

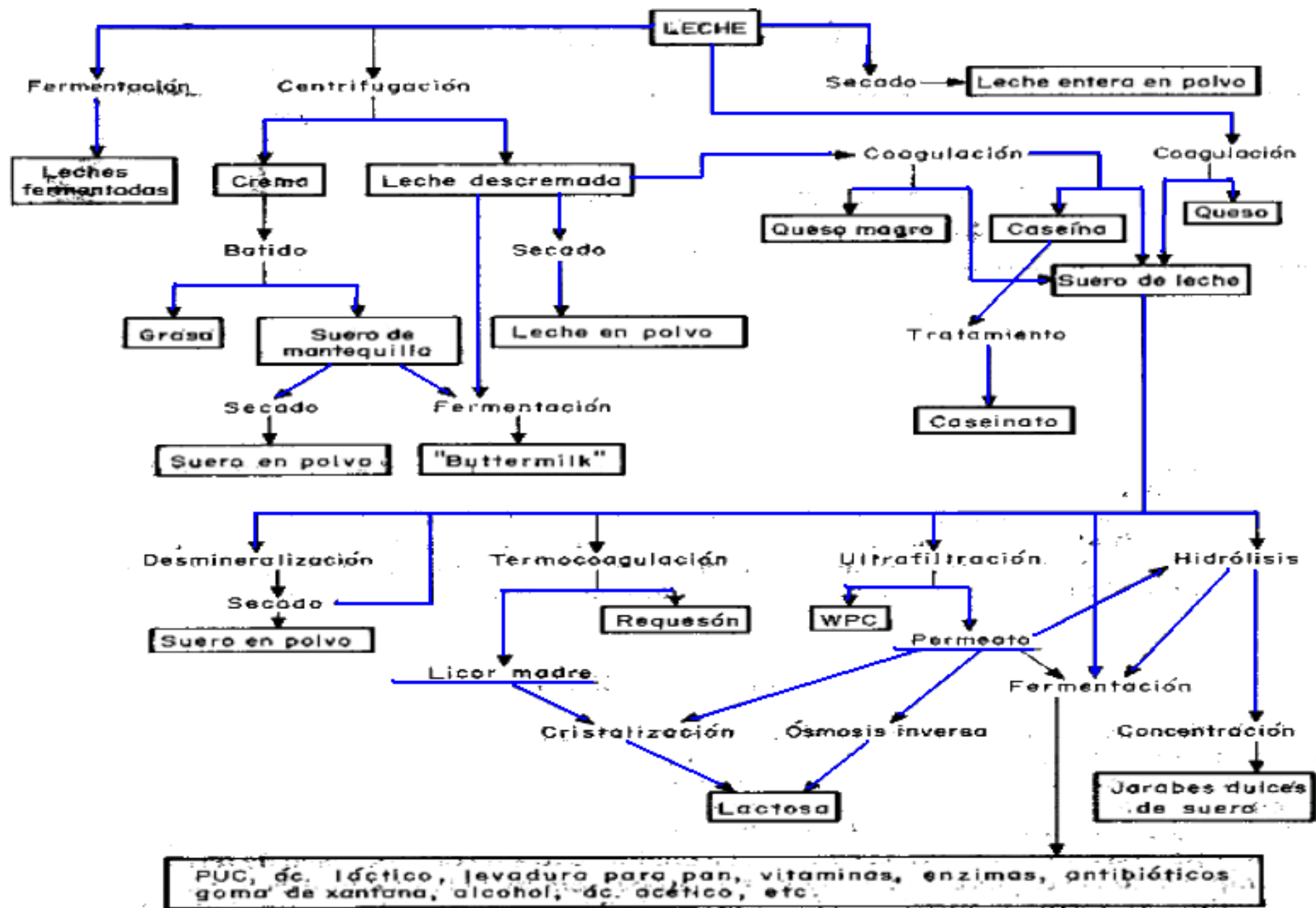


Figura 1. Productos derivados de la leche a través de diferentes procesos.

3.- Definición...(fisiológica):

- “La leche es el líquido segregado por las hembras de los mamíferos a través de las glándulas mamarias, cuya finalidad básica es alimentar a su cría durante un determinado tiempo”.

Definición...(legal):

- Es el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración posterior (Dec 616 de Febrero de 2006)

...definición (FIL):

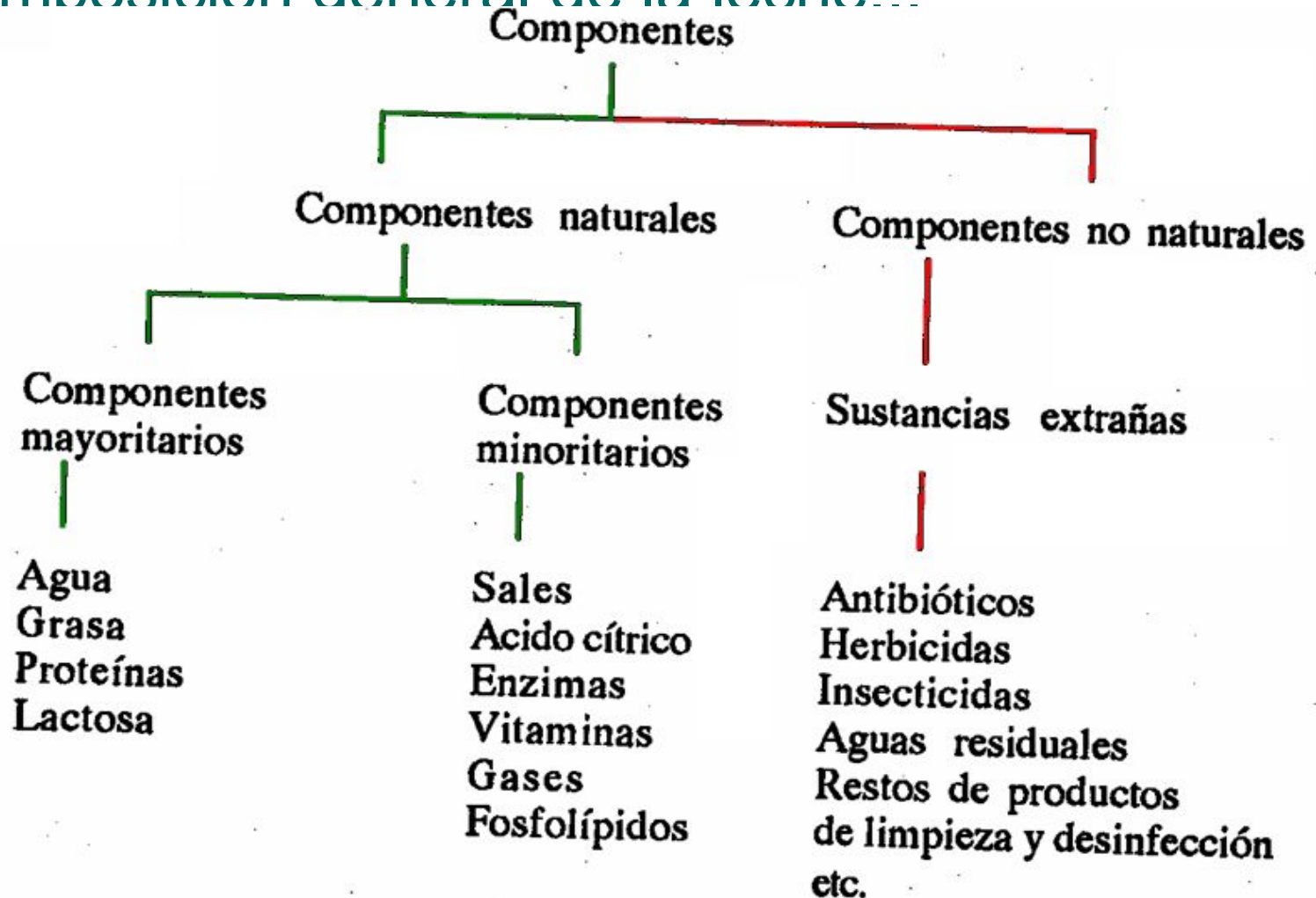
- Secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior.

...definición:

- Es un líquido de composición compleja, blanco y opaco, de sabor ligeramente dulce y de pH cercano a la neutralidad. De olor característico y puro. Debe tener una consistencia (coherencia entre sus partículas) homogénea y carecer de grumos y copos.

4. Química Lactológica.

Composición general de la leche...



Componentes de diferentes leches...

Tabla 2./2. Composición media de la leche de mujer, de vaca y de las hembras de otras especies animales¹.

	Propor- ción de extracto seco en %	Materia grasa en %	Proteí- na to- tal en %	Caseína en %	Proteí- nas del suero en %	Lactosa en %	Ceni- zas en %
Mujer	12,4	3,8	1,0	0,4	0,6	7,0	0,2
Vaca	12,7	3,7	3,4	2,8	0,6	4,8	0,7
Cabra	13,2	4,5	2,9	2,5	0,4	4,1	0,8
Oveja	19,3	7,4	5,5	4,6	0,9	4,8	1,0
Burra	8,5	0,6	1,4	0,7	0,7	6,1	0,4
Yegua	11,2	1,9	2,5	1,3	1,2	6,2	0,5
Búfala	17,2	7,4	3,6	-	-	5,5	0,8
Camella	13,6	4,5	3,6	2,7	0,9	5,0	0,7
Llama	16,2	2,4	7,3	6,2	1,1	6,0	-
Yak	17,3	6,5	5,8	-	-	4,6	0,9
Anta	21,5	10,0	8,4	-	-	3,8	1,5
Rena	33,1	16,9	11,5	-	-	2,8	-

¹Kielwein, G.: Leitfaden der Milchkunde und Milchhygiene, Berlin und Hamburg: Verlag Paul Parey 1976.

Componentes de diferentes leches...

Composicion de diferentes tipos de leche

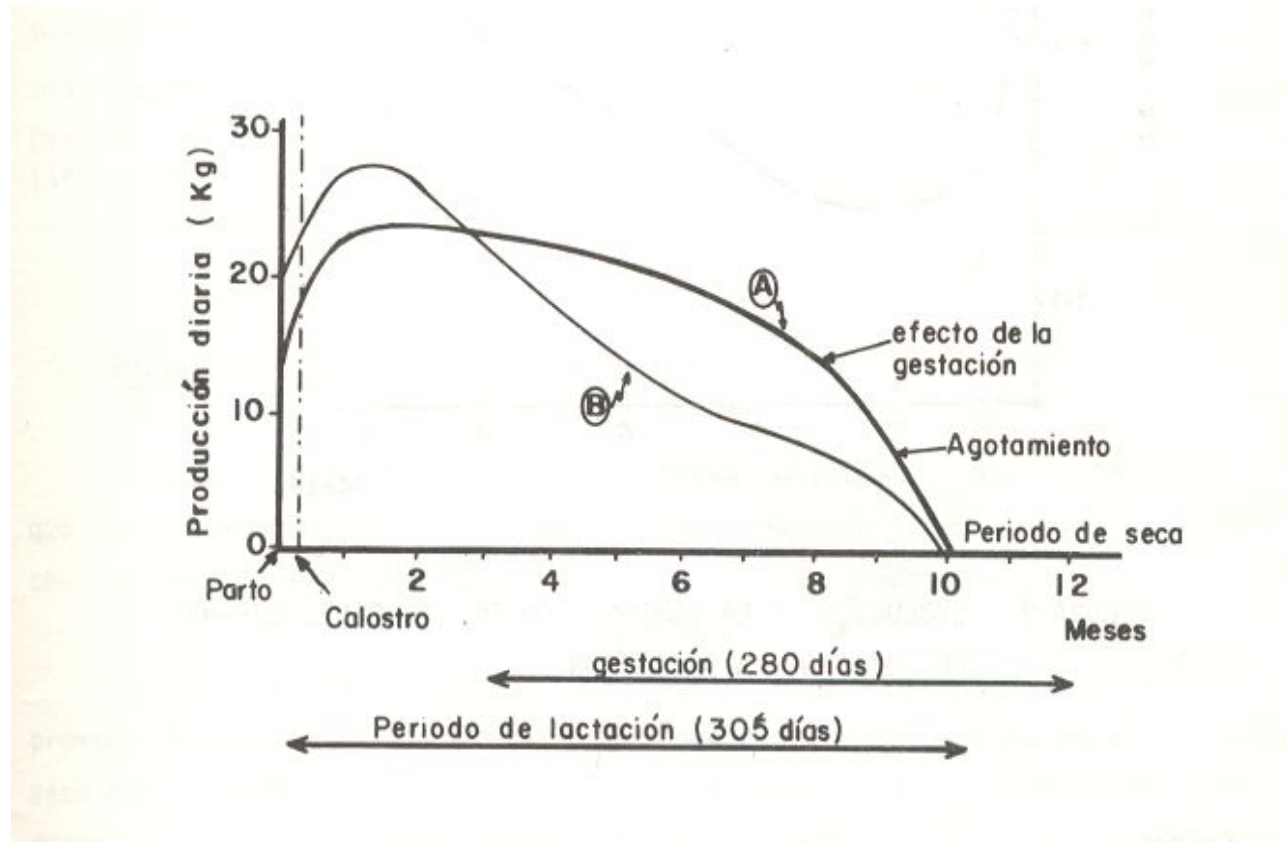
Leche	Materia seca	Grasa %	Lactosa %	Minerales %	Proteínas totales	Caseína %
Leche humana	11.7	3.5	6.5	0.25	1.4	28
Yegua	10.0	1.5	5.9	0.4	2.2	50
Burra	10.0	1.5	6.2	0.5	1.8	45
Vaca	12.5	3.5	4.7	0.8	3.5	78
Cabra	13.8	4.3	4.7	0.8	4.0	75
Oveja	19.1	7.5	4.5	1.1	6.0	77
Bufala	17.8	7.5	4.7	0.8	4.8	80
Rena	31.9	17.5	2.5	1.5	10.4	80
Cerda	18.3	6.0	5.4	0.9	6.0	50
Gata	20.0	5.0	5.0	1.0	9.0	33
Perra	25.2	10.0	3.0	1.2	11.0	50
Coneja	29.3	12.0	1.8	2.0	13.5	70

4.2. Componentes de la leche de vaca...

Composición cuantitativa de la leche de vaca

CONSTITUYENTE PRINCIPAL	LIMITES DE VARIACIÓN (%)	VALOR MEDIO (%)
Agua	85 - 89.5	87.5
Sólidos totales	10.5 - 14.5	13.0
Grasa	2.5 - 6.0	3.9
Proteínas	2.9 - 5.0	3.4
Lactosa	3.6 - 5.5	4.8
Minerales	0.6 - 0.9	0.8

4.3. Factores que influyen en la producción y composición de la leche:



...Ciclo de lactación:

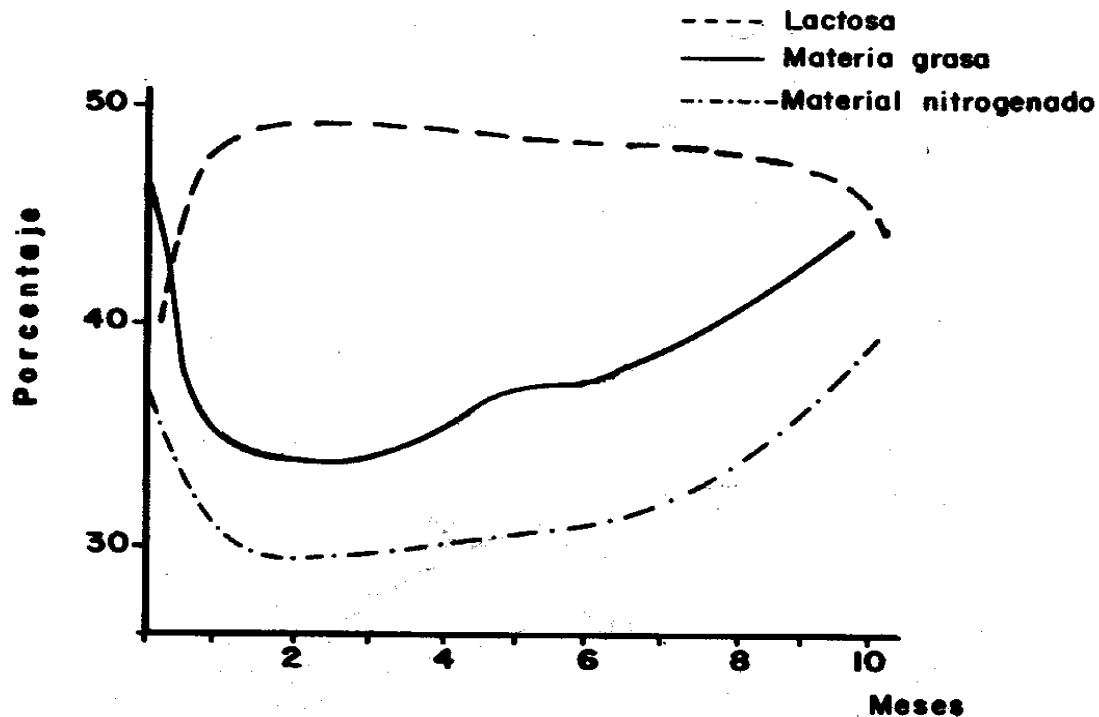


FIGURA 2.- EVOLUCION DE LA COMPOSICION DE LA LECHE, DURANTE EL CURSO DE LA LACTACION.

b) Calostro:

TABLA 2.- COMPOSICION DEL CALOSTRO DE VACA

	Densidad	Extracto seco %	Materia grasa %	Materia nitroge- nada %	Lactosa %	Sales %
Primer ordeña tras el parto	1.060	25.2	5.0	16.0	3.0	1.2
Después de 1 día	1.040	17.6	4.6	8.5	3.5	1.0
Después de 2 días	1.034	15.8	4.3	6.5	4.1	0.9
Después de 3 días	1.032	13.6	4.0	4.5	4.3	0.8
Después de 10 días (leche normal)	1.032	13.1	3.9	3.5	4.9	0.8

CALOSTRO: Para los efectos del presente reglamento técnico, no se considera como leche apta para el consumo humano, al producto obtenido de los animales lecheros dentro de los quince (15) días anteriores y los siete (7) posteriores al parto. (Dec 616 de 2006)

c) Influencia de la alimentación...

- Factores:
- Cantidad. descenso en la producción y aumento en el extracto seco.
- Composición del alimento. Insuficiencia de la celulosa o paja reduce el contenido graso. Aumento en la ración de grasa no tiene influencia en la composición.

d) Influencia de los factores climáticos...

TABLA 3.- INFLUENCIA DE LA EPOCA DEL AÑO EN LA COMPOSICION DE LA LECHE.

Mes	No.de Vacas	No. de Muestras	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	Cenizas %	Sólidos Totales %
Enero	130	227	4.31	3.67	4.87	0.72	13.57
Febrero	127	199	4.22	3.62	4.89	0.72	13.45
Marzo	134	228	4.16	3.56	4.98	0.71	13.41
Abril	128	210	4.10	3.54	5.01	0.71	13.37
Mayo	132	208	4.10	3.53	5.04	0.71	13.37
Junio	124	201	3.96	3.45	5.02	0.70	13.13
Julio	123	195	3.95	3.46	5.02	0.70	13.12
Agosto	116	173	3.95	3.54	5.00	0.69	13.18
Septiembre	109	176	4.10	3.62	4.96	0.70	13.38
Octubre	112	182	4.24	3.66	4.92	0.71	13.53
Noviembre	119	207	4.27	3.69	4.88	0.72	13.55
Diciembre	128	220	4.30	3.65	4.92	0.72	13.59

e)Influencia del ordeño...

TABLA 4.- CAMBIOS EN LOS PORCENTAJES DE GRASA EN LECHE DURANTE LA ORDEÑA.

Ordeña	Vaca 1	Vaca 2	Vaca 3
Primera	0.57	2.09	1.73
Segunda	1.82	2.66	2.65
Tercera	4.15	3.66	3.82
Cuarta	5.56	6.42	4.80

f) raza...

TABLA 5.- VARIACION EN LA COMPOSICION DE LECHE, DEBIDO A LA RAZA

Raza de Vaca	No. de Vacas	Agua %	Lactosa %	Grasa %	Proteínas %	Cenizas %
Jersey	29 495	85.09	4.93	5.37	3.92	0.71
Guernsey	32 562	85.39	4.93	4.95	3.91	0.74
Pardo Suizo	721	86.59	5.04	4.01	3.61	0.73
Ayrshire	6 999	87.10	4.67	4.00	3.58	0.68
Shorthorn	6 155	87.19	4.99	3.94	3.32	0.70
Holstein	37 598	87.74	4.87	3.40	3.32	0.68
CEBU	—	84.37	4.92	6.05	3.88	0.78

4.4. Componentes de la Leche...

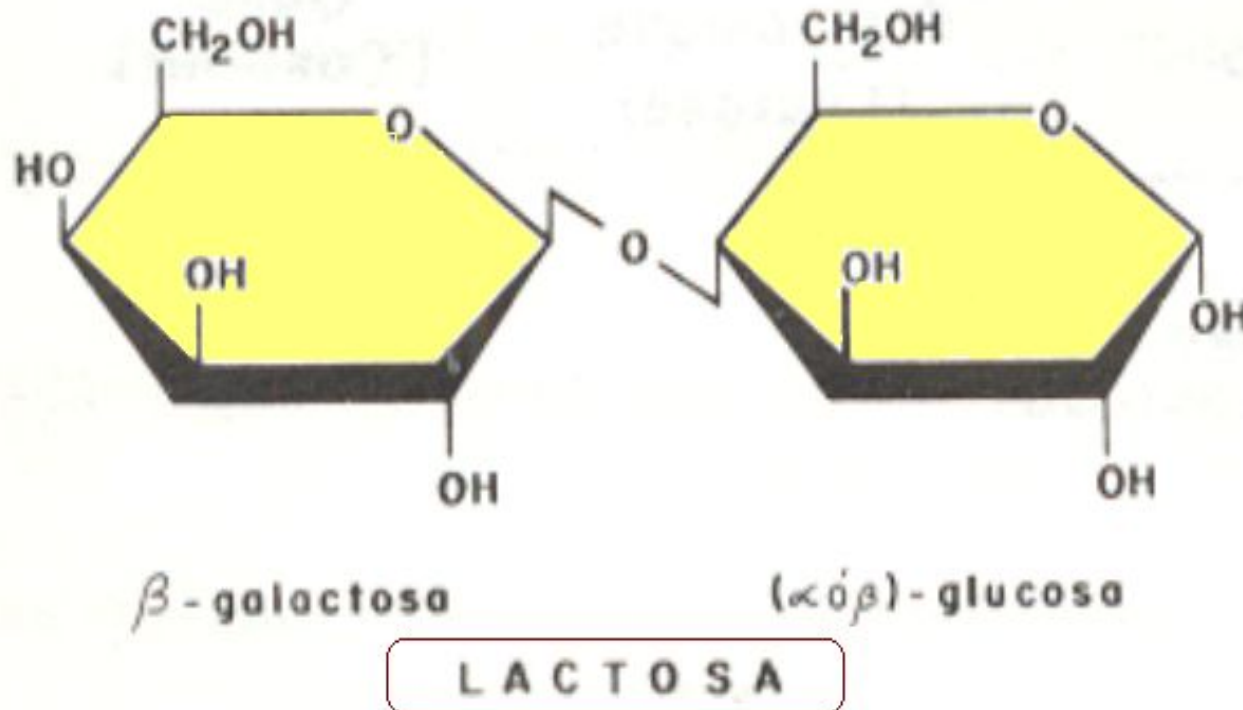
- Agua.- constituye la fase continua de la leche y es el medio de soporte para sus componentes sólidos y gaseosos.
 - Agua libre, es la mayor parte, en ésta se mantienen en solución la lactosa y las sales.
 - Agua de enlace, es el elemento de cohesión de los componentes no solubles y es adsorbida a la superficie de estos compuestos.

Carbohidratos...

TABLA 6.- COMPOSICION DE CARBOHIDRATOS EN LA LECHE (g/l)

Componente	<u>M u j e r</u>		<u>V a c a</u>	
	Calostro	leche	Calostro	leche
Lactosa	32	62	28	50
Polisacaridos	23	12	2.5	1.0
Carbohidratos combinados	9.0	1.0	2.7	0.26

La Lactosa: el más abundante... ...y el menos variable.



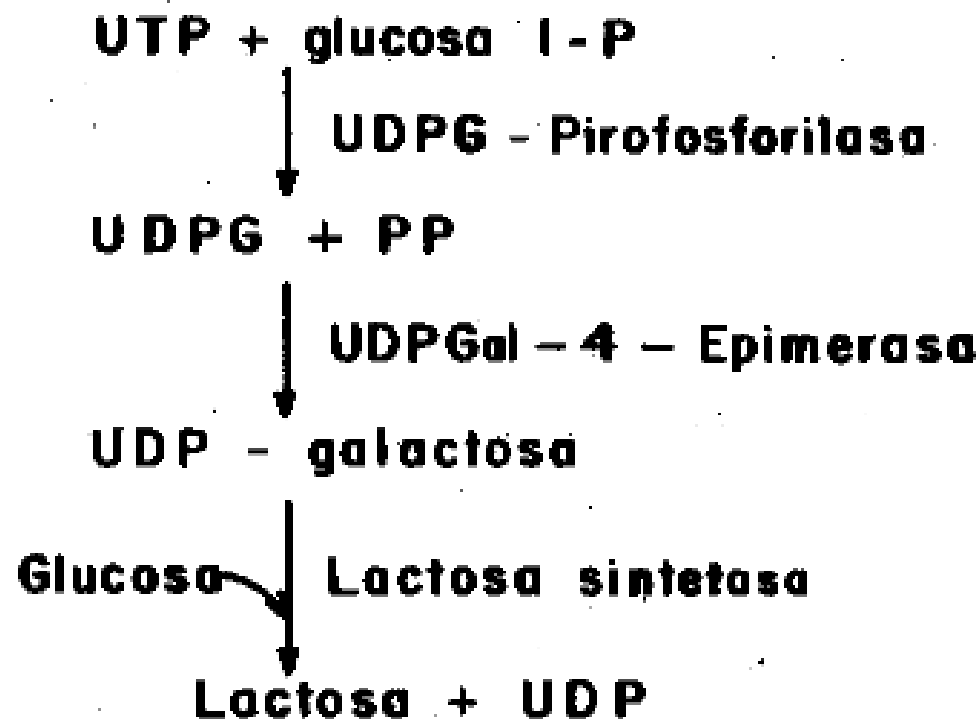


FIG. 3.- REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA SINTESIS DE LACTOSA EN LA MAMA.

Características de la lactosa...

- En la leche existen 2 isómeros: alfa (37) y beta (63%).
- Es poco soluble en agua
- Cristaliza muy rápido (a)
- Débil sabor dulce
- Forma ácido láctico al ser atacada por bacterias

Características de la lactosa...

- Se degrada por acción del calor produciéndose el sabor a leche cocida cuando se hierve, sufre primero una caramelización aunado esto a las reacciones con proteínas (r. de maillard).

Materia Grasa...características

- Se encuentra en forma de glóbulos
- Su diámetro es de 0.1 a 20 micras (0.001 mm 0 1 micra)
- 3,000 a 4,000 millones de gg/ml de leche entera.
- a mayor diámetro más fáciles de separar son.

Materia Grasa...características

- La mg de la leche es una mezcla de triglicéridos (alcohol + ac. Grasos)
- Los Acidos grasos representan alrededor del 90% de la grasa de la leche.
- El ácido butírico es el representativo en el caso de la leche.
- También existen las grasas no saponificables (pigmentos y vit. Liposolubles).

CUADRO 12.4 *Lípidos de la leche de vaca*

	<i>Porcentaje del total de lípidos</i>	<i>Concentración (g/l)</i>
Triacilglicéridos	97-98	31.20
Diacilglicéridos	0.28-0.60	0.14
Monoacilglicéridos	0.015-0.04	0.01
Fosfolípidos	0.2-1.0	0.20
Ácidos grasos libres	0.1-0.4	0.08
Esteroles	0.2-0.4	0.10
Hidrocarburos	rastros	rastros
Ésteres de esteroles	rastros	rastros

Principales ácidos grasos en la grasa de la leche

ÁCIDO GRASO	% sobre el contenido total de ácidos grasos	Punto de fusión °C
Saturados		
Ácido butírico	3 , 0 - 4 , 5	- 7,9 Líquidos a
Ácido caproico	1 , 3 - 2 , 2	- 1,5 temperatura
Ácido caprílico	0 , 8 - 2 , 5	+16,5 ambiente
Ácido caprico	1 , 8 - 3 , 8	+31,4
Ácido láurico	2 , 0 - 5 , 0	+43,6 Sólidos a
Ácido mirístico	7 , 0 - 11 , 0	+53,8 temperatura
Ácido palmítico	25 , 0 - 29 , 0	+62,6 ambiente
Ácido esteárico	7 , 0 - 13 , 0	+69,3
Insaturados		
Ácido oleico	30 , 0 - 40 , 0	+14,0 Líquidos a
Ácido linoléico	3 , 0 - 3 , 0	- 5,0 temperatura ambiente

**CUADRO 12.5 Ácidos grasos más comunes
en la grasa de la leche de vaca.**

	<i>% en peso</i>
Saturados	
Butírico	3.6
Caproico	2.3
Caprílico	1.2
Cáprico	2.2
Láurico	3.6
Mirístico	10.7
Pentadecanoico	1.7
Palmítico	25.9
Esteárico	10.1
Araquídico	0.7
Otros	0.8
<i>Total</i>	<i>62.8</i>
Monoinsaturados	
Miristoleico	1.0
Palmitoleico	1.9
Oleico	26.2
Otros	1.6
<i>Total</i>	<i>30.7</i>
Poliinsaturados	
Linoleico	2.0
Linolénico	0.7
Otros	0.2
<i>Total</i>	<i>2.9</i>
Ramificados, hidroxilados, etc.	3.6

Sustancias nitrogenadas...

- Es la parte más compleja de la leche.
- Proteínas 95%
- Sustancias nitrogenadas no prot. 5%.
- Las proteínas de la leche es con excepción del huevo el mayor valor nutricional entre diversos alimentos proteicos.

Diferentes cantidades de proteínas presentes en la leche

Tipo de proteína	% aproximado en leche desnatada	% aproximado del total de proteínas en leche desnatada	% aproximado en proteínas de leche entera
Caseínas	2,6		80
α - caseínas		50	
κ - caseínas		12	
β - caseínas		30	
Proteínas del suero	0,6		19
Seroalbúminas bovinas		1	
β - lactoglobulinas		10	
α - lactoglobulinas		4	
Inmunoglobulinas		3	
Proteínas de la membrana del glóbulo graso			5

Distribución de las proteínas de la leche

	Total de proteínas (%)	Peso molecular	Número de aminoácidos	Punto isoelectrico	Variantes
Caseínas:	80				
α_{s1}	34	23 612	199	4.1	A,B,C,D
κ	8	25 228	207		
β	25	23 980	209	4.5	A ¹ ,A ² ,A ³ ,B,C,D
κ	9	19 005	169	4.1	A,B
γ	4			5.8	A ¹ ,A ² ,A ³ ,B
Proteínas del suero	20				
β -lactoglobulina	9	18 263	162	5.3	A,B,C,D
α -lactalbúmina	4	14 174	123	5.1	A,B
proteosa peptona	4	4 000-200 000			
inmunoglobulinas	2	150 000-1×10 ⁶		4.5-8.3	
seroalbúmina	1	69 000		4.7	

Enzimas en la leche...

CUADRO 12.9. Enzimas más importantes de la leche

<i>Enzima</i>	<i>Número de clasificación</i>	<i>Localización en la leche</i>	<i>Características</i>
Lipasa	EC 3.1.1.3	90% en las micelas y 10% en el suero	Responsable de reacciones de rancidez, sobrevive a la pasteurización y puede reactivarse en productos esterilizados; pH óptimo 8.6
Proteasa	EC 3.4.4.	Asociada con las micelas	Resistencia al calor, actividad de endopeptidasa, se encuentra en muy bajas concentraciones; pH óptimo 8.8
Fosfatasa alcalina	EC 3.1.3.1	80% en la membrana del glóbulo de grasa y el resto en la fase acuosa	Usada como índice de pasteurización adecuada, puede haber reactivación en productos tratados a altas temperaturas
Catalasa	EC 1.11.1.6	Asociada con la membrana del glóbulo de grasa, con las micelas y con el suero	Aumenta por los leucocitos y se usa como prueba de mastitis; pH óptimo 7.0
Lactoperoxidasa	EC 1.11.1.7	Suero	La más resistente al calor, usada para detectar tratamientos térmicos muy fuertes en productos lácteos; pH óptimo 6.8
Xantina oxidasa	EC 1.2.3.2	Asociada con la membrana del glóbulo de grasa	Se desconoce su función en la leche, degrada flavin-adenina-dinucleótido a flavin-mononucleótido y riboflavina; tal vez sea ésta la razón del alto contenido de riboflavina en la leche.

Vitaminas en dif. Tipos de leche...

CUADRO 12.10 Composición vitamínica de la leche¹

	Cruda	Pasteurizada ^b	UHT ^c	Concentrada ^a	En polvo (100 g)	Humana (100 g)
Vit. A, UI ^d (actividad total)	150	150	150	375	1 150	160
Vit. D, UI	2	2	2	5	15	1.5
Vit. E, μg	80					500
Tiamina (B ₁), μg	45	42	42	67	310	15
Riboflavina (B ₂), μg	150	150	150	375	1 150	40
Ác. pantoténico, μg	350	350	350	875	2 700	200
Ác. nicotínico (PP), μg	100	100	100	250	700	170
Biotina, μg	1.5	1.5	1.5	3.4	10	0.4
Vit. B ₆ , μg	35	35	35	35	265	10
Vit. B ₁₂ , μg	0.3	0.3	0.24	0.10	1.6	0.1
Vit. C, μg	2 000	1 800	1 800	2 000	13 000	4 000

a. Nivel de concentración $\times 2.5$

b. 72°C. 15 segundos.

c. 130-140°C, durante menos de un segundo.

d. UI: unidad internacional; para la vit. A, UI corresponde a 0.3 μg de axeroftol o 0.6 μg de caroteno; para la vit. D, 1 UI = 0.025 μg .

Principales sales de la leche...

Concentración de las principales sales de la leche

Concentración (mg/100 g)

<i>Componente</i>	<i>Total</i>	<i>Coloidal</i>	<i>Soluble</i>
Calcio	117.7	81.1	36.6
Magnesio	12.1	4.3	7.8
Citrato	176.0	19.0	158.0
Fósforo	95.1	50.8	44.2
Sodio	58.0	54.5	3.5
Potasio	140.0	10.0	130.0
Cloruro	104.5	0	104.5

5.- Estados de dispersión de la leche...

- La leche presenta 3 edos. físicos de dispersión de sus múltiples componentes:
 - b) Solución; lactosa, sales, cationes, vit. Hid.
 - c) Dispersión coloidal formada por las proteínas, y
 - d) Emulsión formada por las sustancias liposolubles.

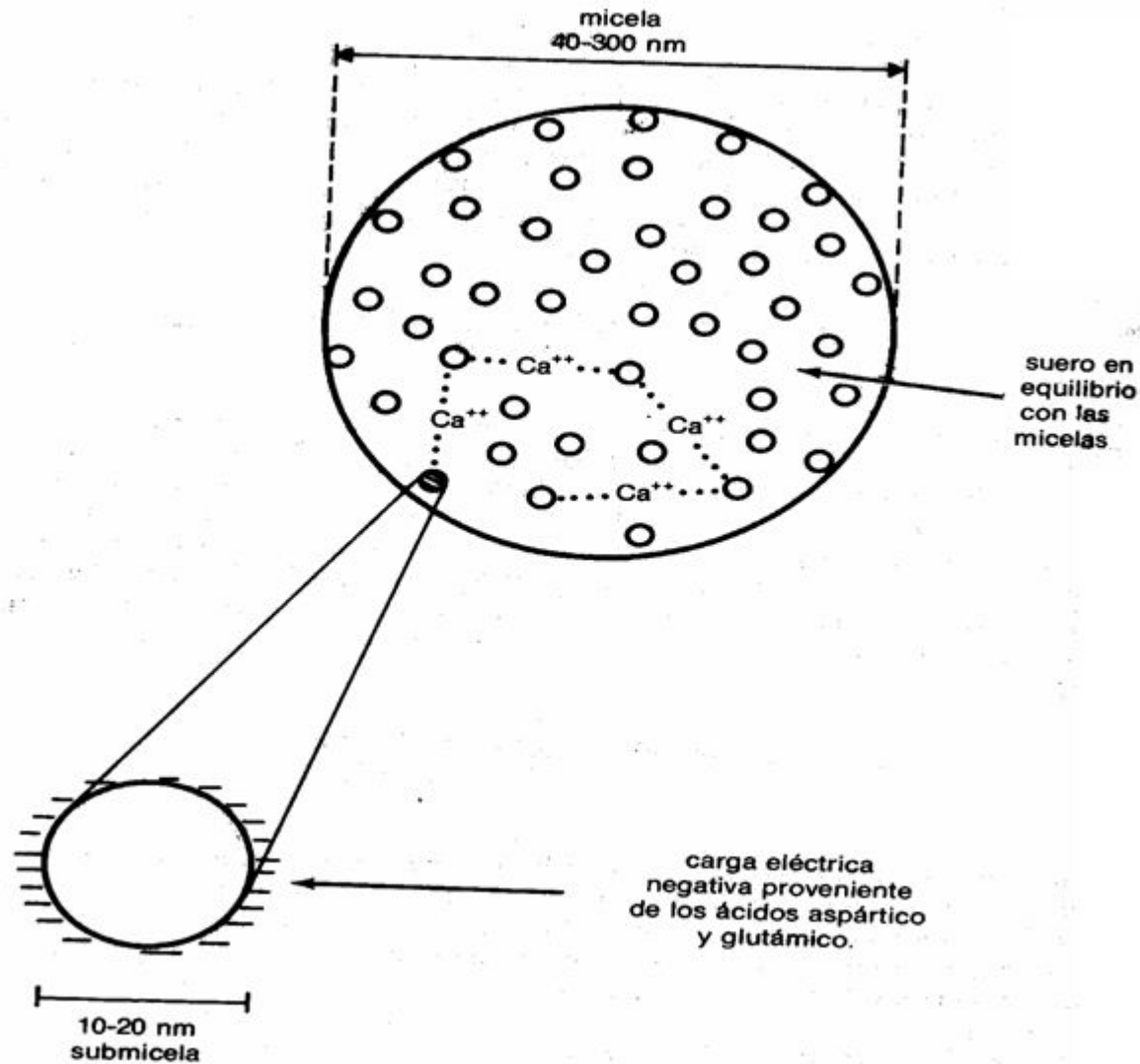
Propiedades de los diferentes tipos de distribución

Tipo de distribución	Tamaño de las partículas (diámetro en nm) 1 nm(nanometro= 10^{-9} m)
Partículas groseras (suspensión o emulsión)	50 - 100
Dispersión fina (solución coloidal)	1 - 100
Soluciones verdaderas (solución molecular)	0.1 - 1
Solución iónica	- 1

Fase Micelar...

- Diámetro de 40 a 300 nm y subunidades de 10 a 20.
- 5,000 a 15 millones de micelas/ml
- Densidad de 1.114 g/ml
- 92% de proteínas y 8% de fosfato de Ca.
- 3.8 g de agua/gr de proteína.

Estructura de la micela de la caseína...



Fase Lipídica...

- Glóbulos de grasa con densidad de 0.94g/ml
- Membrana lipoproteíca que actúa como emulsionante, constituida por ffl, igl,m,d,tglic, colesterol, carotenoides, etc.

Glóbulos de la grasa...estructura

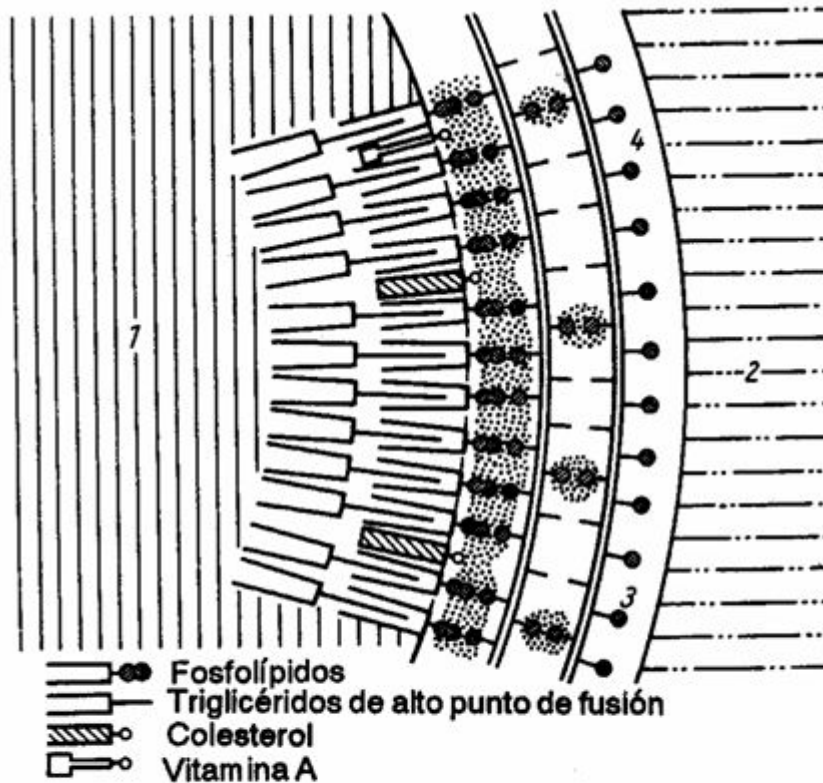


Figura 2./3/ Estructura de los glóbulos grasos (según King).

(1) Grasa. (2) Suero. (3) Proteínas. (4) Zona de agua ligada.

Propiedades Físicas de la leche...

- Apariencia..

Aspecto opaco debido a su contenido de partículas suspendidas, grasa, proteínas y sales minerales.

Color de blanco a amarillo según coloración de la grasa.

La leche desnatada es más transparente, con ligero color azulado.

Propiedades Físicas de la leche...

- Densidad. Entre 1.028 y 1.034
- Punto de Congelación. -0.54 y -0.59 dependiendo del contenido de lactosa, prot. Y sales minerales (bajan el pc).
- pH de 6.6. A 6.7.