

CAPITULO VII

7. INTERRELACIONES ENTRE NUTRICION Y FERTILIDAD⁴

La alimentación para fertilidad no comienza después del parto sino mucho antes desde el período seco, e inclusive, durante la fase final de la lactancia. Los errores en la alimentación que se cometen durante éste período, la gran mayoría de ellos consistentes en excesos en el suministro de energía y/o proteína (cebamiento de los animales), bajo el supuesto de que con ello se estará contribuyendo a constituir reservas favorables para la próxima lactancia, con el propósito de obtener más altas producciones de leche, ejercen ya desde este tiempo un efecto negativo sobre la fertilidad que se prolonga por varias semanas después del parto. El esperado incremento en la producción de leche no se produce y los porcentajes de grasa excesivamente elevados en la leche de los animales alimentados con exceso, constituyen una reacción a trastornos metabólicos que están en curso (Figura 19).

La situación de suministro elevado de energía se manifiesta en el metabolismo a través de altos niveles anteparto y los procesos catabólicos que se presentan en estos animales durante el postparto, se traducen entonces en la disminución en el consumo de alimentos, el cual a su vez se refleja en disminución en los niveles de glucosa (Figura 20). La sobrecarga ocasionada al metabolismo de energía se hará evidente también en los niveles incrementados de bilirrubina durante el postparto (Figura 21), lo cual se constituye esta vez en indicio de la presencia de acetoneamia subclínica y/o clínica.

Especialmente graves serán los trastornos reproductivos cuando se presente una deficiencia de energía inmediatamente después del parto. Los efectos típicos de la alimentación equivocada durante el anteparto se manifiestan en el suero sanguíneo a través de un incremento en la actividad del GOT (alteraciones hepáticas) que permanecerá durante largo tiempo (Figura 22) y una disminución en el contenido de fósforo durante el parto y algunas semanas más. Esto debe interpretarse como signo de trastorno *endógeno del metabolismo del fósforo* (Figura 23) e indica la presencia de una situación de estrés. Los mismos efectos se pueden observar cuando se asemeja a una situación de estrés mediante la aplicación de inyecciones de ACTH (Figura 24).

Clínicamente se observan signos de vaca caída o la vaca directamente postrada, con el sensorio inalterado y apetito normal (diagnóstico diferencial: "Fiebre de leche"), acetoneamia subclínica o clínica evidente; involución uterina retardada; catarros genitales puerperales y postpuerperales, de características purulentas y a menudo contaminados pero resistentes a terapias genitales habituales; presentación tardía del primer calor postparto, calores silenciosos o prolongados e, inclusive formación de quistes (Tabla 18).

Inmediatamente después del parto debe tenerse mucho cuidado en ofrecer una alimentación muy rica y, en la medida de las posibilidades (aún cuando es muy difícil conseguirlo en vacas con una producción de más de 30 kg) que cubra los requerimientos de energía (Figura 25).

⁴ Preparado por el Dr. Rolf Dehning., Director de Asistencia Técnica de la Organización de Producción e Inseminación Bovina de la Baja Sajonia. Alemania Federal. Traducción del Dr. Hemerson Moncada. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Antioquia.

Producción láctea en Kg/día



Contenido de grasa en %

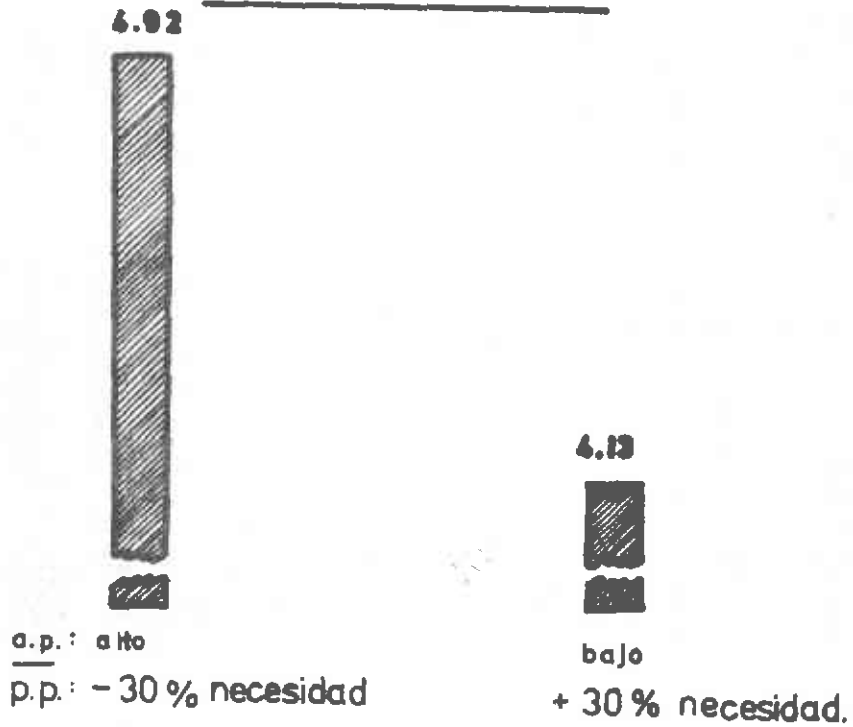


FIGURA 19. PROMEDIO DE PRODUCCION LACTEA Y DE CONTENIDO DE GRASA EN LA LECHE DURANTE LA PRIMERA SEMANA DE LACTANCIA DE VACAS LECHERAS CON DIFERENTE SUMINISTRO DE ENERGIA Y DE PROTEINA DIGESTIBLE DURANTE EL PERIODO SECO Y LA LACTANCIA

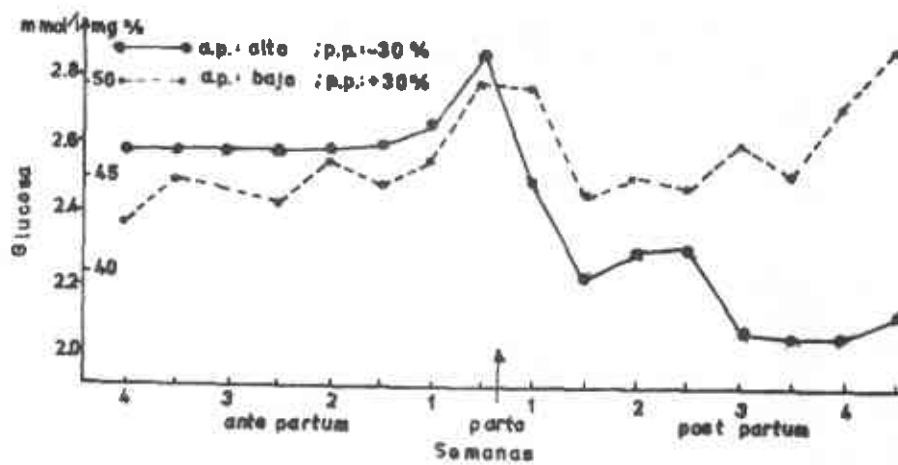


FIGURA 20. CONCENTRACION DE GLUCOSA EN EL SUERO SANGUINEO DE VACAS LECHERAS ANTES Y DESPUES DEL PARTO, CON DIFERENTE ALIMENTACION (PROTEINA DIGESTIBLE Y ENERGIA) DURANTE EL PERIODO SECO Y LA LACTANCIA (Farries, 1975)

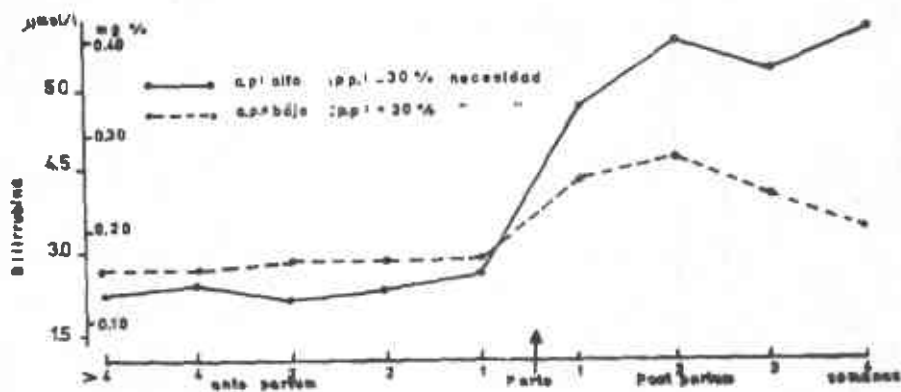


FIGURA 21. CONCENTRACION DE BILIRRUBINA TOTAL EN EL SUERO SANGUINEO DE VACAS LECHERAS ANTES Y DESPUES DEL PARTO, CON DIFERENTE ALIMENTACION (PROTEINA DIGESTIBLE Y ENERGIA) DURANTE EL PERIODO SECO Y LA LACTANCIA (Lotthammer, 1975)

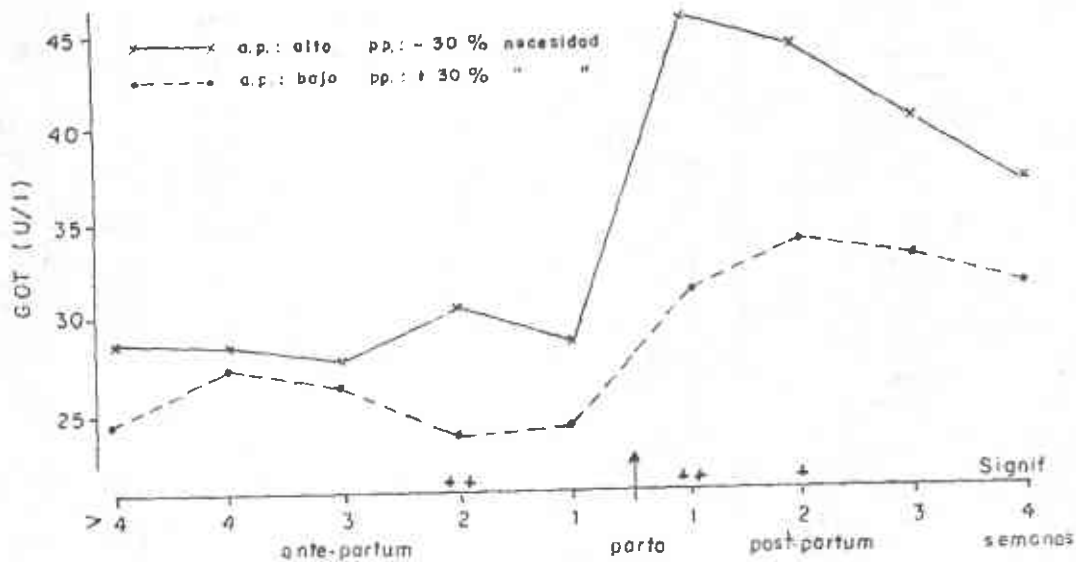


FIGURA 22. ACTIVIDAD DE GOT EN EL SUERO SANGUINEO DE VACAS LECHERAS ANTES Y DESPUES DEL PARTO, CON DIFERENTE ALIMENTACION (PROTEINA DIGESTIBLE Y ENERGIA) DURANTE EL PERIODO SECO Y LA LACTANCIA (Lotthammer, 1975)

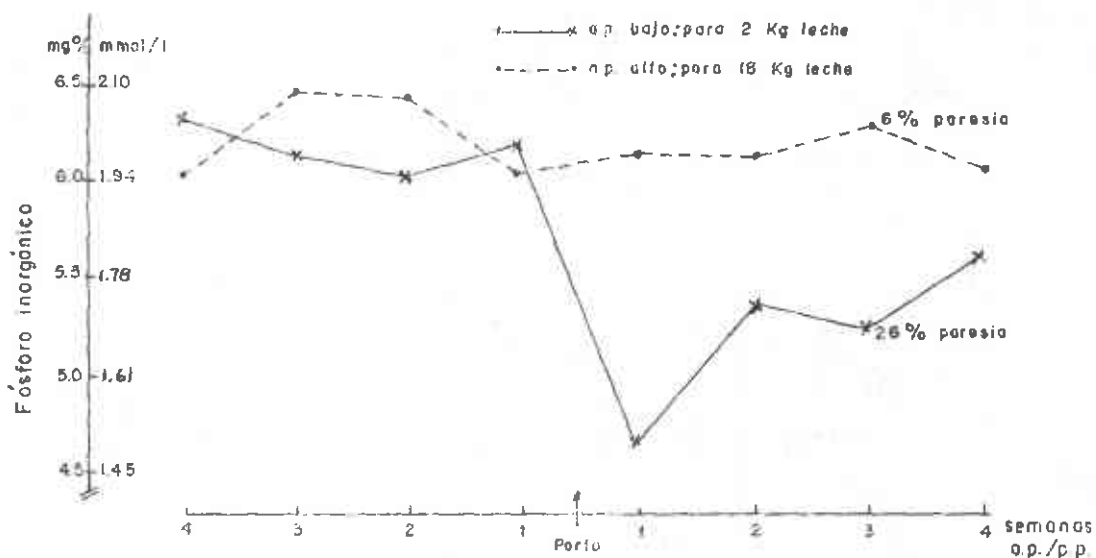


FIGURA 23. CONCENTRACION DE FOSFORO INORGANICO EN EL SUERO SANGUINEO DE VACAS LECHERAS ANTES Y DESPUES DEL PARTO, CON DIFERENTE ALIMENTACION (PROTEINA DIGESTIBLE Y ENERGIA) DURANTE EL PERIODO SECO (Lotthammer, 1974)

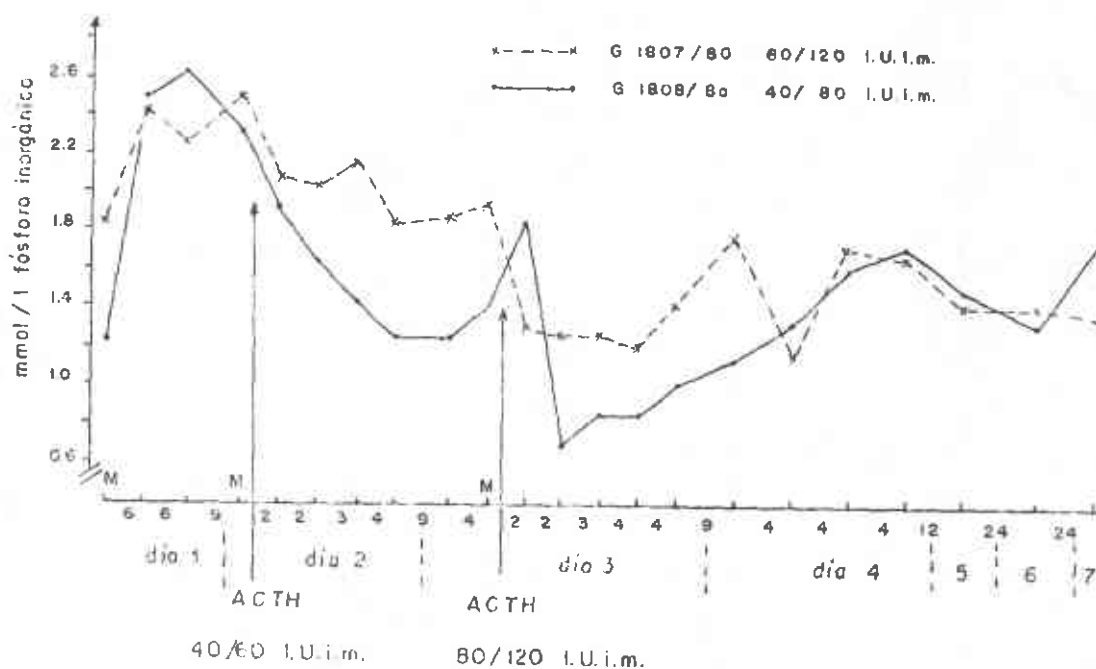


FIGURA 24. INFLUENCIA DE LA APLICACION DE ACTH SOBRE EL CONTENIDO DE FOSFORO INORGANICO EN EL SUERO SANGUINEO DE VACAS LECHERAS

Comenzar a incrementar lentamente la cantidad de concentrado ofrecida en este momento conduce a un fuerte déficit de energía, que desencadena trastornos metabólicos (acetonemias y alteraciones hepáticas), retardo en la presentación del primer calor postparto (Figura 26), calores silenciosos, calores prolongados con ovulación retardada y quistes (Figura 27). Las alteraciones hepáticas darán lugar a su vez a la presentación de catarros genitales de II y III grados.

La deficiencia de energía se puede comprobar directamente en el suero sanguíneo mediante la presencia de niveles disminuidos de glucosa; y si adicionalmente los niveles sanguíneos de bilirrubina se encuentran elevados, ello constituirá un indicio de la presencia de acetonemia subclínica o clínica evidente.

El porcentaje de grasa en la leche se encontrará durante este tiempo o fuertemente elevado (5% o más) o ya supremamente bajo, y en estos casos diferencias de 1 a 1.5% entre un control y otro no constituyen ninguna rareza. El porcentaje de proteína en la leche se encontrará durante esta fase de deficiencia de energía, por debajo del 3% y constituye igualmente un buen indicador del inadecuado suministro de energía.

En aquellos animales que tienen una producción superior a 30-33 kg de leche, el peligro de la presentación de una deficiencia de energía se mantiene más allá del inicio de la lactancia, como consecuencia de la limitada capacidad de consumo de alimentos por parte de las vacas, de una limitada concentración de nutrientes en el alimento y de la disponibilidad de tiempos muy cortos para consumir grandes cantidades de concentrado. Esto ocurre principalmente cuando se alimenta a las vacas mientras se las ordeña y así no tienen tiempo para consumir todo lo que necesitan. Las explotaciones que adolecen de trastornos reproductivos presentan con frecuencia durante las primeras semanas post-parto un pésimo suministro de energía (Figura 28).

Con respecto al suministro de proteína, lo que más frecuentemente se presenta es un problema de exceso que se origina cuando la alimentación se basa en pastoreo o alimentación con pastos, especialmente cuando estos han recibido una intensa fertilización (con estiércol o con nitrógeno inorgánico) y simultáneamente se ofrece un suplemento concentrado rico en proteína, como por ejemplo triturado de soya, cuando ya el suministro protéico se encontraba balanceado o cuando se suministran concentrados para la producción de leche ricos en proteína. En los últimos casos, el exceso de proteína depende de la cantidad de alimento consumido, siendo los animales de mayor producción los más afectados. Como consecuencia de este exceso de proteína, se encontrarán concentraciones elevadas de urea tanto en el suero sanguíneo, como en la leche (de allí que pueda servir como un control para el suministro de proteína a los animales) (Figura 29).

Las grandes cantidades de amoníaco producidas durante el proceso de degradación de la proteína (Figura 30) en el rumen dan lugar a prolongada sobrecarga del hígado, la cual cursa con elevación de los niveles de GOT y GLDH en la sangre (Figura 31). Y como consecuencia de lo anterior se presentarán calores silenciosos, calores irregulares y catarros genitales purulentos, a menudo refractarios a cualquier tratamiento. Estos trastornos se ven agravados cuando al mismo tiempo se da una deficiencia de energía. El exceso de proteína cruda provoca que en las secreciones uterinas se produzcan cambios en los contenidos de los minerales (fósforo, magnesio, calcio) con lo cual la capacidad de supervivencia de los espermatozoides, los óvulos y/o los cigotos se verá reducida (Tabla 19).

TABLA 18. TRANSCURSO DEL PUERPERIO, FERTILIDAD POSTPARTO Y ESTADO DE SALUD DE VACAS CON ALIMENTACION DIFERENTE (ENERGIA Y PROTEINA) ANTEPARTO (30 VACAS POR GRUPO)

	Nutrientes para manteni- miento más		Significancia
	18 Kg leche	2 Kg leche	
Contractibilidad uterina p.p. en promedio, calificada sobre 5.	2.0	3.8	***
% de vacas con involución uterina terminada a las 4 semanas p.p.	46.4	82.8	**
% porcentaje de vacas con endometritis puerperal	70.8	26.9	**
Promedio de tratamientos uterinos por vaca	2.9	1.6	**
% de vacas con catarros genitales postpuerperales	55.1	22.5	**
% de vacas con quistes foliculares.	44.8	18.7	*
Indice de concepción a la primera inseminación (en %)	35.7	51.7	*
% de vacas con paresia puerperal	26.1	6.3	*
% de vacas con acetonemia subclínica	65.5	45.4	*

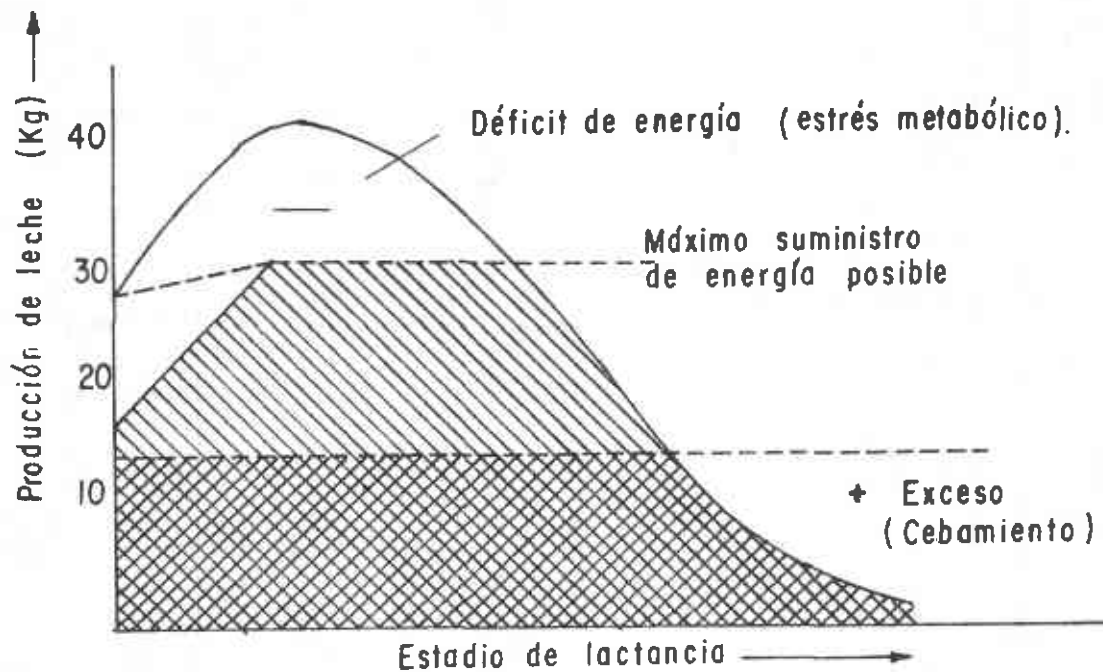


FIGURA 25. REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL POSIBLE CURSO DEL SUMINISTRO DE ENERGIA DURANTE LA LACTANCIA

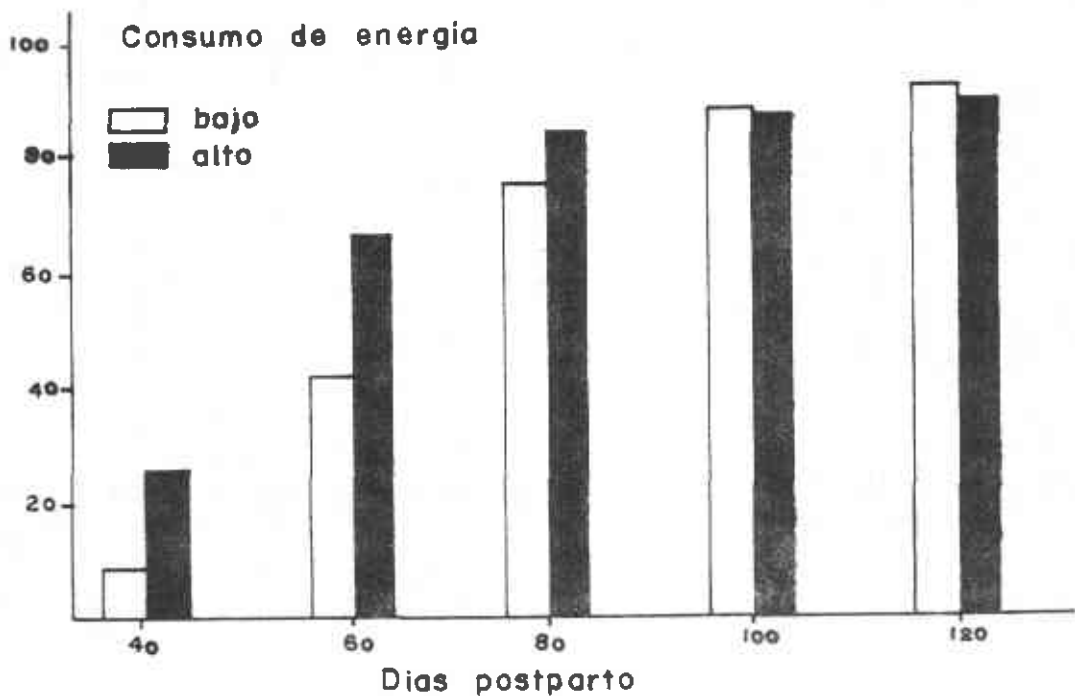


FIGURA 26. PRESENTACION DEL PRIMER CALOR POSTPARTO EN RELACION CON EL CONSUMO DE ENERGIA (Dunn et al., 1969)

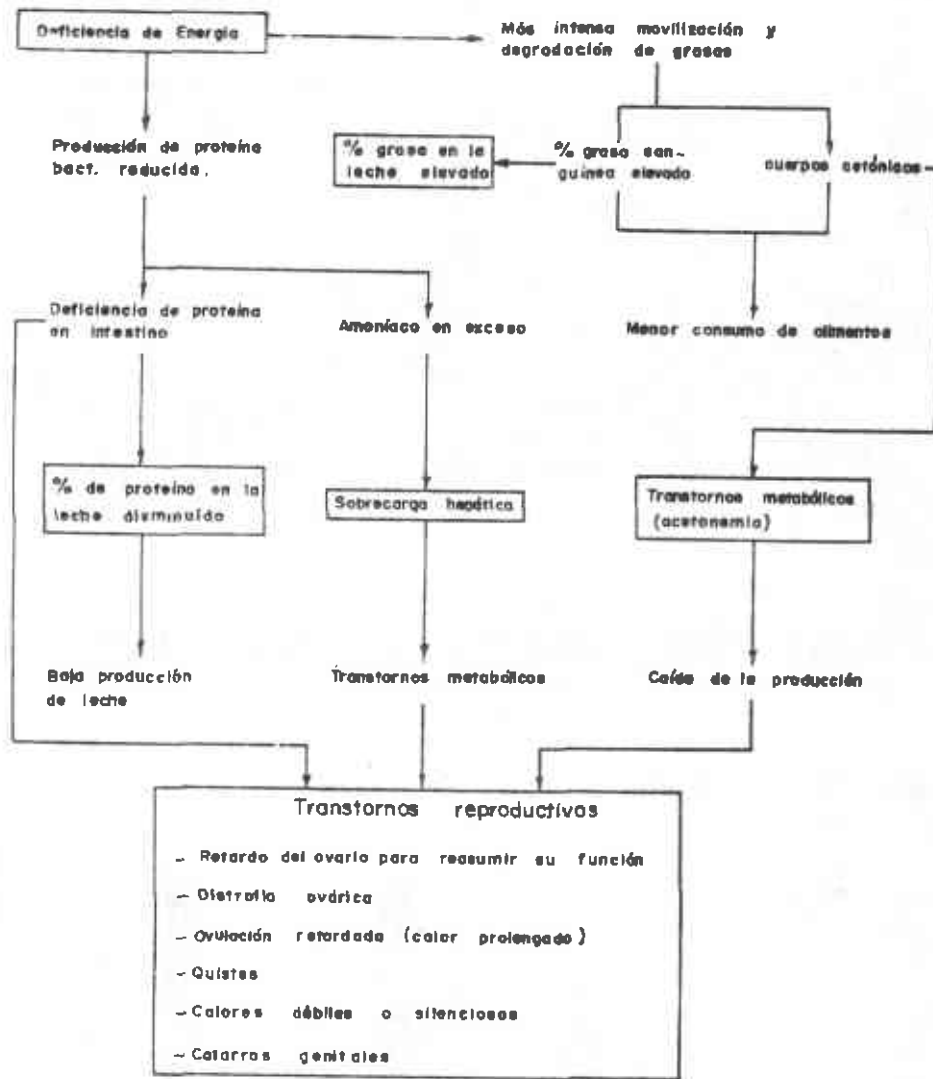


FIGURA 27. CADENA DE EVENTOS QUE SE PRESENTAN COMO CONSECUENCIA DE LA DEFICIENCIA DE ENERGIA

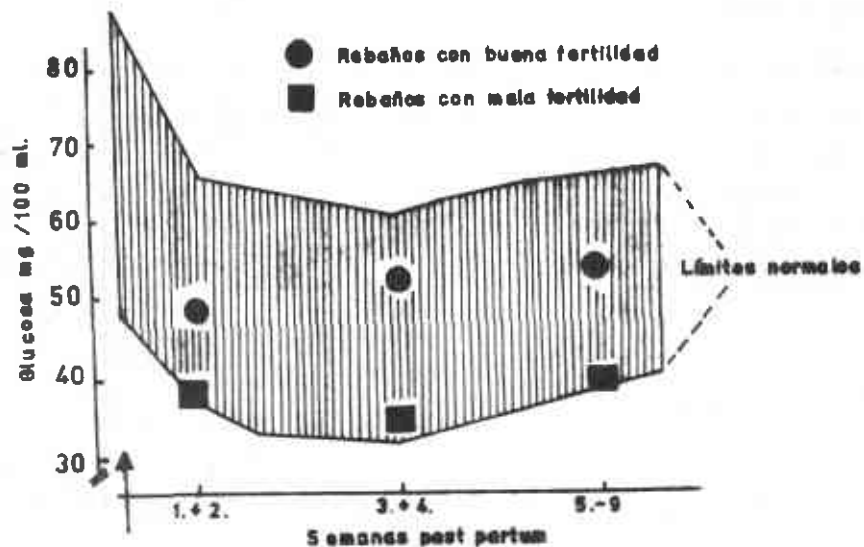


FIGURA 28. CONTENIDO DE GLUCOSA EN EL SUERO SANGUINEO DE VACAS LECHERAS, DE REBAÑOS CON Y SIN PROBLEMAS REPRODUCTIVOS

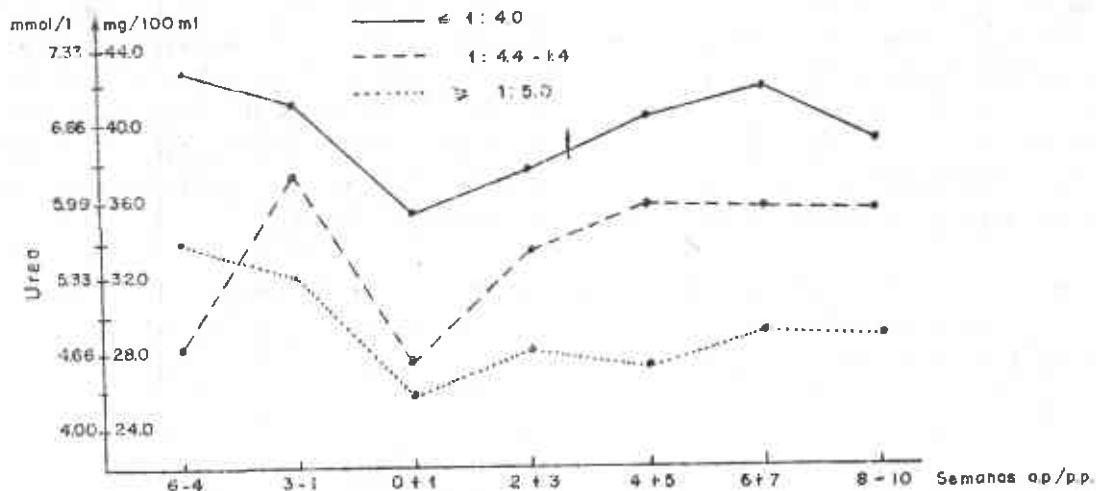


FIGURA 29. CONTENIDO PROMEDIO DE UREA EN EL SUERO SANGUINEO DE VACAS LECHERAS EN DIFERENTES ESTADIOS A.P. Y P.P., ALIMENTADAS CON DIFERENTES PROPORCIONES DE PROTEINA DIGESTIBLE Y ENERGIA EN LA RACION (Dehning, 1981)

TABLA 19. RELACION ENTRE EL SUMINISTRO DE PROTEINA CRUDA Y LAS CONCENTRACIONES DE MINERALES EN EL PLASMA SANGUINEO Y LAS SECRECIONES UTERINAS DE LA VACA LECHERA (A PARTIR DE LOS 50 DIAS P.P.) (Jordan et al., 1981)

Producción de leche		% de proteína en raciones con el mismo contenido de energía	Concentraciones de minerales en				
			Plasma sanguíneo		Secreciones uterinas		
kg	n		P mg/100ml	Ca, Mg, K	P mg/100ml	Mg ppm	K ppm
	18	12	5	No se presentaron diferencias	7	67	1059
7836							
	18	23	6		5	39	799

Una deficiencia de proteína es relativamente rara en vacas lecheras pero puede presentarse bajo condiciones de pastoreo extensivo, especialmente hacia el final de la estación de crecimiento de los pastos y también en estos casos deben esperarse trastornos reproductivos en forma de atrofia ovárica, anestro y retardo en la adquisición de la madurez sexual (Figura 32).

La deficiencia de fibra cruda se presenta con mayor frecuencia cuando las vacas están estabuladas sin cama de paja y adicionalmente reciben grandes cantidades de concentrado. La acidosis que acompaña estas situaciones da lugar a pérdida del apetito, cetosis y trastornos hepáticos. Con respecto a la reproducción se observarán catarros genitales post-puerperales de II y III grados y disturbios de la función ovárica, tales como anestro y calores silenciosos. Si la deficiencia de fibra cruda se presenta durante el anteparto, tendrá como consecuencia un aumento en las retenciones de placenta. De la misma manera, un exceso en la proporción de fibra cruda en la ración total (superior al 20%), tiene efectos perjudiciales sobre la fertilidad debido a que se disminuye la concentración de energía en la ración y así los trastornos corresponderán a los causados por una deficiencia de energía (Figura 33).

Con respecto a los minerales es valioso también el principio universal de que tanto un exceso como un defecto pueden conducir a trastornos reproductivos. Para ilustrarlo con un ejemplo, se utiliza el caso del suministro de fósforo en la Figura 34.

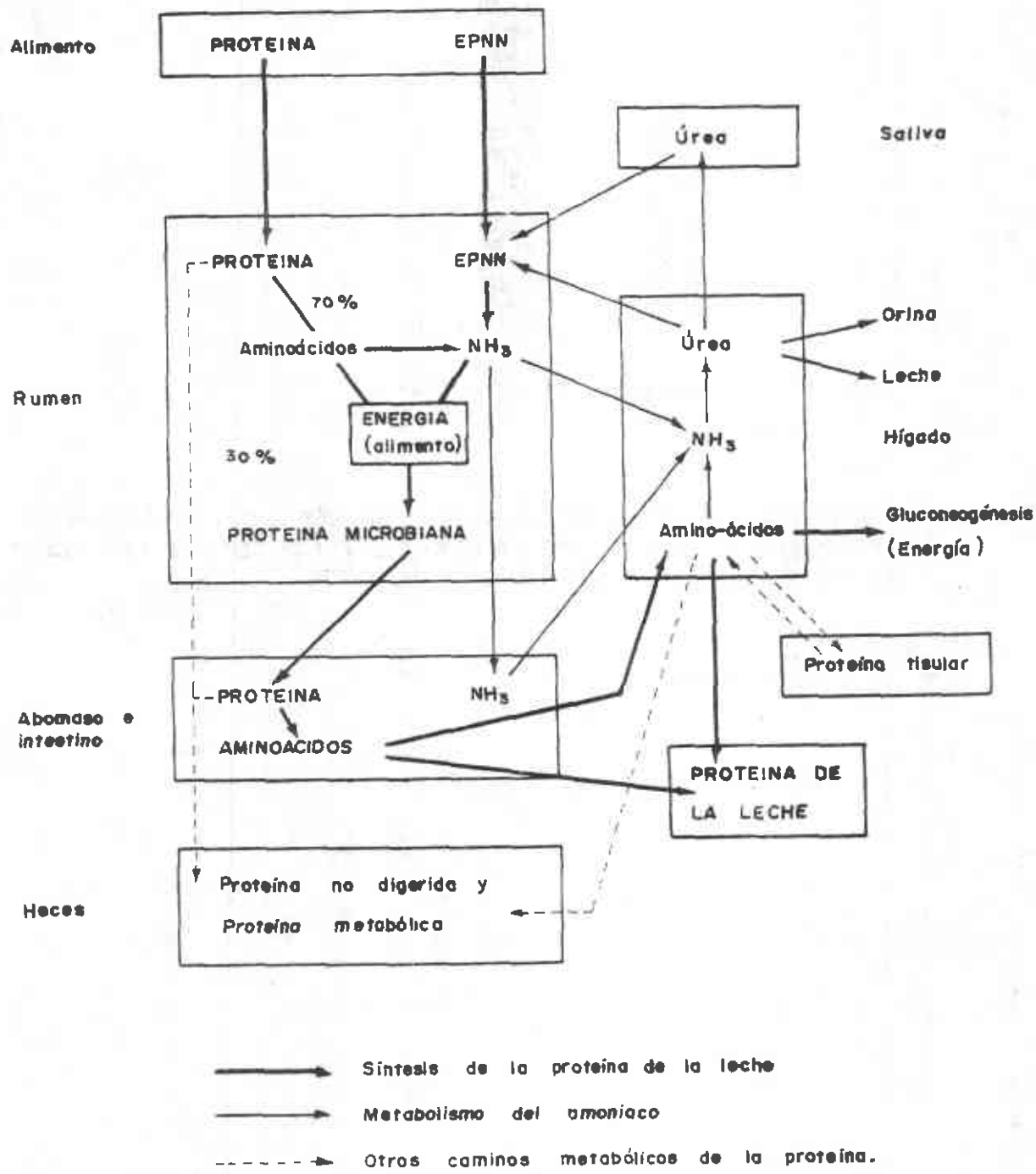


FIGURA 30. CIRCULACION METABOLICA RUMINO-HEPATICA DE LA PROTEINA

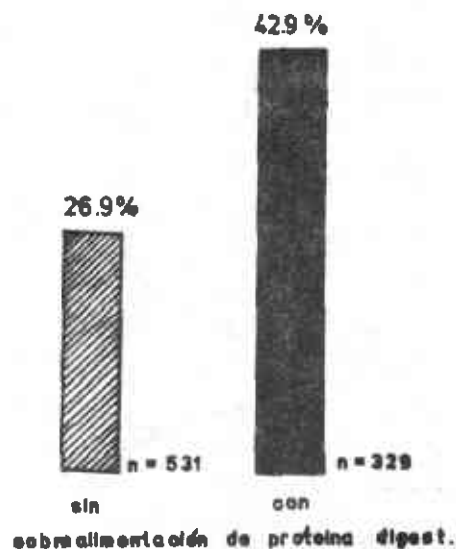


FIGURA 31. FRECUENCIA DE ALTERACIONES HEPATICAS (VALORES DE GOT Y/O BILIRRUBINA ELEVADOS) DE VACAS LECHERAS EN REBAÑOS SIN Y CON SOBREALIMENTACION CON PROTEINA DIGESTIBLE DURANTE LA LACTANCIA

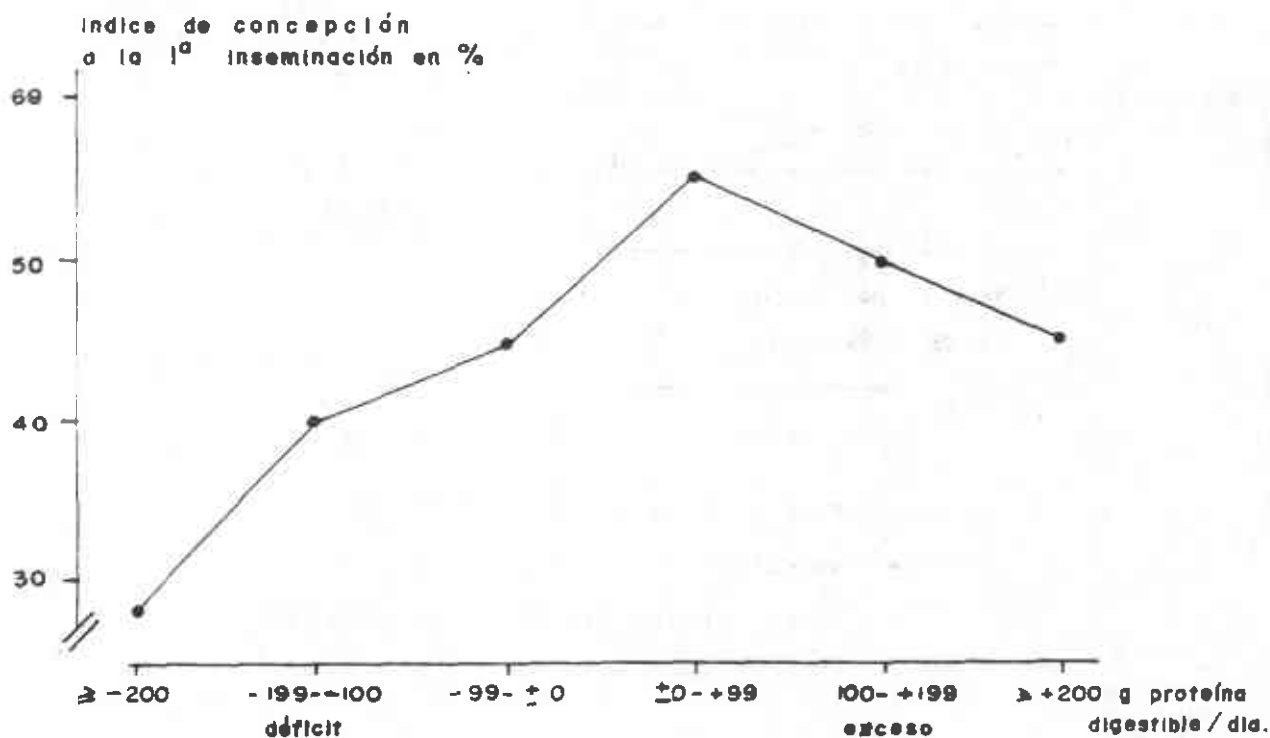


FIGURA 32. INFLUENCIA DEL SUMINISTRO DE PROTEINA DIGESTIBLE SOBRE LA FERTILIDAD DE VACAS LECHERAS. INDICE DE CONCEPCION A LA PRIMERA INSEMINACION (Lotthammer y Rigelnik, 1970)

I.C. 18 Ins. en %

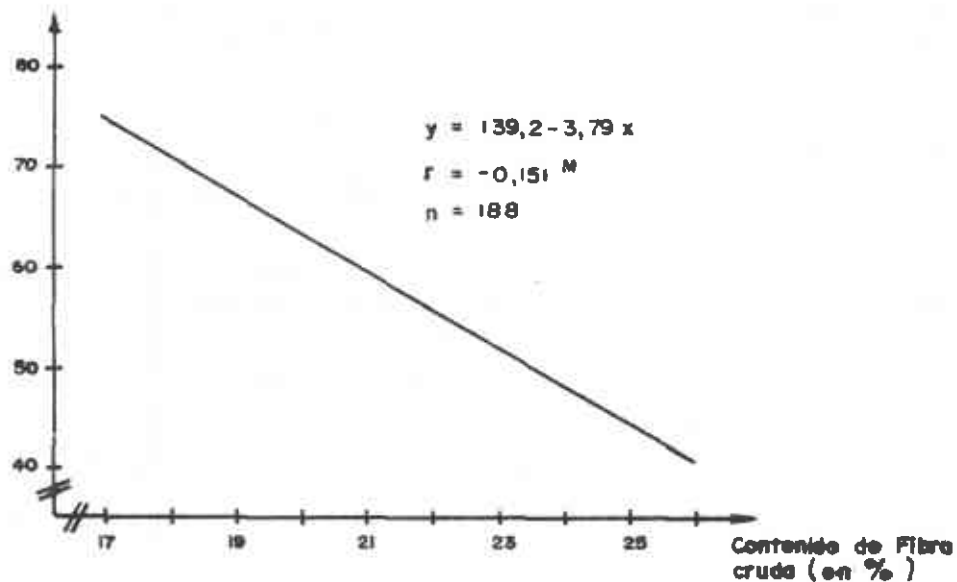


FIGURA 33. RELACIONES ENTRE EL CONTENIDO DE FIBRA CRUDA EN LA RACION TOTAL (EN %), EN LA SEXTA A OCTAVA SEMANAS POSTPARTO (Dehning, 1981)

Indice Coital
(Insem/Concep.)

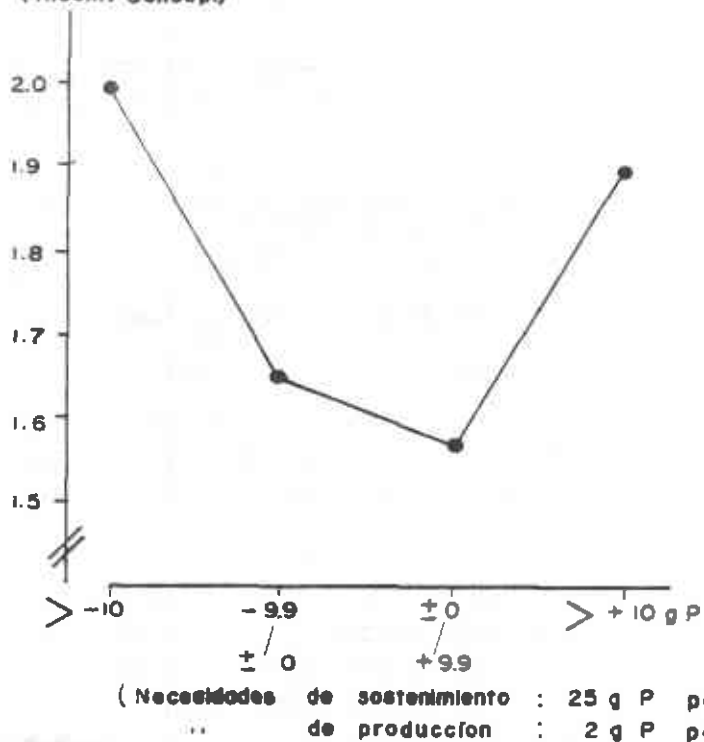


FIGURA 34. RELACION ENTRE EL SUMINISTRO DE FOSFORO EN g/ANIMAL/DIA Y EL INDICE COITAL (INSEMINACIONES POR CONCEPCION) (Koneremann, 1967)

En años pasados se consideraba con frecuencia que la causa para muchos trastornos reproductivos era la deficiencia de fósforo y el cuadro que la caracterizaba incluía incremento en la aparición de ovarios pequeños y no funcionales, acompañados de anestro. Investigaciones muy precisas llevaron, sin embargo, a definir que la escasez en el suministro de fósforo conducía a un menor consumo de alimentos y que este a su vez daba lugar a una deficiencia de energía, con lo cual aparecían los trastornos reproductivos secundarios. Esta deficiencia de fósforo se encuentra a menudo en praderas mal cuidadas.

En los años recientes es más frecuente encontrarse con un exceso de fósforo, provocado ya sea por una exagerada e inadecuada suplementación mineral, por una muy intensa fertilización con fósforo, por la utilización o corte de pastos sumamente jóvenes o por la alimentación con grandes cantidades de soya o cereales triturados. Los trastornos reproductivos más frecuentes son catarros genitales purulentos y ciclos estrales irregulares, como consecuencia de trastornos ováricos, así como anestro (Figura 35). En los exámenes rectales se encontrarán a menudo ovarios con cuerpos lúteos grandes y duros. Simultáneamente, con el exceso de fósforo se encuentra a menudo una disminución en el contenido de manganeso en el tejido uterino, como consecuencia de lo cual se reduce la respuesta del útero a los estrógenos.

En el caso de un suministro exagerado de fósforo debe contarse siempre con un déficit absoluto o relativo de calcio, cuyas manifestaciones clínicas en el aspecto reproductivo corresponden ampliamente con aquellas del exceso de fósforo, pero a ellas se puede sumar involución retardada del útero durante el postparto y retardo en la reasunción de la función ovárica. Bajo estas condiciones se incrementa también el peligro de caída de la vaca (hipocalcemia). El efecto positivo del incremento paulatino del suministro de calcio sobre el índice de concepción a la primera inseminación, se observa claramente en la Figura 36.

Efectos negativos de un suministro exagerado de calcio sobre la reproducción, solamente deberían ponerse de manifiesto cuando el exceso sea sumamente grande debido a la manera tan rápida como se elimina el calcio sobrante.

Paralelamente al suministro absoluto de fósforo y calcio, debe dársele también una gran importancia a la relación entre estos dos elementos.

Los trastornos reproductivos observables cuando la relación es muy estrecha, se asemejan a aquellos de un exceso de fósforo.

De las experiencias obtenidas en la práctica es posible afirmar que un exceso absoluto de fósforo en presencia de un suministro suficiente de calcio, es bastante menos perjudicial para la reproducción que un suministro de fósforo de acuerdo a los requerimientos en presencia de niveles deficientes de calcio.

En casi todas las raciones se presenta un considerable exceso de potasio con una amplia relación K/Na, debido a que el contenido de potasio en las plantas forrajeras depende grandemente de la fertilización. Normalmente, cuando la oferta de potasio se adecua a las necesidades o es superior a ellas se presenta un derroche de potasio, pero como quiera que los depósitos de potasio se encuentran relacionados negativamente con la retención de sodio y de magnesio, se produce un desplazamiento de estos elementos y se presentan deficiencias de sodio y de magnesio en el alimento. Este peligro es especialmente grande cuando se fertilizan las praderas con estiércol y adicionalmente se les agrega K_2O en forma irracional.

Cuando se presenta un exceso de potasio y/o una deficiencia de sodio se observan con mayor frecuencia ciclos irregulares, en parte prolongados; calores muy largos y aún permanentes, así como alteraciones quísticas de ovarios y catarras genitales (el denominado "catarro de estérco") (Tabla 20). El efecto del exceso de potasio sobre la función ovárica puede ser explicado por el hecho de que para aumentar la excreción de potasio debe producirse mayor cantidad de aldosterona (una hormona de la suprarrenal), lo cual resulta en una deficiencia de 3-beta-deshidrogenasa y esta constituye a su vez un importante precursor para la síntesis de las hormonas sexuales. O sea, que se desencadena una situación de competencia que se resuelve en perjuicio de la síntesis hormonal.

TABLA 20. CONTENIDO PROMEDIO DE SODIO (Na) Y POTASIO (K) EN LA SALIVA DE LA PAROTIDA DE BOVINOS DE EXPLOTACIONES CON Y SIN DIVERSOS PROBLEMAS DE FERTILIDAD

	n	Na%		K%	
		\bar{X}	$\pm S$	\bar{X}	$\pm S$
Explotaciones sin problemas de fertilidad	70	308	52	53	35
Explotaciones con frecuentes catarras genitales grado I y ciclos irregulares.	141	253	48	83	38
Explotaciones con frecuentes catarras genitales grado I y II	49	332	29	32	16

Como lo han demostrado experimentos realizados en bovinos, en estos casos también se disminuye el suministro de beta-carotenos, tal vez como una consecuencia de trastornos en la absorción y pueden aparecer las mismas manifestaciones que en una deficiencia directa de betacarotenos.

La pregunta acerca de qué es lo que está sucediendo en la ración, si un exceso de potasio y/o una deficiencia de sodio, se puede contestar en la práctica con la ayuda del examen de muestras de saliva y de orina.

A partir de los datos contenidos en la Tabla 21, se pueden entender fácilmente las evidentes relaciones que existen entre la fertilización, el contenido de sodio en el alimento o en la saliva y las características reproductivas.

De la misma manera como sucede con el calcio y el fósforo, la relación entre potasio y sodio reviste gran importancia. En muchos ensayos y observaciones prácticas se ha demostrado que a medida que se amplía la relación K/Na se empeora la eficiencia reproductiva. La relación óptima entre estos dos elementos debería ser 10-15:1 (Figura 37).

Un exceso en el suministro de sodio es relativamente raro, pero clínicamente da lugar a hallazgos semejantes a los de la acetonemia, además de enflaquecimiento, retenciones de placenta, inflamaciones del aparato genital y trastornos en el funcionamiento ovárico.

El suministro de Na, estimado a través de la medición de sus concentraciones en la saliva de las parótidas y su efecto sobre los índices de concepción a la primera inseminación, se muestran en la Figura 38.

Los elementos traza u oligoelementos juegan también un importante papel en el proceso reproductivo; en la mayoría de los casos tienen la función de actuar como biocatalizadores en el curso de reacciones enzimáticas, de manera que si están ausentes completamente o disponibles sólo en cantidades reducidas, se presentarán trastornos en las reacciones enzimáticas, que pueden resultar en disturbios reproductivos. O sea que ejercen un efecto indirecto sobre la fertilidad. Y como quiera que simultáneamente interactúan, en ocasiones intensamente con otros elementos, es a menudo difícil comprobarles un efecto directo. Entre los elementos traza se mencionan en la actualidad (en orden de importancia) y de acuerdo con su importancia para la fertilidad, el manganeso, el yodo, el cobre, el zinc y el cobalto.

Contenidos de manganeso bajos en los forrajes producidos en la propia explotación se encuentran en suelos livianos, especialmente cuando tienen valores altos de pH, los cuales son causados con frecuencia por una calcificación indirecta cuando se utilizan escorias (fosfatos) Thomas, con un 49% de CaO para la fertilización. Desde el punto de vista clínico, la deficiencia de manganeso da lugar a calores silenciosos, reducción en la disponibilidad del útero a contraerse y catarrros genitales purulentos. Se menciona también disminución en los índices de concepción.

En ensayos muy definidos se han podido observar efectos tales como calores silenciosos, índices de concepción disminuidos, abortos no infecciosos, mortalidad de terneros y un desbalance en la proporción sexual hacia el lado masculino, así como anomalías esqueléticas.

En caso de exceso de manganeso aparecen manifestaciones de calor permanente, degeneraciones micro y macroquísticas de los ovarios así como bajos índices de concepción. En la Figura 39 se presentan las relaciones entre el contenido de manganeso en ración y el índice coital (servicios por concepción). De aquí se desprende que el suministro óptimo de manganeso se sitúa entre 1000 y 2000 mg en la ración total, lo cual significa un contenido de 50 a 100 mg de manganeso por kg de materia seca.

Acerca del yodo no se encuentran ensayos muy definidos, sino sólo observaciones de campo. En casos de deficiencias de yodo se observa un incremento en los abortos, así como terneros que nacen muertos (mortinatos) o muy débiles. Se reportan también retención de placenta, involución uterina retardada y la aparición de calores silenciosos y quistes foliculares.

Durante la estación de sequía, cuando se están muriendo las plantas, se presentan niveles muy bajos de cobre en los forrajes, pero debido a las interacciones que existen entre este y otros elementos tales como el azufre, el molibdeno y el cadmio, es muy difícil reconocer el efecto preciso de un desbalance de Cu. Cuando hay una deficiencia de cobre, se presentan trastornos de la gestación durante la fase embrional y con ellos una más alta mortalidad entre los animales jóvenes.

TABLA 21. CONTENIDO PROMEDIO DE SODIO EN LA SALIVA E INDICE DE FERTILIDAD EN ANIMALES ALIMENTADOS CON ENSILAJE DE MAIZ O ENSILAJE DE PASTO, FERTILIZADOS O NO CON LICUAME⁵

	ENSILAJE DE MAIZ				ENSILAJE DE PASTO			
	Contenido		Indice		Contenido		Indice	
	N	\bar{X} de Na en mg%	N	de fertilidad en %	N	\bar{X} de Na en mg%	N	de fertilidad en %
Sin Licuame	136	281	127	66.1	34	290	29	62.1
Con Licuame y II	109	259	106	44.1	157	263	64	57.8

El cobalto es necesario en el rumen para la formación de la vitamina B₁₂. Cuando se presenta una deficiencia de cobalto se observa primero disminución en el consumo de alimentos, pica o malasia y una caída en la producción. Como consecuencia de lo anterior, se podrían afectar en forma indirecta, tanto la cantidad de nutrientes consumidos como su aprovechamiento y finalmente la fertilidad. En la misma manera como ocurre durante la deficiencia de cobre, se observará un incremento en los abortos y en el nacimiento de terneros débiles. Se reporta también la aparición de involución uterina retardada, calores silenciosos y ciclos estrales irregulares.

El suministro de beta-carotenos depende del contenido de los mismos en la ración (Figura 40). Bajo las condiciones del trópico, es probable que se presente una deficiencia de beta-carotenos, especialmente hacia el final de la estación de sequía. Los efectos de una deficiencia de beta-carotenos en la ración son múltiples: incremento en la aparición de calores débiles y prolongados con ovulación retardada (Figura 41), quistes ováricos (Tabla 22), desarrollo deficiente del cuerpo lúteo (Figura 42) y trastornos en la producción de progesterona (Figura 43). También el porcentaje de mortalidad embrionaria y abortos tempranos es notablemente mayor cuando se presenta una deficiencia de beta-carotenos (Tabla 23).

⁵ Licuame = Mezcla de deyecciones (sólidas y líquidas) y agua.

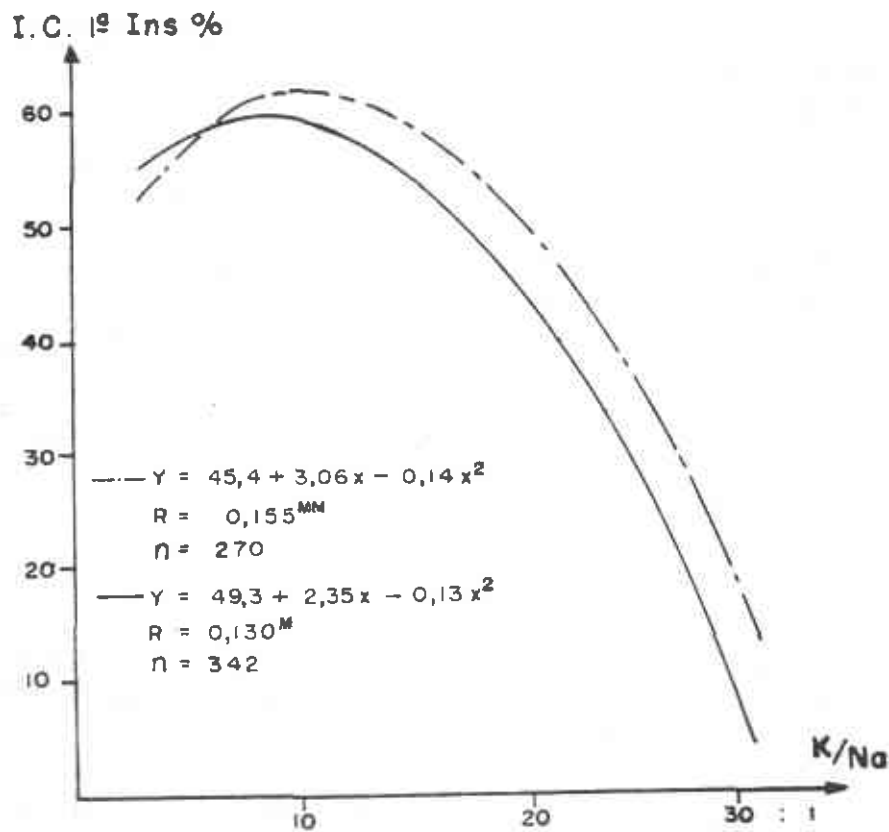


FIGURA 37. RELACIONES ENTRE LA PROPORCION K/Na EN LA RACION TOTAL Y EL INDICE DE CONCEPCION A LA PRIMERA INSEMINACION (EN %), ENTRE LA 1a y 5a SEMANA P.P. (-.-) Y ENTRE LA 6a y 12a SEMANAS P.P. (—) (Dehning 1981)

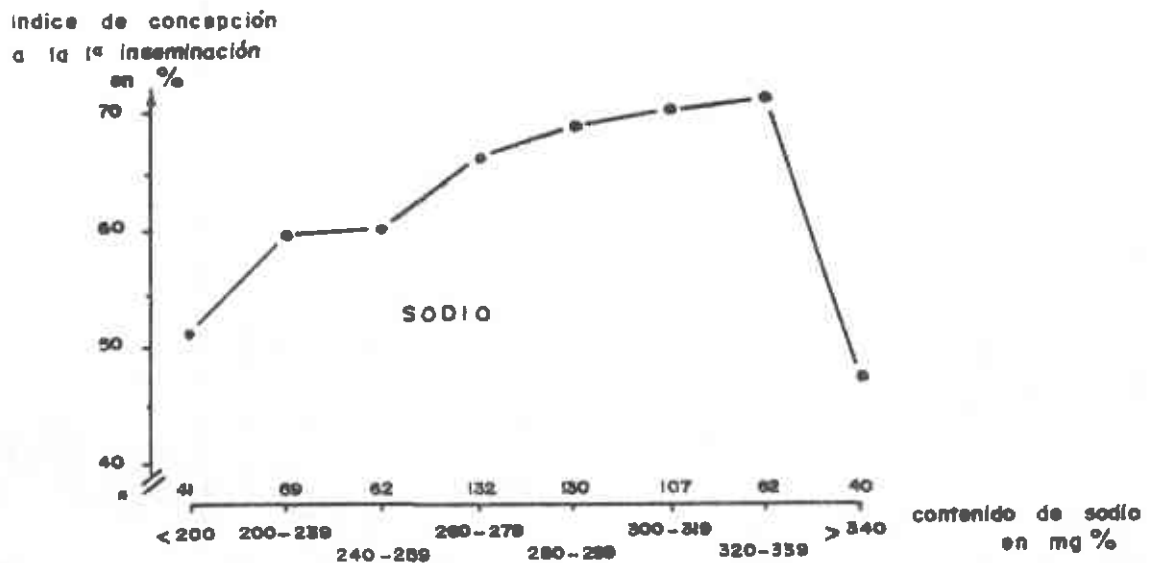


FIGURA 38. RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE SODIO EN LA SALIVA DE LAS PAROTIDAS Y EL RESULTADO DE LA PRIMERA INSEMINACION DE BOVINOS EN UN LAPSO HASTA DE 42 DIAS DESDE LA TOMA DE LA MUESTRA (Lotthammer y Ahlsvede, 1970)

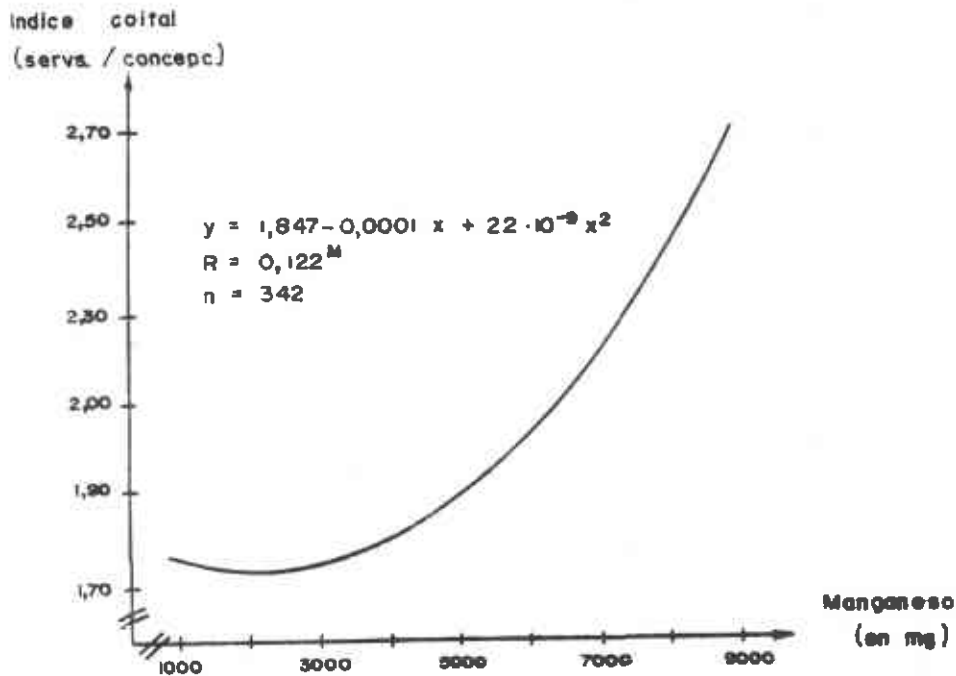


FIGURA 39. RELACIONES ENTRE LA CANTIDAD DE MANGANESO EN LA RACION TOTAL (EN mg) Y EL INDICE COITAL (SERVICIOS POR CONCEPCION) ENTRE LA 6a y 12a SEMANAS P.P. (Dehning, 1981)

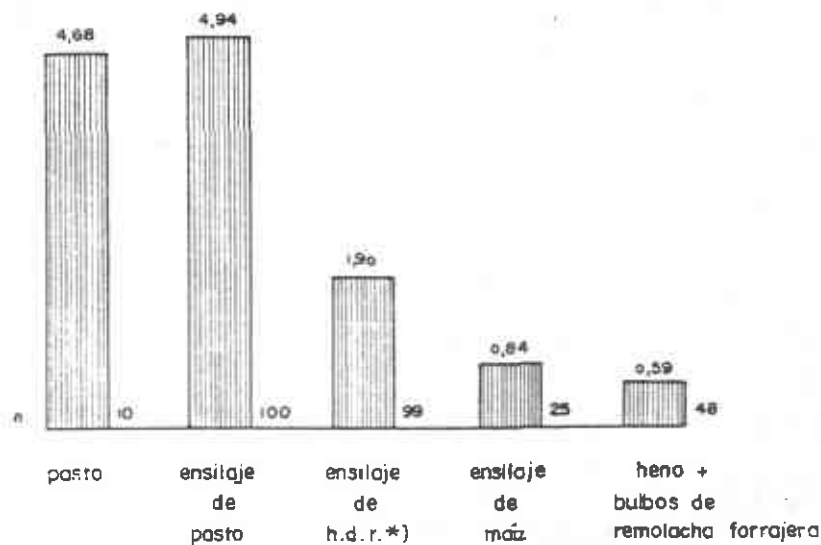


FIGURA 40. CONTENIDO PROMEDIO DE BETA-CAROTENOS EN EL SUERO SANGUINEO DE BOVINOS (EN mg/l) CON DIFERENTES REGIMENES DE ALIMENTACION (Lotthammer, 1974)

*Hojas de remolacha

TABLA 22. FRECUENCIA DE QUISTES LUTEOS Y FOLICULARES EN NOVILLAS SIN Y CON ADMINISTRACION DE BETA-CAROTENOS (Lotthammer y Ahlswede, 1976)

Experimento N°	Grupo experimental (sin beta-caroteno)		Grupo control (con beta caroteno)		Signifi- cancia
	n	%	n	%	
1	12	50	6	0	-
2	6	66.7	6	0	-
3	20	30.0	20	5.0	**
TOTAL	33	42.1	32	31	**

TABLA 23. FRECUENCIA DE MUERTES EMBRIONARIAS Y DE ABORTOS TEMPRANOS EN VACAS SIN Y CON ADMINISTRACION DE BETA-CAROTENO DURANTE EL PERIODO SECO Y LA LACTANCIA (Lotthammer, 1978)

Evento	Grupo experimental (sin beta-caroteno)	Grupo control (con beta-caroteno)
	n = 16	n = 16
Muertes embrionarias hasta 7a. semana de gestación.	31.3 %	0 %
Abortos tempranos hasta 20a. semana de gestación.	12.5 %	0 %
TOTAL	43.8 %	0 %

La fertilización Intensiva con nitrógeno (orgánica con estiércol o Inorgánica) conduce a un fuerte enriquecimiento de las plantas forrajeras con nitratos (Tabla 24). Teniendo en cuenta que la capacidad de los animales para soportar una mayor o menor carga de nitratos depende del suministro de energía que estén obteniendo, el umbral crítico superior se sitúa por 0.5% de nitratos/kg de materia seca, cuando la energía obtenida llena los requerimientos del animal; los niveles de nitratos que pueden llevar a problemas pueden ser bastante menores. En vacas que se encuentran en período seco, un exceso de nitratos provoca la aparición de paresia puerperal, retención de placenta y endometritis puerperales (Tabla 25) y como consecuencia de los trastornos hepáticos producidos (valores elevados de las enzimas), catarros genitales postpuerperales y ciclos estrales irregulares.

TABLA 24. RELACIONES ENTRE LA FERTILIZACION NITROGENADA (N PURO EN kg/ha/año) Y LA CONCENTRACION DE NITRATOS EN LAS PLANTAS (EN % DE MATERIA SECA DE LAS PLANTAS FORRAJERAS) (Pohlmann, 1981)

Fertilización nitrogenada (kg N/ha/año)	Número de muestras	Concentración de nitratos (% NO ₃ en la M.S.) en promedio
Por debajo de 200	48	0.25
200 - 299	96	0.32
300 - 399	57	0.42
Por encima de 400	25	0.61

TABLA 25. FRECUENCIA EN % DE PROBLEMAS DE SALUD Y FERTILIDAD DEBIDOS A DIFERENTES NIVELES DE CONCENTRACION DE NITRATOS EN EL PASTO EN VACAS SECAS (PREÑADAS)

ENFERMEDAD	CONCENTRACION DE NO ₃ EN % DE MATERIA SECA		
	<0.30	0.30-0.50	≥0.50
Paresía de la parturienta	0	6.1	17.2
Endometritis puerperal	25.0	36.4	44.8
Retención de placenta	0	13.6	14.1
Abortos/nacidos muertos	7.1	6.1	3.4

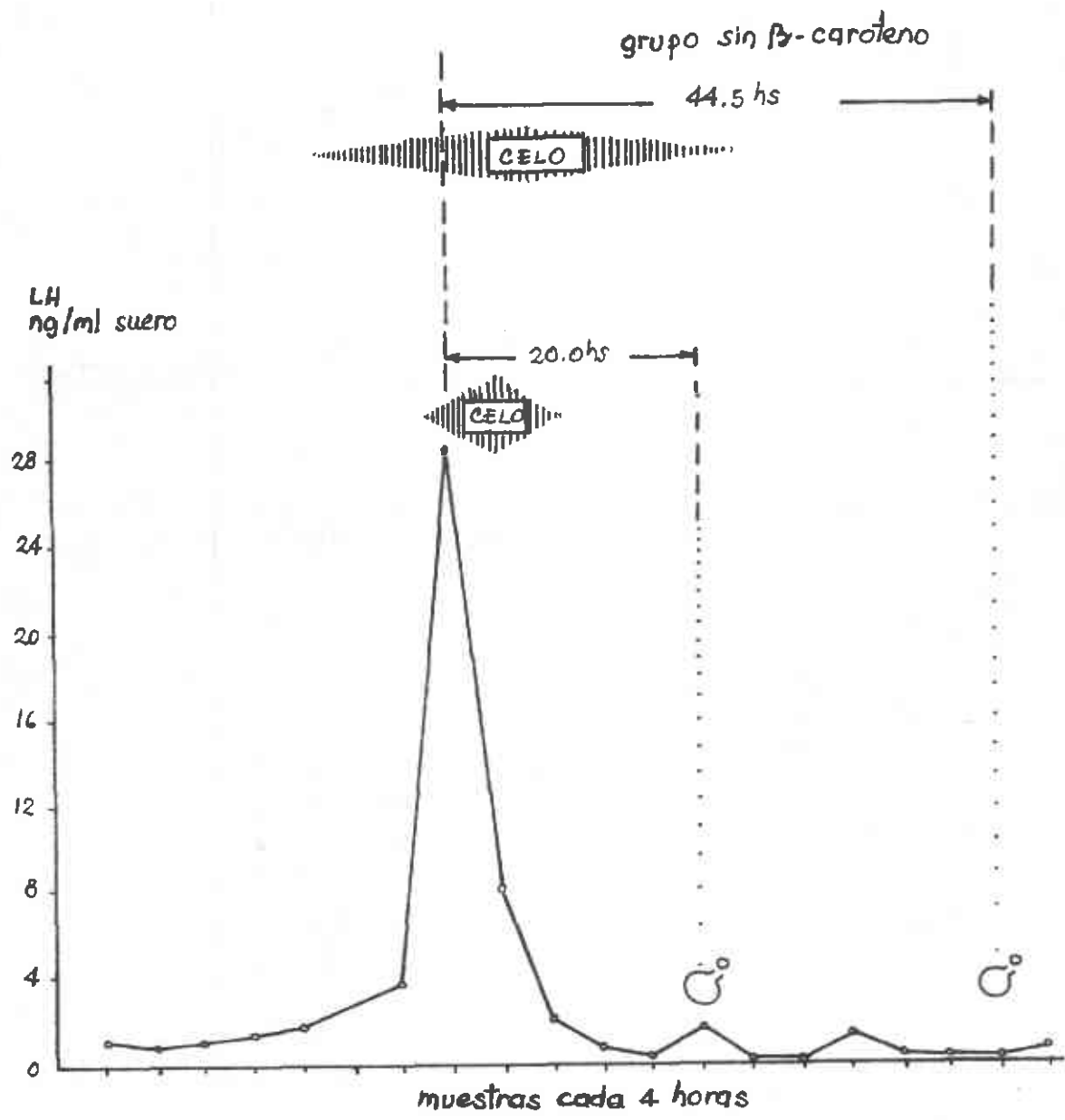


FIGURA 41. INTENSIDAD DEL CELO Y LAPSO (EN HORAS) ENTRE EL PICO PREEVULATORIO DE LH Y LA OVULACION EN NOVILLAS Y CON ADMINISTRACION DE BETA-CAROTENO (Schamms et al, 1977)

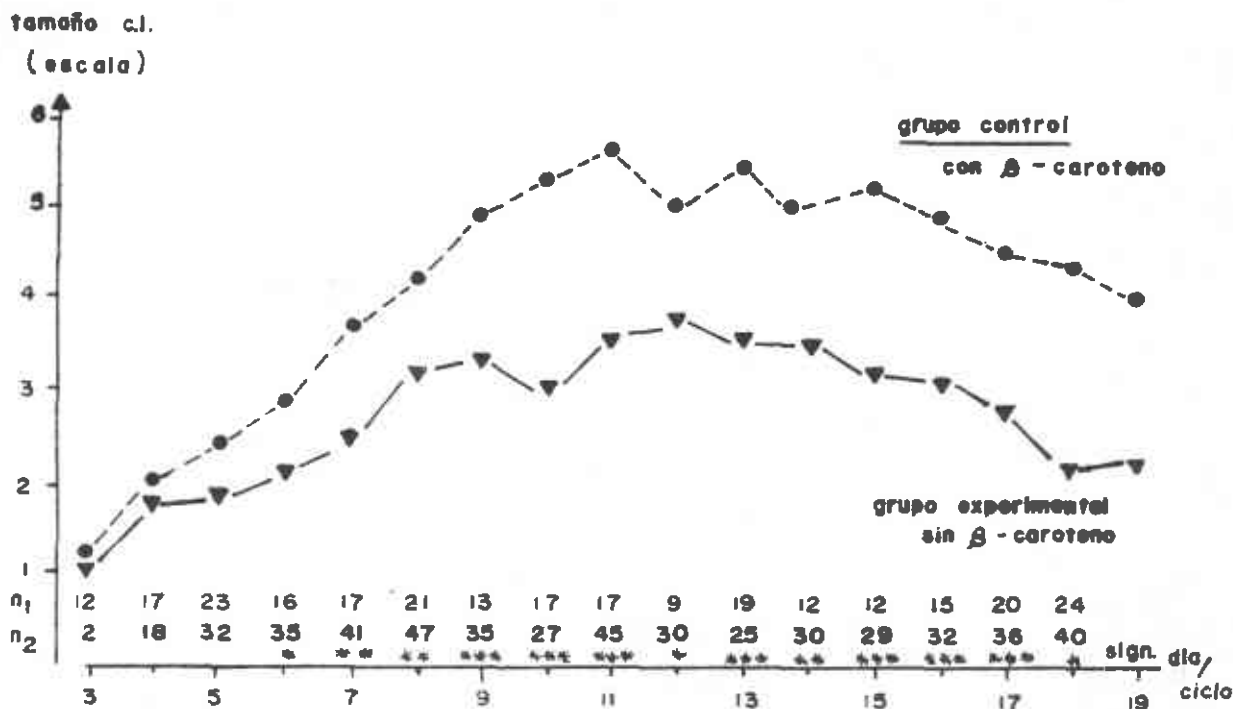


FIGURA 42. TAMAÑO PROMEDIO DE LOS CUERPOS LUTEOS (C>L) DURANTE EL CICLO DE NOVILLAS CON Y SIN SUMINISTRO DE BETA-CAROTENOS (Meyer et al, 1975)

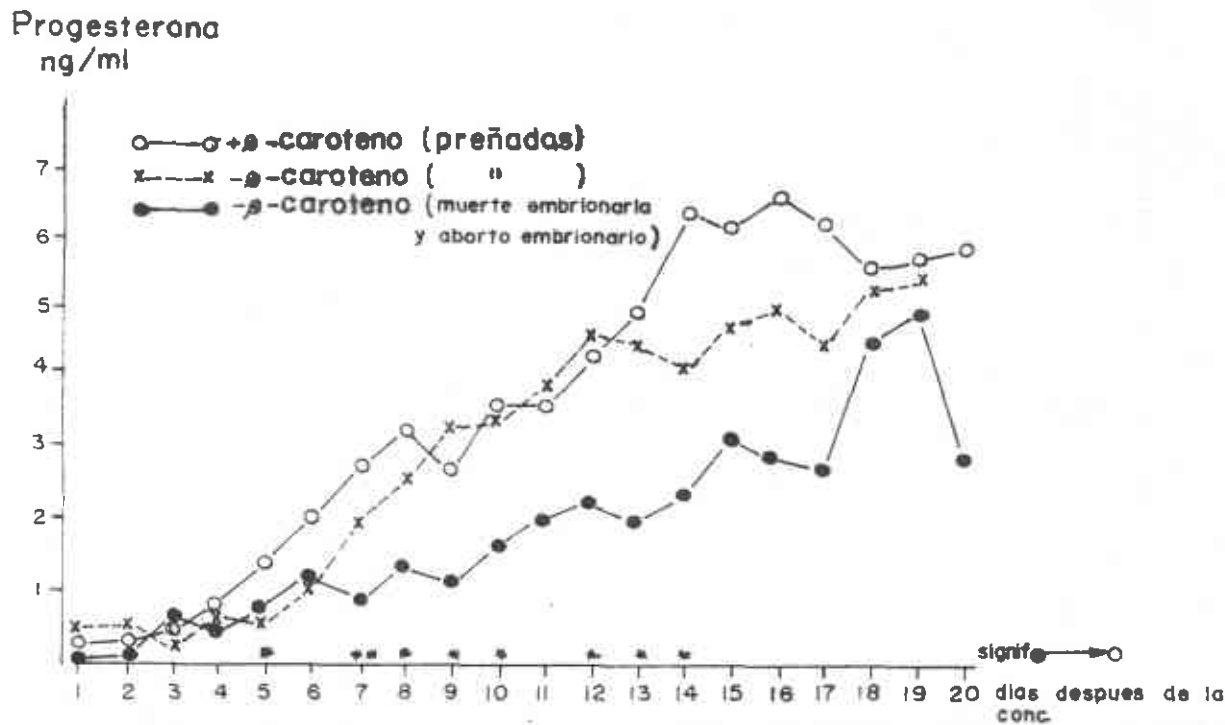


FIGURA 43. NIVEL DE PROGESTERONA SERICA EN LOS PRIMEROS DIAS DESPUES DE LA CONCEPCION EN VACAS CON Y SIN ADMINISTRACION DE BETA-CAROTENOS Y PREÑEZ ALTERADA (Lotthammer et al., 1978)

**TRASTORNOS REPRODUCTIVOS MAS IMPORTANTES Y
SUS POSIBLES CAUSAS NUTRICIONALES**

Trastorno reproductivo	Causa nutricional
Involución uterina retardada	Exceso de energía a.p., deficiencia de energía p.p.; deficiencia de energía a.p.; deficiencia de Ca; deficiencia de I; deficiencia de Co.
Catarro genital I ("catarro de estiércol")	Deficiencia de Na y/o exceso de K (amplia relación K/Na).
Catarro genital post- puerperal II y III	Exceso de proteína cruda; exceso de energía a.p.; deficiencia de energía a.p.; exceso de P y/o deficiencia de Ca (relación estrecha (Ca/P); exceso de K; alimentos ricos en estrumigen; alimentos ricos en nitratos; deficiencia de Mn; exceso de Na; deficiencia de Vitamina A.
Catarro genital post- puerperal I a III	Exceso de proteína cruda; exceso de energía a.p.; deficiencia de energía p.p.; exceso de P y/o deficiencia de Ca (relación de Ca/P estrecha); deficiencia de fibra cruda p.p.; exceso de K; alimentos ricos en estrumigen; alimentos ricos en nitratos; exceso de Na; deficiencia de Mn; deficiencia de Vitamina A.
Anestro	Deficiencia de energía p.p.; exceso de energía a.p.; exceso de proteína cruda; exceso de P y/o deficiencia de Ca (relación Ca/P estrecha); deficiencia de P; deficiencia de fibra cruda; alimentos ricos en estrumigen; deficiencia de energía a.p.; deficiencia de proteína cruda; deficiencia de Vitamina E.?
Atrofia ovárica o Distrofia ovárica	Deficiencia de energía p.p.; exceso de K; deficiencia de proteína cruda.
Calores silenciosos	Deficiencia de energía p.p.; deficiencia de beta-carotenos; exceso de proteína cruda; deficiencia de P; alimentos ricos en estrumigen; deficiencia de fibra cruda p.p.; deficiencia de Mn; deficiencia de I; deficiencia de Co.
Ovulación retardada	Deficiencia de energía p.p.; deficiencia de beta-carotenos; deficiencia de Na y/o exceso de K (relación K/Na amplia); exceso de fibra cruda p.p.; exceso de Na?
Degeneración quística (en parte con calor permanente)	Deficiencia de energía p.p.; deficiencia de beta-carotenos; deficiencia de Na; alimentos ricos en estrumigen; exceso de Mn; deficiencia de I; alimentos ricos en fitoestrógenos.

Trastorno reproductivo	Causa nutricional
Alteraciones de la función del cuerpo lúteo	Deficiencia de energía p.p. (C.L. pequeños); deficiencia de beta-carotenos (C.L. pequeños); exceso de P (C.L. grandes, duros) (todas las causas nutricionales que ocasionan catarros genitales).
Trastornos del ciclo estral (regulares, e irregularmente cortos o muy largos)	Exceso de proteína cruda; exceso de P y/o deficiencia de Ca (relación Ca/P estrecha); deficiencia de Na; deficiencia de Co; alimentos ricos en fitoestrógenos; alimentos ricos en antiestrógenos.
Trastornos de la fase embrionaria (trastornos de la nidación; mortalidad embrionaria)	Deficiencia de energía?; deficiencia de beta-carotenos; alimentos ricos en estrumigen; deficiencia de Vitamina A; deficiencia de Cu; deficiencia de Co; alimentos ricos en fitoestrógenos.
Abortos o terneros nacidos débiles	Deficiencia de beta-carotenos; alimentos ricos en nitratos; ataque severo por hongos y/o levaduras de los alimentos; deficiencia de Vitamina A; deficiencia de Mn; deficiencia de Cu; deficiencia de I; deficiencia de Co; alimentos ricos en antiestrógenos.
Retención de placenta	Alimentos ricos en estrumigen; alimentos ricos en nitratos; deficiencia de fibra cruda a.p.; exceso de Na; deficiencia de Se; deficiencia de Vitamina A; deficiencia de I.
Maduración sexual retardada	Deficiencia de energía; deficiencia de proteína cruda; exceso de K.

Nota: Se han tratado de ordenar las causas nutricionales de acuerdo a su frecuencia de aparición.