

## PROBLEMAS AMBIENTALES, PARTICION Y REQUERIMIENTOS DE FOSFORO EN GANADO DE LECHE

Ing. Jorge A. Elizondo Salazar, M.Sc.  
Estación Experimental Alfredo Volio Mata, UCR  
Estudiante de Doctorado (Animal Science)  
The Pennsylvania State University



## Presentación

- Importancia del P
- Problemas ambientales
- Requerimientos de P
- Resultados de investigaciones
- Conclusiones y recomendaciones
- Preguntas



## Importancia del fósforo

- P es un elemento esencial para los animales.
- Es el segundo mineral más abundante en el cuerpo.
- Constituye cerca de 1% del peso corporal.
- 80-85% se encuentra en huesos y dientes.
- Relacionado con una gran variedad de reacciones bioquímicas.



## Importancia del fósforo

- Es un componente del ADN y ARN.
- Relacionado con la fluidez e integridad de la membrana celular.
- Ayuda a mantener el balance osmótico y el balance ácido-base.
- Tiene que ver con la utilización de energía y la transferencia vía AMP, ADP and ATP.
- Glucogénesis, transporte de ácidos grasos, síntesis de AA y proteína.

## Importancia del fósforo

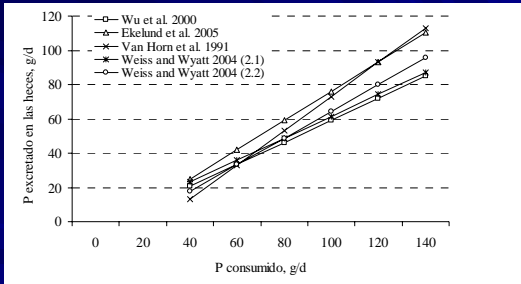
- Debe estar disponible para los microorganismos del rumen
  - Síntesis de proteína microbial
  - Consumo de materia seca
  - Digestibilidad
- Cualquier limitación se verá reflejada en un impedimento general de las funciones corporales.
- Por lo que debe suministrarse en la dieta.

## El problema

- Las vacas utilizan el fósforo de manera ineficiente, excretando 60-70% del P consumido.
- P en el estiércol se ha convertido en un problema ambiental.
- La excreción fecal de P está relacionada con su consumo.



## Relación entre el fósforo total consumido y el excretado en las heces de vacas lecheras.



## P del suelo

- Transferencia de P del suelo a las aguas se da por:
  - Escorrentía
  - Erosión
  - Lixiviación



## Eutrificación

- Cuando el P entra a lagos, ríos o riachuelos, el crecimiento de algas y otras plantas acuáticas se estimula.
- Limita el uso del agua para bebida, recreación y pesca.



## Soluciones

- Estrategias de manejo se utilizan cada vez más en las fincas.
- Las estrategias se enfocan en el manejo posterior a la excreción.
- La mejor forma de aliviar el impacto es reduciendo el P que se alimenta a las vacas.
- Suplir los requerimientos de P de las vacas de manera precisa.

## ¿Cómo se determina el requerimiento de P?

- Se calcula utilizando un enfoque factorial (NRC, 2001)  
La suma del P absorbido utilizado para:
  - Mantenimiento
  - Lactación
  - Crecimiento
  - Gestación
- Se divide por un coeficiente de absorción del P dietético a nivel intestinal, para determinar el P que se debe suplir en la dieta.

## Mantenimiento

1 gramo / kg MS

Orina: Los rumiantes excretan cantidades insignificantes de P en la orina.

0.002 g/kg PV



## Lactación

0.9 g / kg de leche producida

Sin importar el contenido de grasa o proteína



## Gestación

Ultimo trimestre de la gestación

NRC (2001) utiliza ecuación exponencial  
Rango entre 1.9 a 5.4 g/d.

Promedio: 2.5 g/d.



## Coefficiente de absorción

- 64% para forrajes
- 70% para concentrados
- 75 – 90% para suplementos minerales.

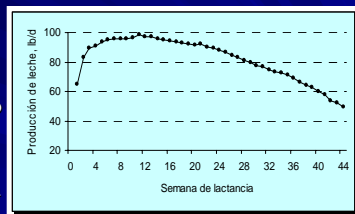


## Requerimientos de fósforo

Producción láctea (kg/d)	Consumo de MS (kg/d)	Requerimiento de P	
		Absorbible, g/d	En la dieta, %
8	15.0	22.2	0.21
10	15.6	26.6	0.23
12	16.3	27.1	0.24
14	16.9	29.5	0.25
16	17.6	32.0	0.26
18	18.2	34.4	0.27
20	18.9	36.9	0.28
22	19.5	39.3	0.29
24	20.2	41.8	0.30
26	20.8	44.2	0.30
28	21.5	46.7	0.31
30	22.2	49.2	0.32

## Requerimiento afectado por el nivel de producción

- Las dietas para ganado de leche deben contener concentraciones altas de P al inicio de la lactancia y concentraciones bajas al final de la lactancia.



## Mobilización de P del hueso

- Mobilización de P del hueso durante la **lactancia temprana**:
  - Vacas mobilizan Ca del hueso al inicio de la lactancia.
  - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  /  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$
  - Cuando el Ca se mobiliza, P es también liberado del hueso.
  - Esta remoción se da como respuesta a las necesidades de Ca aún con dietas altas en P (Knowlton and Herbein 2000).

## Mobilización de P del hueso

- Es un proceso fisiológico natural.
- P se hace disponible para la secreción de leche.
- Puede suplir hasta 25% de los requerimientos (Kirchgebner, 1993).
- Debe ser considerado como una fuente de P.
- Considerar el P proveniente del hueso reducirá las necesidades de P de la dieta.

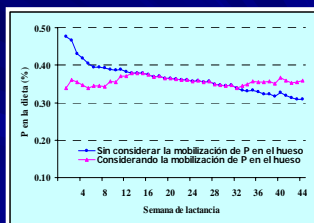
## Reponer el P removido del hueso

- Es necesario reponer el P durante el final de la lactancia:
- Se debe reponer la misma cantidad de P que fue movilizada.
- Considerar esto incrementa el nivel de P que se debe dar en la dieta.

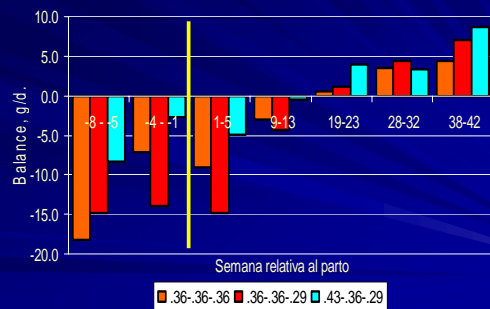
## P movilizado del hueso

Fósforo:

- Mobilizado del hueso al inicio de la lactancia.
- Reponerlo al final de la lactancia.
- La movilización de P en el hueso afecta los requerimientos de P (Kirchgebner, 1993).



## Balance de fósforo



Elizondo et al., 2006

## Fósforo y el desempeño reproductivo.

Desempeño reproductivo de vacas lecheras alimentadas con diferentes niveles de fósforo.

Referencia	Vacas	P en la dieta (%)	Días al 1º celo	Días al 1º servicio	Días abiertos	Serv./Concept.	Tasa de preñez (%)
De Boer et al., 1981	8	0.51	54.4	74.1	80.6	1.0	66.7
	11	0.34	44.7	66.1	74.4	1.5	72.7
	11	0.69	32.0	62.2	72.9	1.5	72.7
Call et al., 1986	12	0.24	45.0	77.0	82.0	1.3	92.0
	7	0.32	66.0	91.0	135.0	1.9	87.0
	10	0.42	50.0	72.0	87.0	1.5	76.0
Brintrup et al., 1993	26	0.33	-	47.0	109.0	2.3	-
	26	0.39	-	55.0	99.0	2.1	-
Wu and Satter, 2000	24	0.35	51.3	74.3	112.4	2.4	87.5
	24	0.45	42.5	75.5	120.1	2.6	79.2

## Fósforo y producción láctea.

Producción y composición de la leche de vacas alimentadas con diferentes niveles de P.

Referencia	P en la dieta (%)	Consumo MS (kg/d)	Leche (kg/d)	Grasa (%)	Proteína (%)
Call et al., 1987	0.24	-	17.3	-	-
	0.32	-	22.2	-	-
	0.42	-	21.2	-	-
Brintrup et al., 1993	0.33	18.1	25.4	4.38	3.21
	0.39	17.4	24.5	4.21	3.27
Wu and Satter, 2000	0.35	45.5	69.7	3.41	3.05
	0.45	44.9	64.9	3.61	3.17

## Conclusiones

- El P es un nutriente muy importante para el organismo.
- La excreción fecal de P está relacionada con el consumo.  
Más P en la dieta = Mayor excreción
- P acelera el proceso de eutrofización.
- Reducir el P consumido es la mejor opción.

## Recomendaciones

- Calcule los requerimientos de P de los animales.
- Formule con base en dichos requerimientos.
- Reduzca o elimine el libre acceso a sales minerales fosforadas.
- No aplique estiércol en áreas donde no va a ser aprovechado ni cerca de fuentes de agua.

