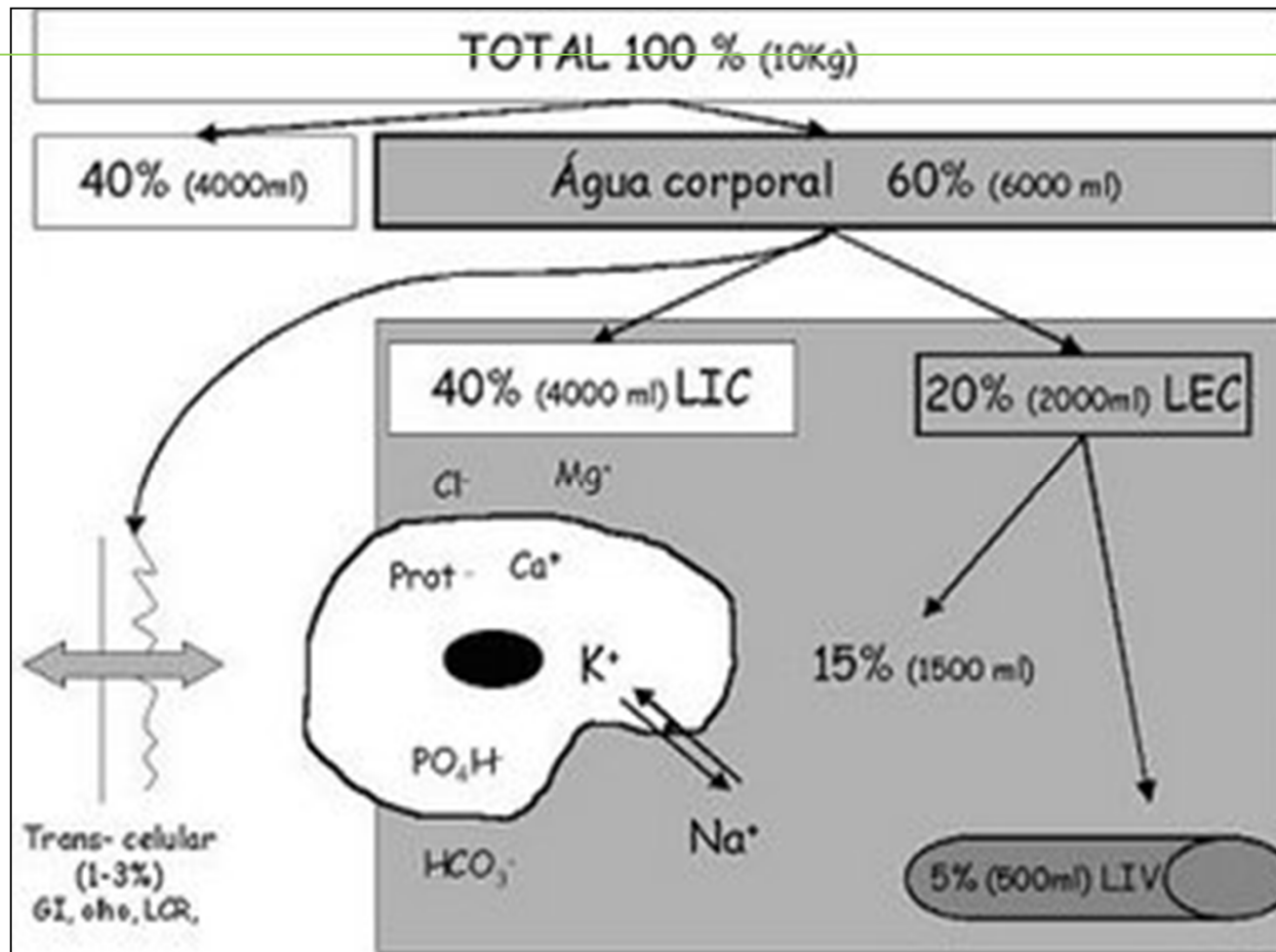


# I- BALANCE HIDRICO: Contenido de agua



Volemia: volumen total de sangre de un animal: 7 % de su peso corporal.  
El 50 % de la sangre es agua

# I- BALANCE HIDRICO: fuentes de agua

- **AGUA DE BEBIDA:**

El consumo de agua esta correlacionado al consumo del alimento y a la temperatura. A 24°C el ave consume alrededor de 4 % del p.v. dependiendo de la edad, durante estrés de calor, este valor incrementa a 6 % del p.v.

- **AGUA DIETARIA:**

Los ingredientes comunes en las dietas de aves tienen entre 5 – 15 % de agua.

- **AGUA METABOLICA:**

La oxidación de 1 gramo de grasas, carbohidratos y proteínas rinden 1.18, 0.6 y 0.5 g de agua respectivamente. Se puede estimar en función del consumo de energía: 0.135 g de agua es producido por kcal de energía consumida. Un consumo de 300 kcal de EM por día, produce casi 40 g de agua que entran al pool corporal. Esta agua representa un 15 % del consumo de agua total del ave. Algunas aves exóticas que pesan menos de 50 g (alta tasa metabólica) pueden subsistir sin consumo de agua por muchos días con una dieta a base de semillas secas. Porqué?. Animales de hibernacion??



# I- BALANCE HIDRICO: salida de agua

- ▶ **EXCRETA:** por heces y orina. Las excretas de los broilers contienen entre 60 – 70 % de agua, mientras que las gallinas de postura contiene hasta 80 % de humedad y producen alrededor de 12 ml de orina/día por kg de p.v.
- ▶ **Porqué las heces de las gallinas ponedoras contienen mas agua que las heces de los broilers?**
- ▶ **PERDIDA EVAPORATIVA:** 575 calorías de calor son requeridos para vaporizar un gramo de agua. Esta perdida de calor toma lugar a través de la superficie corporal y tracto respiratorio. La perdida de calor a través de la evaporación representa solamente alrededor de 12 % del total de calor perdido en broiler a 10°C, pero esta perdida se incrementa a mucho mas de 50 % del total de la perdida de calor corporal a temperaturas desde 26 – 35 °C.
- ▶ **Cual es la cantidad total de perdida evaporativa y energía gastada por día para esa perdida en pollos ó gallinas de postura?**

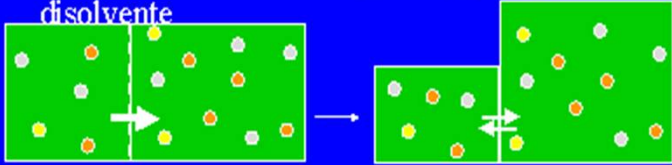
# I- BALANCE HIDRICO: desbalance

- Conocido como heces acuosas o deshidratación. También lo opuesto.
- En aves la consecuencia de un desbalance de agua son las heces acuosas. Asociado con niveles elevados de Na y K en la dieta. El nivel de Na no debe exceder de 0.15 a 0.2 %. Aunque se utilizan dietas comerciales con hasta 0.3 %.
- Ingredientes que pueden estimular consumo de agua: Cebada, Melaza y torta de soya, Porqué? .....
- Altos niveles de proteína incrementa excreción de ácido úrico incrementa el flujo de orina.....
- Las gallinas ponedoras que reciben una dieta alta en Ca 2 a 3 semanas antes de su madurez producen heces acuosas. Para prevenir esto se usan dietas de pre-postura adecuadas con nivel intermedio de Ca (2 %).

# I- BALANCE HIDRICO: osmolalidad

Osmolalidad

Es el número de solutos (mmol) por kg de disolvente



- El agua se mueve entre los compartimentos según el número de partículas en cada uno de ellos.
- Todos los compartimentos fluidicos del organismos, excepto el urinario, son isotónicos.
- Algunos soluto difunden libremente entre los compartimentos.
- Otros no difunden, por lo que retienen agua

El riñón tiene como función importante el control de la osmolalidad de los líquidos extracelulares; por tanto si hay una baja osmolalidad es porque los líquidos extracelulares están diluidos, los riñones eliminan el exceso de agua, obteniéndose una orina diluida y finalmente un aumento en la osmolalidad, completándose la retroalimentación negativa.

Si por el contrario hay una alta osmolalidad, los riñones excretarán solutos, produciendo una orina concentrada.

Una alta osmolalidad estimula la liberación de la **vasopresina** que es liberada de la hipófisis posterior, permitiendo que el *riñón* excrete solutos con poca agua (Orina concentrada).

# I- BALANCE HIDRICO: osmorreguladores

- El agua se mantiene en el fluido extracelular gracias al **efecto osmótico de los iones**.
- El Sodio es el principal ion extracelular (3300mg/L) y es el principal responsable de la osmolalidad (140 mOsm/kg)
- Las proteínas tienen una elevada concentración plasmática (7000 mg/L) pero influyen poco en la osmolalidad (1 mOsm/kg)
- La Aldosterona y Vasopresina interactúan para mantener el volumen y la concentración extracelular. La aldosterona es la principal hormona mineralocorticoide. Función: regular el volumen de líquido extracelular, el balance de agua. La liberación de aldosterona aumenta la volemia, la PA y la excreción de K<sup>+</sup> causando hipopotasemia. Principalmente se da a nivel renal, promoviendo la reabsorción de Na<sup>+</sup> y agua, y la secreción de K<sup>+</sup>. También actúa sobre las glándulas sudoríparas, salivares y sobre la mucosa intestinal, donde realiza la misma acción; grandes cantidades de cloruro sódico son reabsorbidos e iones de potasio y bicarbonato serán eliminados
- Las proteínas tienen una elevada concentración en plasma y baja en el líquido intersticial por lo que retiene agua. Presión oncótica.

# I- BALANCE HIDRICO: calidad del agua

Total Heterotrophic Bacteria : 100 CFU/100 ml  
Coliform Bacteria 50 CFU/100 ml

Table 1. Drinking water quality standards for poultry

Contaminant or characteristic	Level considered average	Maximum acceptable level	Remarks
<b>Bacteria</b>			
Total bacteria	0/ml	100/ml	0/ml is desirable
Coliform bacteria	0/ml	50/ml	0/ml is desirable
<b>Nitrogen compounds</b>			
Nitrate	10 mg/l	25 mg/l	Levels from 3 to 20 mg/l may affect performance.
Nitrate	0.4 mg/l	4 mg/l	
<b>Acidity &amp; hardness</b>			
pH	6.8-7.5	—	a pH of less than 6.0 is not desirable. Levels below 6.3 may degrade performance.
Total hardness	60-180	—	Hardness levels less than 60 are unusual. Levels above 180, very hard.
<b>Naturally occurring chemicals</b>			
Calcium	60 mg/l		
Chloride	14 mg/l	250 mg/l	Levels as low as 14 mg/l may affect performance if the sodium level is higher than 50 mg/l.
Copper	0.002 mg/l	0.6 mg/l	Higher levels produce a bitter flavor.
Iron	0.2 mg/l	0.3 mg/l	Higher levels produce a bad odor and taste.
Lead	—	0.02 mg/l	Higher levels are toxic.
Magnesium	14 mg/l	125 mg/l	Higher levels have a laxative effect. Levels greater than 50 mg/l may affect performance if the sulfate level is high.
Sodium	32 mg/l	—	Levels above 50 mg/l may affect performance if the sulfate or chloride level is too high.
Sulfate	125 mg/l	250 mg/l	Higher levels have a laxative effect. Levels above 50 mg/l may affect performance if magnesium and chloride levels are high.
Zinc	—	1.50 mg/l	Higher levels are toxic.

MISSISSIPPI - GEORGIA

Alrededor de pH= 6.0-6.8 Adecuado,

# II- BALANCE ÁCIDO-BÁSICO: pH

	(H <sup>+</sup> ) (M)	pH		(OH <sup>-</sup> ) (M)	pOH
1.0		0		1x10 <sup>-14</sup>	14
0.1	1x10 <sup>-1</sup>	1		1x10 <sup>-13</sup>	13
	1x10 <sup>-2</sup>	2		1x10 <sup>-12</sup>	12
	1x10 <sup>-3</sup>	3		1x10 <sup>-11</sup>	11
	1x10 <sup>-4</sup>	4		1x10 <sup>-10</sup>	10
	1x10 <sup>-5</sup>	5		1x10 <sup>-9</sup>	9
	1x10 <sup>-6</sup>	6		1x10 <sup>-8</sup>	8
	1x10 <sup>-7</sup>	7		1x10 <sup>-7</sup>	7
	1x10 <sup>-8</sup>	8		1x10 <sup>-6</sup>	6
	1x10 <sup>-9</sup>	9		1x10 <sup>-5</sup>	5
	1x10 <sup>-10</sup>	10		1x10 <sup>-4</sup>	4
	1x10 <sup>-11</sup>	11		1x10 <sup>-3</sup>	3
	1x10 <sup>-12</sup>	12		1x10 <sup>-2</sup>	2
	1x10 <sup>-13</sup>	13	0.1	1x10 <sup>-1</sup>	1
	1x10 <sup>-14</sup>	14	1.0		0

Un pH 7 significa que una solución posee 10<sup>7</sup>g de iones H/l. Al traducir este logaritmo a números, pH 7 significa que la solución posee 0.0000001 g de iones H/l. La solución de pH 6 posee 0.000001 g de H/l, y la de pH 8 posee 0.00000001 g de H/l. La solución con pH 7 posee 10 veces mas iones H que la solución con pH 8, y que el pH disminuye según aumenta la concentración de H.

## Producción de ácidos en un organismo:

**ÁCIDOS VOLATILES:** Un ave de 2 kg que consume carbohidratos produce suficiente CO<sub>2</sub> para proveer 19000 mmoles de H<sup>+</sup>.

**ÁCIDOS FIJOS:** ácido sulfúrico, es un producto final de la oxidación de metionina y cisteína y el ácido fosfórico es formado por el metabolismo de fosfolípidos, ácidos nucleicos, fosfocreatinas y fosfogliceridos.

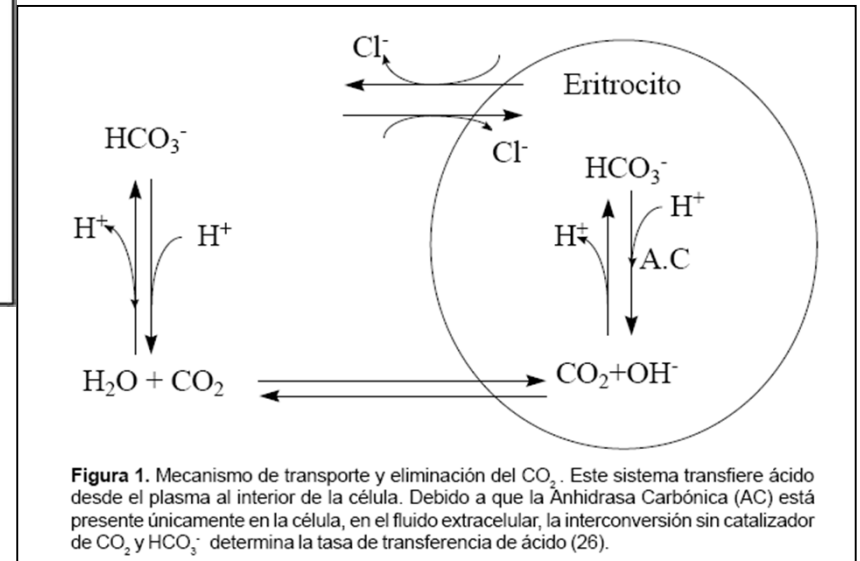
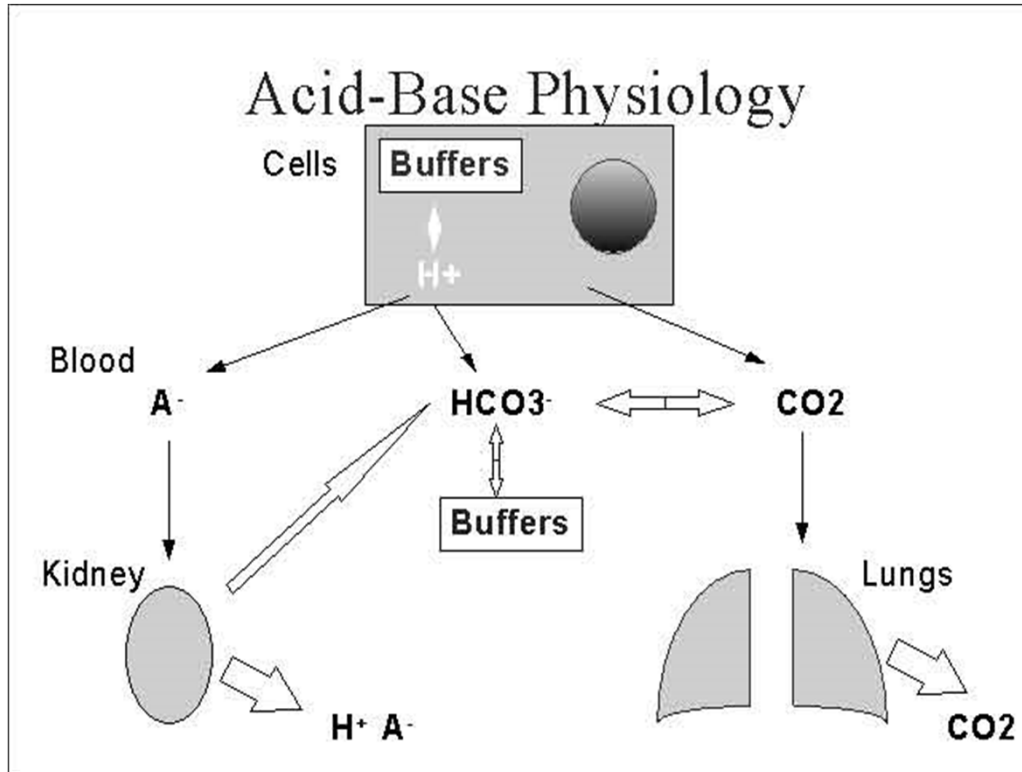
**ÁCIDOS ORGÁNICOS:** a. láctico, a. acetoacético y beta OH butírico, se forman en el metabolismo de grasas y carbohidratos, normalmente ellos son oxidados a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O y así no afecta directamente el pH de los fluidos corporales, sin embargo bajo condiciones específicas ellos pueden acumularse causando acidosis. El a. acético, cítrico, isocítrico, láctico, úrico y piruvato puede también contribuir a la acidez dependiendo de la composición de la ración y el medio ambiente

-



# II- BALANCE ÁCIDO-BÁSICO:

## Sistema de regulación del pH



**Figura 1.** Mecanismo de transporte y eliminación del  $CO_2$ . Este sistema transfiere ácido desde el plasma al interior de la célula. Debido a que la Anhidrasa Carbónica (AC) está presente únicamente en la célula, en el fluido extracelular, la interconversión sin catalizador de  $CO_2$  y  $HCO_3^-$  determina la tasa de transferencia de ácido (26).

# II- BALANCE ÁCIDO-BÁSICO:

## Alteración

a. **Alcalosis metabólica:** Se produce por aumento en la concentración del **bicarbonato**, se presenta por: Ingestión o incorporación de Lactato de Na<sup>+</sup> Pérdida o incorporación de H<sup>+</sup> por **VÓMITO** o por vía renal cuando hay déficit de K<sup>+</sup>

Se soluciona la alteración por:

Compensación respiratoria (hipo ventilación)

Compensación renal (aumentado su excreción)}

b. **Acidosis metabólica:** Se produce por un descenso del bicarbonato ( $\text{HCO}_3^- < 20 \text{ mmol/L}$ ). Se origina por:

Incapacidad renal de eliminar H<sup>+</sup>

Excesiva ingestión de sustancias ácidas

Producción interna de ácido láctico, ayunos prolongados, consumo elevado de proteínas.

Pérdida de bicarbonato por **DIARREAS** profusas.

Se compensa por:

Por medio de la estimulación de quimiorreceptores que activan el centro respiratorio, al incrementar la ventilación disminuye la presión parcial de CO<sub>2</sub>.

## c. **Acidosis respiratoria**

Se produce por aumento del **ácido carbónico**:

- Cuando hay una hipo ventilación y por consiguiente una hipercapnia por obstrucción bronquial, enfisema, depresión del sistema respiratorio, poliomielitis y sobredosis de barbitúricos.

Se compensa : por medio de filtración renal, secretado H<sup>+</sup>.

## d. **Alcalosis respiratoria**

Se llama así cuando hay una disminución del ácido carbónico, su etiología es una hiperventilación producida por:

- Perturbaciones psíquicas.

Se compensa: renalmente, el riñón excreta bicarbonato y retiene H<sup>+</sup>

# II- BALANCE ÁCIDO-BÁSICO:

## Alteración

- La **ACIDOSIS METABÓLICA** (diarrea), debido a la pérdida de secreciones alcalinas digestivas. Si el consumo de alimento es disminuido, la acumulación de cuerpos cetónicos resultante del metabolismo podría agravar alguna acidosis existente. La acidosis puede contribuir a hiperkalemia por estimulación de la resorción del K a nivel renal en intercambio por  $H^+$  (elevando su nivel circulante)
- La hiperkalemia produce daño al miocardio, la administración de K contenido en fluidos a animales deshidratado (con excesiva diarrea) es un procedimiento potencialmente dañino.



- ▶ En la formación de la cascara del huevo disminuye el pH sanguíneo debido al proceso de calcificación (**ACIDOSIS METABÓLICA**) y afecta la calidad del huevo.
- ▶ Kildeberg *et al* (1969) estimó que 0,90 moles de ácido es liberado por cada 1 mol de calcio depositado en la cáscara.
- ▶ Mongin, demostró que 2 H son generados por cada molécula de  $CaCO_3$  sintetizado en la glándula de la cáscara, conduciendo a la acidosis hasta las 22nd horas después de la ovulación.



# II- BALANCE ÁCIDO-BÁSICO:

## Alcalosis respiratoria en estrés calórico

El calor, jadeo: pérdida de  $\text{CO}_2$ , conduce a disminuir la presión parcial de  $\text{CO}_2$  con una consecuente reducción del ácido carbónico sanguíneo ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) sanguíneo, y concentraciones de  $\text{H}^+$ . Los riñones luego incrementan  $\text{H}_2\text{CO}_3$  y reducen la excreción de  $\text{H}^+$  en la orina, esto conduce a una condición: **ALCALOSIS RESPIRATORIA**

Esta pérdida de la sangre reduce su capacidad amortiguadora, aunque esto puede conducir a una alcalosis metabólica. Esta disminución de la capacidad amortiguadora puede hacer que los iones  $\text{H}^+$  generados durante la formación del cascarón se neutralicen poco. Lo cual de nuevo puede interferir con la producción de  $\text{CO}_3$  (huevos con cascara mas delgada)



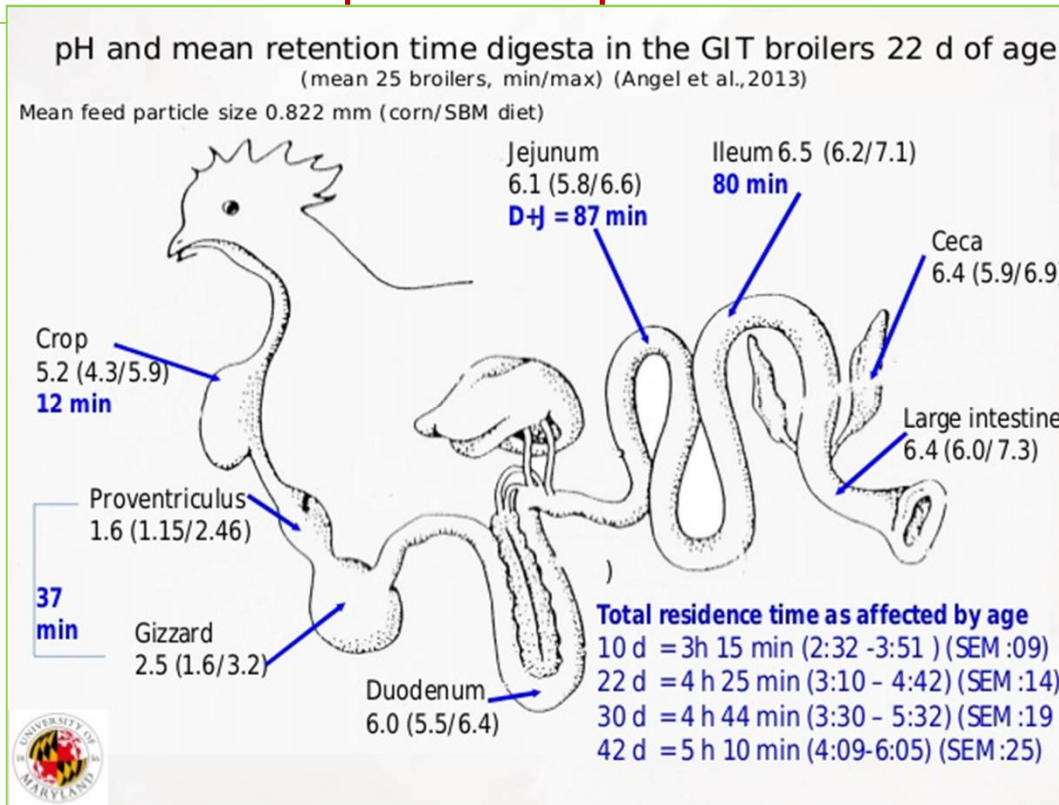
### Golpe de Calor

- Hiperventilación aumenta pérdida de  $\text{CO}_2$ .
  - Menor disponibilidad de bicarbonato.
  - Alcalosis metabólica ( $\uparrow \text{pH}$ ).
- (Alcalosis + menor ingesta de pienso por calor + incremento consumo agua = deficiencias asimilación de calcio).



# II- BALANCE ÁCIDO-BÁSICO:

## Impacto del pH del alimento – SGI en pollos



**pH de segmentos del SGI varia en función del pH del agua: 5.8/8.1 (Angel et al., 2013)**

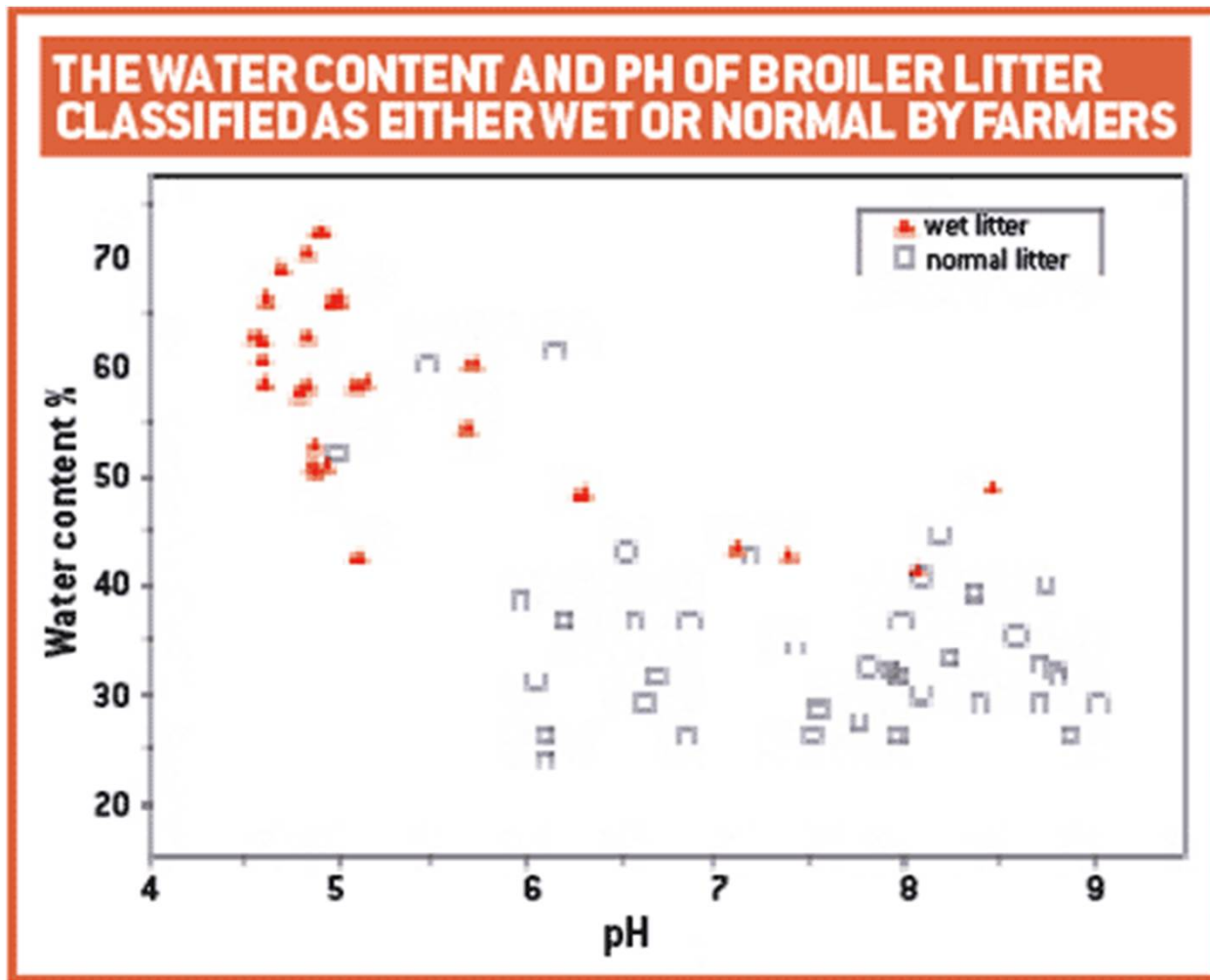
**Acido cítrico = 2.04**

**Alimento: harina = 7.50; Peletizado = 7.75**

Ingredientes	pH
Maíz	5.76
Aceite vegetal	5.27
Harina soya	6.48
Soya integral	6.12
Harina algodón	5.88
Harina pescado	5.12
DL metionina	5.65
Premix vit-min	5.25
Cloruro colina	6.38
NaCl	6.48
Bicarbonato Na	8.03
Carbonato Ca	8.60
Fosfato monoCa	3.65

# II- BALANCE ÁCIDO-BÁSICO:

Contenido de H° y pH de la cama de pollos



# II- BALANCE ÁCIDO-BÁSICO:

Acid-binding capacity (ABC) de los ingredientes

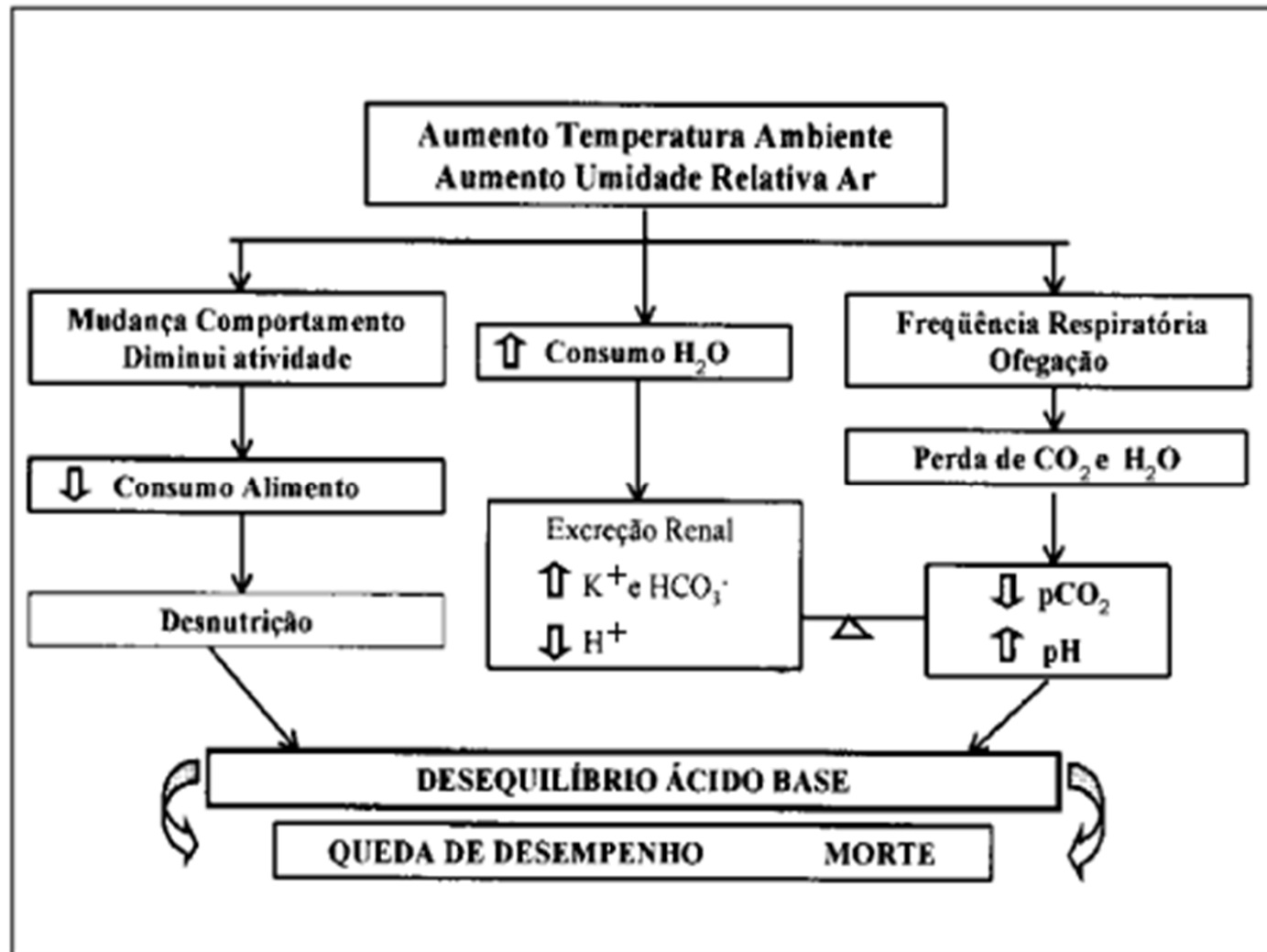
Ingrediente	ABC (mEq/Kg)
Maíz	182
Trigo	400
Salvado de trigo	689
Aceite vegetal	226
Soya integral	757
Harina de soya	707
Harina de algodón	323
Harina de girasol	618
Harina pescado	596
Harina de carne	394
DL Metionina	273
Premix vit	1332
Premix min	1082

(ABC) ??

Ingrediente	ABC (mEq/Kg)
Cloruro colina	305
NaCl	137
Bicarbonato Na	12133
Carbonato Ca	8933
Conchuela molida	3876
Fosfato dicalcico	1124
Fosfato monoCa	665
Levadura	723
Salynomicin	433
Alimento harina	839
Alimento pellets	819
Acido citrico	-4075

# II- BALANCE ÁCIDO-BÁSICO:

Estrés calórico-Impacto en las aves





# III- BALANCE ELECTROLITICO:

	Membrana Cellulare	Membrana Endoteliale
Na <sup>+</sup>	±10	144      151
K <sup>+</sup>	160	4          4.3
Ca <sup>++</sup>	-	2.5       5.4
Mg <sup>++</sup>	35	1.5       3.2
Cl <sup>-</sup>	± 2	114      109.7
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	± 8	30       28.7
Ac. Organici	140	5          5.3
Proteine	55	0          17

Cellula
Interstizio
Plasma



La mayoría del sodio está en el compartimento extracelular. La entrada de sodio es fundamentalmente por la ingestión de alimentos y bebida. En circunstancias normales la mayoría del sodio se elimina vía renal, y una mucho menor proporción por el sudor y el tracto gastrointestinal

## Principales componentes iónicos (mEq/L)

	Aqua	Cationes	Aniones
Espacio intracelular	40%	Potasio (75%) Magnesio (17%) Sodio (06%)	Fosfatos (50%) Sulfatos (10%) Proteínas (34%) Bicarbonato (05%)
Espacio intersticial (escaso en proteínas)	15%	Sodio (90%) Potasio (02%)	Cloro (71%) Bicarbonato (18%)
Espacio intravascular	5%	Sodio (86%) Potasio (04%)	Cloro (62%) Bicarbonato (15%) Proteínas (09%)

# III- BALANCE ELECTROLITICO:

## Rol de los electrolitos

- **A. MANTENIMIENTO DEL AGUA CORPORAL**
- El K es importante en mantener un balance de agua intracelular, una perdida de iones de K vía la orina reduce la capacidad del ave para mantener el balance de agua.
- Las aves al compensar la perdida de agua asociado con panting por consumir mas agua, su retención en las células del cuerpo es limitado por la perdida simultanea de electrolitos como el K en la orina (Hipokalemia o hipopotasemia)
- **B. BALANCE IONICO**

La base buffer ( $\text{HCO}_3^-$  y proteínas incluyendo Hb) es considerado ser la conexión entre el balance acido-básico y el BED

Figure 1. Gamble Diagram: Relationship of electrolytes and acid-base balance in human blood plasma (Rooth, 1969).

TOTAL	
CATION (+) 153 mEq/L	ANION (-) 153 mEq/L
	101 Cl
Na <sup>+</sup> 142	26 HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> } Buffer Base*
	16 Proteins }
K <sup>+</sup> 4	
Ca <sup>2+</sup> 5	10 Other Anions (Phosphate, Sulfate, Lactate, Pyruvate)
Mg <sup>2+</sup> 2	

\*Buffer base ( $\text{HCO}_3^-$  and proteins including hemoglobin) is considered to be the connecting link between acid-base balance and dietary electrolyte balance.

**Es afectado principalmente por el abastecimiento en la dieta, pero también por la producción de acido endógeno y la tasa de aclaramiento renal**

# III- BALANCE ELECTROLITICO: BED

can be described by the following equation:

$$\text{Relative level} = \frac{\text{mEq cations} = \text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K}}{\text{mEq anions} = \text{PO}_4 + \text{Cl} + \text{SO}_4}$$

$$\text{ingested (Anions - Cations)}_t + \text{endogenous H}^+ = \text{excreted (Anions - Cations)}$$

According to Mongin (1981) the result of the acid power of  $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$  intake is equal to the difference of excreted cations and anions ( $\text{excreted (cations - anions)}$ ) plus the production of endogenous acid ( $\text{endogenous H}^+$ ), plus excess bases (BEecf) or alkaline reserves. The optimal electrolyte intake, in terms of acid-base balance can minimize the presence of BEecf, tending to zero. The optimal requirement of electrolyte balance was defined in terms of  $\text{mEq}(\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-)/\text{kg}$  of feed around 250  $\text{mEq}/\text{kg}$ .

$$\text{or, } \text{ingested (Anions - Cations)} = \text{excreted (Anions - Cations)} + \text{endogenous H}^+ + \text{BEecf}$$

Conversión de miligramos por 100 ml (mg%) a miliequivalentes por litro (mEq/L):

$$\text{mEq/L} = \frac{\text{mg}/100 \text{ ml} \times 10 \times \text{valencia}}{\text{peso atómico}}$$

Ejemplo: convierta 15,6 mg%  $\text{K}^+$  en mEq/L  
Peso atómico del potasio = 39  
Valencia del potasio = 1

$$\text{mEq/L} = \frac{15,6 \times 10 \times 1}{39} = \frac{156}{39} = 4$$

Por lo tanto: 15,6 mg/ 100 ml de  $\text{K}^+$  = 4 mEq/L

## FUENTES DE SALES:

- ▶ SODIO:  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ .
- ▶ POTASIO:  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KCl}$
- ▶ CLORO:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{KCl}$ .
- ▶  $\text{NaCl}$ ..... Incrementa presión sanguínea: hipertensinogenico
- ▶  $\text{KCl}$ ..... Disminuye presión sanguínea: antihipertensinogenico
- ▶ Los iones monovalentes, tienen alto coeficiente de absorción que los iones divalentes.
- ▶ Con cuanto mEq/kg de BED aporta 0.1 % de bicarbonato?
- ▶ Si se tiene un BED de 190 mEq/kg, cuanto de bicarbonato de sodio se debe agregar en la dieta para obtener un BED de 250 mEq/kg?
- ▶ **QUE CANTIDAD MÁXIMA DE SAL DEBE IR EN LA DIETA DE POLLOS???**

# III- BALANCE ELECTROLITICO:

## BED AVES

- El alimento debe ser formulado con un BED de 180 – 260 mEq/kg.
- Borges (2011): demostró que el mejor BED pre-starter: 246 – 277 mEq/kg (encontró también que altos niveles de Cl<sup>-</sup> en el alimento disminuye pH en sangre, que perjudica crecimiento)
- Bajo condiciones normales el contenido de agua y electrolitos son mantenidos dentro límites estrechos, pero cuando los electrolitos son perdidos o ganados y el contenido de agua no cambia: IMBALANCE OSMOTICO.
- Los niveles de K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup> disminuyen conforme la T° incrementa , mientras que el nivel de Cl<sup>-</sup> incrementa. Este incremento en Cl<sup>-</sup> puede deprimir la excreción de H<sup>+</sup> y disminuye la reabsorción de bicarbonato contribuyendo a: ACIDIFICACION SANGUINEA.
- Los nutricionistas añaden sales: **KCl** y NaHCO<sub>3</sub>, al alimento o agua de aves estresadas por calor. Incremento del consumo de sales conduce a un incremento del consumo de agua que reduce la temperatura corporal y reduce el estrés calórico.