituyentes más solubles del suelo. La cantidad y tipo de sales disueltas dependen principalmente de la naturaleza del material con el cual el agua está en contacto, y del tiempo en que está en contacto (Parker, 1955). A la inclusión de sales, deben sumarse, sobre todo en áreas densamente pobladas, la contaminación del agua por desagües cloacales (Juge, 1975) y por desagües industriales (Carrique, 1975).

Mientras que existe una legislación muy precisa para valorar la potabilidad del agua para consumo humano, no existen más que recomendaciones en lo que respecta al uso zootécnico (Ferraro et al., 1985).

No es, de todas maneras, el objetivo de este trabajo considerar el efecto de los distintos componentes disueltos en el agua de bebida sobre la performance de los animales domésticos, sino simplemente considerar su efecto sobre el consumo voluntario de agua.

Dada la estrecha relación existente entre consumo de agua y de alimento, ya discutida, debe considerarse en primer término el caso extremo en el que los animales se nieguen a beber el agua de bebida, ya sea por contaminación biológica o por exceso de sales. En este caso, el efecto será muy claro y a corto plazo (gráfico 6) ya que a los pocos días los animales no consumirán tampoco alimentos.

Existen, sin embargo, muchas situaciones en que el consumo de agua varía, aumentando o disminuyendo, debido a la presencia de sales disueltas en el agua de bebida. En líneas generales, cuando el consumo de agua aumenta respecto de un control debido a las sales disueltas, poco o ningún efecto ejerce sobre la performance animal. Por el contrario, cuando por efecto de las sales disminuye el consumo de agua, también disminuye el de alimento y por lo tanto, se ven afectadas los parámetros productivos.

Weeth y Hunter (1971) suministraron agua con 4.1 g/l NaCl ó 5.0 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a vaquillonas Hereford. El consumo de agua fue incrementado en 19% por el tratamiento con cloruro de sodio y reducido 35% por el agua con sulfatos. El consumo de alimentos no fue afectado por el tratamiento con NaCl pero fue reducido en 30% por el agua con sulfato de sodio. Niveles más altos de sulfatos producen rechazo del agua (Ballantyne, 1957). En condiciones de verano en la Región Semárida Pampeana, Stritzler y Saluzzi (1983) encontraron que aguas con 3.5 g/l de sulfatos (como sulfato de sodio) redujeron el consumo de agua (15%) y de alimento (10%) de novillos Aberdeen Angus, mientras que aguas con 2.5 ó 1.5 g/l de sulfatos por litro no mostraron diferencias significativas en el consumo de agua o alimento con respecto al testigo con agua de lluvia. Los resultados son coincidentes con los de Digesti y Weeth (1976), quienes trabajando en condiciones similares tampoco encontraron diferencias en consumo de agua y alimento entre testigo y aguas con 2.5 g/l de sulfatos.

Perce (1963) encontró un aumento del 150% en cantidad de agua consumida al agregar 13 g de NaCl a un litro de agua de lluvia, y del 60-120% al agregar distintas concentraciones de carbonato y bicarbonato de sodio. Weeth et al. (1960) encontraron resultados similares, e indicaron que 20 g/l fueron definitivamente tóxicos. Con niveles de NaCl más bajos, los rumiantes inclusive prefieren aguas con cloruro de sodio a aguas sin sal (Bell y Sly, 1979), especialmente durante ciertas etapas del ciclo de vida (Michell, 1978).

Los mayores niveles de consumo de agua generalmente encontrados por varios autores (Weeth y Haverland, 1961; Weeth y Lesperance, 1965; Weeth et al., 1968; Hamilton y Webster, 1987) están asociados a mayores tasas de pasaje del agua por el cuerpo del animal (MacFarlane et al., 1967; Jones et al., 1970); aumenta notablemente el volumen urinario excretado, aumenta la concentración de sodio y disminuye la de potasio (Potter, 1963). Poca información existe respecto de aguas con otros minerales.

Saul y Flinn (1985) encontraron que distintas combinaciones de cloruro y sulfato de sodio no afectaron el consumo cuando se las incluyó en dosis de hasta 9 g/l, pero 0.65 g/l de magnesio (como cloruro de magnesio) redujeron el consumo de agua en 15%, mientras que McMeniman y Pepper (1982) observaron mayores consumos de agua al agregar fósforo en la ración de ovejas. Wright et al. (1978) observaron que la adición de cantidades bajas de sulfato de zinc en la dieta, el consumo de agua se redujo a cero por un día, pero fue compensado por un aumento en el consumo el día siguiente.

Embry et al. (1959) trabajaron con cerdos en crecimiento, a los que ofrecieron aguas sin sales o con 2.1 g/l, 4.2 g/l ó 6.3 g/l de sulfatos y cloruros de magnesio y sodio, y encontraron que a medida que aumentaba el nivel de sales, también se incrementaba el consumo voluntario de agua.

Anderson y Stothers (1978), trabajando con cerdos de 3 y 4 semanas de edad (peso inicial 4-6 Kg) encontraron que aguas con 6.0 g/l de sales (principalmente sulfatos y cloruros de sodio, calcio y magnesio) produjeron mayor consumo de agua; la diferencia con el control fue de aproximadamente 10%, pero durante la primera semana de tratamiento la diferencia en consumo de agua fue mucho más alta, de alrededor de 50%. Paterson et al. (1979) probaron, en cerdas en gestación y lactancia y en cerditos destetados, distintos niveles de sulfato de sodio y magnesio. No encontraron diferencias entre tratamiento en consumo de agua durante la gestación, pero sí en las cerdas en lactación: A mayor contenido de sales, mayor consumo. El

consumo de agua de los cerdos destetados fue un 30-50% mayor en los tratamientos con sales que el testigo.

También en aves el contenido de sales disueltas tiene influencia sobre el consumo de agua. Concentraciones moderadas de cloruro de sodio o potasio producen aumentos en el consumo voluntario de agua (Forbes, 1986); de acuerdo a lo encontrado por Krista et al. (1961), estos niveles estarían alrededor de los 4.0 g/l de agua.

## 2.2.5. TEMPERATURA DEL AGUA DE BEBIDA

Iffner et al. (1951) y Winchester y Morris (1956) encontraron que, cuando la temperatura ambiente es alta, el consumo de agua por unidad de materia seca es mayor cuando el agua está a temperatura ambiente que cuando está más fría. Degen y Young (1984) y Stermer et al. (1986) demostraron que el enfriamiento del agua redujo la temperatura corporal y la mantuvo reducida por más tiempo que el agua a temperatura ambiente; el enfriamiento del agua de bebida también redujo el número de respiraciones por minuto; el efecto sobre estos parámetros indicadores de stress térmico son, sin embargo, temporarios y no van más allá de las 2 horas (Stermer et al., 1986).

Con bajas temperaturas ambientales, la temperatura del agua no influye sobre la cantidad de agua consumida (Bailey et al., 1962).

## 2.2.6. TEMPERATURA AMBIENTE

La temperatura ambiente es uno de los factores que mayor influencia ejerce sobre el consumo voluntario de agua. McMeniman y Pepper (1982) encontraron que el 50% de la variación en el consumo de agua de bebida de ovejas en pastoreo podía ser explicado por cambios en la temperatura máxima ambiental, cuando ésta variaba entre 18°C y 37°C. Winchester y Morris (1956) demostraron que a partir de los 5°C, la relación entre temperatura ambiente y consumo de agua de bovinos es de tipo exponencial (gráfico 8); por debajo de 5°C el consumo de agua, para un consumo de forraje dado, se mantiene relativamente constante.

Forbes (1968) sugiere, sin embargo, que la relación positiva entre temperatura ambiente y consumo de agua comienza a los 0°C y que por debajo del punto de congelamiento el consumo de agua de bovinos y también ovinos se incrementa, debido al aumento en la producción de calor y es por lo tanto, más alto que el consumo a temperaturas bajas pero superiores a 0°C.

Sykes (1955) considera que la temperatura ambiente y el consumo de materia seca son los factores más importantes en el consumo de agua y en general, todos los trabajos realizados coinciden en lo mismo; aquellos que no encontraron relación entre consumo de agua y temperatura ambiente trabajaron con temperaturas bajas o moderadas (Castle y Thomas, 1975; Hohenboken y Kistner, 1976; Little y Shaw, 1978).

Con altas temperaturas se produce un doble efecto, aumentando el consumo de agua y disminuyendo el de alimento; en ciertos casos el consumo de energía metabolizable cae a niveles tales que no es suficiente para cubrir los gastos

energéticos derivados del mantenimiento y del aumento en las acciones de disipación del calor (Johnson, 1987b).

El aumento en el consumo de agua se debe principalmente a la necesidad del animal de disipar el calor recibido del medio ambiente; la evaporación es la principal vía de eliminación del calor (McLean, 1974) y de allí la relación entre temperatura ambiente y consumo de agua. Si los animales no disponen de suficiente agua, no se pueden eliminar todo el calor recibido (Blanca, 1966) y para reducir la carga calórica, reducen el consumo de alimento y, por lo tanto, la performance animal.

En el cuadro 5, tomado de un trabajo de Winugroho et al. (1987), pueden verse las relaciones discutidas anteriormente.

Los valores expuestos en el cuadro 5, coincidentes con los obtenidos por otros autores (Wöhlbler y Schneider, 1965; Holmes et al., 1980; Robinson et al., 1986) muestran que sólo el agua de bebida aumenta con la temperatura ambiente, mientras que el agua incluida en el alimento y el agua metabólica se mantienen constantes. Las pérdidas por heces se reducen, las de orina aumentan moderadamente, pero se produce un aumento explosivo en las pérdidas por evaporación coincidiendo con el aumento en el número de respiraciones por unidad de tiempo (jadeo), que es la principal vía de pérdida evaporativa en ovinos.

CUADRO 5: EFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTE SOBRE LA DINAMICA DEL AGUA EN OVEJAS.

	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)		
	0	20	40
<b>CONSUMO DE AGUA (litros/día)</b>			
de bebida	2.62	4.81	7.28
del alimento	0.14	0.14	0.14
metabólica	0.25	0.25	0.25
<b>AGUA EXCRETADA (litros/día)</b>			
por heces	0.17	0.12	0.09
por orina	2.00	2.97	3.68
por evaporación	0.83	2.06	3.85
<b>RESPIRACIONES POR MINUTO</b>	<b>15.2</b>	<b>29.7</b>	<b>116.1</b>

El aumento en la temperatura ambiente afecta, además, los hábitos de consumo de agua. Winchester y Morris (1956) observaron que con temperaturas por debajo de 27°C, el ganado bovino tiende a beber antes del mediodía y al caer la tarde, mientras que beben poco durante la noche, temprano en la mañana y después

del mediodía; por encima de 32°C, los períodos en que los animales no consumen agua tienden a acortarse a 2 horas o menos aún entre dos bebidas sucesivas.

El resto de los animales domésticos se comporta de manera similar a la discutida para bovinos y ovinos: a mayor temperatura, mayor consumo de agua. Sykes (1977); por ejemplo, encontró que el consumo de agua de pollos con temperaturas ambientales por debajo de 25°C fue de 198 g/día y que por encima de esta temperatura, el consumo se incrementó en alrededor de 10 g de agua por cada grado centígrado de aumento.

## 2.2.7. VELOCIDAD DEL VIENTO

Existe muy poca información sobre el efecto de este factor sobre el consumo de agua, probablemente debido a que la velocidad del viento puede variar muchas veces incluso dentro del mismo día y por lo tanto es muy difícil medir su efecto a campo. Webster (1974) concluye que cuando la temperatura se encuentra por debajo de la temperatura de la piel del animal, el viento tiene un efecto de enfriamiento, y cuando está por encima, el viento contribuye al stress térmico. Traducir este concepto a consumo de agua resulta dificultoso. Winchester y Morris (1956) encontraron que velocidades del viento de hasta 14.5 Km/h no influyen sobre el consumo de agua de los rumiantes, mientras que otros autores (A.R.C., 1980) hallaron que aumentando la velocidad del viento hasta valores extremadamente altos sólo resultó en un consumo de agua levemente inferior cuando vacas de razas europeas fueron mantenidas a temperaturas ambiente entre 10°C y 27°C y no encontraron efecto alguno cuando la temperatura ambiente fue de 35°C.

## 2.2.8. HUMEDAD AMBIENTE

La eficiencia de la pérdida evaporativa de calor depende del grado de presión de vapor entre las superficies evaporativas del animal (piel y membranas mucosas del tracto respiratorio) y el aire en contacto con ellas (Webster, 1974). La humedad relativa ambiente controla, por lo tanto, la pérdida de calor por evaporación (Folk, 1974) y es el principal factor de stress por calor en climas cálidos húmedos (Finch, 1986).

Cuando la temperatura es moderada (menor a 24°C), diferencias en humedad relativa tienen poco efecto sobre el consumo de agua. Con temperaturas por encima de 24°C, la frecuencia de consumo es mayor, pero el consumo total de agua es menor con alta humedad que con bajos porcentajes de humedad ambiente; esto parece deberse en parte a un menor consumo de alimento y en parte a una menor vaporización a altos niveles de humedad relativa ambiente (Winchester y Morris, 1956; A.R.C., 1980).

## 2.2.9. SOMBRA

Tanto los bovinos como los ovinos buscan sombra durante las horas de mayor calor en verano. La falta de sombra puede afectar la performance productiva de los animales: Morgan et al. (1972) encontraron valores reducidos en la performance reproductiva de ovejas cuando no se les dio acceso a sombra.

Hoffman y Self (1972) estudiaron el efecto de la sombra sobre el consumo de agua en novillos Hereford y Aberdeen Angus y encontraron los resultados que se muestran en el cuadro 6.

Los valores obtenidos muestran que el consumo de agua es distinto en invierno y en verano. Dentro de cada estación, el efecto de la sombra sobre el consumo de agua no fue significativo en invierno pero sí en verano, cuando los novillos sin sombra bebieron 2.6 litros/día más que los provistos de sombra.

CUADRO 6: EFECTO DE LA SOMBRA Y LA ESTACION DEL AÑO SOBRE EL CONSUMO DE AGUA (en litros/día) DE NOVILLOS HEREFORD Y ABERDEEN ANGUS.

	VERANO		INVIERNO	
	SOMBRA	SIN SOMBRA	SOMBRA	SIN SOMBRA
Consumo de agua	30.0	32.6	19.2	18.8

El efecto de la sombra, sin embargo, no es igual para todos los animales. Johnson (1987) demostró, trabajando con ovinos, que mientras algunos animales buscan sombra, otros (siempre los mismos) permanecen al sol. Probablemente estos últimos tengan mecanismos termorregulatorios más eficientes o toleren temperaturas corporales más altas que aquellos que deben refugiarse en la sombra.

### 3. CONCLUSIONES

Todos los animales tienen un requerimiento específico por agua, y se asume habitualmente que el animal consume tanta agua como necesita para cubrir sus requerimientos (Forbes, 1986). El agua es aportada por aquella que el animal consume voluntariamente, aquella presente en el alimento y el agua formada en el cuerpo como resultado de diversos procesos de oxidación (A.R.C., 1980).

Si bien bajo algunas circunstancias (Nicholson, 1987) la restricción de agua produce efectos menores sobre la productividad de los animales domésticos, no existe ventaja alguna al restringir el consumo de agua, por lo tanto, debe recomendarse la provisión ilimitada de agua de bebida durante las 24 horas del día.

Murphy et al. (1983) examinaron la relación existente entre consumo de agua y una serie de variables, mediante ecuaciones de regresión, y demostraron que a medida que se incorporan variables aumenta el coeficiente de correlación. Esto da una clara idea sobre la imposibilidad de considerar cada factor por separado. La suma de todos los factores (conocidos y desconocidos) que influyen sobre el consumo de agua, determinan el mismo.

Desde el punto de vista práctico pueden enfatizarse algunos conceptos:

-El consumo voluntario de agua varía a lo largo del año; los valores más bajos se encuentran en invierno, a partir de allí el consumo aumenta, llegando al pico máximo durante el verano, cuando los animales pueden beber 10 veces más agua que durante el invierno.

-Las ovejas y cabras beben menos agua por unidad de peso que el ganado vacuno; dentro de éstos, las razas indias beben menos que las de origen europeo.

-A pesar de que la relación no es directamente proporcional, a mayor peso vivo, mayor consumo de agua.

-Las vacas lecheras consumen, al menos, 870 ml de agua adicionales por cada litro de leche producido.

-La preñez incrementa progresivamente el consumo de agua. Durante los últimos 2-3 meses de gestación, las vacas preñadas consumen 70-80% más de agua que las secas. En ovejas la diferencia en consumo voluntario de agua es aún mayor si gestan dos fetos.

-A mayor consumo de alimento, mayor consumo de agua.

-La adición de suplementos minerales y/o nitrogenados aumenta el consumo de agua.

-Si los animales consumen forrajes secos, el consumo de agua de bebida será mayor que si se alimentan con pastos ricos en humedad.

-Aguas conteniendo cloruro de sodio pueden incrementar el consumo de agua bebida; si éste disminuye respecto del considerado normal con agua de buena calidad, seguramente la performance animal también disminuirá.

-Si durante los meses más cálidos se ofrece a los animales agua de bebida fresca (bebida sombreada), el consumo voluntario de agua será menor que si la bebida se encuentra a pleno sol.

-A mayor temperatura ambiente, mayor consumo libre de agua.

-En días calurosos, el viento tiende a incrementar el consumo de agua, mientras que la alta humedad relativa tiende a disminuirlo.

-La provisión de sombra durante el verano reduce los requerimientos de agua de los rumiantes.

#### **4. BIBLIOGRAFIA:**

Adolph, E.F. (1949): Science 109:579.

Alexander, G. (1974): In: Heat loss from animals and man (Monteith, J.L. y Mount, L.E. eds.), capítulo 9, Butterworths, Londres, U.K.

Alexander, G. y Williams, D. (1962): Aust. J. Agric. Res. 13:122.

Amakiri, S.F. y Modri, R. (1975): Anim. Prod. 20:63.

Anderson, D.M. y Stothers, S.C. (1978): J. Anim. Sci. 47:900.

- A.R.C. (Agricultural Research Council) (1975). The nutrient requirements of farm livestock. N°2: Ruminants, U.K., 264 pp.
- A.R.C. (Agricultural Research Council) (1980). The nutrient requirements of ruminant livestock, C.A.B., U.K., 351 pp.
- Bailey, C.B.; Hironaka, R. y Slen, S.B. (1962): Can. J. Anim. Sci. 42:1.
- Ballantyne, E.E. (1957): Can. J. Comp. Vet. Sci. 21:254.
- Bass, J.M. (1982): Anim. Prod. 35:293.
- Bell, F.R. y Sly, J. (1979): J. Agric. Sci. (Camb.) 92:5.
- Berman, A. (1957): Nature 179:1256.
- Berman, A. (1967): Aust. J. Agric. Res. 18:849.
- Bianca, W. (1966): J. Agric. Sci. (Camb.) 66:57.
- Blaxter, K.L. (1964). Metabolismo energético de los rumiantes. Editorial Acribia, Zaragoza, España, 314 pp.
- Blaxter, K.L.; Graham, N.M. y Wainman, F.W. (1956): Br. J. Nutr. 10:69.
- Bligh, J. y Johnson, K.G. (1973): J. Appl. Physiol. 35:941.
- Bohra, H.C. y Ghosh, P.K. (1977): J. Agric. Sci. (Camb.) 89:605.
- Cairnie, A.G. y Castro, H.C. (1984). Informativo de Tecnología Agropecuaria para la Región Pampeana Semiárida. N°82, E.E.A. Anguil, I.N.T.A.
- Calder, F.W.; Nicholson, J.W.G. y Cunningham, H.M. (1964): Can. J. Anim. Sci. 44:266.
- Carrique, C.S. (1975): Ciencia e Investigación 31:233.
- Castle, M.E. (1978). The water intake of dairy cows. Research review, Research Station Agassiz B.C., Canadá.
- Castle, M.E. y Thomas, T.P. (1975): Anim. Prod. 20:181.
- Cerana, L.A. (1975): Ciencia e Investigación 31:221.
- Church, D.C. (1974). Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Editorial Acribia, Zaragoza, España, 483 pp.
- Colditz, P.J. y Kellaway, R.C. (1972): Aust. J. Agric. Res. 23:717.
- Davis, R.H.; Hassan, O.E.M. y Sykes, A.H. (1973): J. Agric. Sci. (Camb.) 81:173.
- Degen, A.A. y Young, B.A. (1984): Can. J. Anim. Sci. 64:73.
- Digesti, R.D. y Weeth, H.J. (1976): J. Anim. Sci. 42:1498.
- Embry, L.B.; Hoelscher, M.A.; Wahlstrom, R.C. Carlson, C.W.; Krista, L.M.; Brosz, W.R.; Gastler, G.F. y Olson, O.E. (1959): Bull. 481, Agric. Exp. Stn., South Dakota Satte Coll., Brookings, U.S.A.

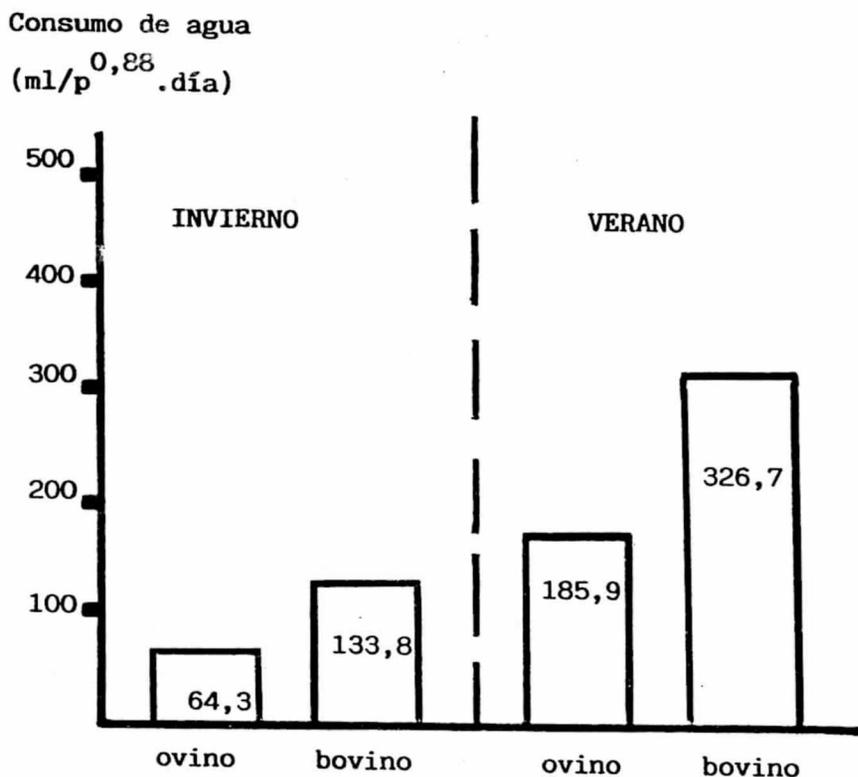
- Ferraro, E.; Dell'Orto, V. y Savoini, G. (1985): *Atti della Societa Italiana delle Scienze Veterinarie* 39:167.
- Finch, V.A. (1985): *Aust. J. Agric. Res.* 38:497.
- Finch, V.A. (1986): *J. Anim. Sci.* 62:531.
- Finch, V.A.; Bennett, I.L. y Holmes, C.R. (1982): *J. Agric. Sci. (Camb.)* 99:479.
- Finch, V.A.; Bennett, I.L. y Holmes, C.R. (1984): *J. Agric. Sci. (Camb.)* 102:141.
- Folk, G.E. (1974): In: *Heat loss from animal and man* (Monteith, J.L. y Mount, L.E. eds.), Butterworths, Londres, U.K.
- Forbes, J.M. (1967): *Br. J. Nutr.* 22:33.
- Forbes, J.M. (1986). *The voluntary food intake of farm animals*. Butterworths, U.K.
- Hamilton, J.A. y Webster, M.E.D. (1987): *Aust. J. Agric. Res.* 38:187.
- Hardy, R.N.(1972). *Temperature and animal life*. E. Arnold Publishers, Londres, U.K., 60 pp.
- Hayman, R.H. y Nay, T. (1961): *Aust. J. Agric. Res.* 12:513.
- Head, M.J. (1953): *J. Agric. Sci. (Camb.)* 43:214.
- Hecker, J.F.; Budtz-Olsen, O.E. y Ostwald, M. (1964): *Aust. J. Agric. Res.* 15:961.
- Hey, E.N. (1974): In: *Heat loss from animals and man* (Monteith, J.L. y Mount, L.E. eds.), Butterworths, Londres, U.K.
- Hoffman, M.P. y Self, H.L. (1972): *J. Anim. Sci.* 56:739.
- Hohenboken, W. y Kistner, T.P. (1976): *Can. J. Anim. Sci.* 56:739.
- Holmes, C.W.; King, C.T. y Sauwa, P.E.L. (1980): *Anim. Prod.* 30:1.
- Ingram, D.L. (1974): In: *Heat loss from animals and man* (Monteith J.L. y Mount, L.E. eds.), Butterworths, Londres, U.K.
- Iltner, N.R.; Kelly, C.F. y Guilbert, H.R. (1951): *J. Anim. Sci.* 10:742.
- Johnson, H.D. (1987a): In: *World Animal Science B5: Bioclimatology and the adaptation of livestock* (Johnson, H.D. ed.), Elsevier, Holanda, capítulo 3.
- Johnson, H.D. (1987b): In: *World Animal Science B5: Bioclimatology and the adaptation of livestock* (Johnson, H.D. ed.), Elsevier, Holanda, capítulo 3.
- Johnson K.G. (1987c): *Aust. J. Agric. Res.* 38:587.
- Jones, G.B., Potter, B.J. y Reid, C.S.W. (1970): *Aust. J. Agric. Res.* 21:917.
- Juge, O.N. (1975): *Ciencia e Investigación* 31:261.
- Kellerup, S.U.; Parker, J.E. y Arscott, G.H. (1965): *Poultry Sci.* 44:78.
- Kirchgessner, M.; Schwarz, F.J. y Zinner, P. (1983): *Züchungskunde* 55:40.
- Krista, L.M.; Carlson, C.W. y Olson, O.E. (1961): *Poultry Sci.* 40:938.

- Leitch, M.A. y Thompson, J.S. (1944): *Nutr. Abst. Rev.* 14:197.
- Little, W. y Shaw, S.R. (1978): *Anim. Prod.* 26:225.
- Lynch, J.J. (1969): *Aust. J. Sci.* 31:369.
- Lynch, J.J.; Brown, G.D.; May, P.F. y Donnelly, J.B. (1972): *Aust. J. Agric. Res.* 23:659.
- MacFarlane, W.V. y Howard, B. (1966): *J. Agric. Sci. (Camb.)* 66:297.
- MacFarlane, W.V. y Howard, B. (1970): In: *Physiology of digestion and metabolism in the ruminant* (Phillipson, A.T. ed.), Oriel Press, U.K.
- MacFarlane, W.V. y Howard, B. (1972): *Symp. Zool. Soc. Lond.* 31:261 (citado por Siebert, 1975a).
- MacFarlane, W.V.; Howard, B. y Morris, R.J.H. (1966): *Aust. J. Agric. Res.* 17:219.
- MacFarlane, W.V.; Howard, B. y Siebert, B.D. (1967): *Aust. J. Agric. Res.* 18:947.
- McGregor, B.A. (1986): *Aust. J. Exp. Agric.* 26:639.
- McLean, J.A. (1974): In: *Heat loss from animals and man*. (Monteith, J.L. y Mount, L.E. eds.), Butterworths, Londres, U.K.
- McMeniman, N.P. y Pepper, P.M. (1982): *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 14:443.
- Michell, A.R. (1978): *Physiol. Behav.* 21:519.
- Morgan, P.D.; Arnold, G.W. y Boundy, C.A.P. (1972): *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 9:371.
- Murphy, M.R.; Davis, C.L. y McCoy, G.C. (1983): *J. Dairy Sci.* 66:35.
- Murray, D.M. (1966): *J. Agric. Sci. (Camb.)* 66:175.
- N.A.S. (National Academy of Science) (1974). *Nutrient and toxic substances in water for livestock and poultry*. National Research Council, Washington, U.S.A.
- Nicholson, M.J. (1987): *J. Agric. Sci. (Camb.)* 108:119.
- Olbrich, S.E.; Martz, F.A.; Johnson, H.D.; Phillips, S.W.; Lippincott, A.C. y Hilderbrand, E.S. (1972): *J. Anim. Sci.* 34:64.
- Paquay, R.; De Baere, R. y Lousse, A. (1970): *J. Agric. Sci. (Camb.)* 74:423.
- Parker, G.G. (1955): In: *The year of Agriculture, U.S.D.A., Washington, U.S.A.*
- Paterson, D.W.; Wahlstrom, R.C.; Libal, G.W. y Olson, O.E. (1979): *J. Anim. Sci.* 49:664.
- Peirce, A.W. (1963): *Aust. J. Agric. Res.* 14:815.
- Potter, B.J. (1963): *Aust. J. Agric. Res.* 14:518.
- Richards, S.A. (1974): In: *Heat loss from animal and man* (Monteith, J.L. y Mount, L.E. eds.), Butterworths, Londres, U.K.
- Ritzman, E.G. y Benedict, G.F. (1924): *Tech. Bull. New Hamps. Agric. Exp. Stn.* 24 (citado por Winchester y Morris, 1956).

- Robinson, J.B.; Ames, D.R. y Milliken, G.A. (1986): *J. Anim. Sci.* 62:1434.
- Roubicek, C.B. (1972): In: *Desarrollo y nutrición animal* (Hafez, E.S.E. y Dyer, I.A. eds.), Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Saul, G.R. y Flinn, P.C. (1985): *Aust. J. Exp. Agric.* 25:734.
- Schleger, A.V. y Turner, H.G. (1965): *Aust. J. Agric. Res.* 16:92.
- Schmidt-Nielsen, K. (1979): *Desert animal. Physiological problems of heat and water.* Dover Publ., New York, U.S.A., 277 pp.
- Sekine, J. y Asahida, Y. (1987): *Anim. Prod.* 45:527.
- Sekine, J.; Asahida, Y. e Hirose, Y. (1972): *J. Fac. Agr., Hokkaido Univ.* 57:51.
- Sekine, J.; Okubo, M. y Asahida, Y. (1980a): *J. Fac. Agr., Hokkaido Univ.* 60:63.
- Sekine, J.; Okubo, M. y Asahida, Y. (1980b): *J. Fac. Agr., Hokkaido Univ.* 60:75.
- Sekine, J.; Okubo, M. y Asahida, Y. (1980c): *J. Fac. Agr., Hokkaido Univ.* 60:85.
- Siebert, B.D. (1975a). *Function, regulation and comparative use of water in vertebrates.* C.S.I.R.O., Queensland, Australia, 29 pp.
- Siebert, B.D. (1975b): In: *Inter-Regional training course in animal production.* Queensland, Australia, 16 pp.
- Siebert, B.D. y MacFarlane, W.V. (1969): *Aust. J. Agric. Res.* 20:613.
- Springell, P.H. (1968): *Aust. J. Agric. Res.* 19:129.
- Squires, V.R. y Wilson, A.D. (1971): *Aust. J. Agric. Res.* 22:283.
- Stermer, R.A.; Brasington, C.F.; Coppock, C.E.; Lanham, J.K. y Milam, K.Z. (1986): *J. Dairy Sci.* 69:546.
- Stritzler, N.P. y Saluzzi, L. (1983): *Prod. Anim.* 10:163.
- Sykes, J.F. (1955): In: *The year of Agriculture, U.S.D.A., Washington D.C., U.S.A.*
- Sykes, A.H. (1977): In: *Nutrition and the climatic environment* (Haresign, W; Swan, H. y Lewis, D. eds.), Butterworths, U.K.
- Thornton, R.F. y Yates, N.G. (1968): *Aust. J. Agric. Res.* 19:665.
- Turner, H.G. (1984): *Anim. Prod.* 38:417.
- Turner, H.G. y Schleger, A.V. (1960): *Aust. J. Agric. Res.* 11:645.
- Utley, P.R.; Bradley, N.W. y Boling, J.A. (1970): *J. Anim. Sci.* 31:130.
- Webster, A.J.F. (1974): In: *Heat loss from animals and man* (Monteith, J.L. y Mount, L.E. eds.), Butterworths, Londres, U.K.
- Webster, A.J.F. (1976): In: *Principles of cattle production* (Swan, H. y Broster, W.H. eds.), Butterworths, Londres, U.K.

- Webster, A.J.F. (1983): In: Nutritional physiology of farm animals (Rook, J.A.F. y Thomas, P.C. eds.), Longman, U.K.
- Weeth, H.J. y Haverland, L.H. (1961): J. Anim. Sci. 20:518.
- Weeth, H.J. ; Haverland, L.H. y Cassard, D.W. (1960): J. Anim. Sci. 19:845.
- Weeth, H.J. y Hunter. J.E. (1971): J. Anim. Sci. 32:277.
- Weeth, H.J. y Lesperance, A.L. (1965): J. Anim. Sci. 24:441.
- Weeth, H.J.; Lesperance, A.L. y Bohman, V.R. (1968): J. Anim. Sci. 27:739.
- Weeth, H.J.; Sawhney, D.S. y Lesperance, A.L. (1967): J. Anim. Sci. 26:418.
- Winchester, C.F. y Morris, M.J. (1956): J. Anim. Sci. 15:722.
- Winugroho, M.; Walker, V.A. y Young, B.A. (1987): 66<sup>th</sup> Annual Feeder's day report, Univ. of Alberta, Canadá.
- Wöhlbier, W. y Schneider, W. (1965): In: Energy metabolism (Blaxter, K.L. ed.), Academic Press, U.K.
- Worstell, D.M. y Brody, S. (1953): Univ. Mo. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 515 (citado por Schmidt-Nielsen, 1979).
- Wright, S.J. y Ashton, B.L. (1978): Agric. Rec. 5:241.
- Wright, D.E.; Towers, N.R. y Sinclair, D.P. (1978): N.Z.J. Agric. Res. 21:215.
- Yousef, M.K. (1987): In: World Animal Science B5: Bioclimatology and the adaptation of livestock (Johnson, H.D. ed.), Elsevier, Holanda.

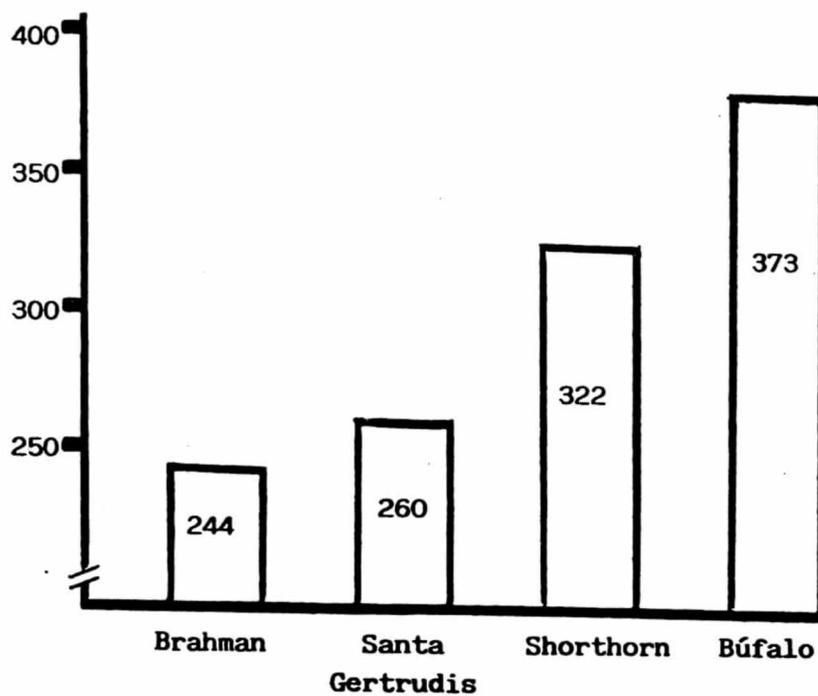
GRAFICO 1: CONSUMO DE AGUA DE OVINOS Y BOVINOS EN INVIERNO Y VERANO



Adaptado de Siebert y MacFarlane (1969), Siebert (1975a) y Wright y Ashton (1978).

GRAFICO 2: CONSUMO DE AGUA DE DISTINTAS RAZAS BOVINAS  
EN CONDICIONES TROPICALES

Consumo diario  
(ml/kg p<sup>0,88</sup>)



Adaptado de Siebert y MacFarlane (1969)

GRAFICO 3: CONSUMO DE AGUA EN LITROS/DIA Y EN ML/KG  $p^{0,88}$ .día  
PARA BOVINOS DE DISTINTO PESO VIVO

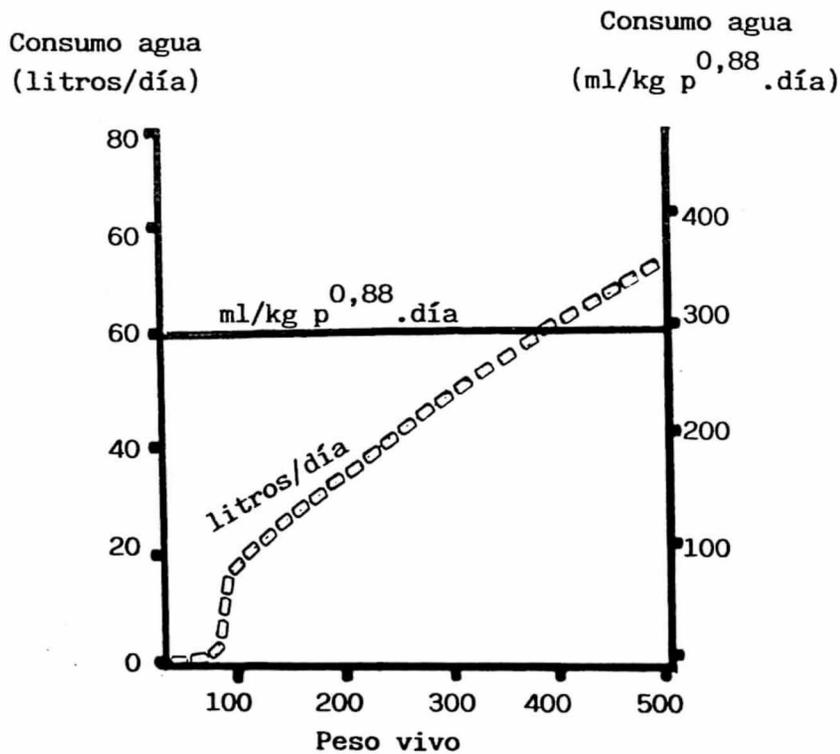
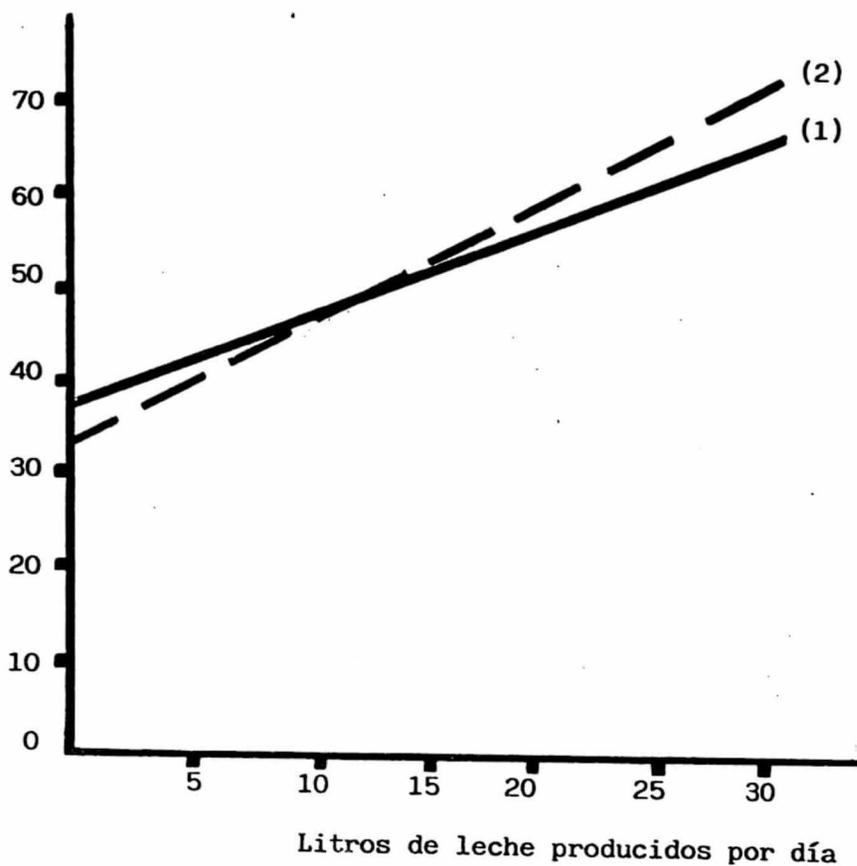


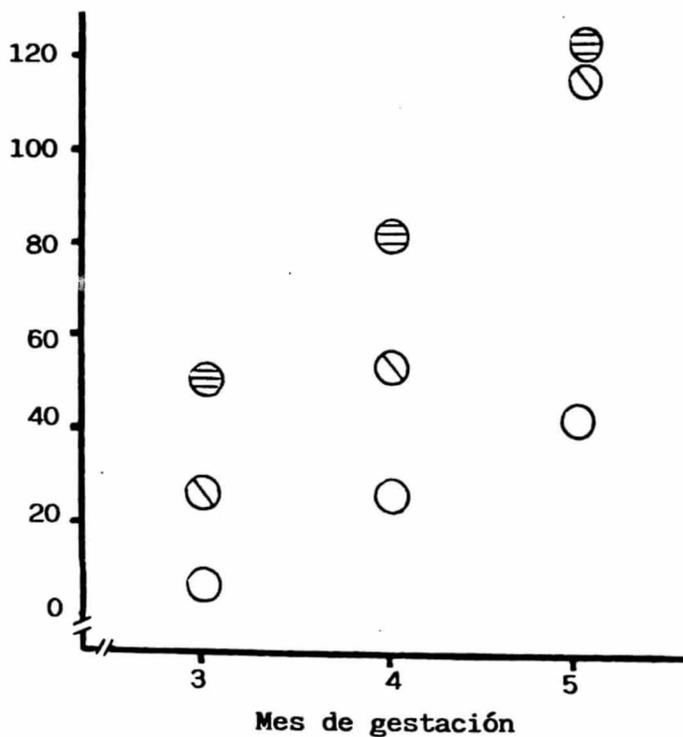
GRAFICO 4: CONSUMO DE AGUA EN VACAS LECHERAS

Consumo de agua  
(en litros/día)



**GRAFICO 5: EFECTO DE LA PREÑEZ SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN OVEJAS.**

**Incremento en porcentaje del consumo de agua de la oveja vacía.**



- ⊖ 2 fetos (Head, 1953)
- ⊘ 2 fetos (Forbes, 1968)
- 1 feto (Forbes, 1968)

GRAFICO 6: EFECTO DE LA RESTRICCIÓN DE AGUA DE BEBIDA SOBRE EL CONSUMO VOLUNTARIO DE MATERIA SECA DE BOVINOS

Consumo voluntario de alimento (kg M.S./día)

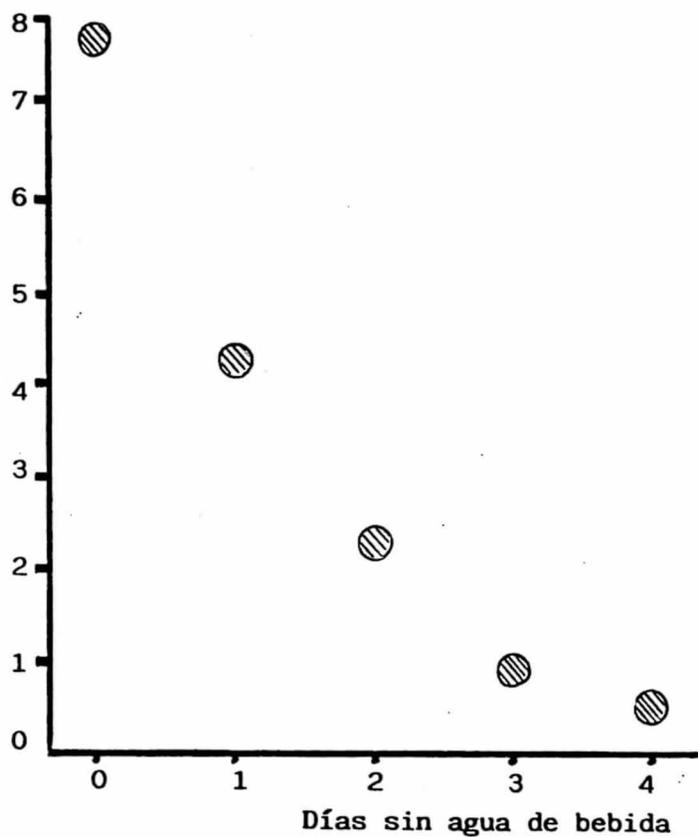
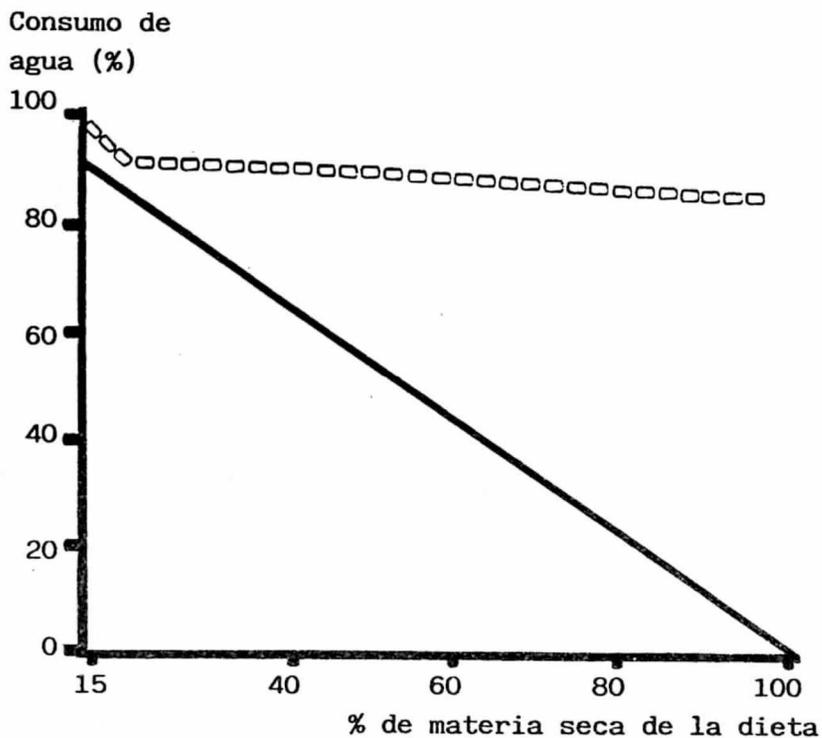


GRAFICO 7: EFECTO DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE LA DIETA SOBRE EL CONSUMO DE AGUA ASOCIADA AL FORRAJE Y EL CONSUMO TOTAL DE AGUA.

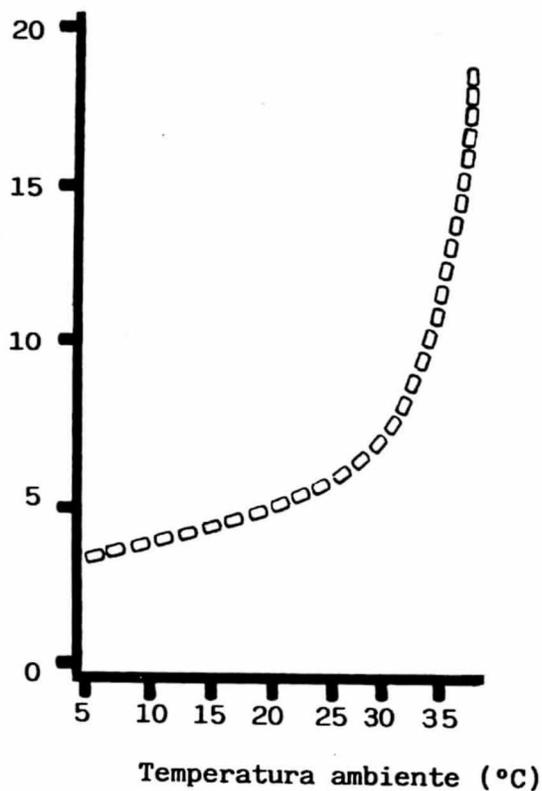


□□ Consumo total de agua

— Consumo de agua asociada al forraje

GRAFICO 8: CONSUMO DE AGUA POR KG DE MATERIA SECA CONSUMIDA EN FUNCION DE LA TEMPERATURA AMBIENTE, PARA BOS TAURUS.

Consumo de agua  
(litros/kg M.S.)



Fuente: Winchester y Morris (1956)