

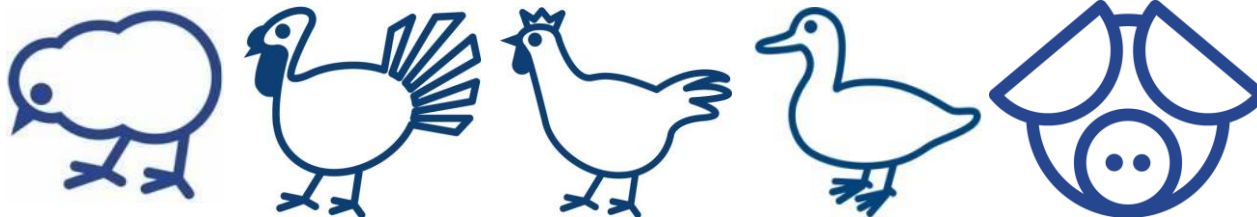


LAS ENZIMAS COMO UNA HERRAMIENTA PARA REDUCIR EL COSTO DEL ALIMENTO Y MEJORAR EL DESEMPEÑO EN ANIMALES MONOGÁSTRICOS



DCV. Daniel Camacho Fernández

Gerente Técnico México, CA y Caribe
AB Vista





Más del 70% del Costo
de Producción en el
Área Avícola Depende del
Óptimo Funcionamiento de
1.5 Metros de Intestino.

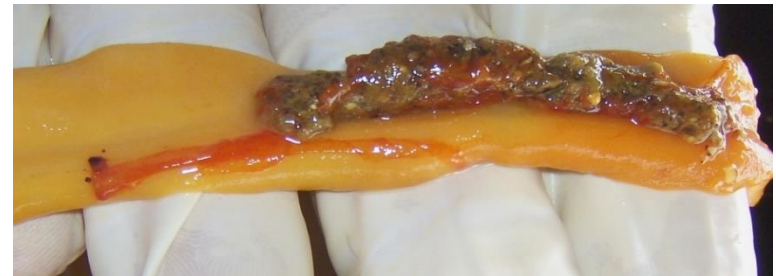
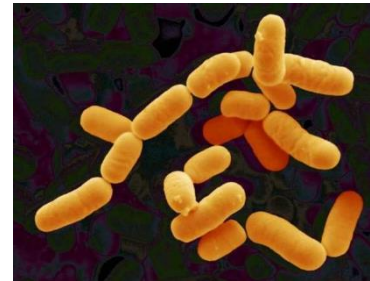




EL APARATO DIGESTIVO

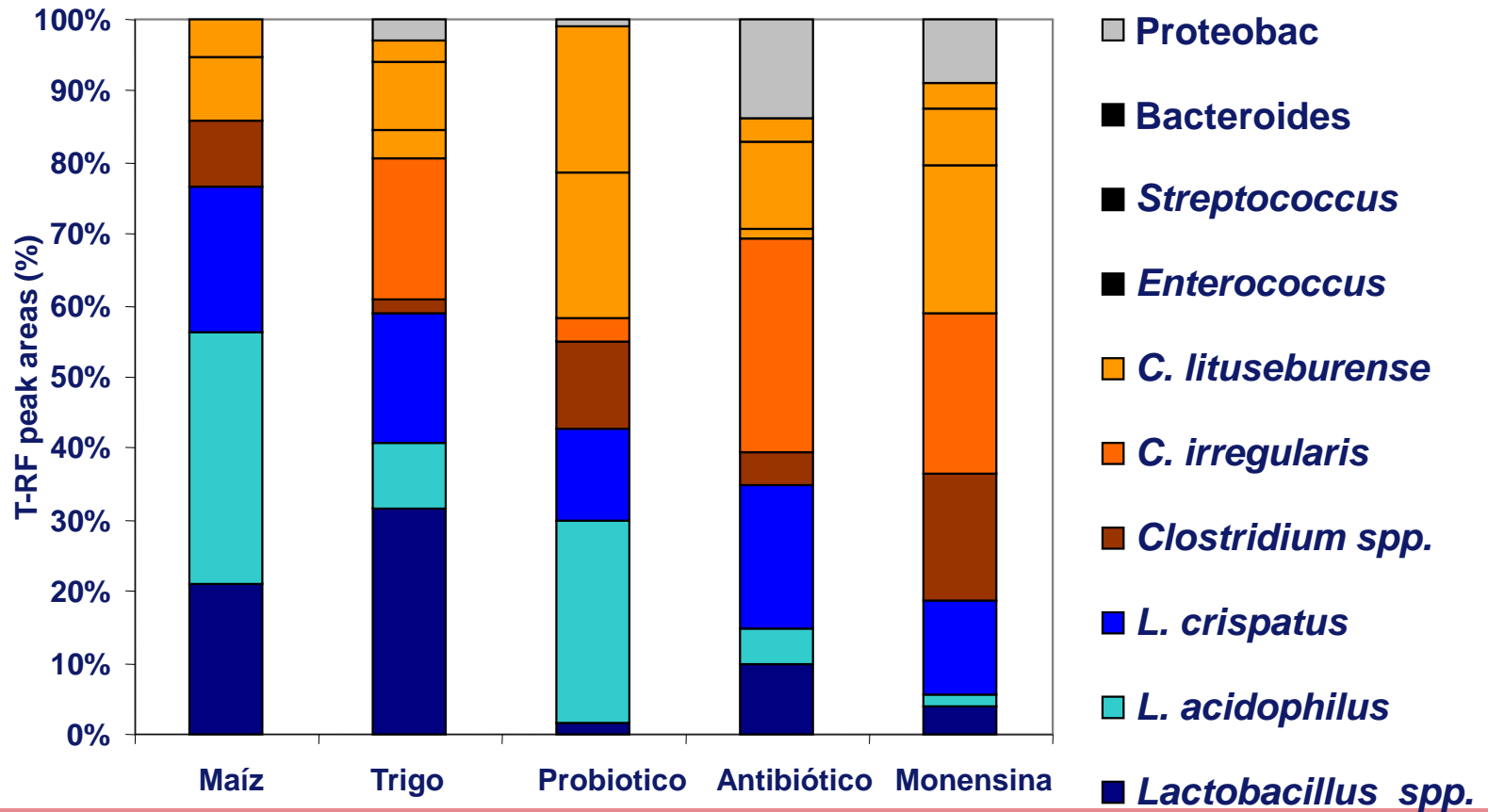
Mecanismos de defensa

- pH
- Peristaltismo
- **Flora Microbiana**
- Moco
- Descamación Epitelial
- Inflamación
- Diarrea





Composición de la microflora en el íleon





Factores Importantes en la Calidad del Agua

- El Agua es el nutrimento más crítico
- Ave consume al menos dos veces agua con respecto al alimento
- Agua en el metabolismo del ave y cerdo
 - Temperatura corporal
 - Digestión del Alimento
 - Eliminación de desperdicios corporales
- Esencial para la eficiente producción avícola





Ingredientes

con Componentes que pueden afectar adversamente la Salud
Entérica

Ingrediente	Compuesto Potencialmente Problematico
Maiz	Lectinas, fitato, almidón resistente
Trigo	Arabinosilanos, fitato, almidón resistente
Cebada	Betaglucanos, almidón resistente
Sorgo	Almidón resistente
Harina de Soya	Oligosacáridos, NSP's lectinas, inhibidor tripsina
Chícharos	Almidón resistente, saponinas
Harina de Colza	Oligosacáridos, NSP's, glucocinolatos
Harina de Girasol	Oligosacáridos, NSP's

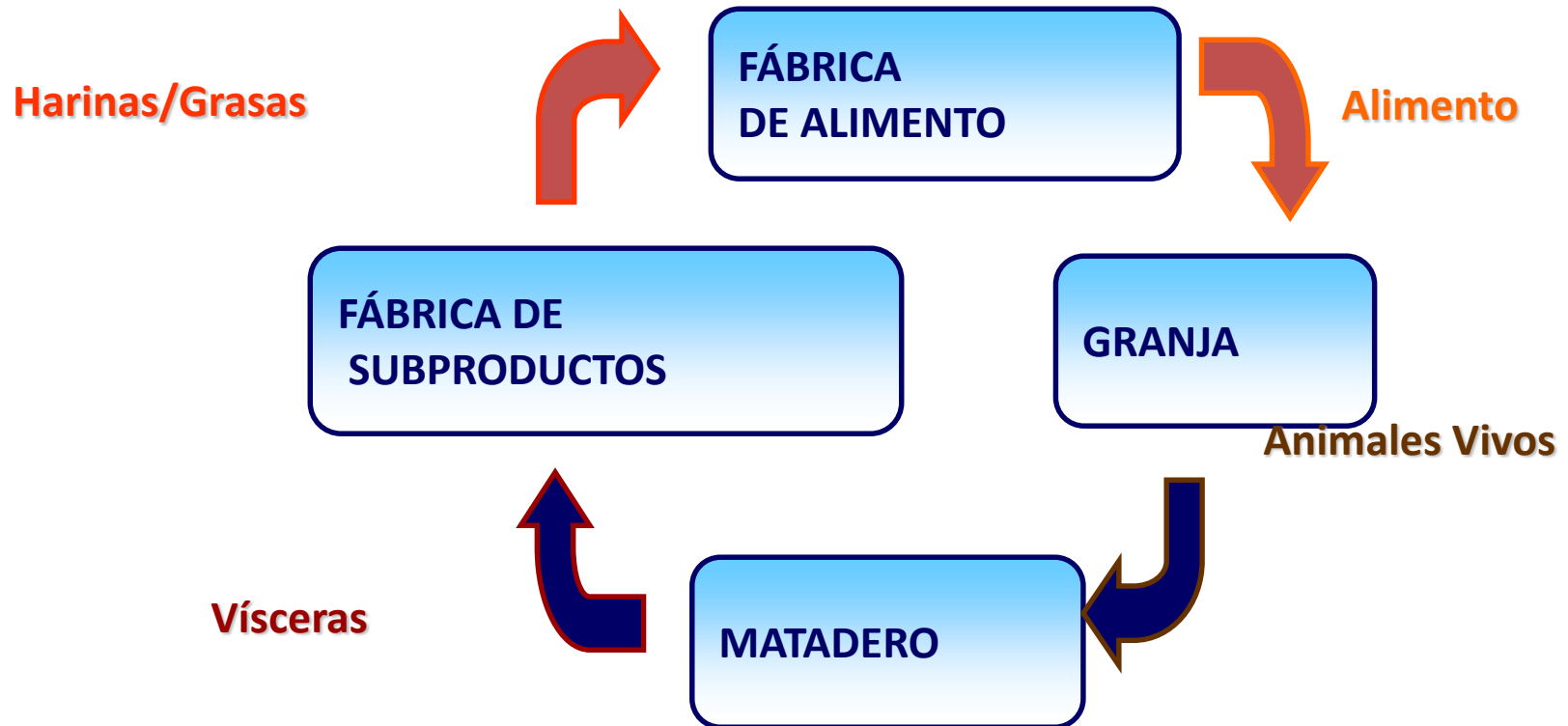


Grasas oxidadas





La Oxidación Afecta Todas las Partes de una Operación





¿Por Qué es Importante Prevenir la Oxidación?

RESUMEN

- Oxidación afecta negativamente el rendimiento animal:
 - Reducción de la ganancia de peso
 - Merma de la conversión alimenticia
- Oxidación afecta negativamente otros factores:
 - Olor, pérdida de palatabilidad, energía
 - Corrosión de equipos

¡PÉRDIDA DE DINERO!



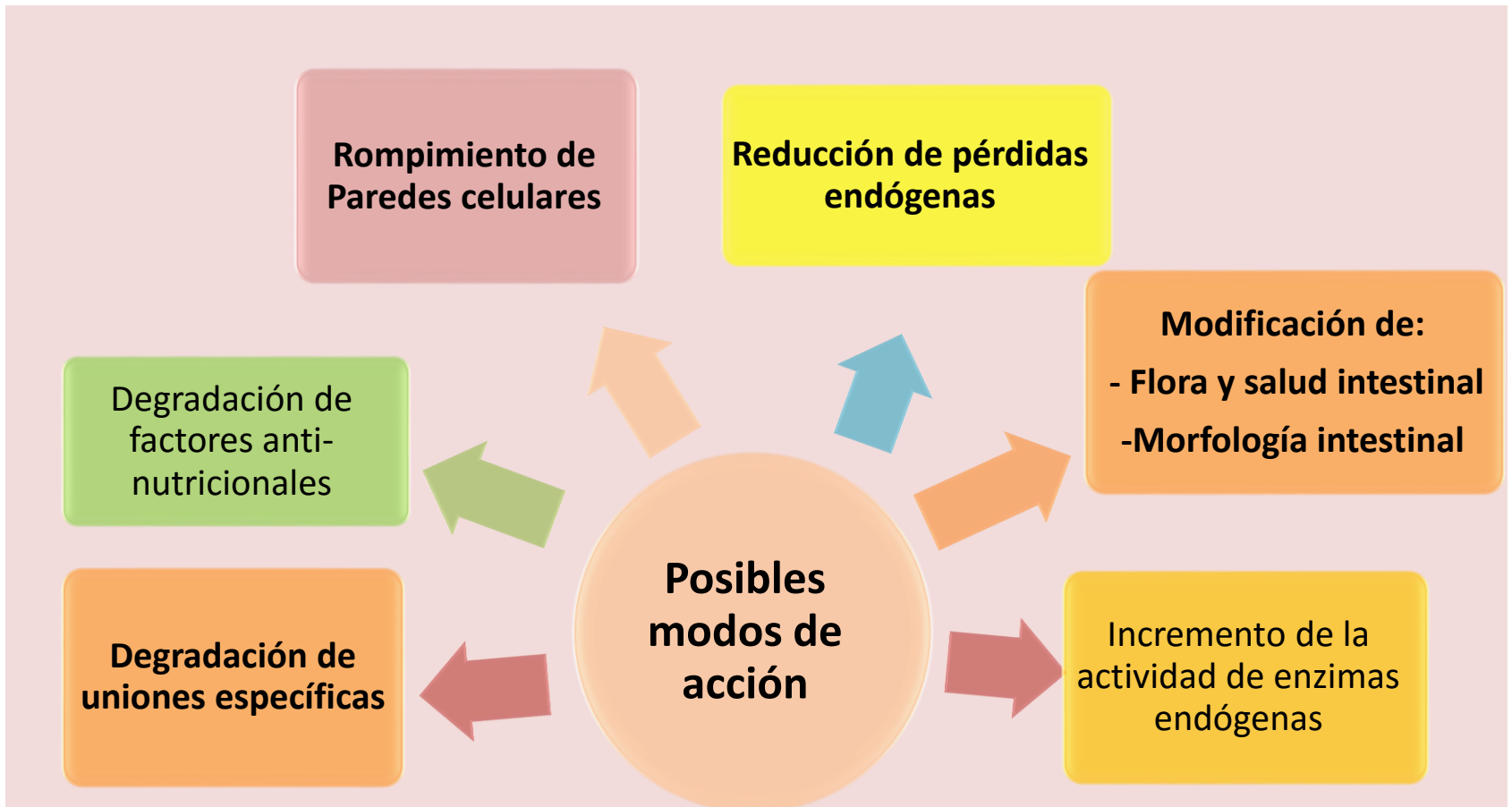
CÍAB
Cámara de Industriales de Alimentos Balanceados

PORQUE USAR ENZIMAS?



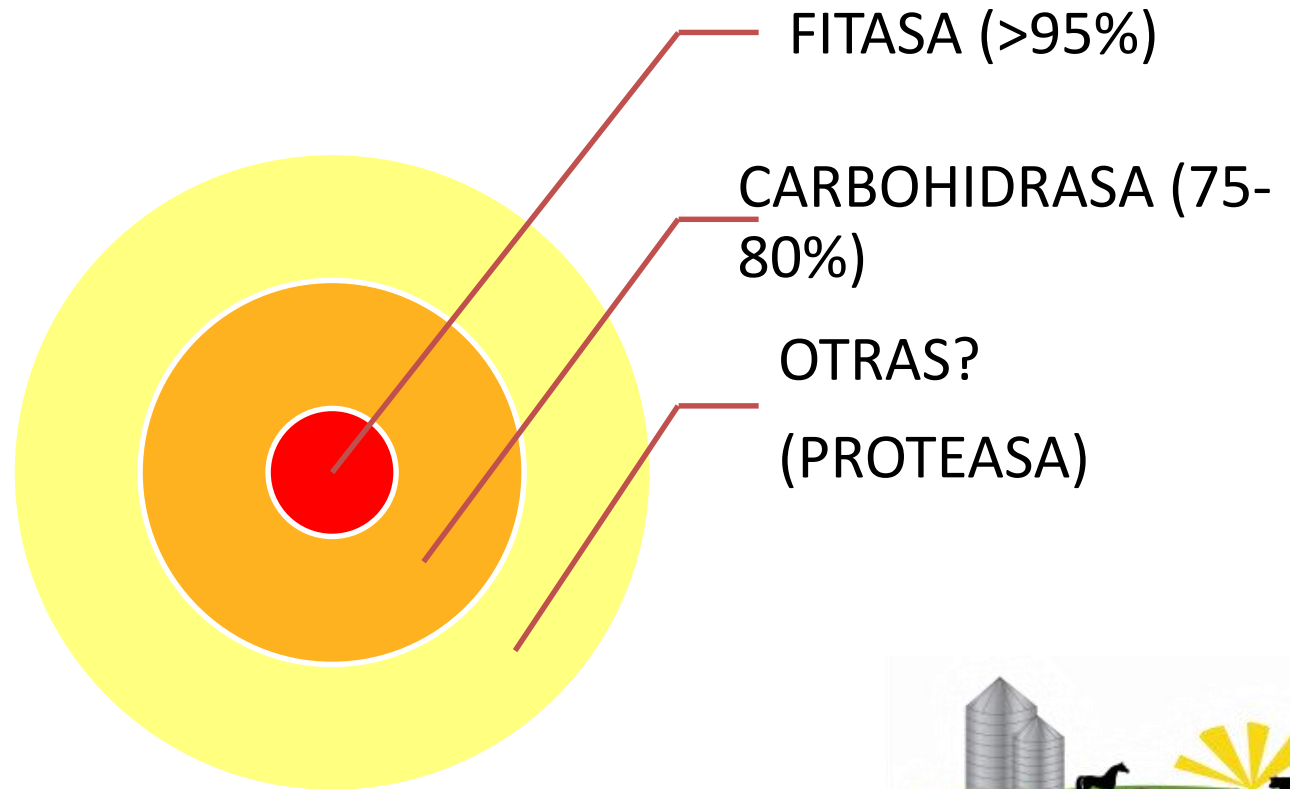
Fuente: Ravindran 2012

MODOS DE ACCIÓN DE LAS ENZIMAS



Fuente: Ravindran 2012

UTILIZACION DE ENZIMAS - HOY



CIAB
Cámara de Industriales de Alimentos Balanceados



Enzimas para alimentos naturales, menores costos y valor agregado

Reducción de los costos

- Mantiene la eficiencia con alimentos de menor costo
- Valor de reemplazo de ingredientes

Valor agregado

- Mayor rendimiento con el mismo alimento
- Mejor salud intestinal y digestibilidad



CIAB

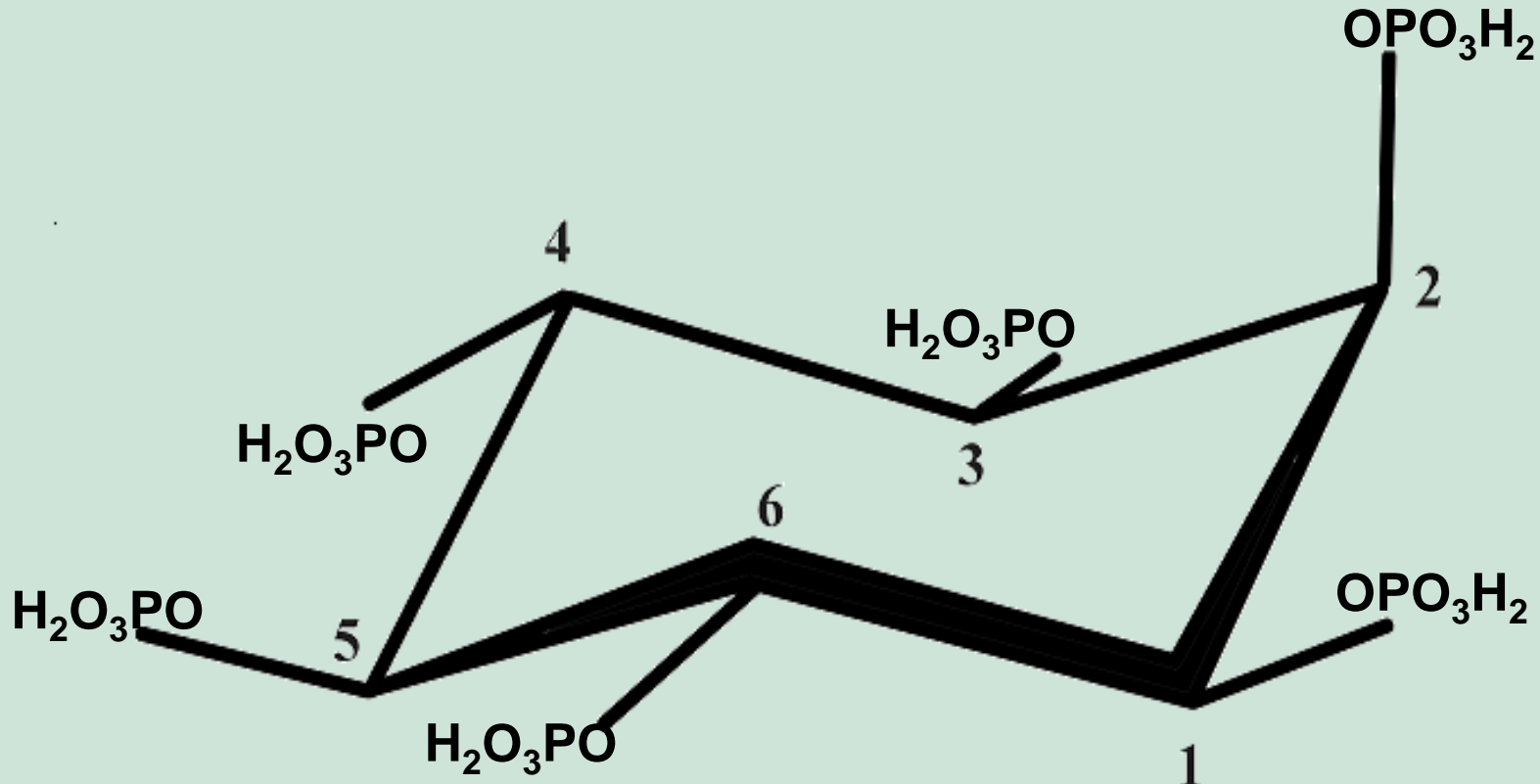
Cámara de Industriales de Alimentos Balanceados



El Fitato como antinutriente afecta el costo estimándolo en **\$6 por ton en pérdida del desempeño**

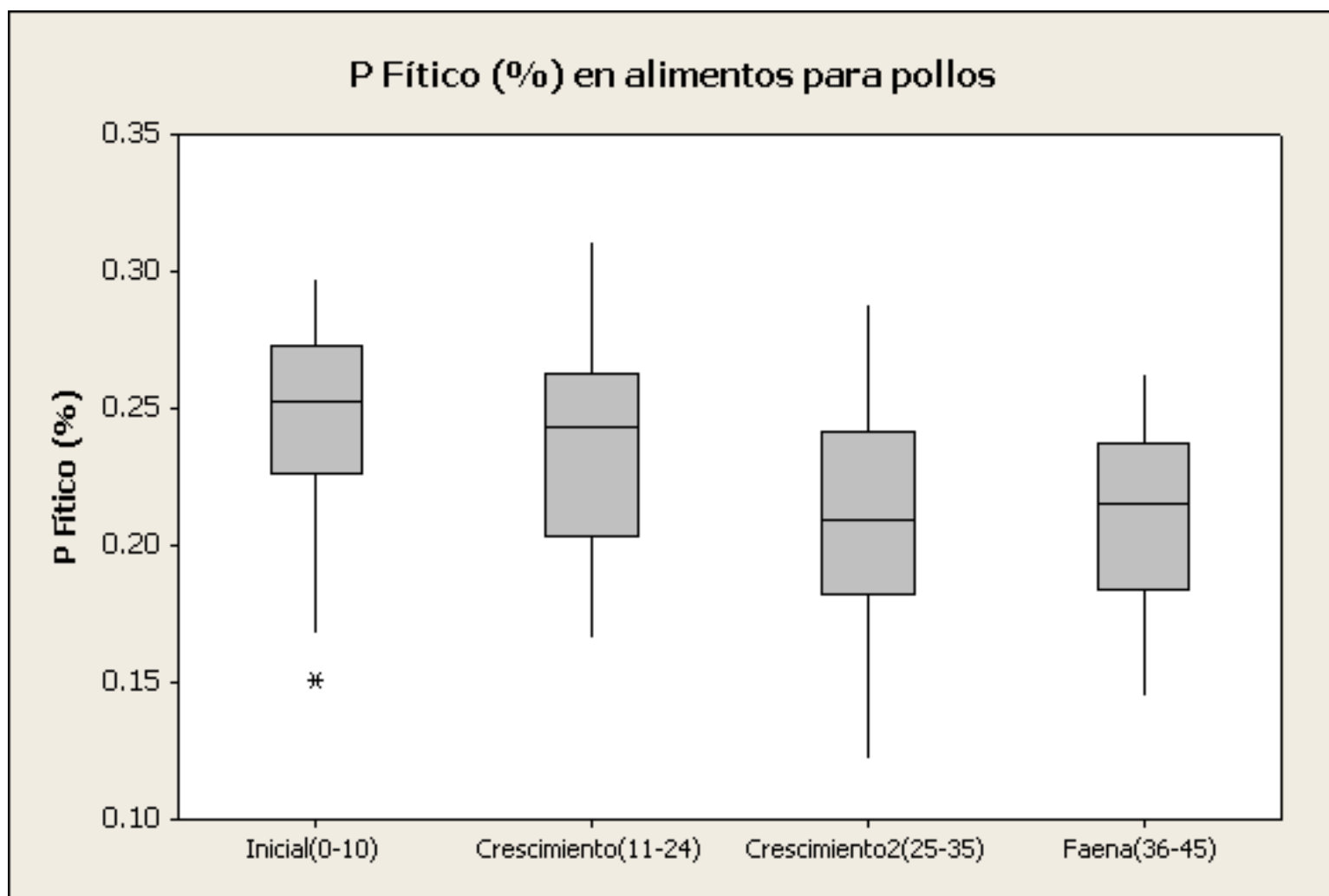
- Actualmente **fitasa** ahorra a la industria avícola mundial alrededor de **\$1 mil millones** por año en costos de alimentación
- “El fitato está costando a la industria de la alimentación animal mundial **\$2,000,000,000**” Bedford, 2012
- Extracción de la mayor parte de **fitato** de la dieta podría traer beneficios adicionales en el rendimiento y ahorro en los costos de producción

La molécula de fitato

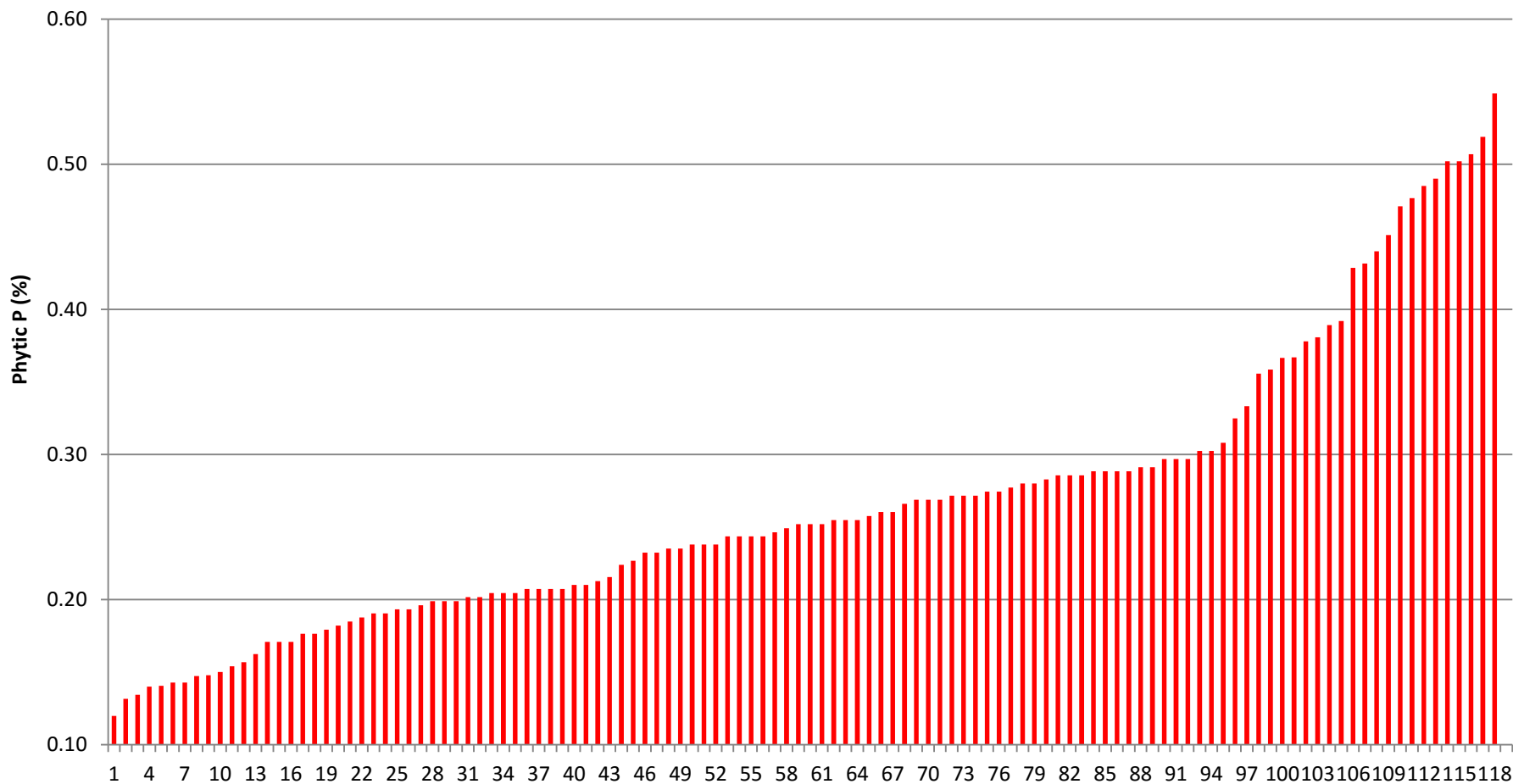


- Fuente de P para la germinación
- Acción anti-oxidante durante el proceso de germinación – previniendo el estrés oxidativo y muerte del embrión

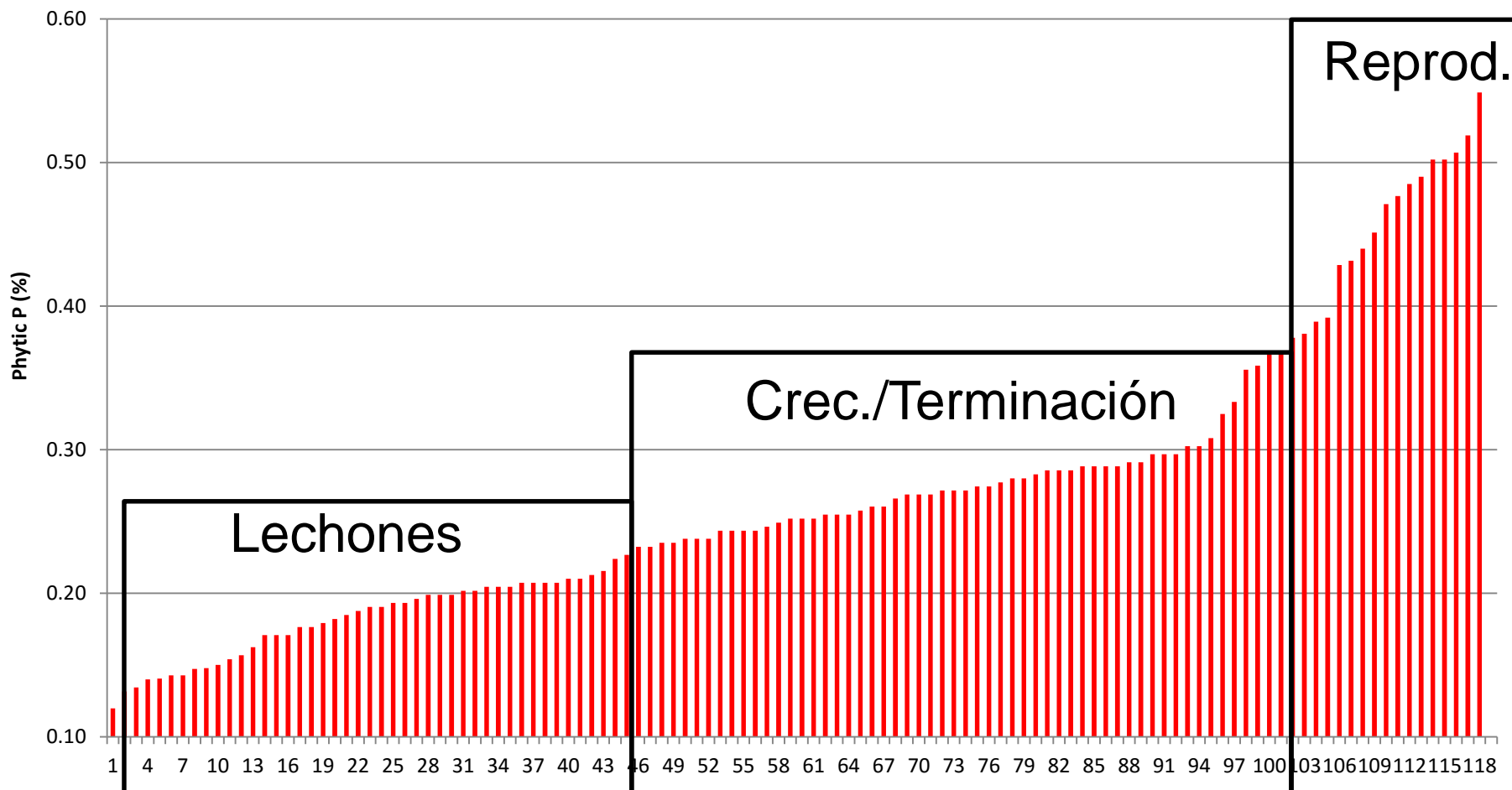
Variación de P fítico en alimentos para pollo de engorda



Variación de P fítico en alimentos para cerdos

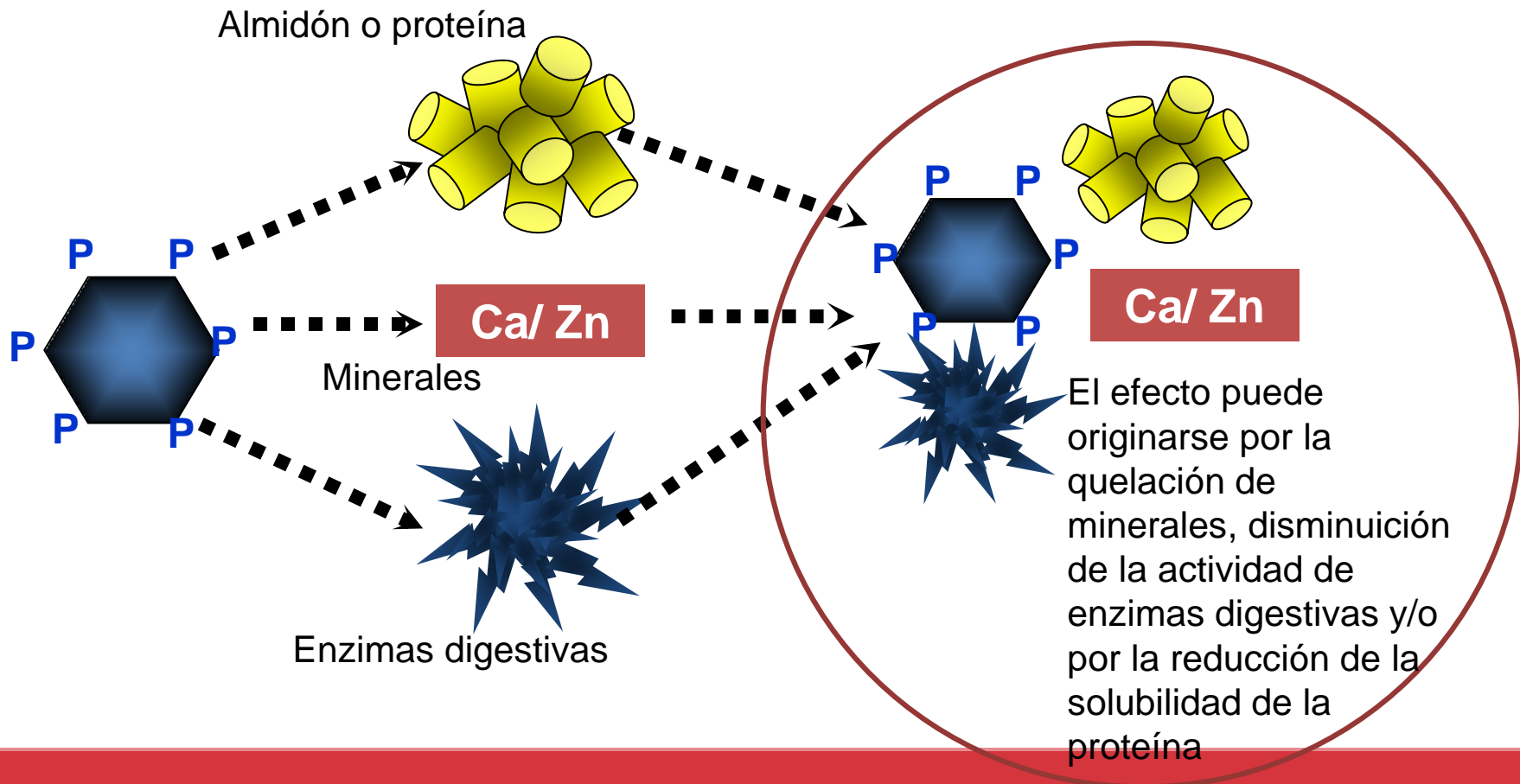


Variación de P fítico en alimentos para cerdos



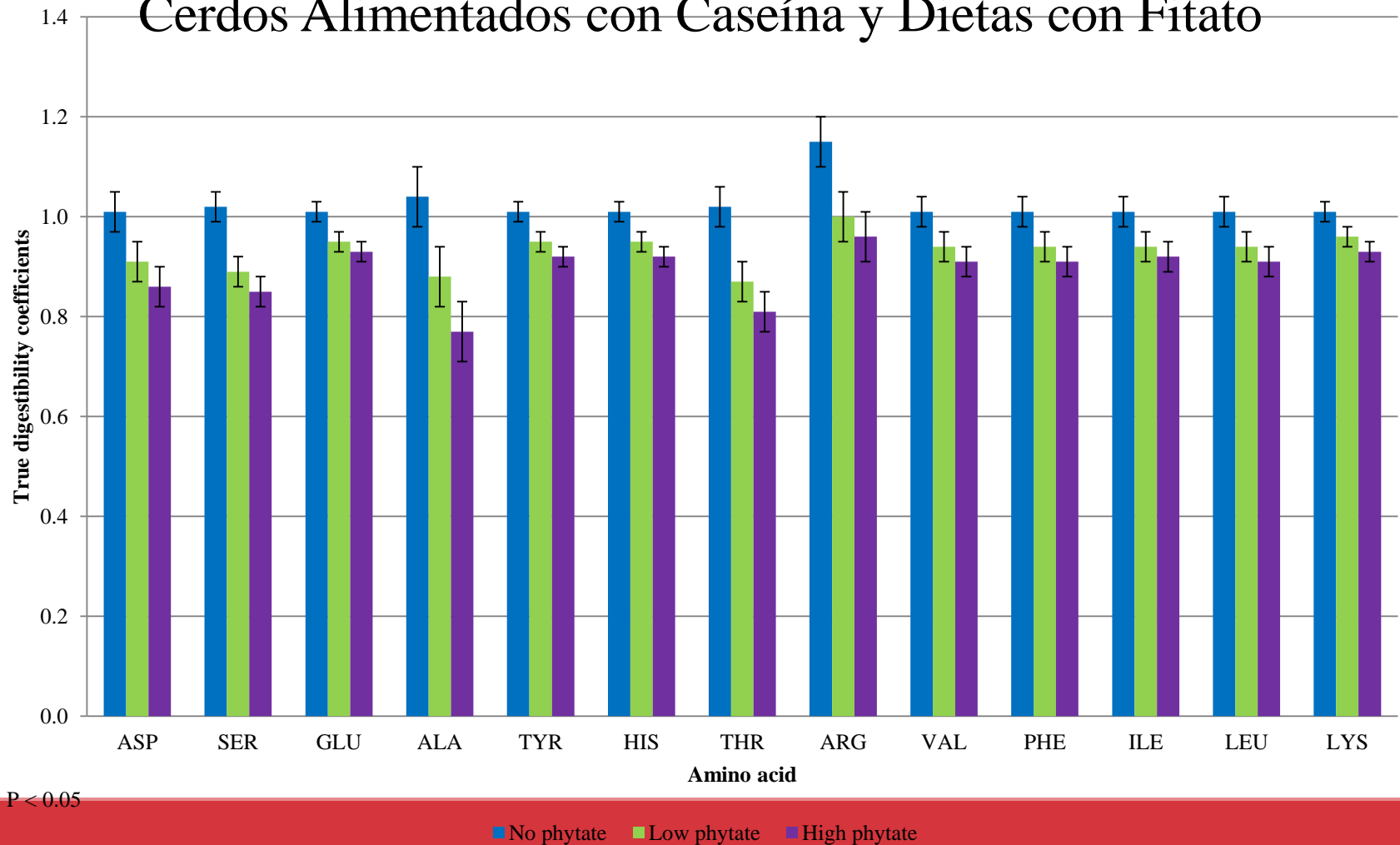
Efecto anti-nutricional del fitato

El Fitato disminuye la digestibilidad del alimento al formar complejos insolubles con los nutrientes y enzimas digestivas para reducir la solubilidad de los nutrientes





Digestibilidad Verdadera de los Aminoácidos en Cerdos Alimentados con Caseína y Dietas con Fitato



P < 0.05



Características de una Fitasa

Evolución de las fitasas

**Máxima
destrucción del
fitato**



Espacio pequeño para la hidrólisis del fitato

Buche:

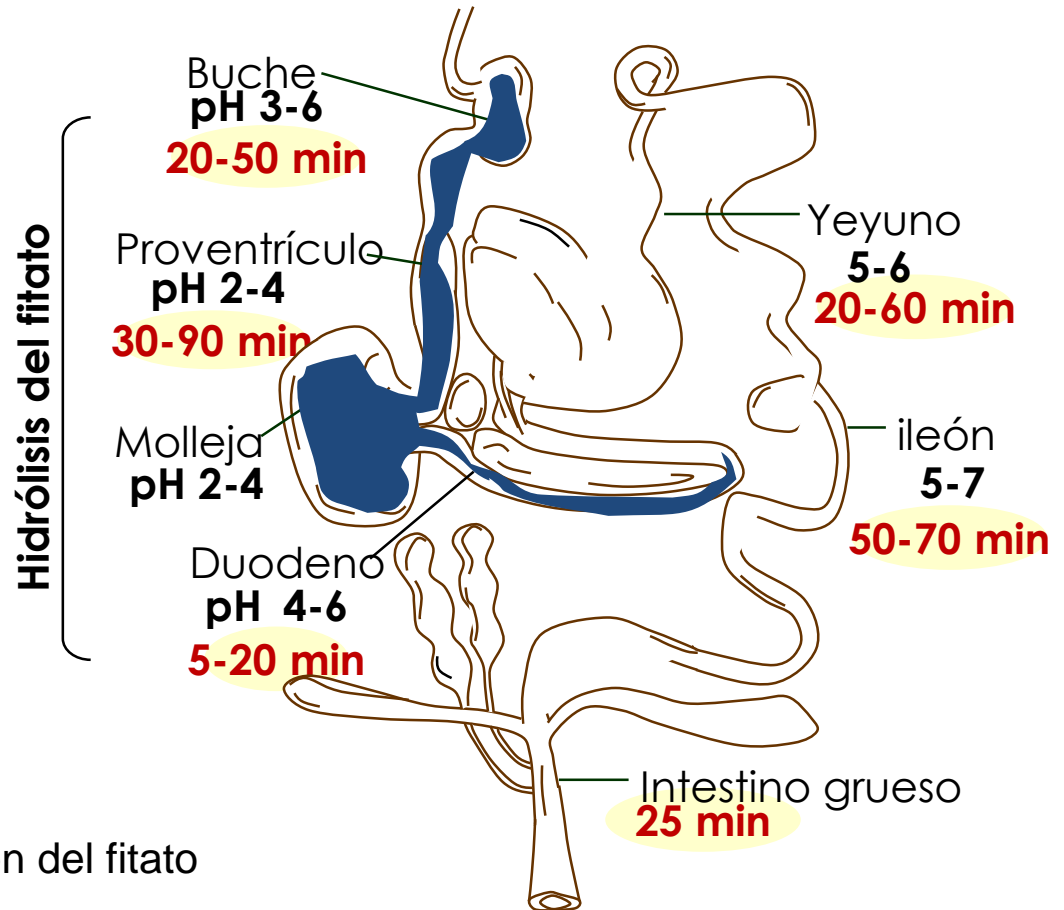
- pH varía entre 3 y 6
- Fermentación disminuye el pH, aumentando la solubilidad del fitato

Proventrículo/Molleja:

- pH varía entre (2-4)
- Alta solubilización del fitato
- Presencia de pepsina que puede degradar las fitasas

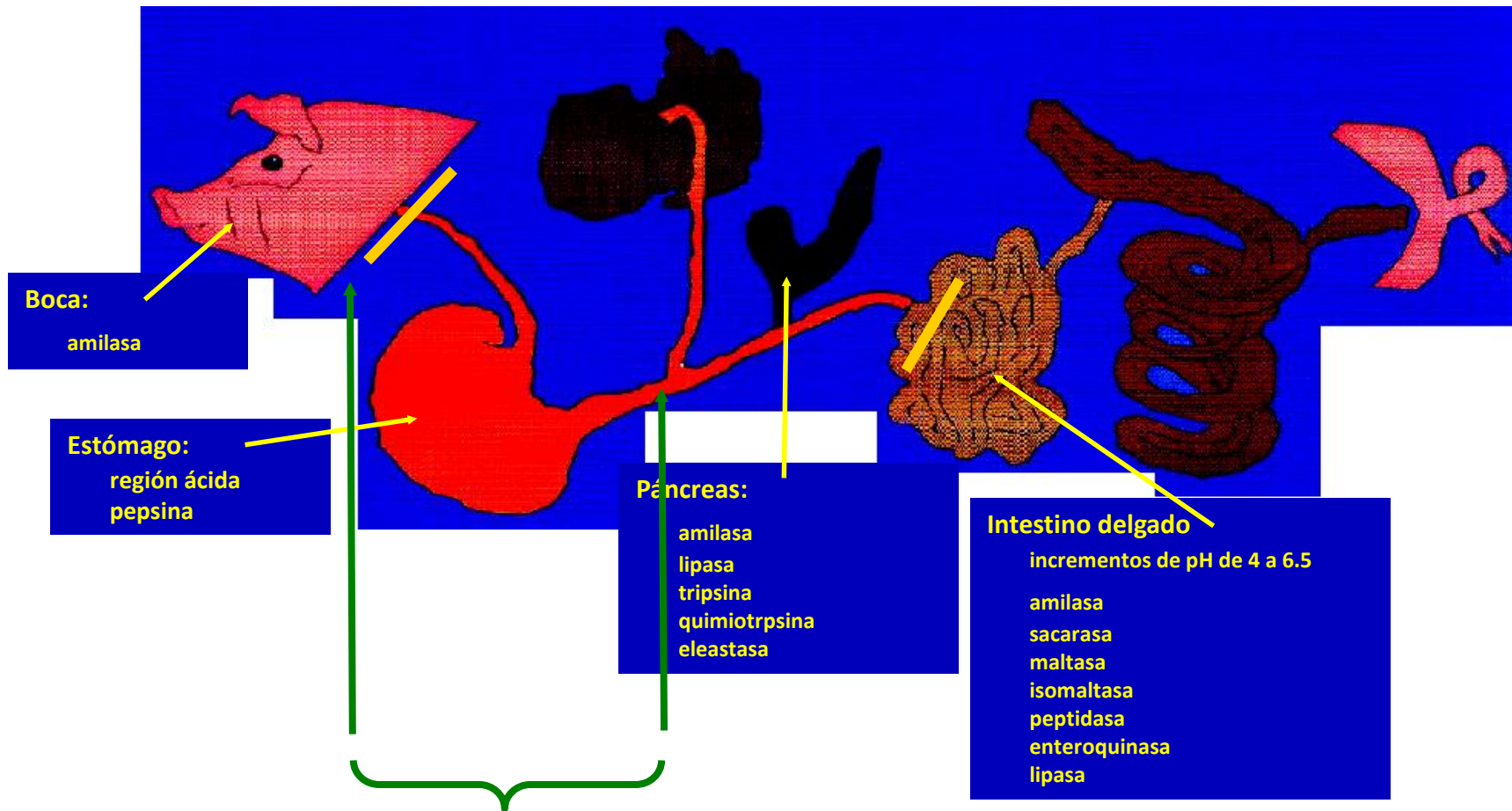
Duodeno:

- pH aumenta
- Precipitación del fitato



Zona óptima para la degradación del fitato

- La fitasa debe estar activa en pH bajo, en donde el fitato está soluble y biológicamente disponible para liberar al fósforo



Zona crítica



Una fitasa debe ser:

- Termo tolerancia intrínseca
- Capacidad en reducir los efectos anti-nutricionales
- Actividad óptima en los rangos de pH
- Estabilidad gástrica
- Actividad en el sitio “correcto”
- Nuevas herramientas analíticas
- Sustentada por una amplia base científica

UNA ENZIMA – DOS FUNCIONES

USO TRADICIONAL DE LA FITASA

- **Liberación de nutrientes**
 - Pdisp
 - Ca
 - Energía
 - Aminoácidos
- **Reducción de costo**
- **Uso típico**
 - 300 FTU/kg a 750 FTU/kg

NUEVO USO DE LA FITASA

- **Destrucción del fitato**
 - Lo más rápido posible mientras que el fitato esté soluble en la fase gástrica
- **Adicionar “on top”**
 - Incrementamos el costo de la dieta, pero el desempeño de los animales
 - Menor costo/kg de carne producido

Nutrición baja en fitato, **Súper-dosis** = mejora el desempeño

Uso de altas dosis de fitasa, con uso parcial de matriz nutricional, enfocándose en mejor desempeño y reducción de costo

Características Clave de las Fitasas para el Uso de Matriz ó Superdosis

Buena Estabilidad Gástrica

- Estable en el estómago – sitio del rompimiento del fitato

Cinética Enzimática – Bajo kM

- Destrucción del Fitato en bajas concentraciones

Acción Rápida

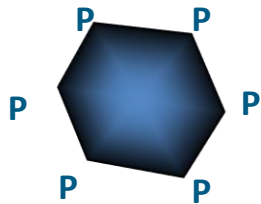
- Estable al calor – fitasa no recubierta (protegida)

Actividad enzimática alta a un pH 3

- Activa donde el fitato es soluble

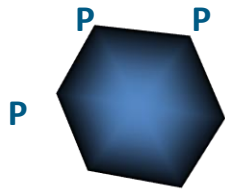


¿Cómo funciona la Súperdosis?



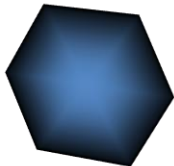
- IP6 (Fitato) Destrucción

- P Disp./Ca/AA/Energía



- IP4 + IP3 Destrucción

- AA/Energía/Minerales Traza



- IP3 + IP2 Destrucción

- Producción Inositol

Provisión de Inositol - > 90%

Destrucción del Fitato

Es absorbido dentro de las células y re-fosforilado a fitato

- El fitato actúa como un antioxidante

Fuente de ácido araquidónico

- Ruta de eicosanoides

Reducción de la Glucosa?



CIAB

Cámara de Industriales de Alimentos Balanceados

PORQUE LA DESTRUCCIÓN DEL FITATO TRAERÍA BENEFICIOS EN EL DESEMPEÑO?

1. Destrucción del factor anti-nutricional – reducción de las pérdidas endógenas
2. Mejor balance de los minerales – Ca
3. Proveer Inositol
4. Intermediarios bio-ativos
5. Incremento de la ingestión – suma de todos?



BENEFICIOS “SECUNDARIOS”

1. Mejora en la consistencia de heces
 - Menor ocurrencia de diarreas
2. Incremento en la deposición de minerales en yema
 - Mejora en la eclosión/calidad de pollitos
3. Incremento en la deposición de minerales en huesos
 - Beneficio para ponedoras/reproductoras



Conclusiones

- El fitato no es solamente una fuente de fósforo normalmente indisponible para los animales, también tiene un efecto anti-nutricional
- Las enzimas fitasas tienen diferentes características y distintas respuestas en la liberación de fósforo e hidrólisis del fitato *in vivo*
- La utilización de altas dosis de fitasa puede reducir los efectos anti-nutricionales del fitato, mejorando el desempeño de aves y cerdos

Conclusiones

- Seleccionar la fitasa en base a su estabilidad térmica, eficiencia (rentabilidad) y no sólo por el beneficio en costo de formulación.
- Considerar la concentración de fitato de la dieta.
- Asignar correctamente la matriz nutricional de la fitasa seleccionada.
- Usar el nivel más alto 1,000 FTU de la fitasa para aves y cerdos.
- Que sea fácil de analizar la recuperación de la fitasa en los alimentos.





Implicaciones

- El uso de fitasa exógena, además de bajar el costo de la formulación y mejorar los parámetros productivos, tiene un impacto medio ambiental (vía excreción de P) y contribuye a la eficiente utilización de las reservas de fósforo (recurso finito).





CARBOHIDRASAS





BENEFICIOS:

- ***Reducción de costo de formulación***
- Reduce la variabilidad de ingredientes → incremento uniformidad de las parvadas.
- Ofrece mayor flexibilidad en la formulación.
- Reducción de sustratos para la microflora indeseable.
- Mejora el desempeño (> digestibilidad).

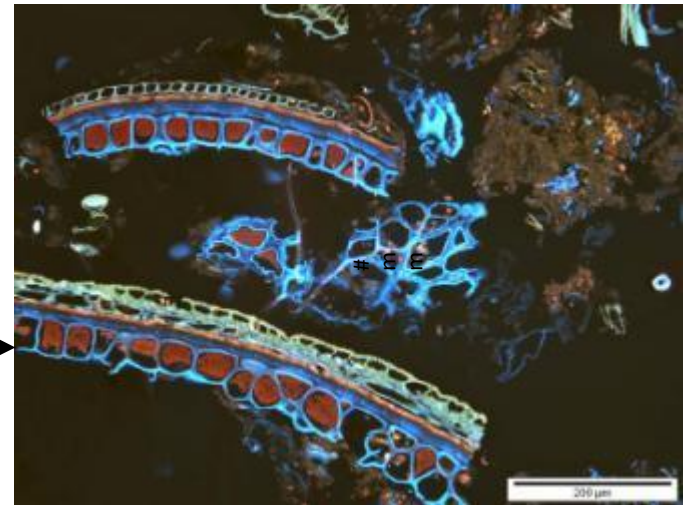


PNA estructurales = retraso en la digestión

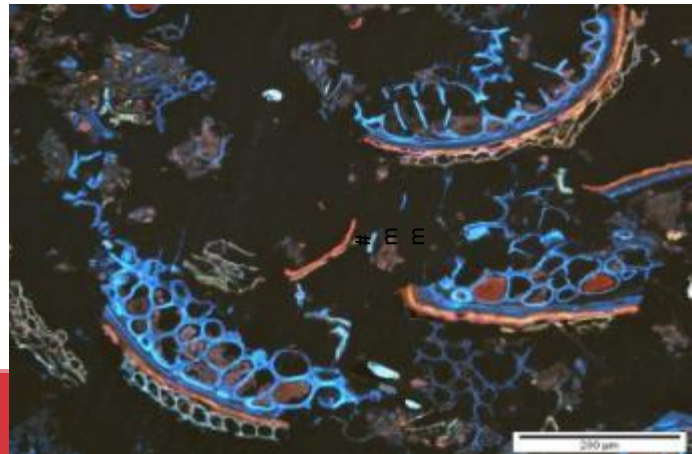
Mejor digestión en base en una mayor actividad de la molleja y retraso en el vaciado gástrico y no directamente por la enzima al abrir la pared celular!

Muestras de Íleon terminal

Dieta base trigo, sin enzima

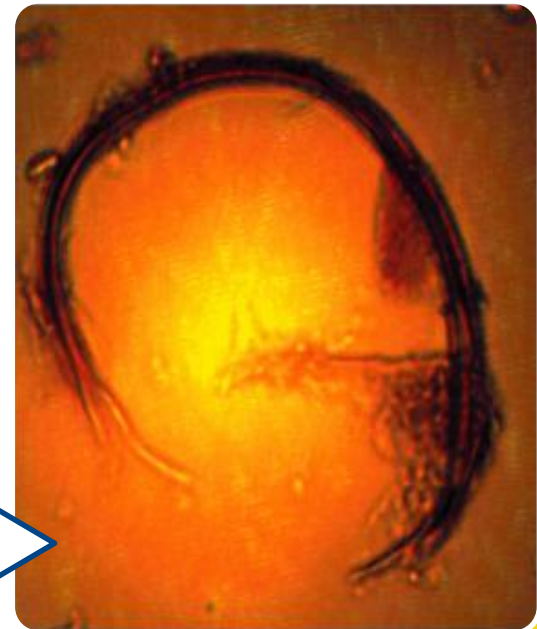
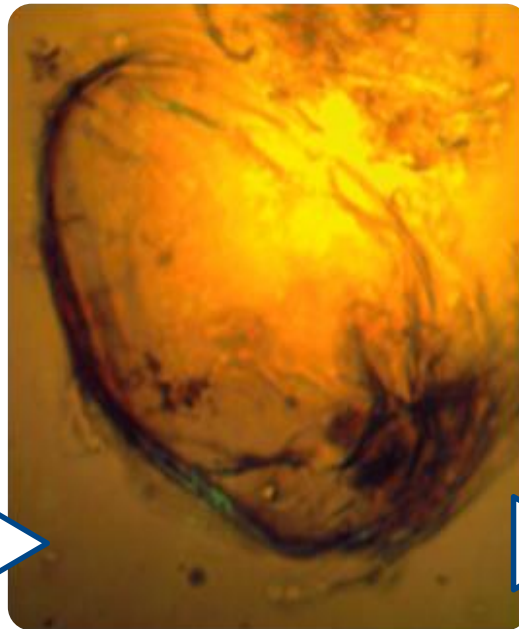
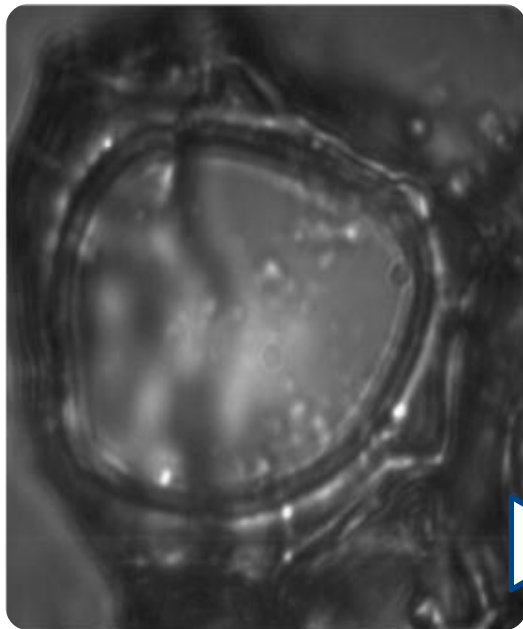


Dieta base trigo, con xilanasa

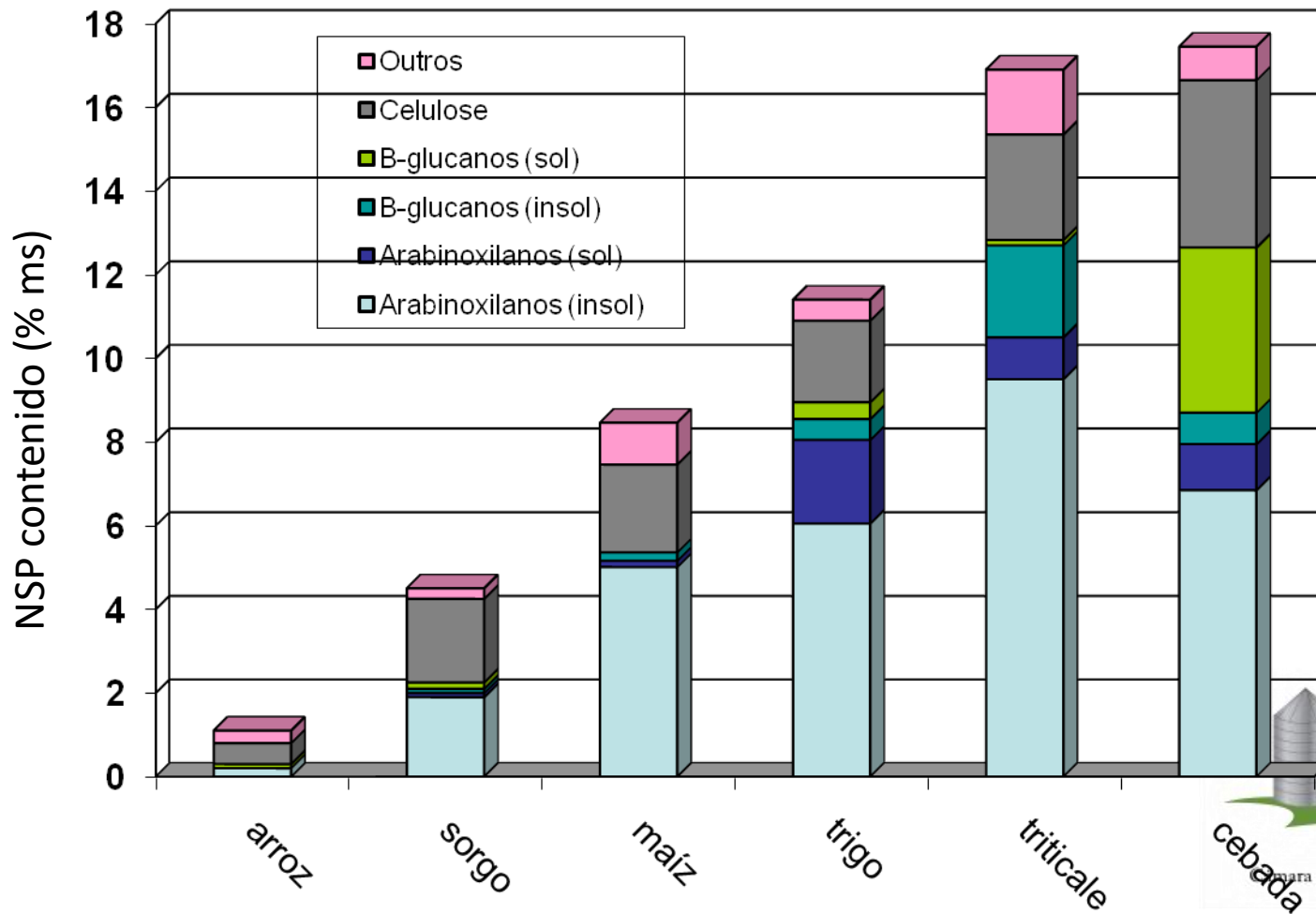


Enzimas para NSP rompiendo la pared celular in vitro

Las Enzimas para NSP abren la pared celular



Tipos y cantidad de NSP's presentes en algunos cereales (%MS)



Tipos y niveles de PNA presentes en algunos granos de cereales, % de material seca (adaptado de Choct, 1997).

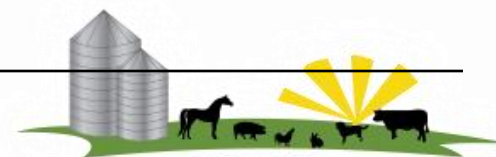
Cereal		AX ¹	β-Glucanos	Celulosa	Man ²	Gal ³	UA ⁴	Total
Trigo	Soluble	1.8	0.4	-	-	0.2	-	2.4
	Insoluble	6.3	0.4	2.0	-	0.1	0.2	9.0
Cebada	Soluble	0.8	3.6	-	-	0.1	-	4.5
	Insoluble	7.1	0.7	3.9	0.2	0.1	0.2	12.2
Centeno	Soluble	3.4	0.9	-	0.1	0.1	0.1	4.6
	Insoluble		1.1	1.5	0.2	0.2	0.1	8.6
Maíz	Soluble	0.1	-	-	-	-	-	0.1
	Insoluble	5.1	-	2.0	0.2	0.6	-	8.0
Sorgo	Soluble	0.1		-				
	Insoluble	2.6		2.0				
Soya	Soluble	0.6	0.2	-				
	Insoluble	3.3	4.4					
DDGs	Soluble			-				
	Insoluble			6.3				

¹Arabinosilanos

²Mananos

³Galactanos

⁴Acido urónico



CIAB

Cámara de Industriales de Alimentos Balanceados

Calidad de cereales: Hacer solamente el análisis bromatológico no es adecuado.

- Solubilidad/hidratación de nutrientes es necesaria para la digestión
 - Solubilidad del nutriente, así como su cantidad determinan su valor nutricional
- Solubilidad de almidón y proteína puede ser medida *in vitro*
 - Índice de solubilidad protéica caracteriza la calidad del almidón y proteína del maíz y su valor nutricional

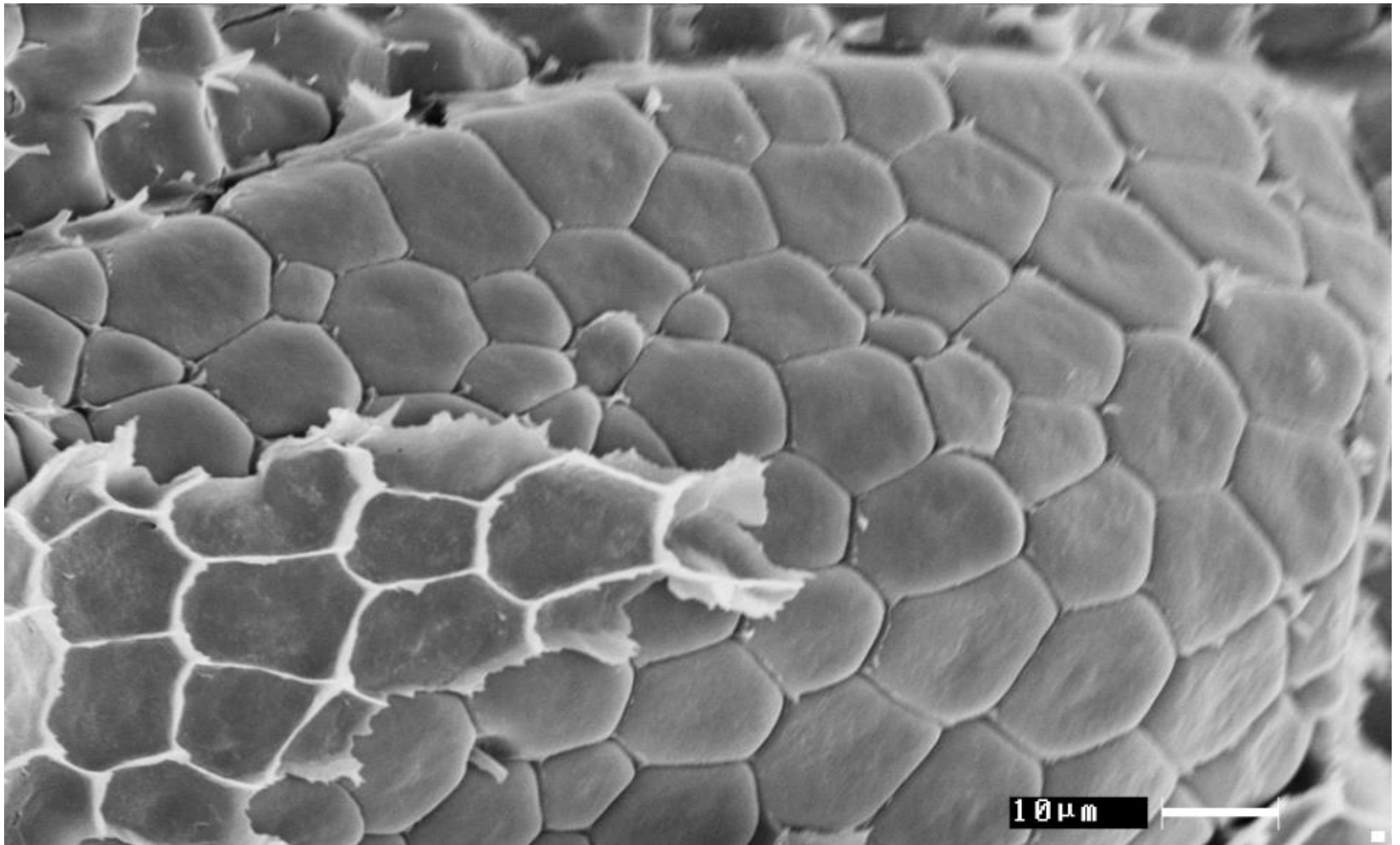


Tablas de referencia

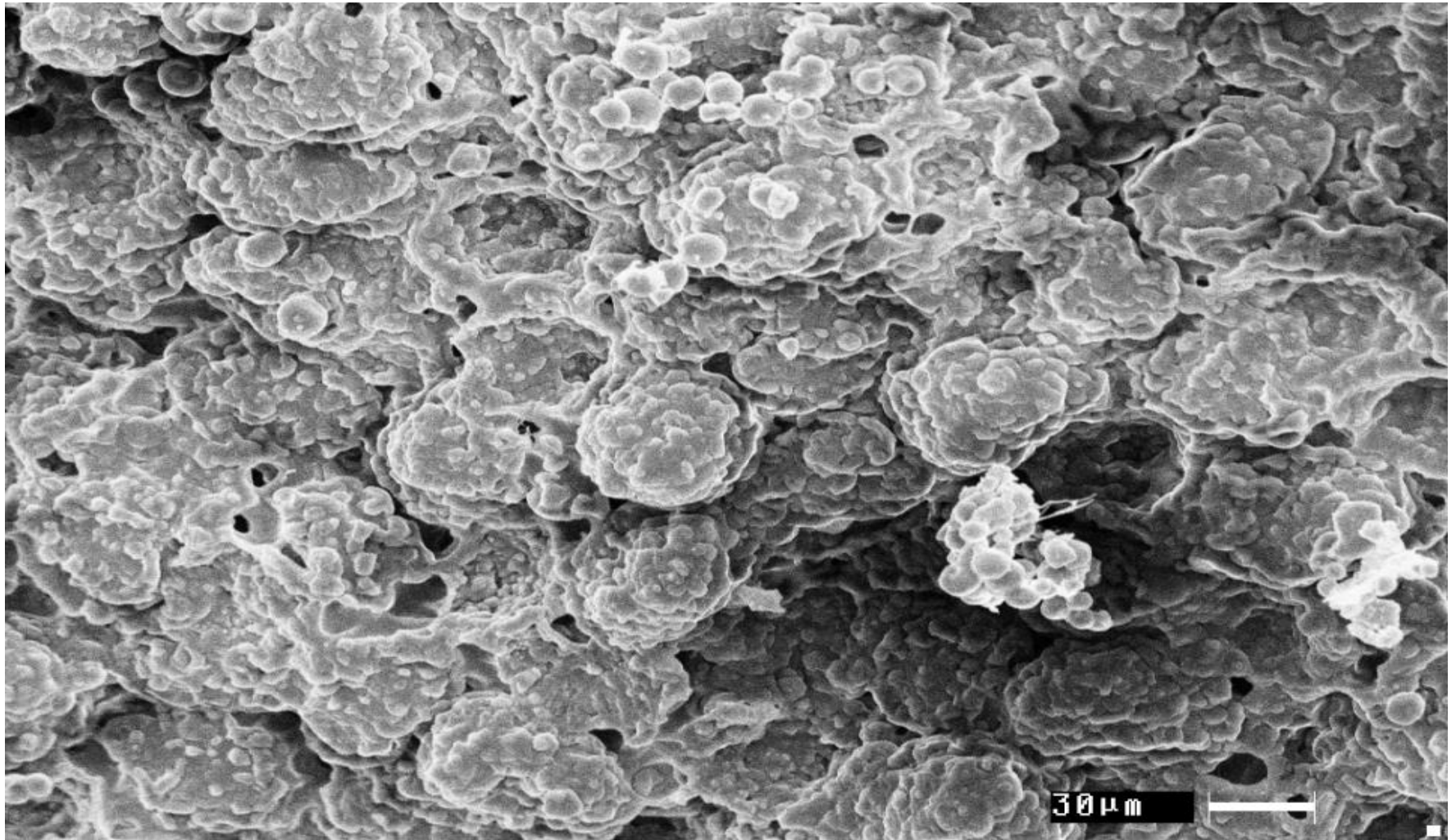
Cereal	Maíz			Sorgo		
	Referencia	Rostagno, 2005	INRA, 2004	Premier, 2008	Rostagno, 2005	INRA, 2004
EMA,kcal/kg*	3381	3130	3218	3192	3230	3160
Proteína, %	8.26	8.10	8.00	9.23	9.40	9.50
Grasa, %	3.61	3.70	3.60	3.00	2.90	3.00
P Total, %	0.24	0.26	0.26	0.26	0.28	0.28
P Disp., %	0.080	---	---	0.090	---	---
P Dig., %	---	0.062	0.080	---	0.065	0.080
P Fítico, %	---	0.195	---	---	0.196	---
Ca, %	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
Lis, Dig. %*	0.21 (86%)	0.21 (85%)	0.20 (83%)	0.17 (85%)	0.19 (87%)	0.18 (82%)
M+C Dig., %*	0.33 (90%)	0.35 (93%)	0.31 (91%)	0.27 (86%)	0.29 (88%)	0.29 (85%)

*Energía y AA dig. para pollos

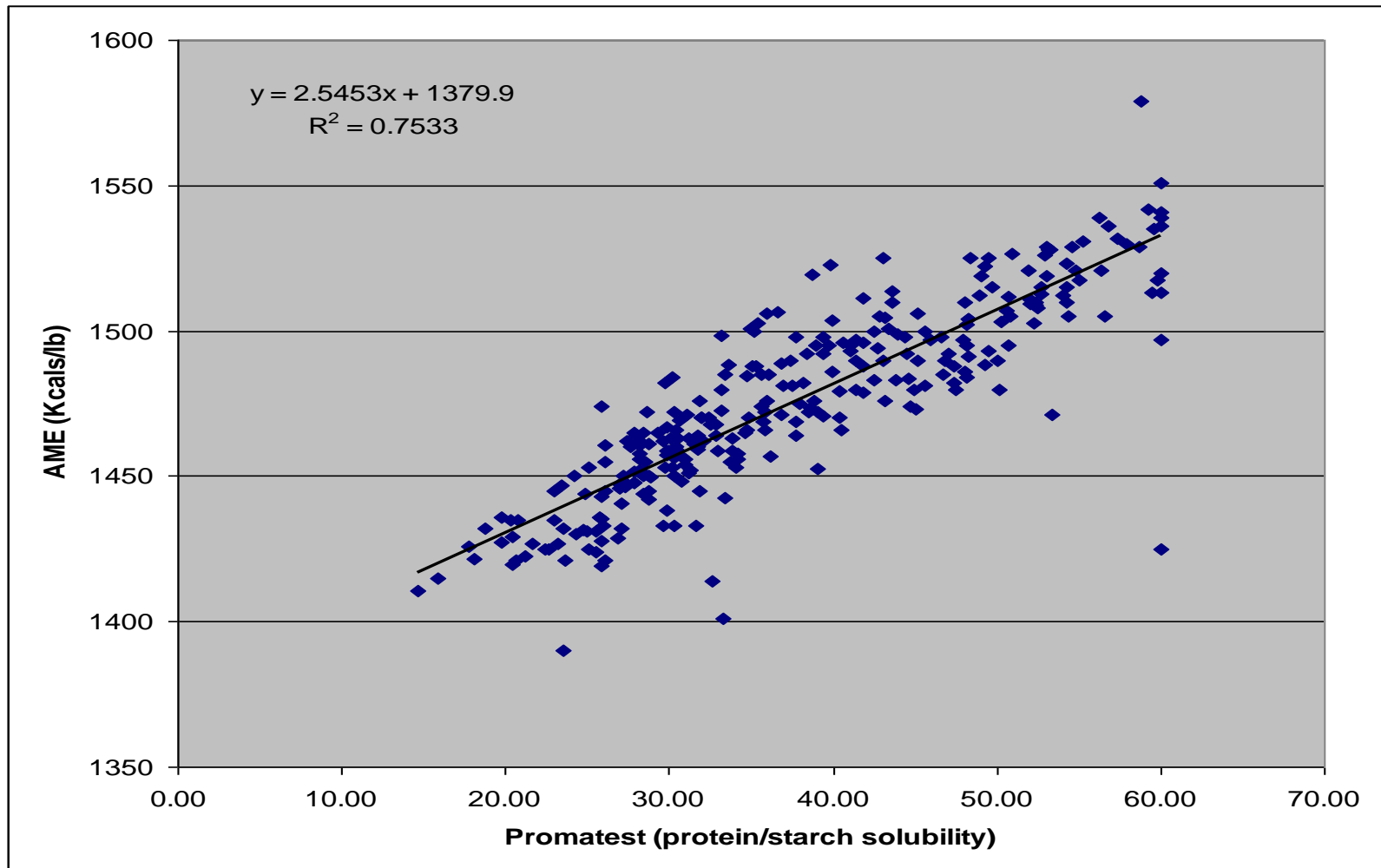
Almidón de maíz antes del secado



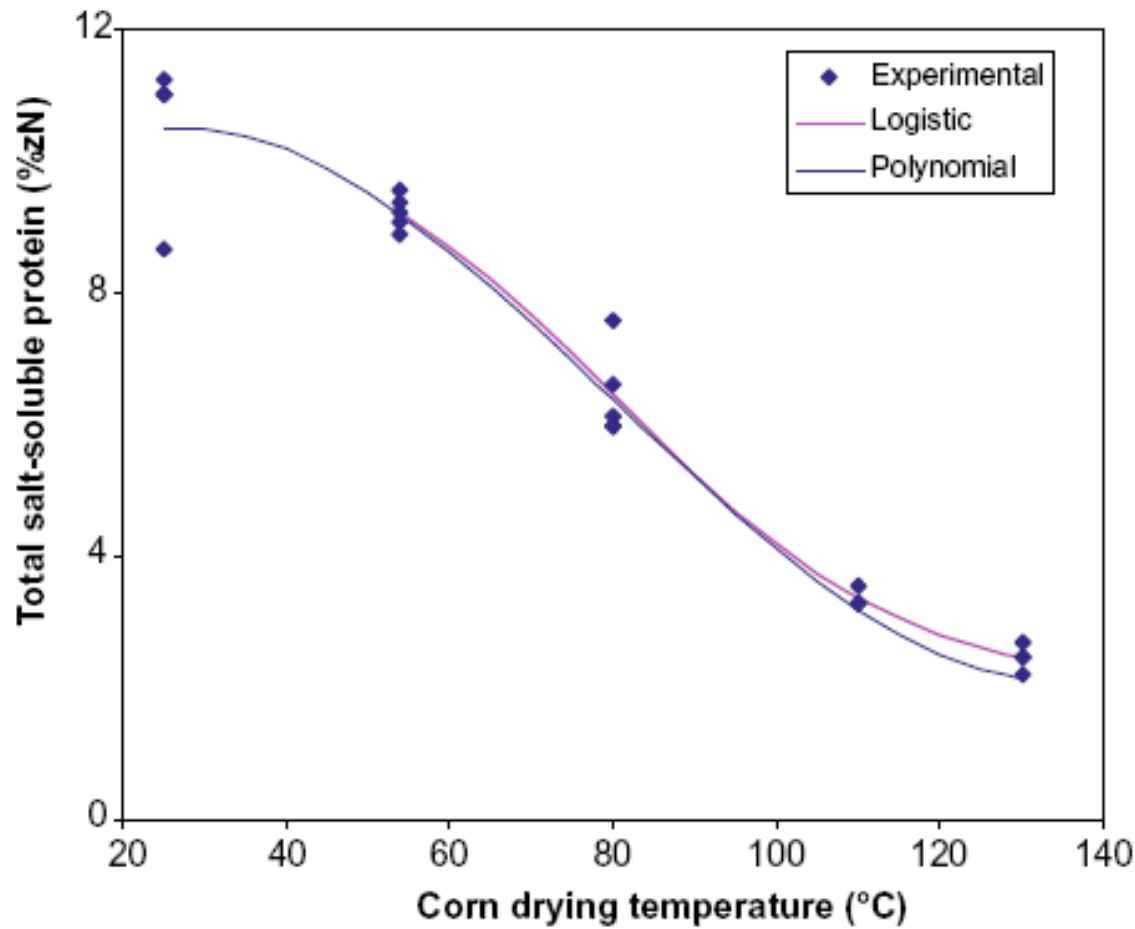
Almidón de maíz después del secado



Correlación positiva entre la prueba Índice de solubilidad y Valores de EM (kcal/lb)



Índice de Solubilidad proteica

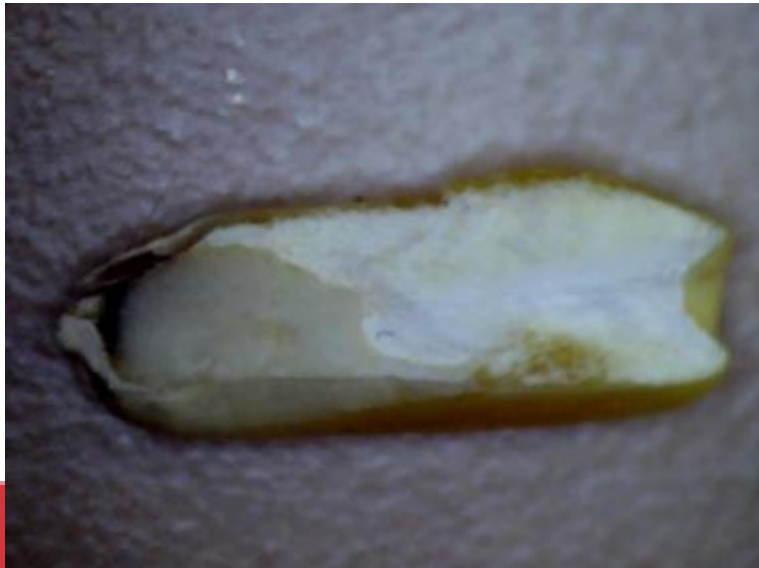
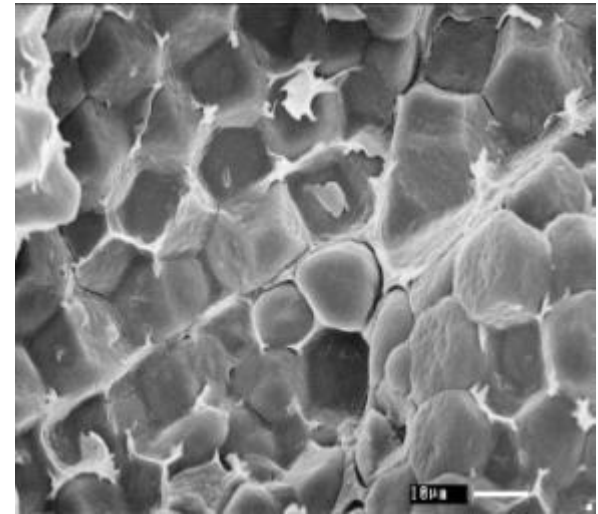


- Malumba et al. (2008, 2009)

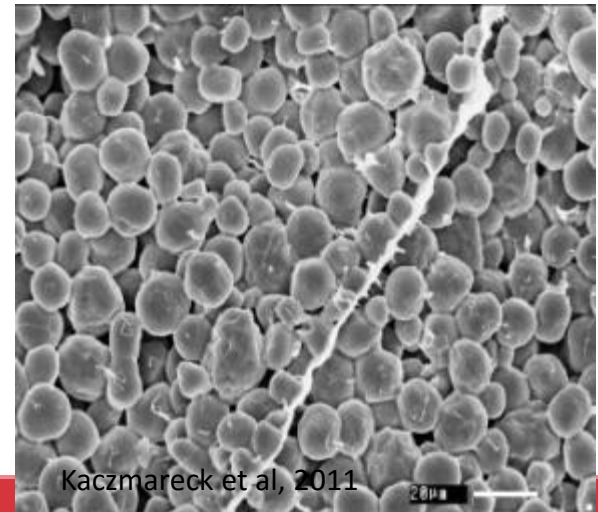
Variedad - Vitricación



Gránulos de
almidón –
Alta
vitricación



Gránulos de
almidón –
Baja
vitricación



Índice de solubilidad Proteica y vitreosidad de muestras de maíz y sorgo

Análisis fisicoquímicos de muestras de MAÍZ de distintas regiones por NIR.

Región	n	IPS	Vitreosidad	EMA
Asia	634	44	62	3276
Australia	2	63	67	3369
México/América Central	465	46	63	3303
Europa	70	35	61	3231
EE.UU./Canadá	844	47	62	3302
África del Sur	74	52	62	3341
Sudamérica	2609	45	65	3295

Análisis fisicoquímicos de muestras de SORGO de distintas regiones por NIR.

Región	n	IPS	Vitreosidad	EMA
Australia	77	41	64	3246
México	120	33	61	3205
Sudamérica	75	34	62	3196

Xilanasa: Modo de acción

1. Apertura de la pared celular vegetal (fibra insoluble)
2. Reducción de la viscosidad (fibra soluble)
3. Producción de oligosacáridos (prebióticos)



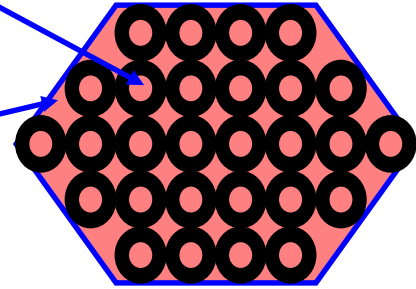
Modo de acción

1. Pared celular

Pared Celular Vegetal
(barrera para enzimas endógenas)

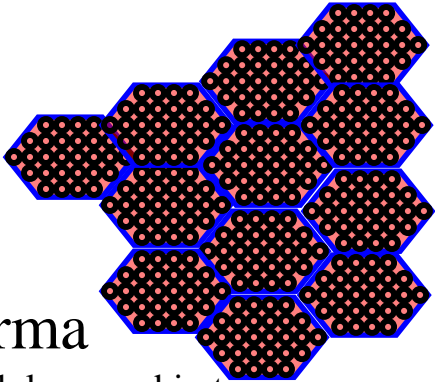
Almidón

Proteína



Endosperma

No todas las células son abiertas
por la acción de la molleja

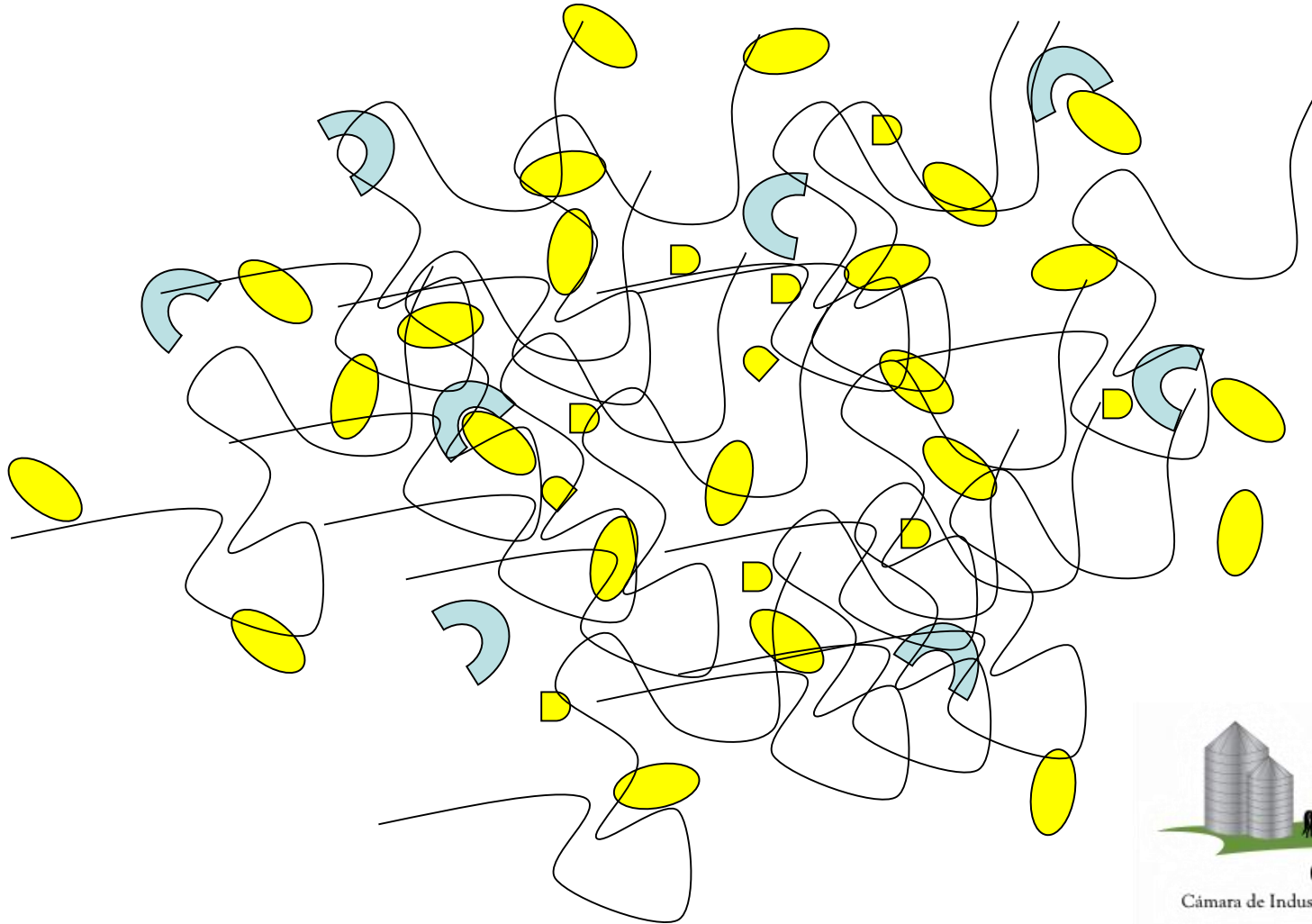


Degradación parcial de la
pared celular por la xilanasasa



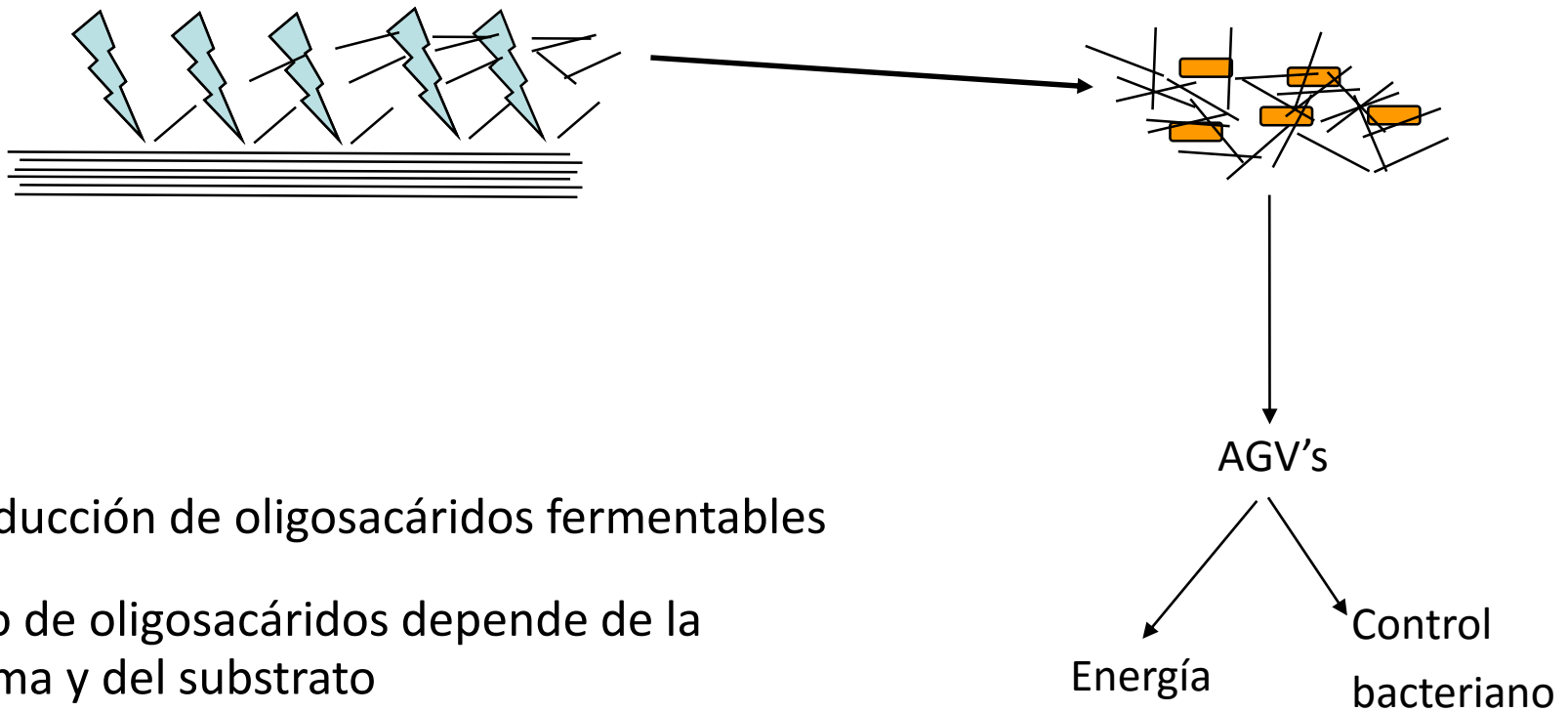
Modo de acción

2. Viscosidad



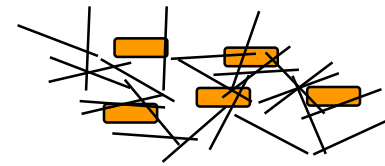
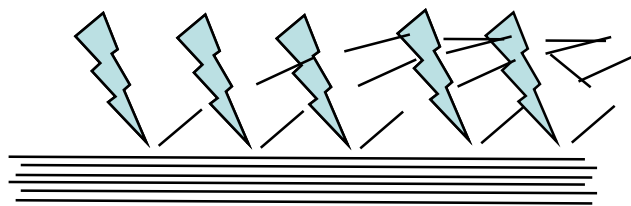
CIAB
Cámara de Industriales de Alimentos Balanceados

Modo de acción 3. Prebióticos





Modo de acción 4. Consecuencia adicional a la hidrólisis de la fibra



AGV's

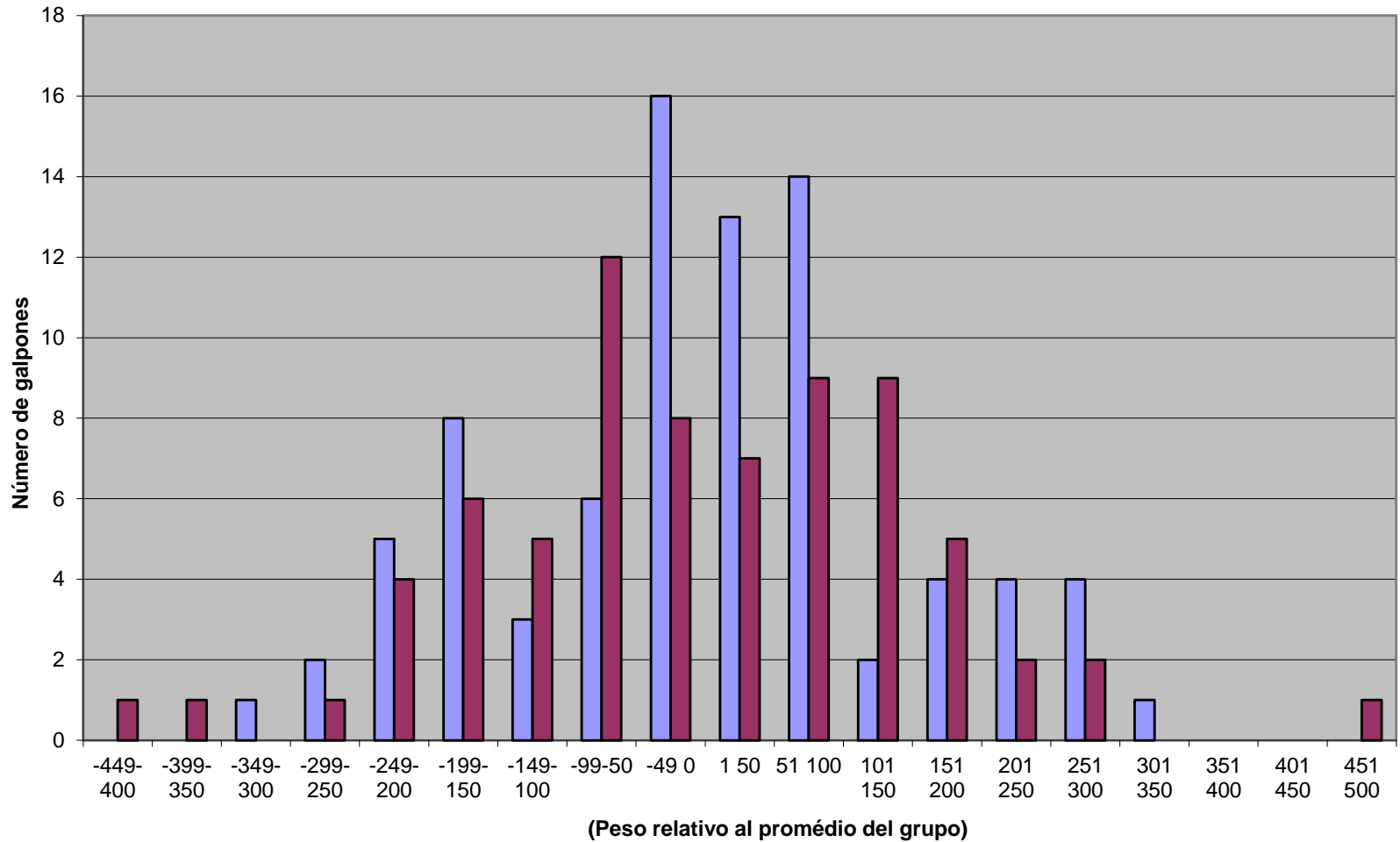
Energía

Control bacteriano

Liberación del PYY → Estómago → retrasa el vaciado gástrico

Xilanasa y uniformidad

Xilanasa incluida en producción de pollo de engorda
2.000.000 pollos por grupo



Puntos claves

- Grasa
 - Importante mantener una inclusión mínima de grasa en la formulación
 - La grasa ayuda a estimular la producción del PYY
 - Efecto sobre energía neta
 - Más importante en la fase inicial



Xilanasa

- Uso simultáneo de enzimas



Efecto de la inclusión de 3 enzimas sobre la digestibilidad de proteína y almidón en dietas a base sorgo

	Digestibilidad proteica ileal(%)	Digestibilidad ileal de almidón (%)
Control	72 ^c	75 ^c
+ Xilanasa	75 ^{bc}	83 ^b
+ Fitasa	78 ^{ab}	86 ^{ab}
+ Proteasa	75 ^{bc}	83 ^b
+ Xilanasa + Fitasa	81 ^a	89 ^a
+ Xilanasa + Proteasa	79 ^{ab}	86 ^{ab}
+ Xilanasa + Fitasa + Proteasa	78 ^{ab}	87 ^a





Conclusiones



Conclusiones

- La calidad de los cereales influenciará el desempeño de los animales
- El efecto de la inclusión de fitasa, xilanasas y proteasas depende de diversos factores y conocer estos factores es un punto clave para el éxito de su utilización.

Conclusiones

1. Ambos maíz y trigo en las dietas base, tienen la más alta concentración de NSP insolubles
2. Enzima que se elija para ser usada, necesita tener la más alta afinidad para el sustrato presente en el alimento
3. La siguiente enzima que se elija vtendrá menos sustrato y por lo tanto menos efecto
4. 1st enzima – Fitasa; 2nd enzima – Xilanasa; 3rd enzima – Necesaria?

Enzimas: Son la fitasa, xilanasas y proteasa suficientes?

- Mono componente: Actividad de una enzima primaria
- Blend: Mezcla de diferentes enzimas mono componentes
- Multi componentes: Producto Enzimático con diferentes actividades enzimáticas, no todas ellas controladas y garantizadas en cada batch

BENEFICIOS de Reducir el Fitato y los Polisacáridos No Almidón :

- ***Reducción de costo de formulación***
- Reduce la variabilidad de ingredientes → incremento uniformidad de las parvadas.
- Ofrece mayor flexibilidad en la formulación.
- Reducción de sustratos para la microflora indeseable.
- Mejora el desempeño (> digestibilidad).
- Reducir la excreción de fósforo y nitrógeno al medio ambiente.
- Aumentar el Retorno sobre Inversión





! MUCHAS GRACIAS !

