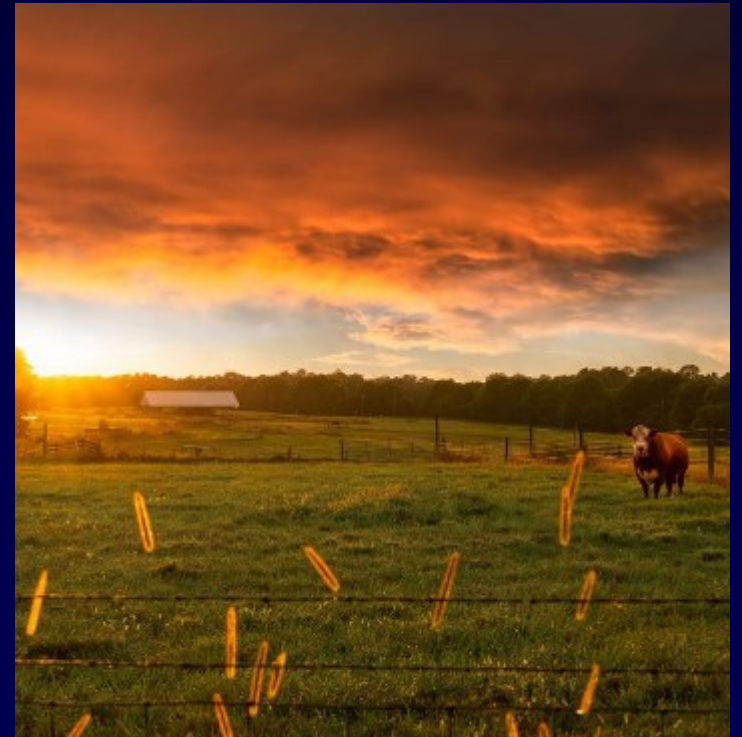


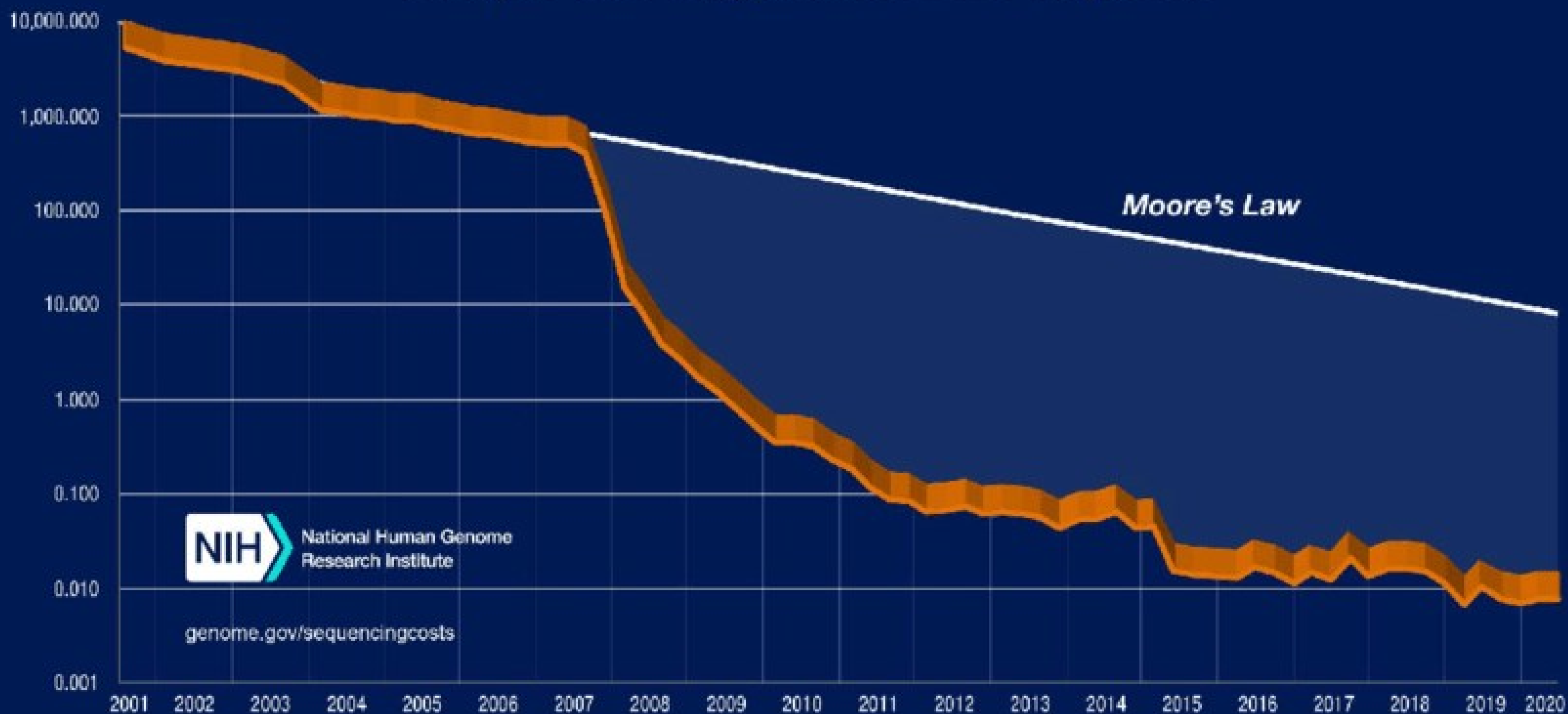
# Una revisión biológica de los modificadores microbianos del rumen y del intestino grueso

Todd Callaway

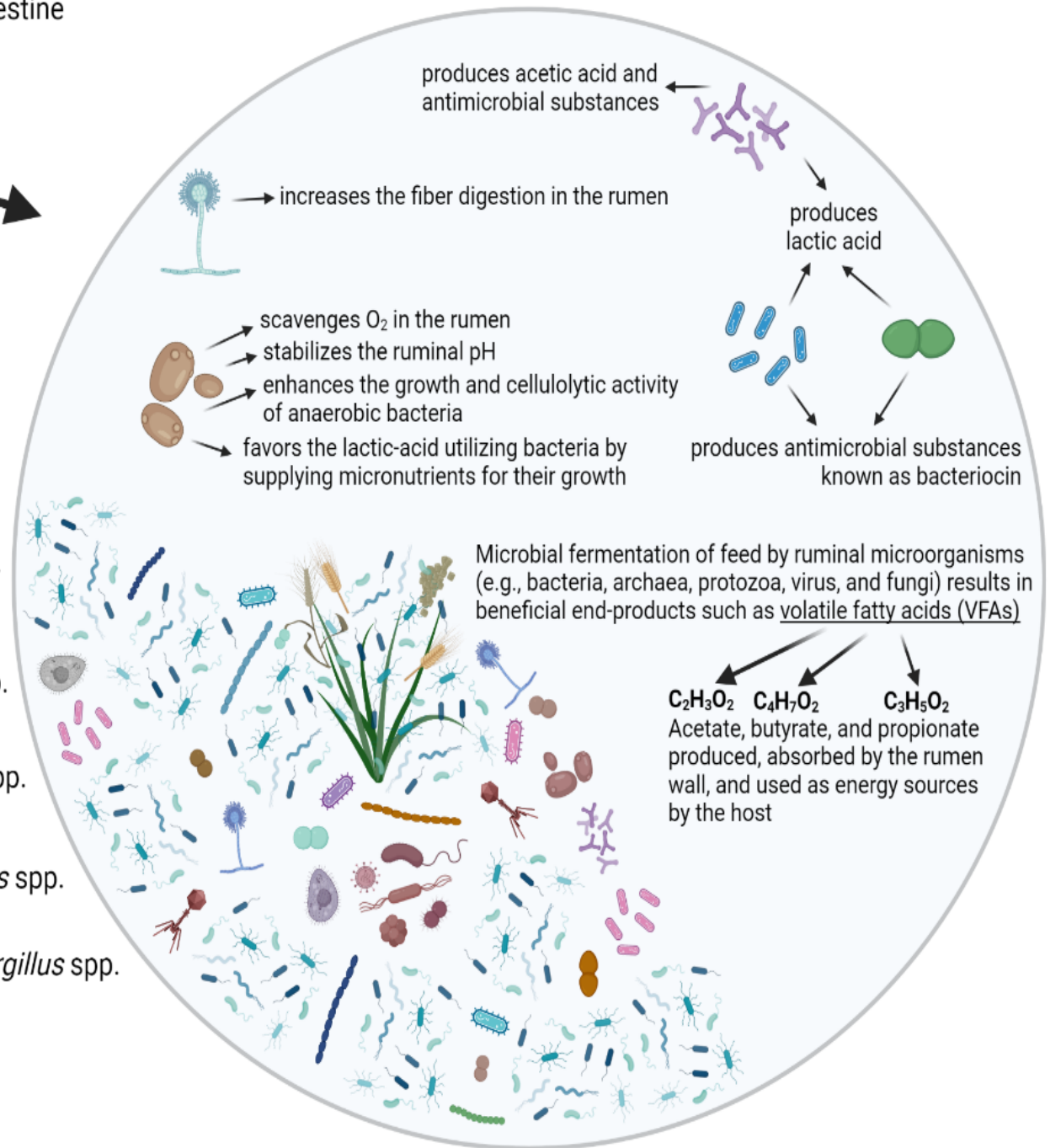
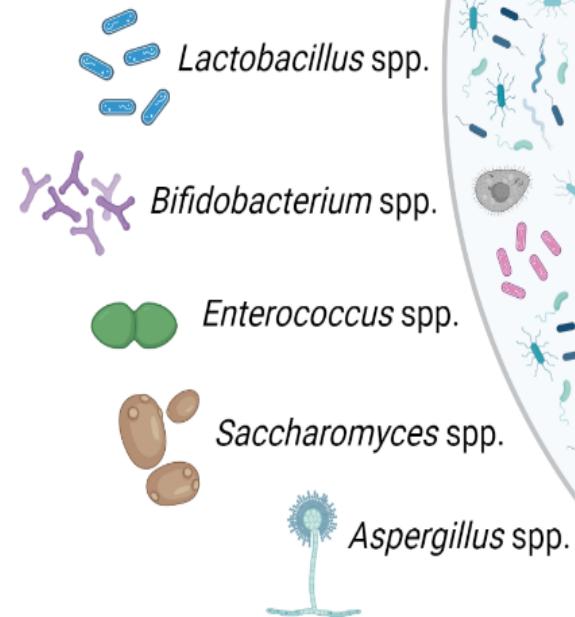
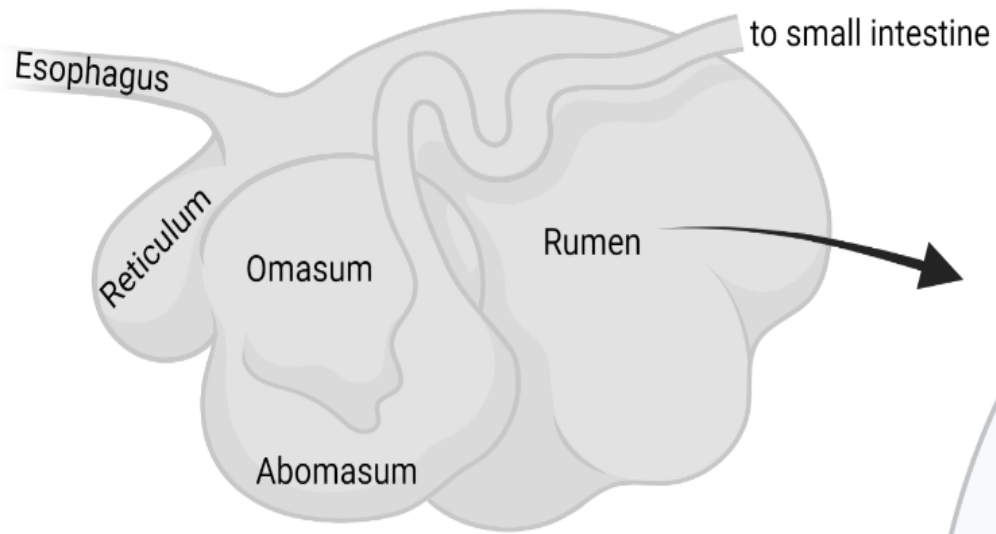




## Cost per Raw Megabase of DNA Sequence





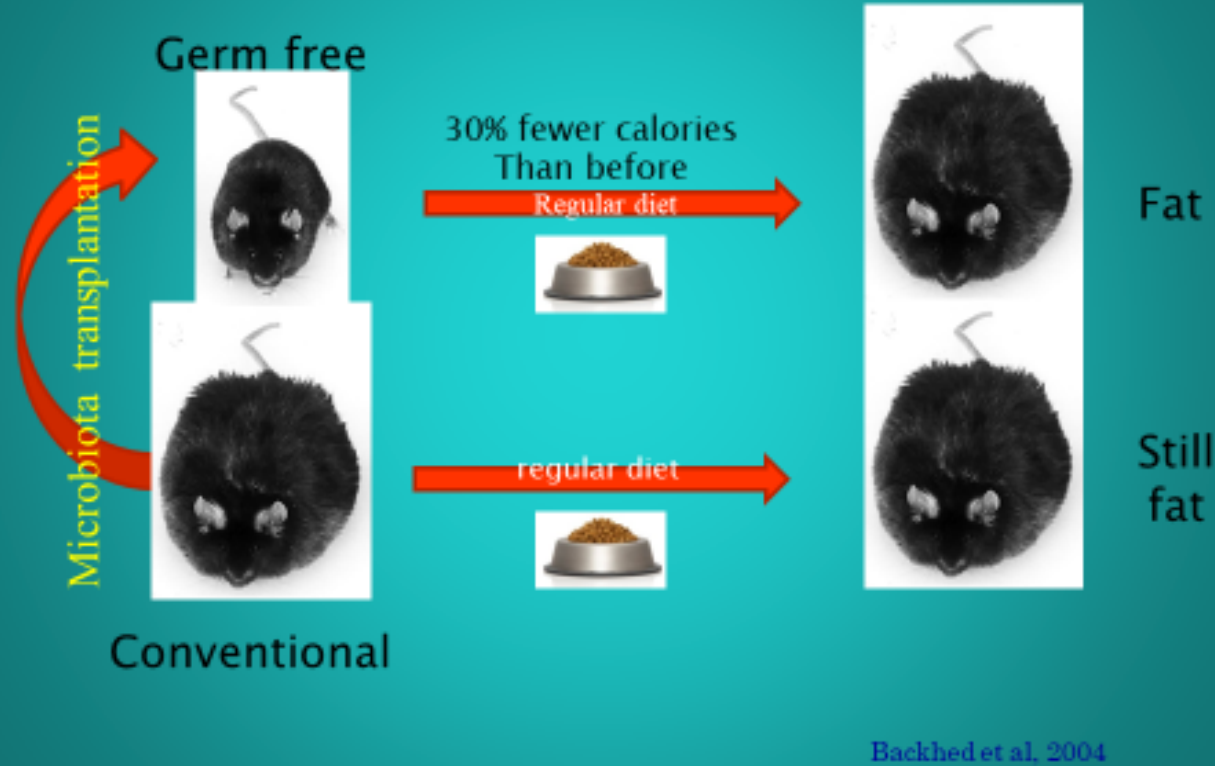


# El microbioma y el animal

- El microbioma intestinal es más importante de lo que creíamos
  - Impacto en la eficiencia, la salud, la seguridad alimentaria y la calidad de la canal
  - "Órgano" microbiano, endocrinología microbiana relacionada con los resultados de salud, patógenos zoonóticos y disseminación de genes de AMR
  - Desperdicio de energía/uso del N (calor, derrame de energía)
  - Mantiene a raya a los patógenos oportunistas (exclusión/competencia)

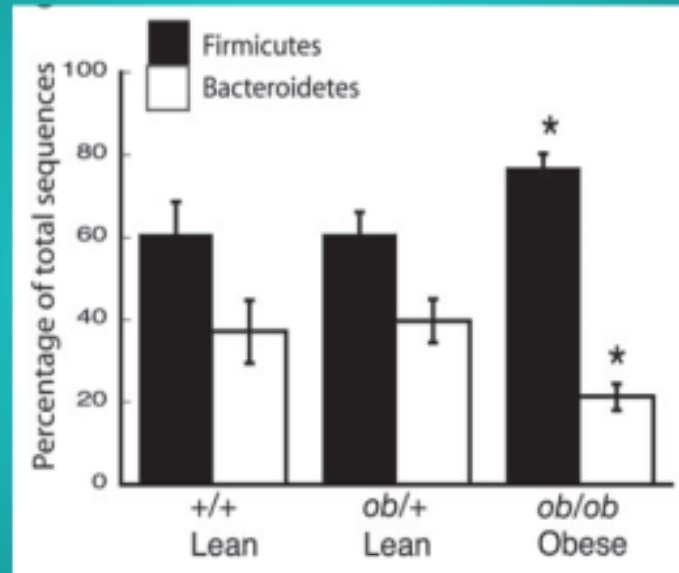


# Microbial impacts on body comp



on body comp

## Microbiota is different in genetically lean and fat mice

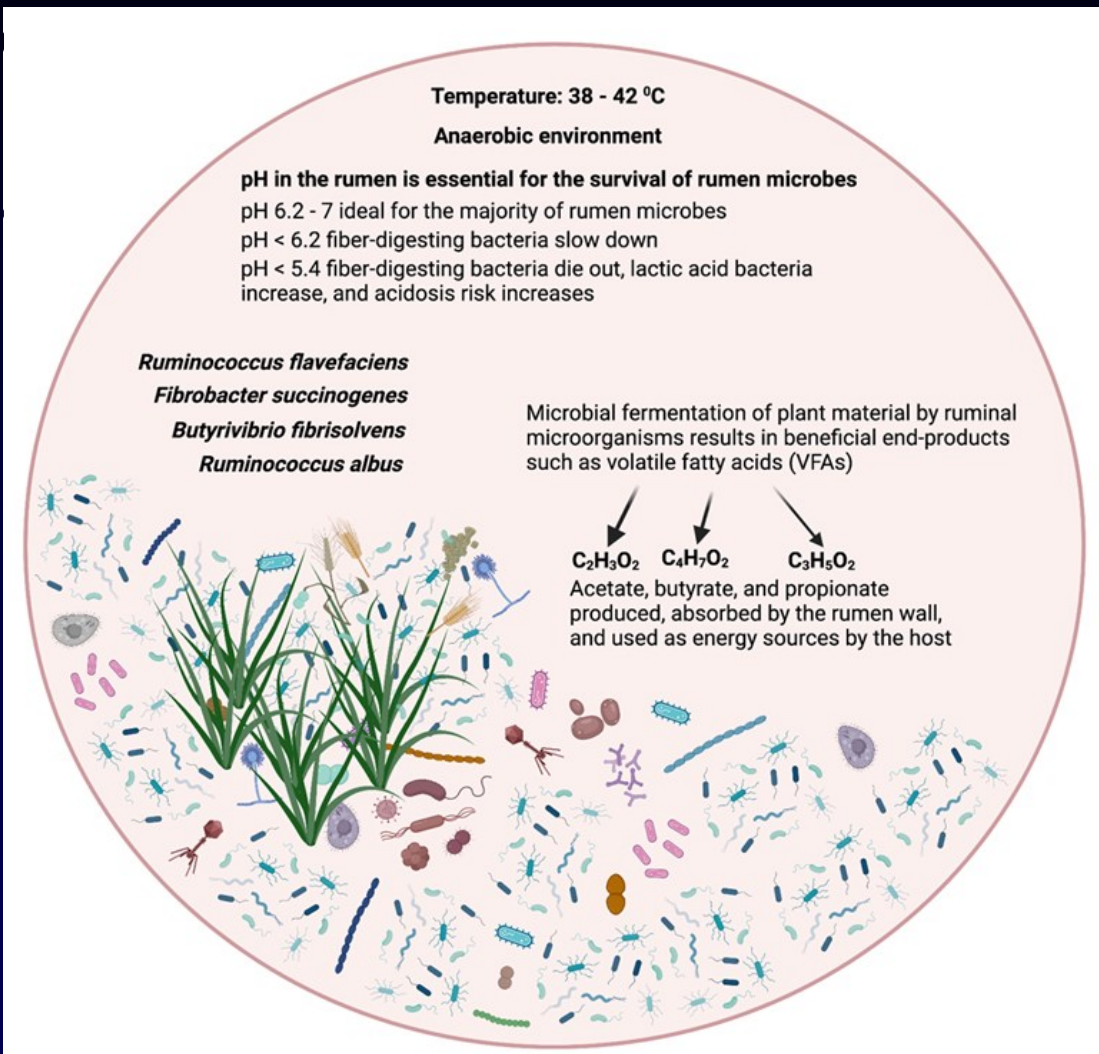


Ley et al., 2005

Phylum level analysis Think Cordate versus Nematodes



# El microbioma impulsa la productividad del ganado



1. La población microbiana influye en los beneficios a través de: la eficiencia alimentaria (F:G), la producción de productos de desecho (metano, gases de efecto invernadero), la calidad de la canal y la seguridad alimentaria
2. Cambiar la dieta altera la población microbiana para reducir la pérdida y mejorar la rentabilidad
3. El microbioma intestinal compite o excluye los patógenos transmitidos por los alimentos y altera los productos finales de la fermentación, y qué microbios o patógenos transmitidos por los alimentos pueden persistir en el intestino
4. ¿Cómo afecta la dieta a la producción, la eficiencia alimentaria, la sostenibilidad, la rentabilidad y la seguridad alimentaria?

# The gut microbiome's role in health



## Immune function

Inflammation  
Autoimmunity  
immunomodulation



## Brain function

The gut-brain axis  
Mental health



## Nutrient absorption and metabolism

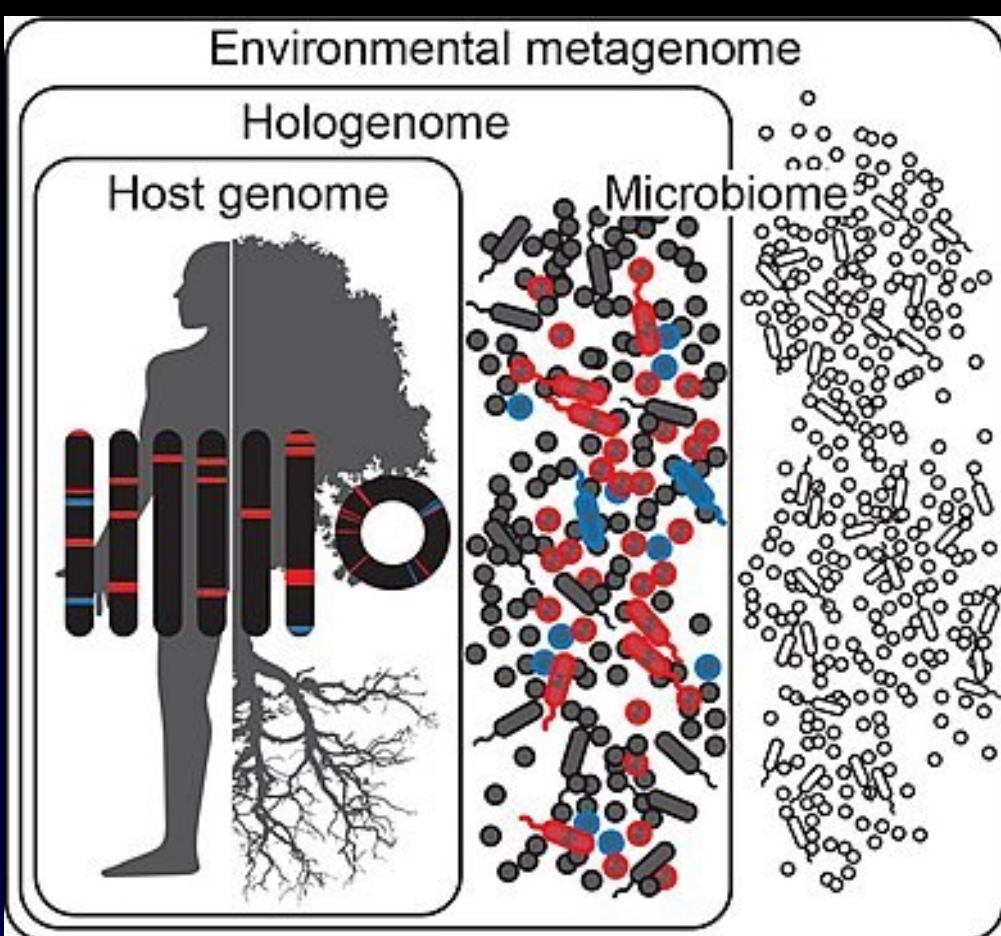
Short chain fatty acids  
Insulin resistance and deficiency  
Energy capture



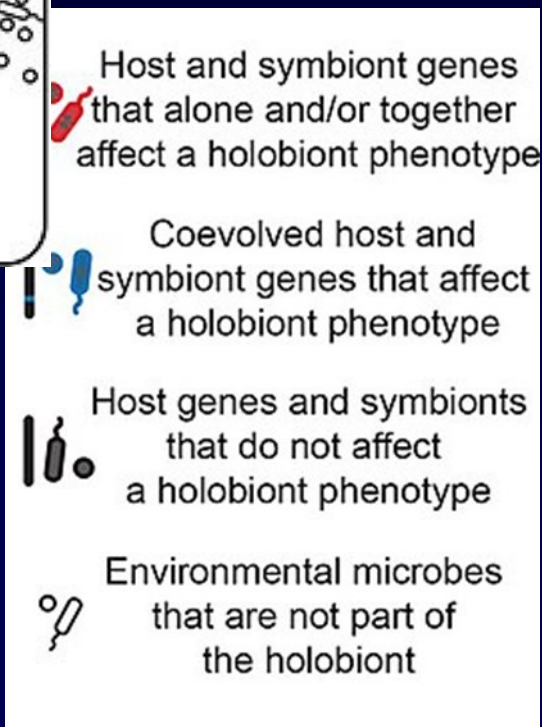
## Diseases, syndromes, and functional aberrations

Type-1 and type-2 diabetes  
irritable bowel syndrome  
Atopic eczema  
Cardiovascular illnesses  
Leaky Gut





- Mitocondria
- Esponjas y corales - Arrecifes
- Formar una unidad ecológica única y discreta debido a la relación simbiótica

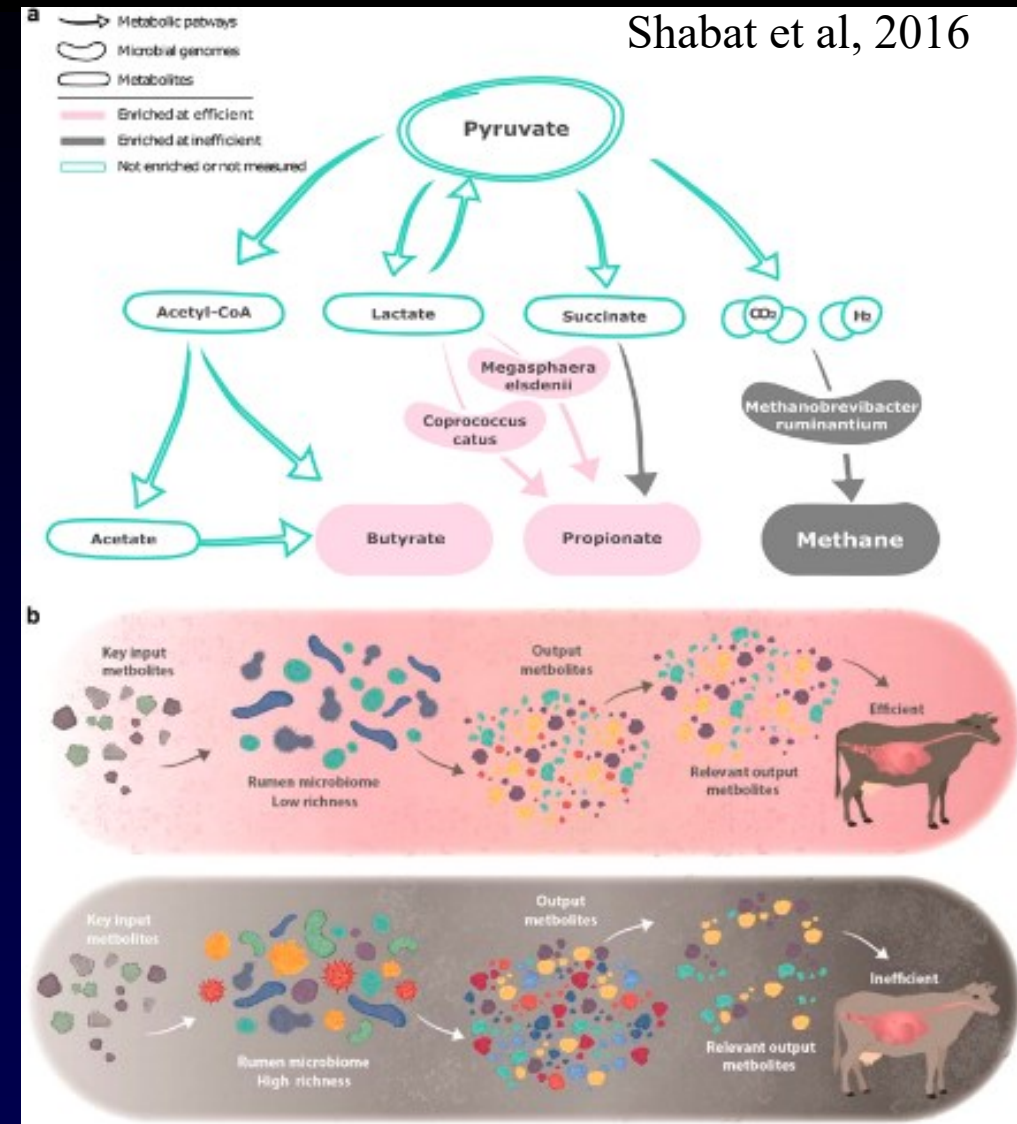
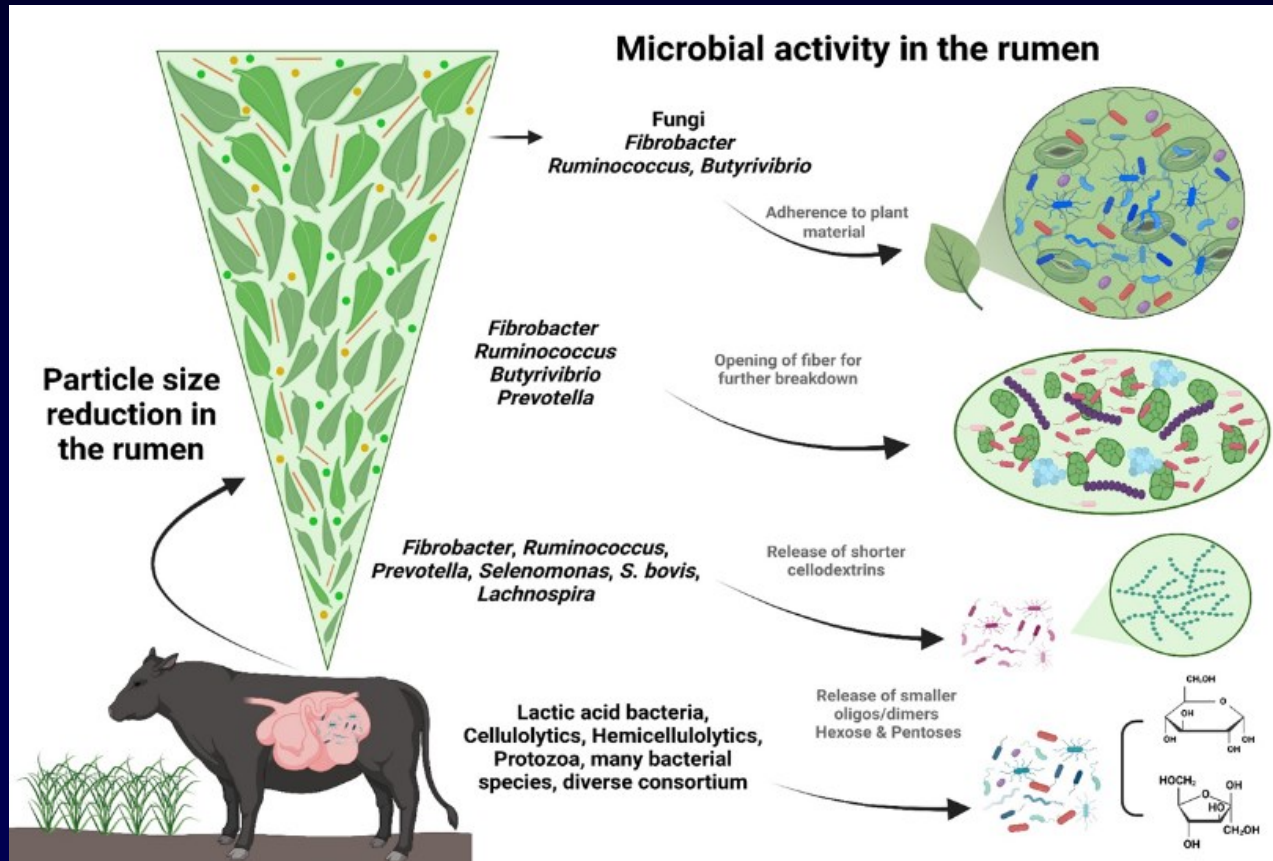


Lovett (2021)



# Comprensión del microbioma

- Los ácidos grasos volátiles se han considerado durante mucho tiempo como el producto final más importante
- En última instancia, debe vincular miembros específicos de la microbiota con resultados o, al menos, metabolitos





# Evaluación integral de la producción ganadera

**Animal vivo**

**Métricas de producción**

**Eficiencia,**

**Sostenibilidad**

**Calidad de la canal**

**Patógenos transmitidos  
por los alimentos**

**Inflamación**

**Microbioma**



**In vitro**



**Dieta**

**Componentes de la dieta  
relacionados con el  
microbioma, la producción y  
los patógenos**



**VFA  
pH  
Amonia  
Metano  
Digestibilidad**







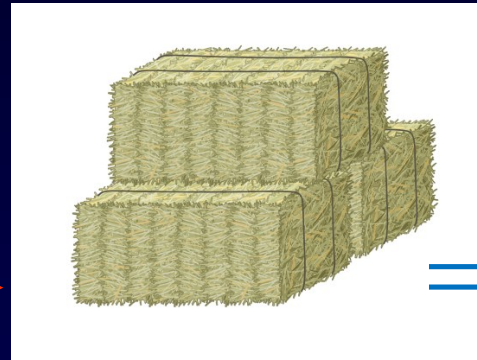
# Un enfoque holístico sobre el uso de granos secos de destilería en Georgia del Sur y sus impactos en la producción de ganado de carne, el microbioma y la sostenibilidad

## Resultados observados:

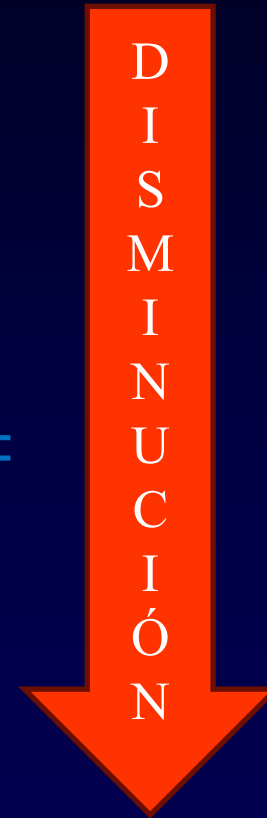


**Dieta alta en cereales**

**Cambio brusco**



**Forraje de alta calidad**



- *E. coli* fecal
- Población Ruminal
- **Disminuyó mas de 100 veces**

# El equilibrio microbiano es importante

Carbohidratos

Ácidos grasos de cadena corta

Lactato

Ácidos grasos de cadena ramificada (2 Metil butirato)

*Salmonella*

Patógenos oportunistas

Indol

Metano

Disbiosis

Diarrea

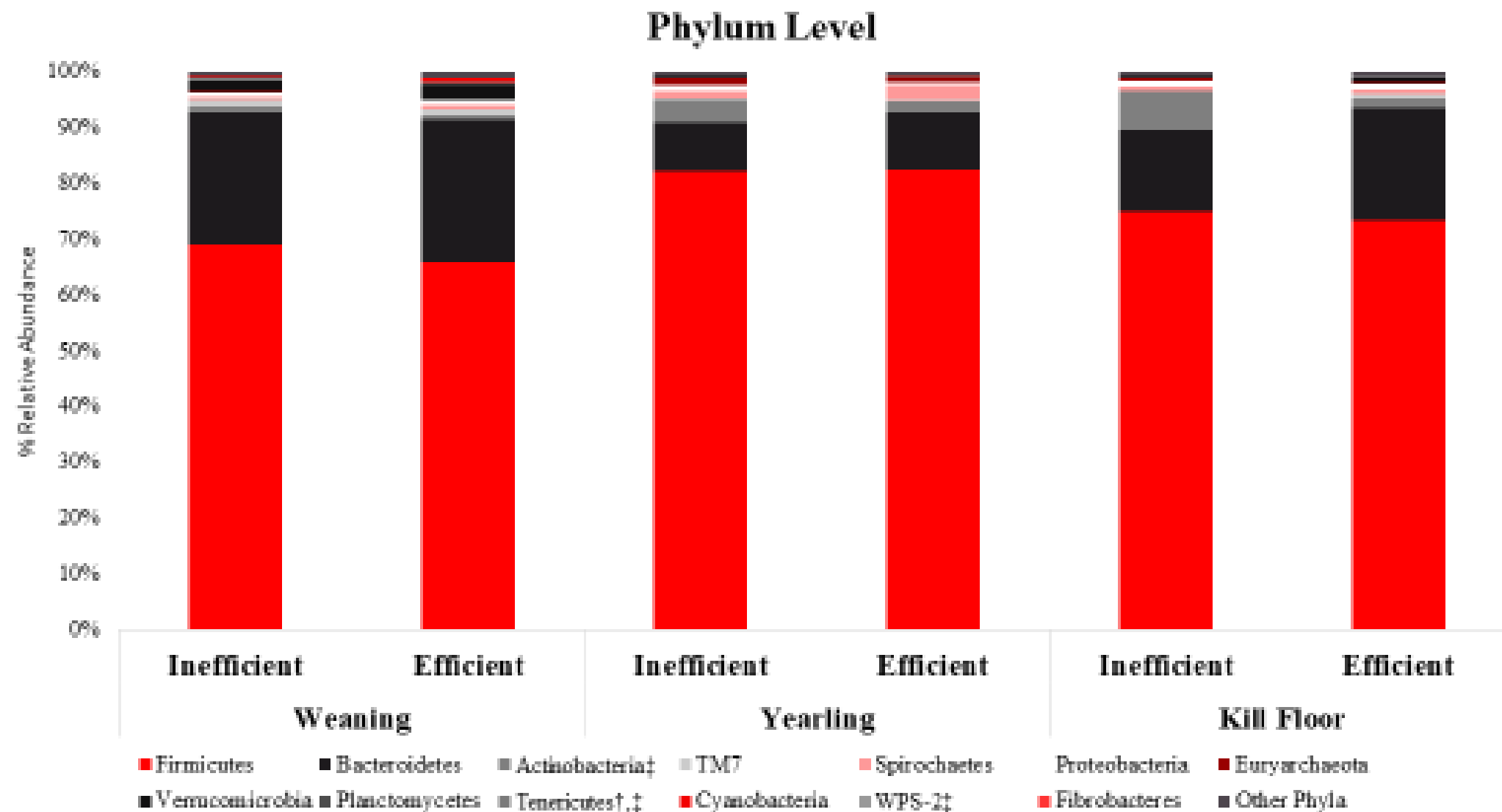


# Disbiosis: disturbio en la fuerza

- Disbiosis es un desbalance o perturbation en la población microbiana (rumen e intestino grueso)
  - Vinculado a problemas de rendimiento y salud
  - Cambio (bueno/malo)
  - Oportunidad (vulnerabilidad; transición)
- Acidosis y Laminitis
  - Alimentación cíclica, FI y FE, SARA, MFD
  - Dirección decisiones de desecho
- Síndrome del intestino permeable (Baumgard)
  - Pérdida de productividad, respuesta inflamatoria
  - Entrada del patógeno en el animal
  - LPS de los microbios, acidosis en intestine grueso?
  - ¿Significa algo el microbioma?

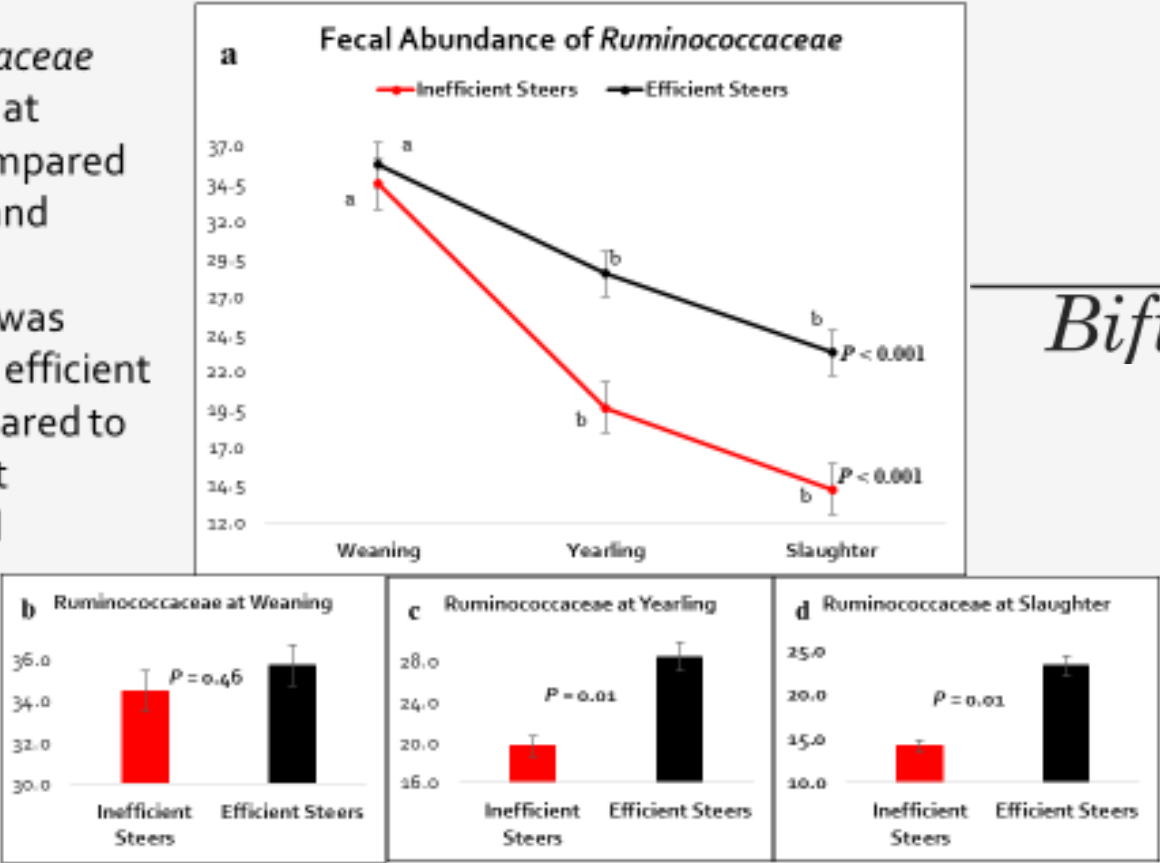






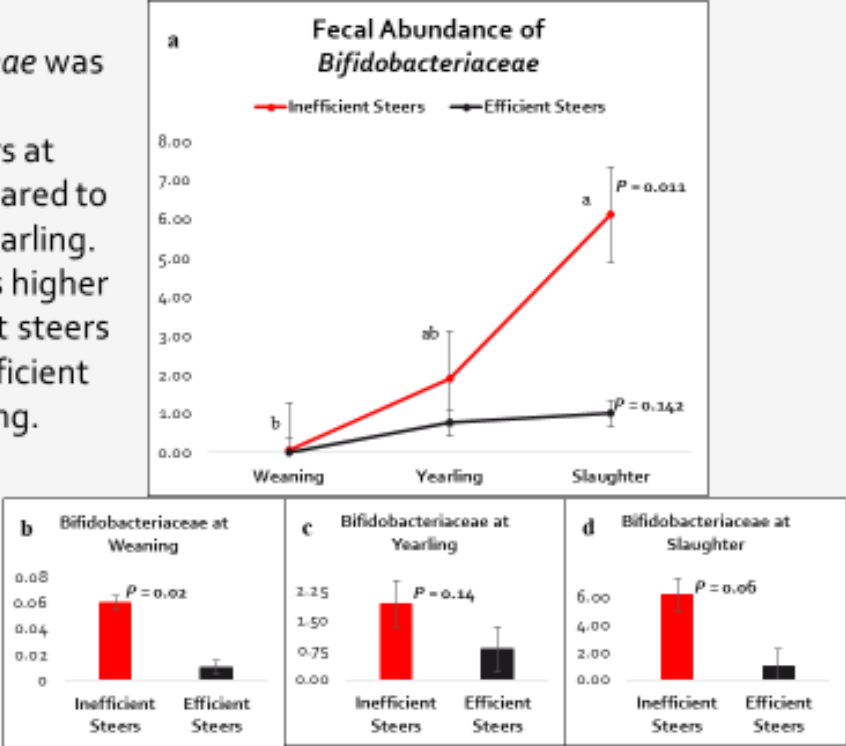
Welch et al., 2020

- *Ruminococcaceae* was highest at weaning compared to yearling and slaughter.
- Abundance was increased in efficient steers compared to inefficient at yearling and slaughter.



## *Ruminococcaceae* Abundance

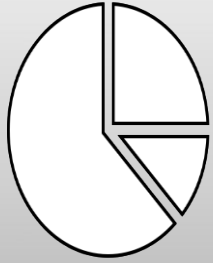
- *Bifidobacteriaceae* was highest in the inefficient steers at slaughter compared to weaning and yearling.
- Abundance was higher in the inefficient steers compared to efficient steers at weaning.



## *Bifidobacteriaceae* Abundance

Welch et al., 2020

# Baja Eficiencia



## Mayor aumento de la relación F:B

- relación entre la relación F:B y la energía cosechada (Turnbaugh et al., 2006)



## Aumento menos extenso en la abundancia de la familia *Ruminococcaceae*

- Menor estabilización del pH,
- Degradación menos extensa de la fibra



## Mayor población de *Methanobrevibacter* y *Methanosphaera*

- Mayor pérdida de energía en forma de metano ruminal
- Disminución potencial de los niveles de Thermoplasmata (Poulsen et al., 2013)

# Alta eficiencia



## No hay diferencias en la diversidad microbiana

- Menor aumento de la relación *Firmicutes*:*Bacteroidetes*
- Más energía recolectada de la dieta



## Aumento más extenso de la abundancia de *Ruminococcaceae*

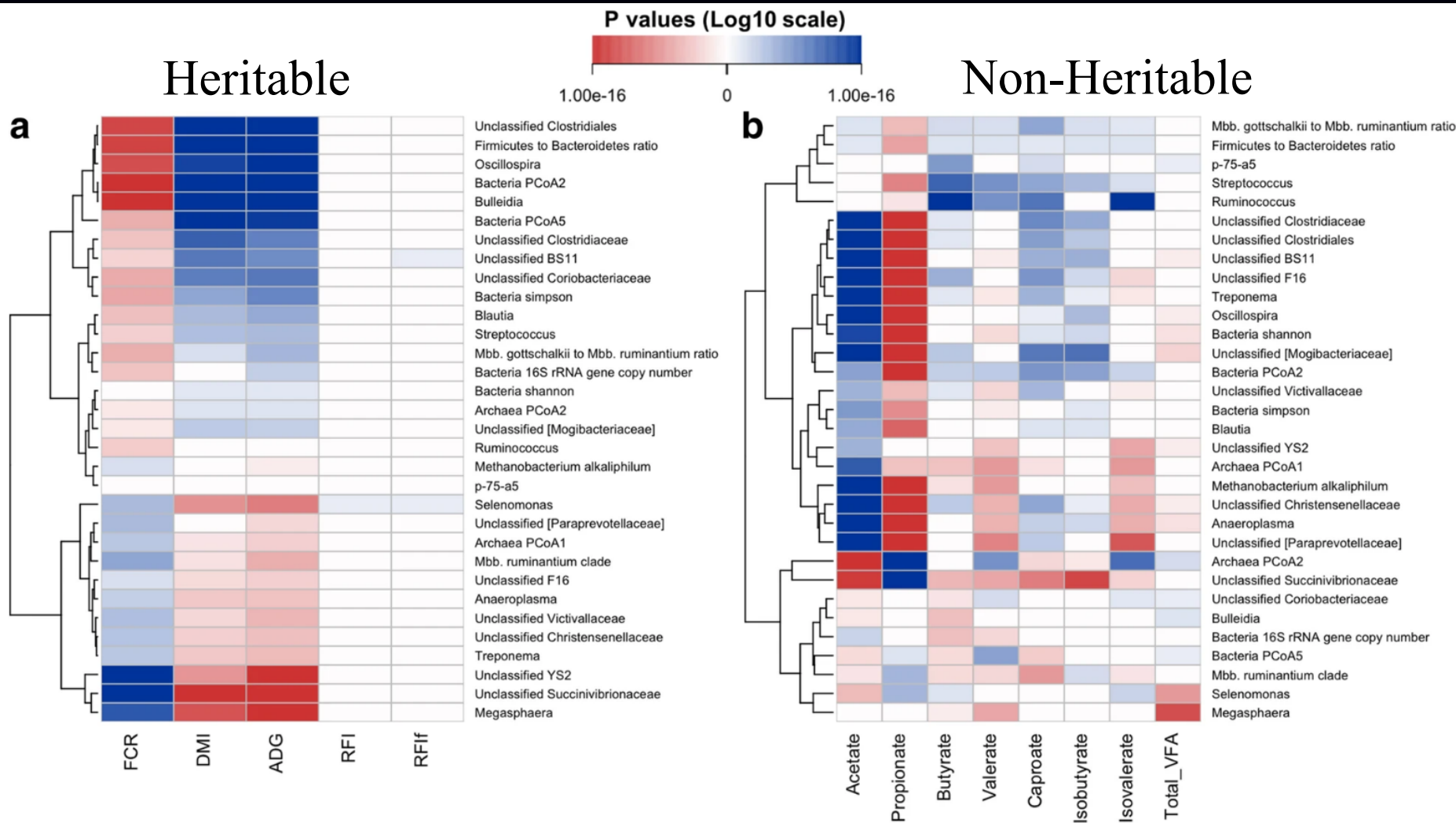
- Reducción de bifidobacterias
- Degradación más extensa de la fibra



## Aumento de *Methanobrevibacter* y *Methanosphaera*

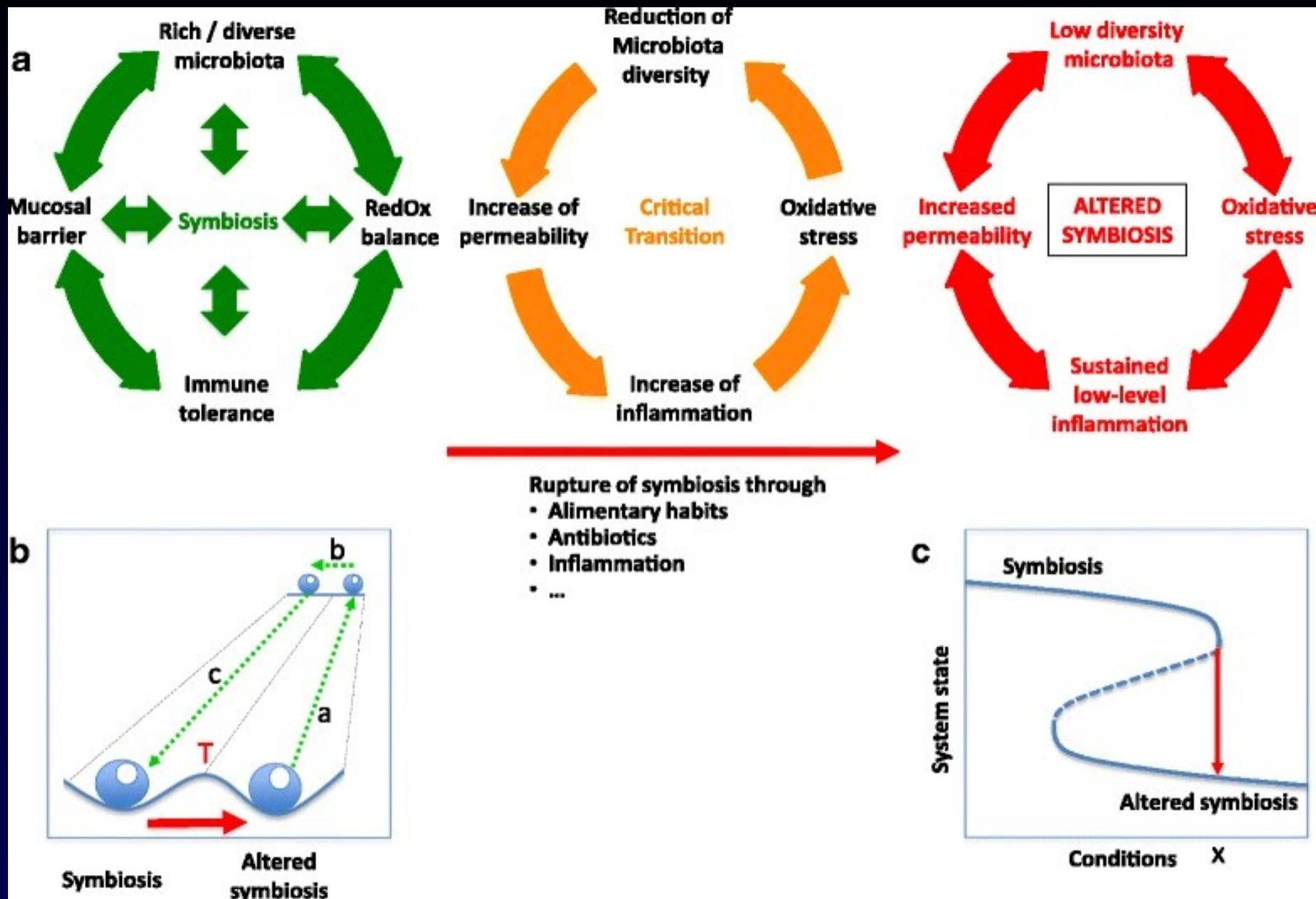
- Menor desperdicio de ingesta de energía dietética en forma de metano





- Vincular la madre y la cría a nivel de especie
  - 709 bovinos
- 19 SNP's en 12 cromosomas bovinos
  - 5 SNP's ligados a loci asociados a eficiencia alimenticia
  - Localizados con 14 taxa
- Heredabilidad=0.15
  - Mas no-heredables
- Entonces, ¿de dónde vienen?

*Li et al. (Guan) Microbiome 2019*



Estados  
alternativos  
estables usando  
un modelo  
Bead/landscape

T es un punto de  
inflexión

Intestino  
permeable

Entrada de  
patógenos del  
ambiente

# Solidificación de la simbiosis/prevencción de la disbiosis

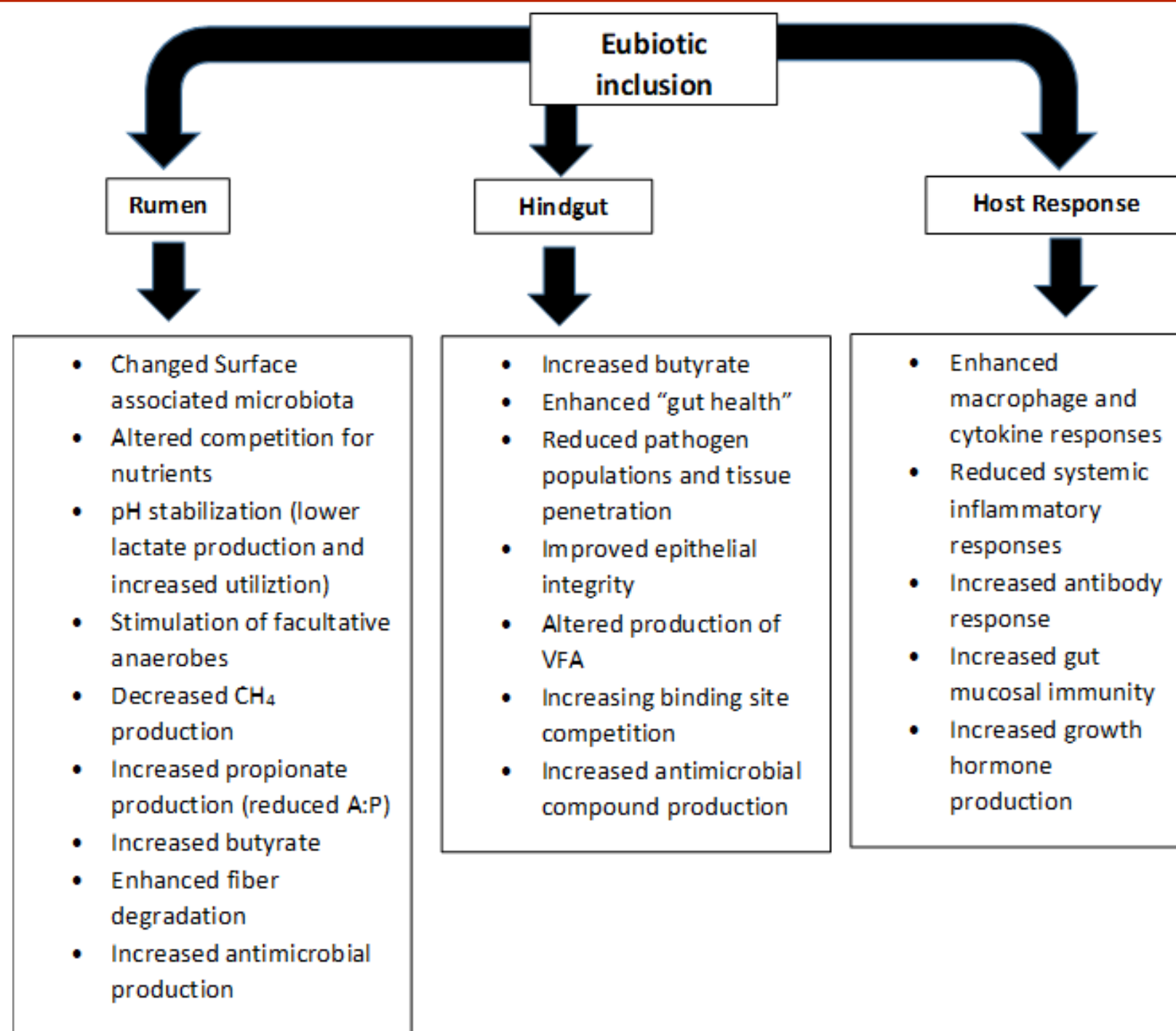
- ¿Cómo podemos prevenir la disbiosis y mejorar la estabilidad de la población microbiana intestinal en el holobionte rumiante?
  - Probióticos, prebióticos (SO), postbióticos, eubióticos
  - Trabajar con poblaciones heredables y no heredables de holobionte
  - ácidos orgánicos, productos botánicos naturales (Grilli et al.; various)
  - aditivos para piensos, ionóforos, bacteriocinas/fagos
  - Cambios en la dieta (alimentos con fitoquímicos naturales, cáscara/pulpa de cítricos, copra) que actúan de manera similar a los eubióticos sobre la población microbiana
- ¿Cómo podemos hacer que el animal sea más eficiente?
  - Aproveche la reserva de enzimas microbianas
  - No hay bala de plata

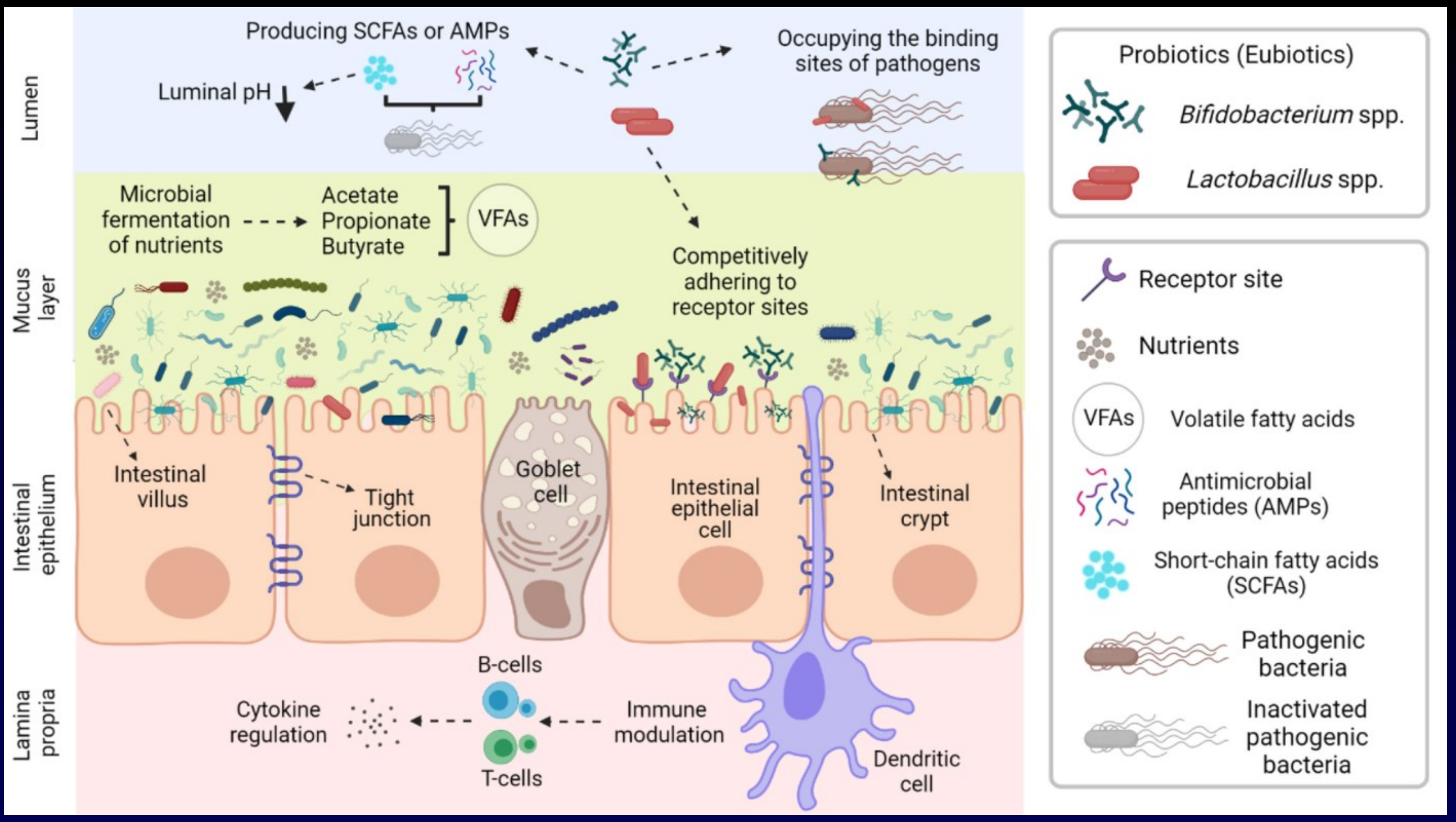




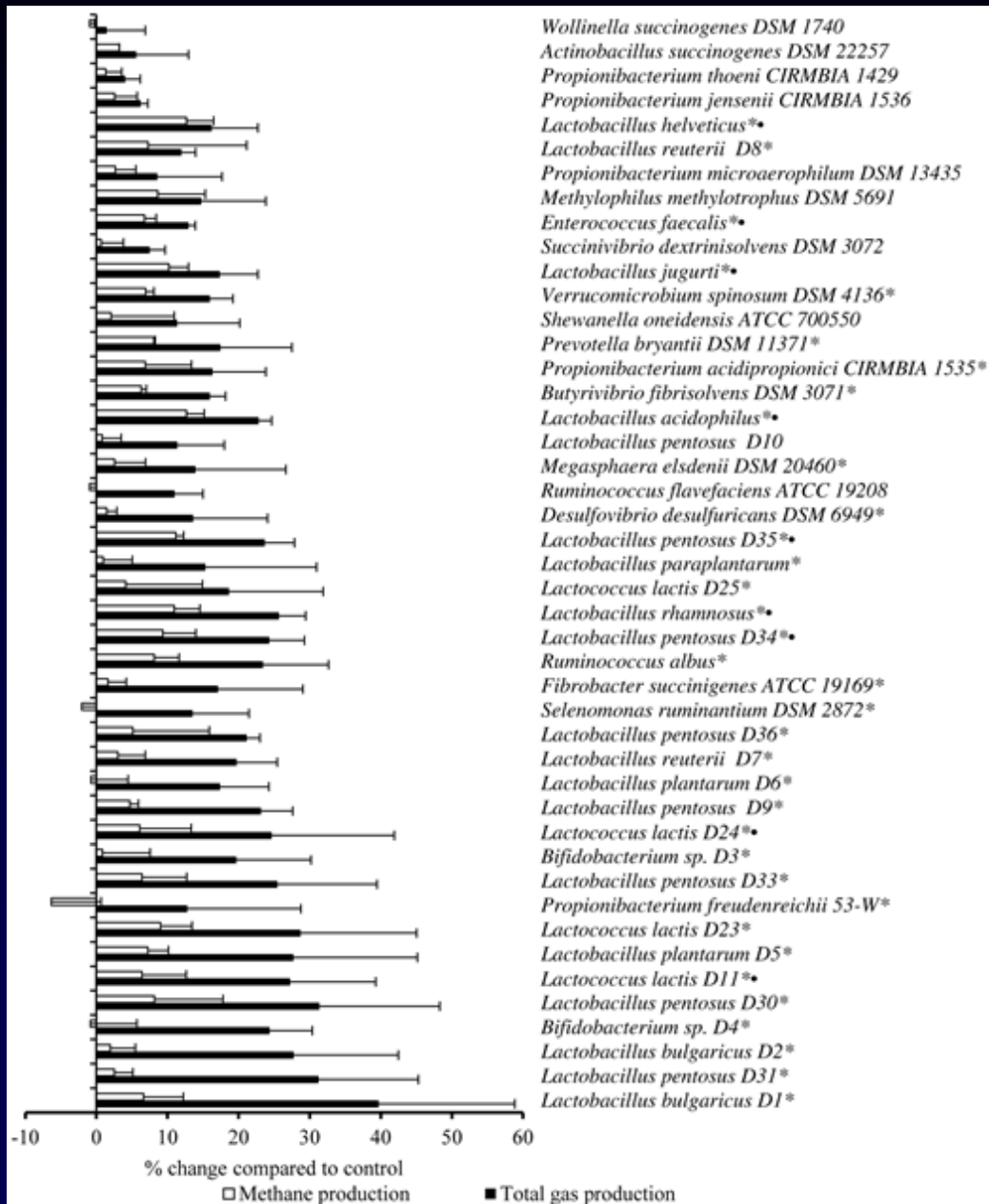
| Category       | Definition/Description   | Product types  |
|----------------|--|--|
| Eubiotics      | <b>Feed additives that play an essential role in supporting animal performance</b> and animal welfare by supporting gut health.                                | Organic Acids, Essential Oils, Probiotics, Prebiotics, Postbiotics, Phytochemicals   |
| Probiotics     | "living microorganisms which, when administered in adequate quantities, are beneficial to the health of the host"  | <b>Live</b> bacterial, yeast or fungal cultures. Includes: Lactic acid bacteria, <i>Bacillus</i> , <i>Aspergillus</i> , lactate-utilizing bacteria |
| Prebiotics     | Fermentable substrate not used by host animal  | Oligosaccharides, Fructooligosaccharides, Maltooligoasscharides, inulin, smaller disaccharides, organic acids (e.g., gluconate) , B-glucans        |
| Postbiotics    | Yeast or fungal products or products of their fermentation   | <b>Non-living</b> Yeast or Fungal fermentation endproducts; includes cell wall products or fermentation end products                               |
| Synbiotics     | Feed additives that work synergistically through multiple modes of action  | Probiotic coupled with a prebiotic, or a yeast product that contains prebiotics  |
| Phytochemicals | Plant based compounds with activity (e.g., antimicrobial or anti-inflammatory) in the gut or in the host, also termed "natural botanicals" or “nutraceuticals” | Garlic oils, wintergreen, asparagus, dandelion greens, chicory   |

**Table I.** Definitions used in this presentation, Adapted from (El Jeni et al., 2023)

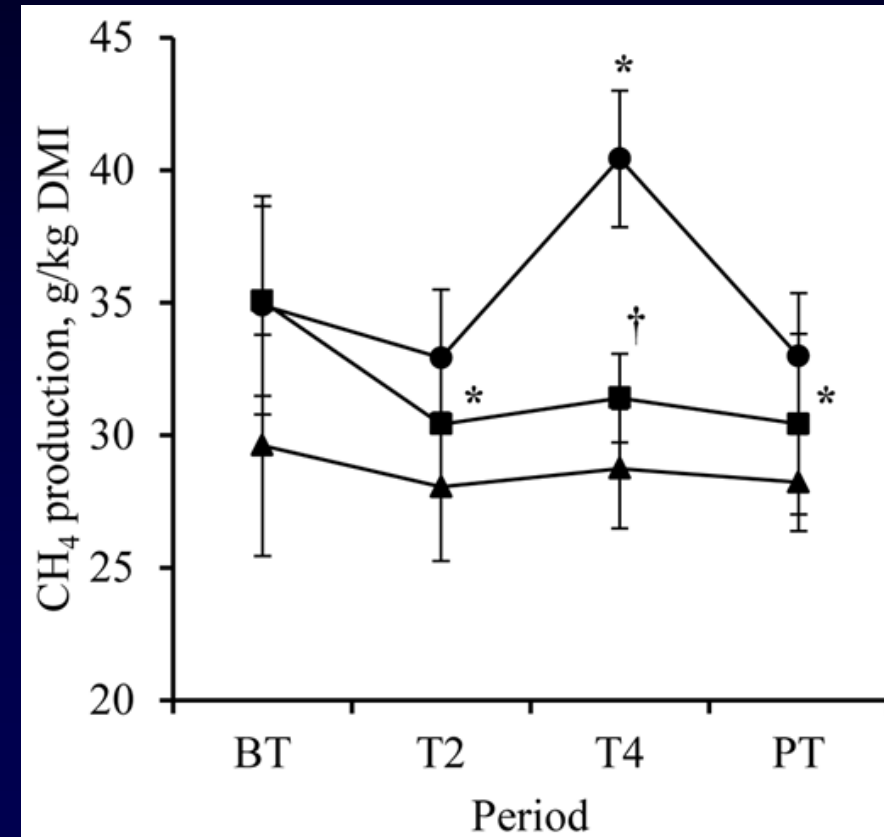




# DFM – Los impactos sobre el metano varían



- Impacto de varios DFM en la producción de gas y CH<sub>4</sub> in vitro
- Emisión de metano de ovejas alimentadas con heno y 3 DFM diferentes a 4 semanas



Jeyanthan et al., 2016

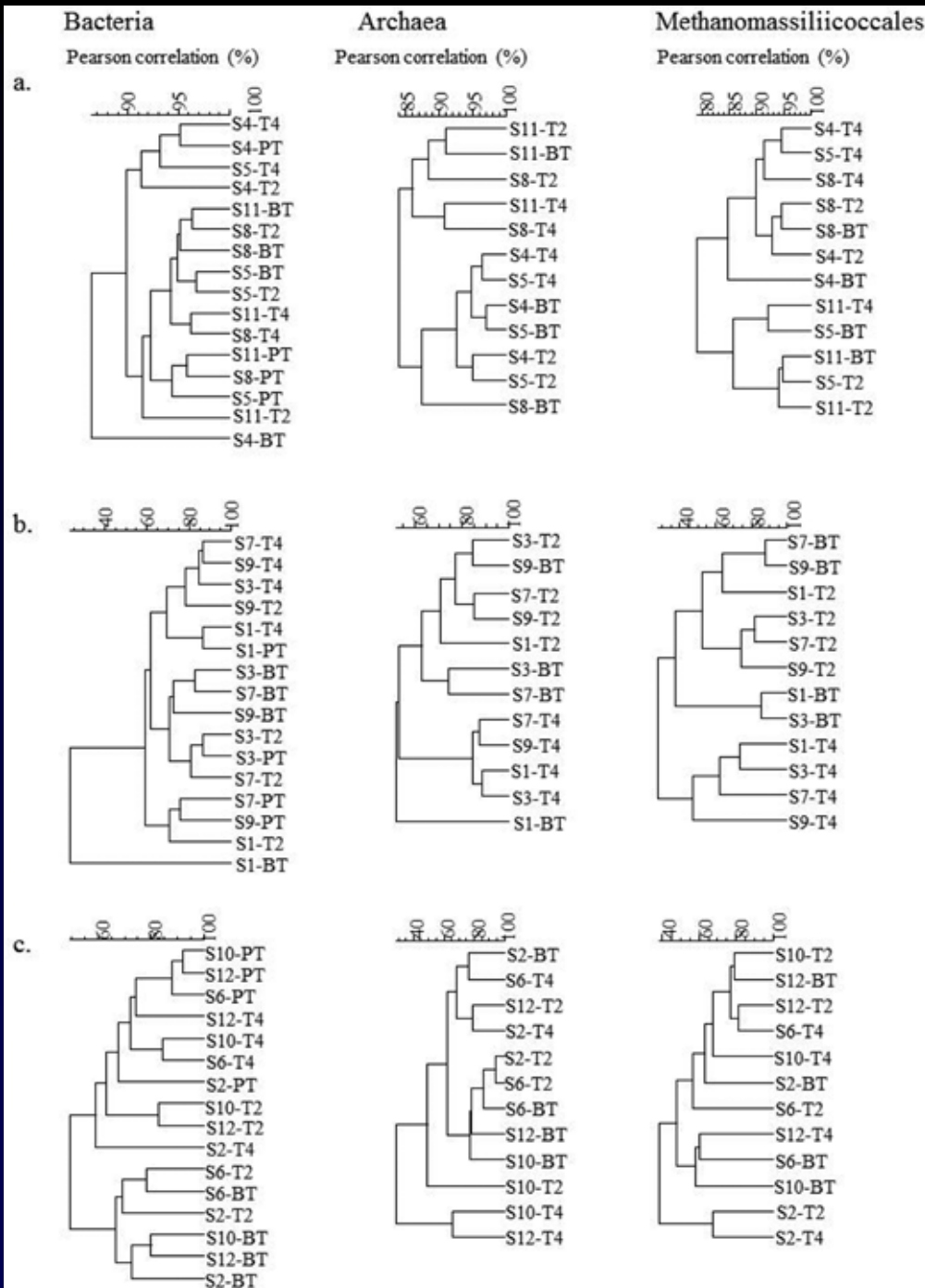


# DFM - Cambiando la población microbiana

- *Propionibacterium* DFM aumentó el pH pero no cambió los AGV
- Impacto en la producción de metano solo con una dieta baja en almidón
- Modificación del perfil de DGGE en ovejas alimentadas con DFM
- Variación en la efectividad incluso dentro de los efectos comunes de *Propionibacterium* (Philippeau et al., 2017; Francisco et al. 2002)

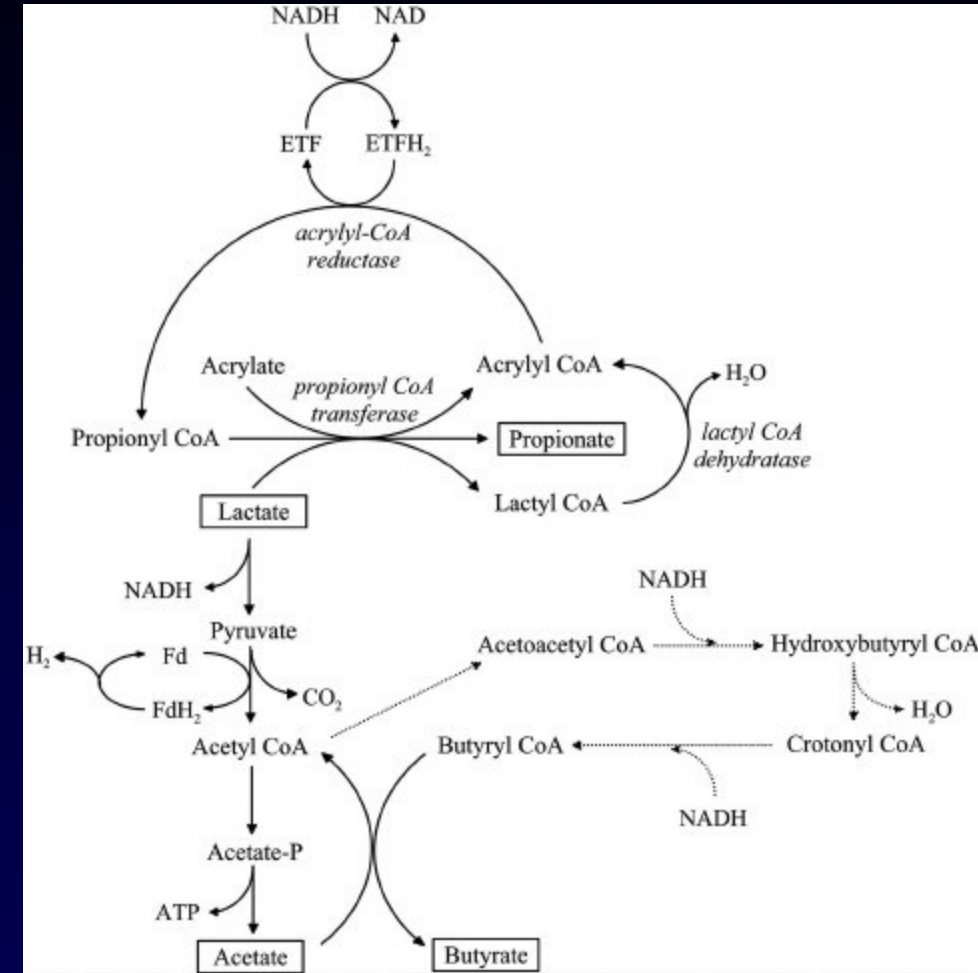
A *L. bulgaricus*  
 B *L. pentosus*  
 C *P. freudenreichii*

Jeyanthan et al., 2016



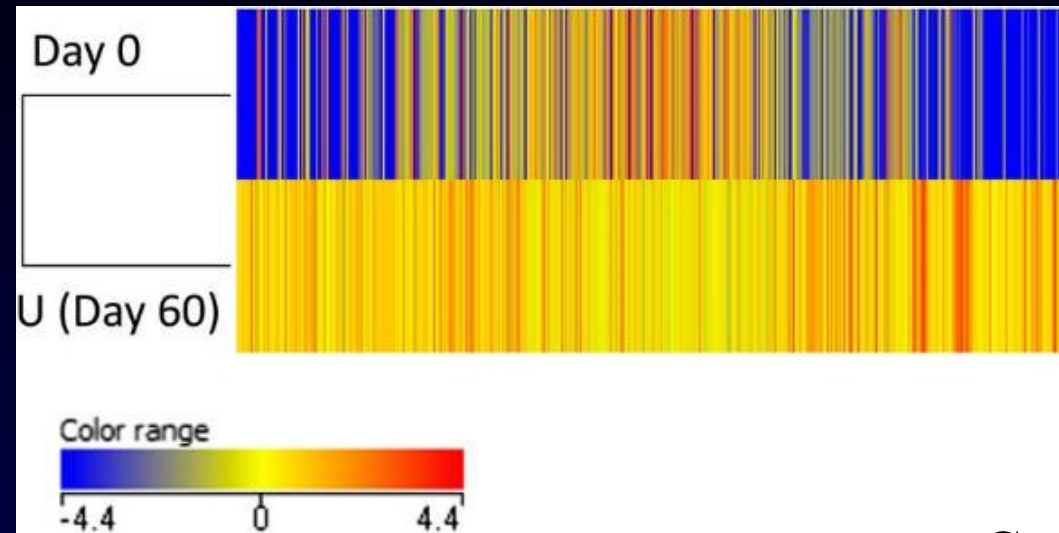
# Una teoría de acción: la estimulación microbiana

- Mejora de las poblaciones autóctonas de *Selenomonas* y/o *Megasphaera*
  - El malato purificado redujo el metano, las concentraciones de lactato, la relación A:P y aumentó el pH en ganado e in vitro (Martin, 1990; 1992)
  - Reducción alternativa equivalente a la pérdida (caída de CH<sub>4</sub>)
- Ofrecer malato al ganado mejoró FE y ADG (Streeter and Martin, 1993)
  - Algunos eubióticos contienen malato o fumarato
  - La estimulación de la absorción de lactato aumenta el pH y reduce el SARA
  - Los efectos del ácido dicarboxílico fueron similares a los de la monensina y complementarios

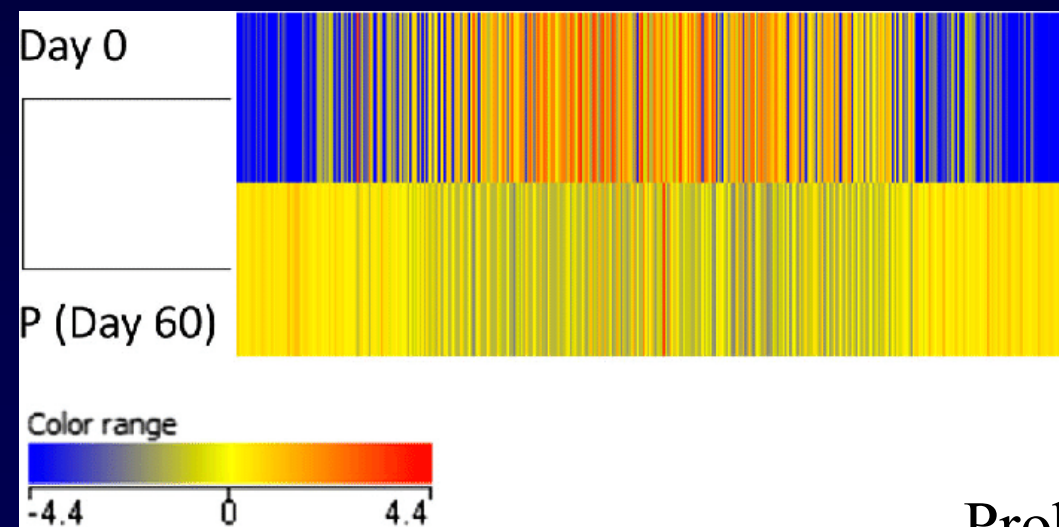


Prabhu, Altman,  
Eiteman, 2012

# Impulsor de "Eubióticos"/Holobionte – Expresión génica del huésped



Control

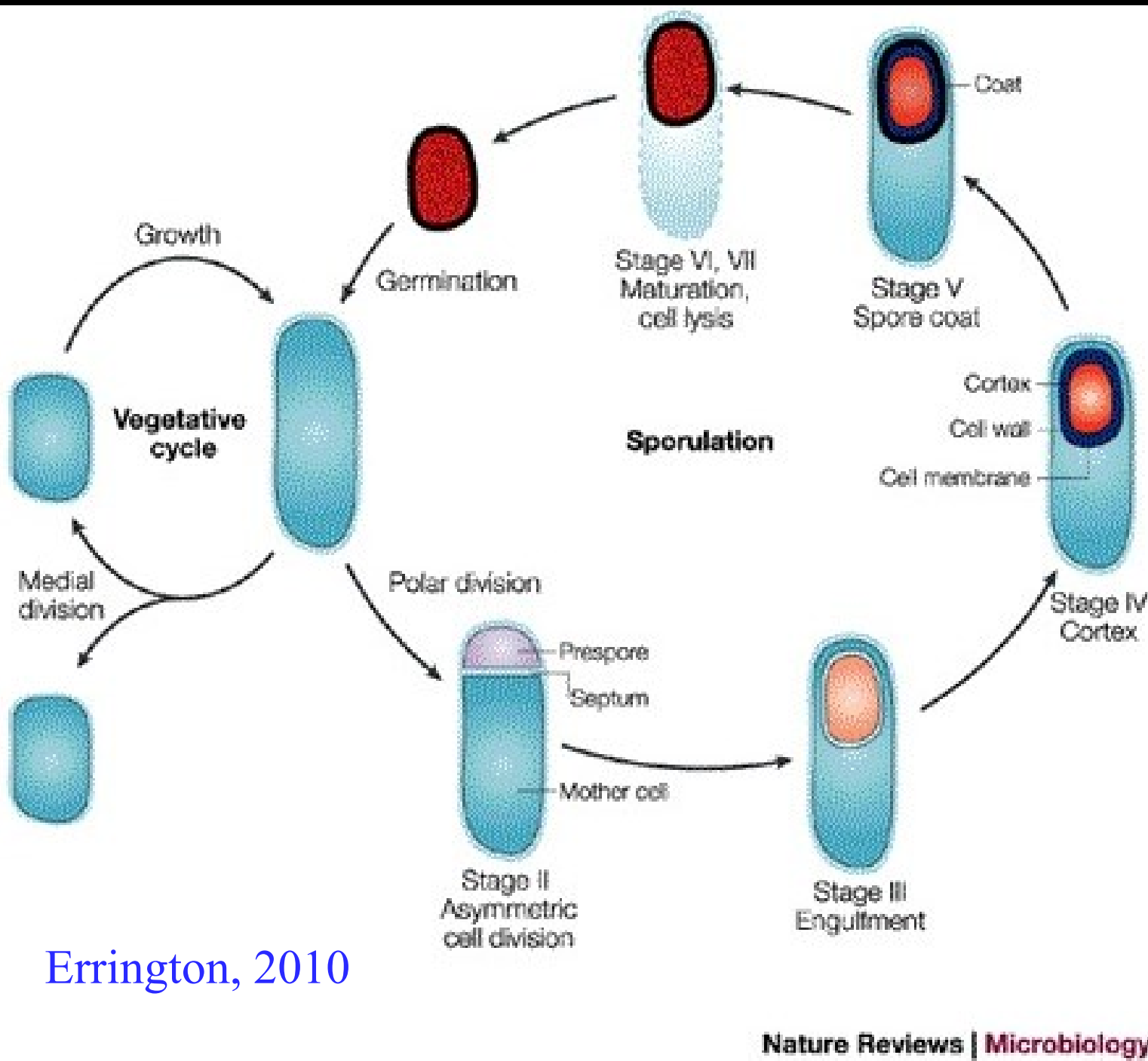


Probiotic fed

- Holstein lactantes alimentadas con probióticos
- Disminución del recuento de neutrófilos
- >11,000 Genes expresados diferencialmente
- 87 vías bovinas impactadas
  - Aumento de la señalización de la hormona del crecimiento
  - Respuesta inflamatoria a la baja
  - Reducción de la inflamación sistémica
  - La mejora del crecimiento/rendimiento de la leche puede deberse a la mejora colectiva del holobionte

# Productos con *Bacillus*

- *Bacillus* son inusuales
- A partir de endosporas
  - Cápsula de escape
  - DNA y ribosomas
  - Resistentes al calor, luz, desecación, UV, inanición
  - Resistentes a presión/calor -Pellets
- Ciclo entre los estados de esporas y vegetativos a través de un proceso de germinación relativamente poco conocido
- *Bacillus* Contiene algunos miembros patógenos
  - Anthracis
  - Cereus
- Otros son buenos candidatos a probióticos
  - Amyloliqifaciens
  - Subtilis (produce bacteriocin)

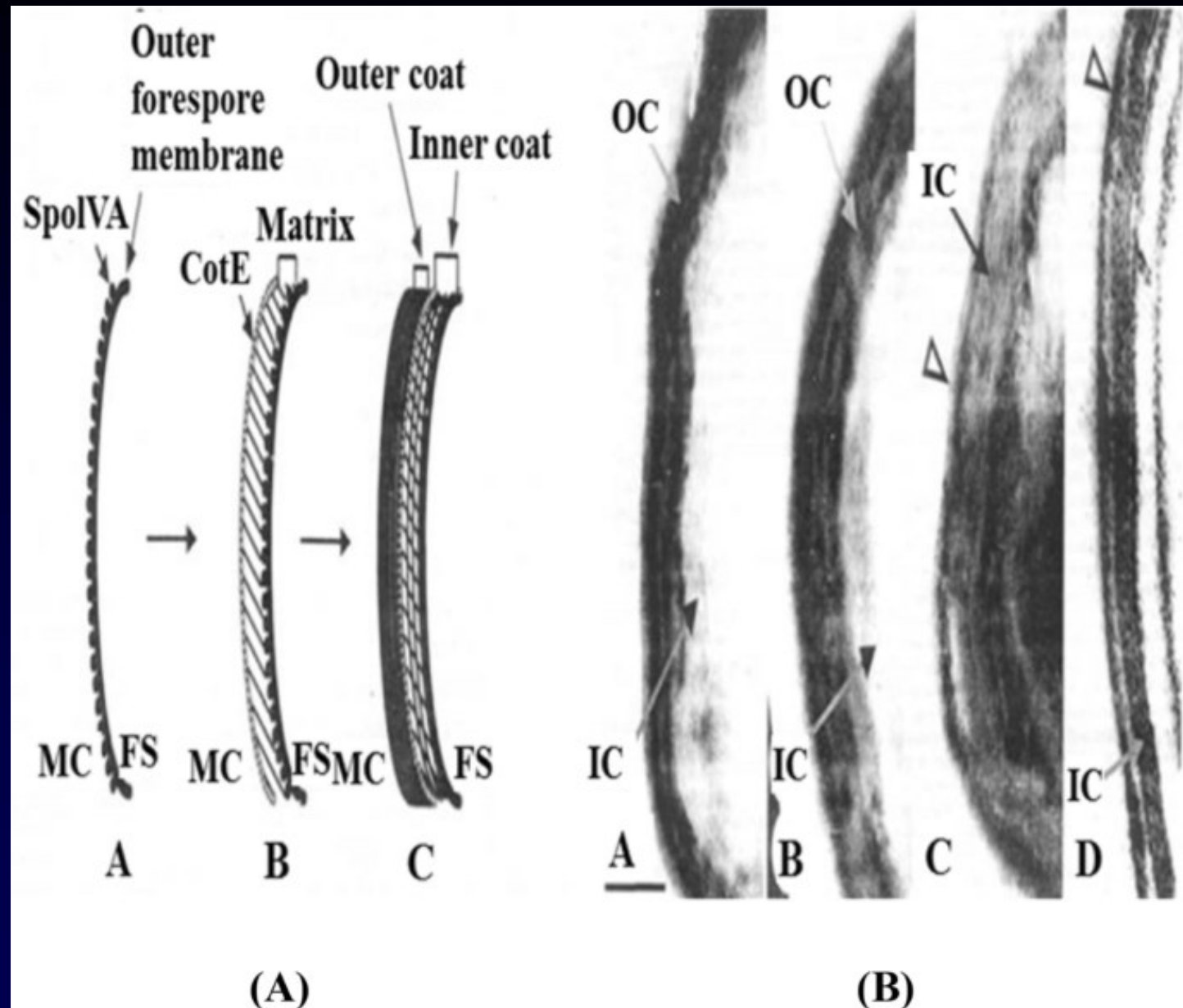


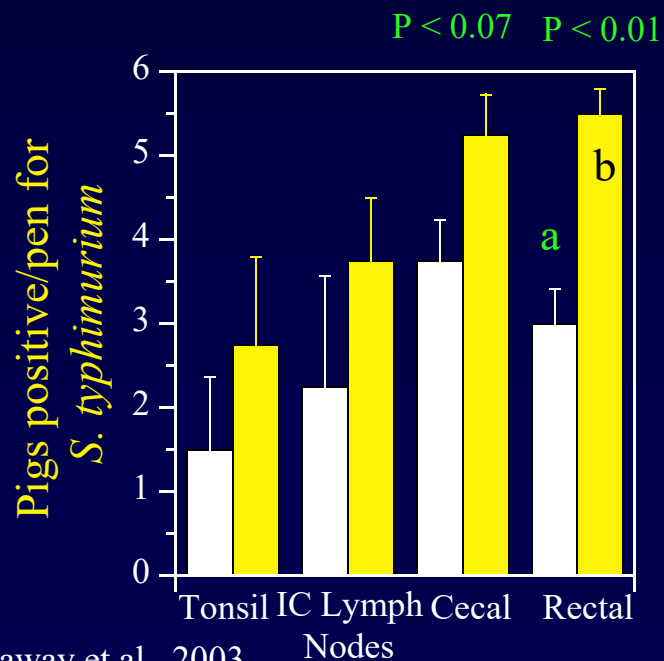
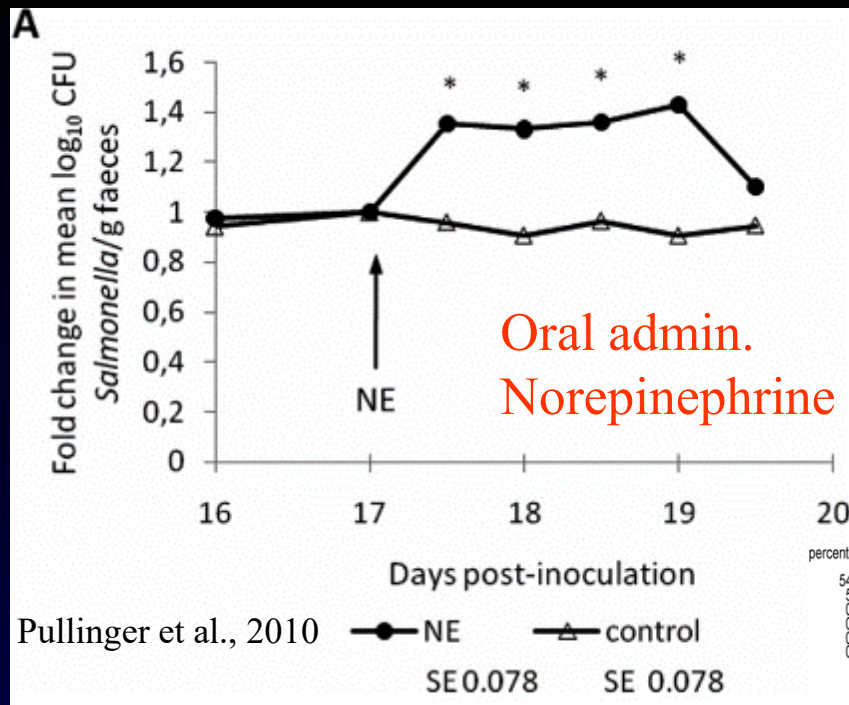
Errington, 2010



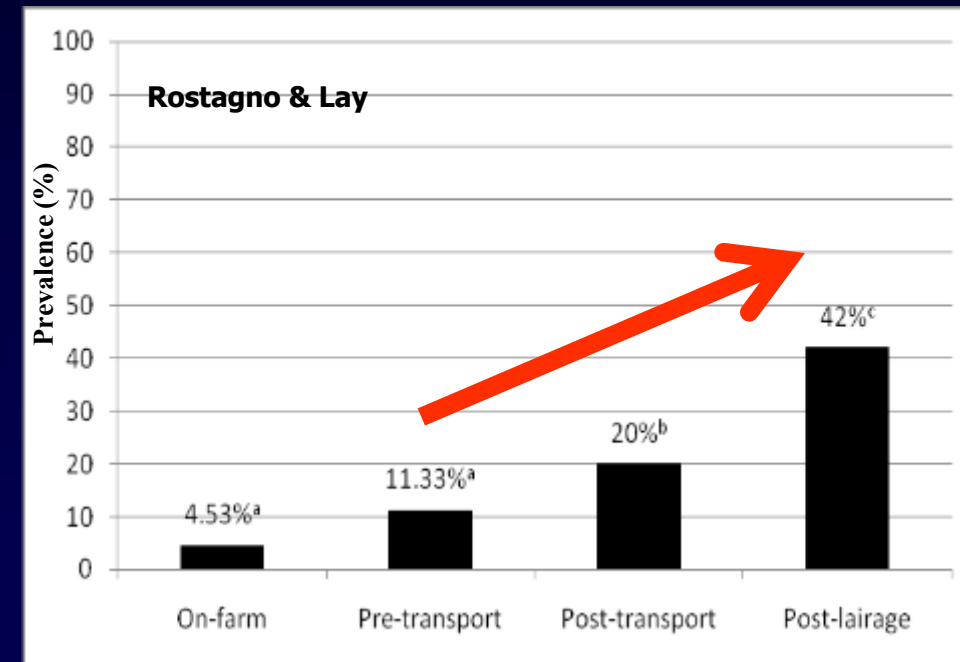
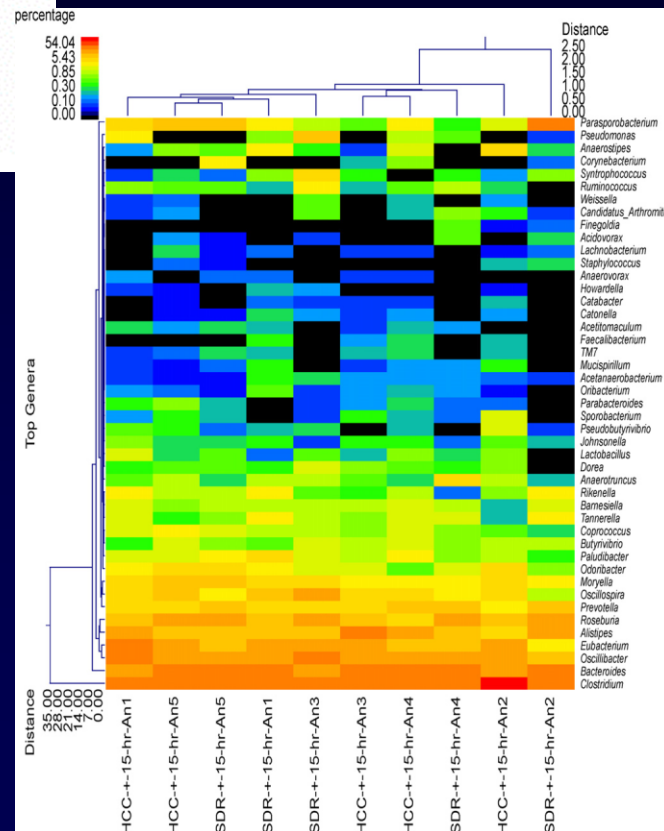
- Endosporas de *Bacillus* son resistentes a multiples condiciones ambientales
- Sobreviven por largos periodos de tiempo
  - *B. sphaericus* se ha revivido de ambar después de 25-40 MY
- Puede sobrevivir  $>400\text{ }^{\circ}\text{C}$  y germinar
  - Esporas afines a la péletización
    - Calor y presión
  - Puede revivir en el intestino
    - Abundancia de nutrientes
  - Más estable en almacenamiento

Cho & Chung, 2020



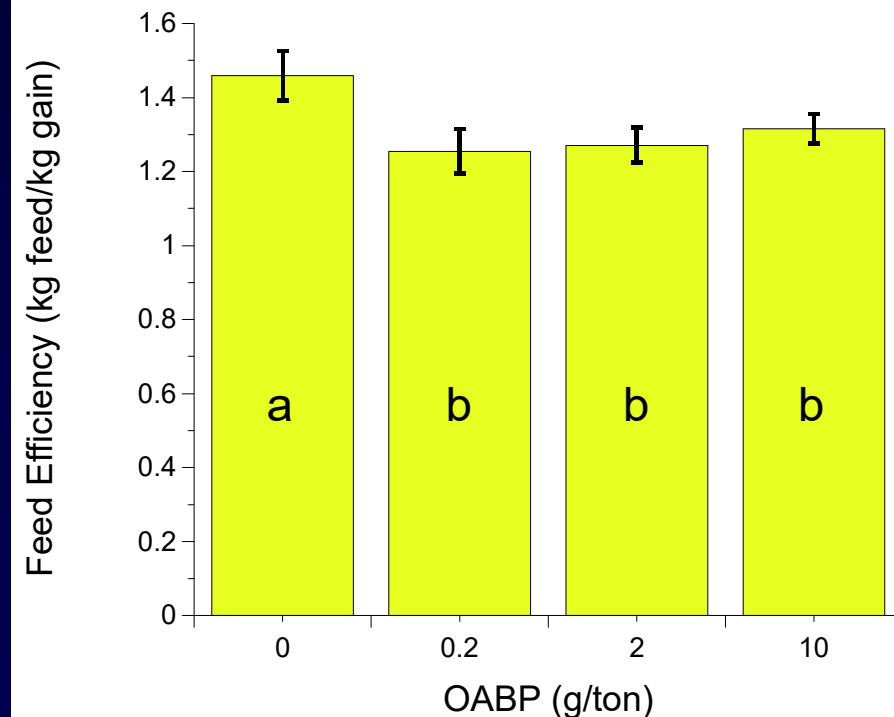
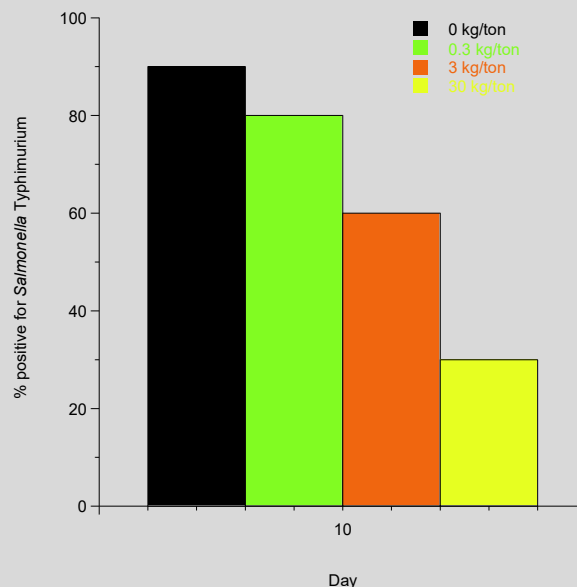
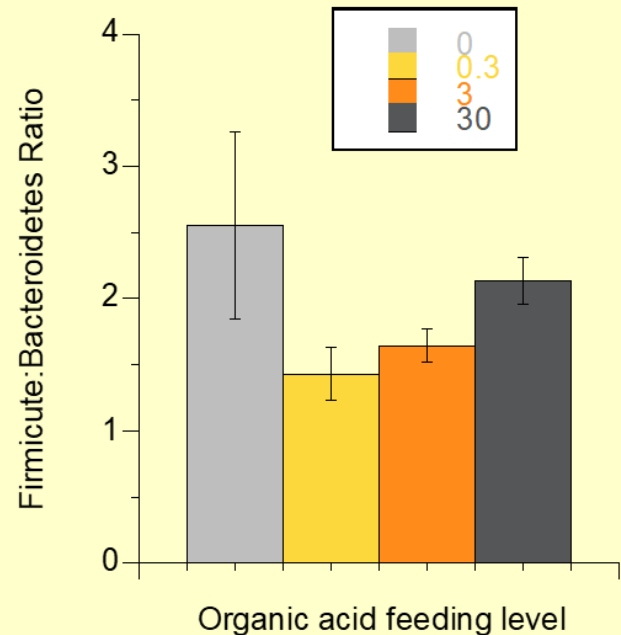
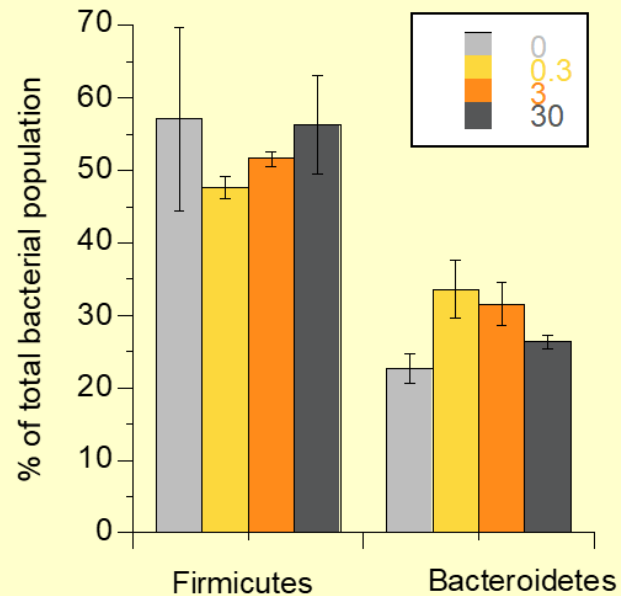


# El estrés a nivel de holobionte es complicado



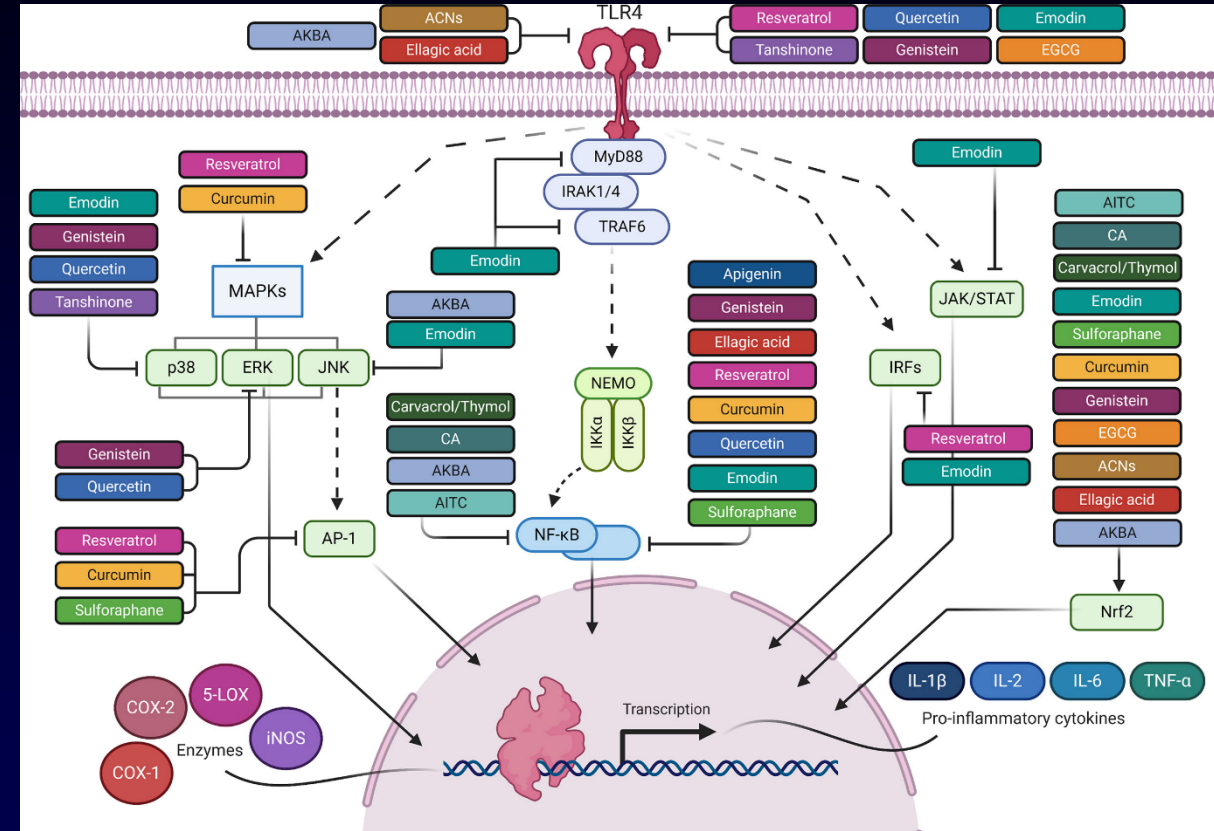
# Componentes dietéticos

- Los aceites esenciales se encuentran en las plantas y pueden ser bactericidas y mejorar la eficiencia del crecimiento
  - Limoneno, terpenos, timol, aceites de orégano
- Otros ácidos orgánicos y aceites con botánicos naturales demuestran un efecto antipatógeno en rumiantes y monogástricos
  - Aumenta la eficiencia del crecimiento (Grilli et al., 2014; Grilli et al. 2015)
  - Puede estimular la actividad del sistema inmunológico (Swaggerty et al.,



# Opciones antiinflamatorias a base de plantas

- Las plantas tienen una larga historia de uso como antiinflamatorios y antioxidantes (Dunshea) reductores de ROS
  - Polifenoles, curcumina, apigenina
  - Terpenoides
- Los componentes se fermentan y pueden provocar cambios en la población microbiana
  - Algunos son antimicrobianos o actúan como eubióticos
  - Alterar la población microbiana (fitness) y la fisiología del huésped (fitness) a nivel de holobionte
- Debido a los efectos sobre el sistema inmunológico, la inflamación y la inmunorreactividad también pueden ser una herramienta potente



Saleh et al., 2021





# Microbiomes and Predictions

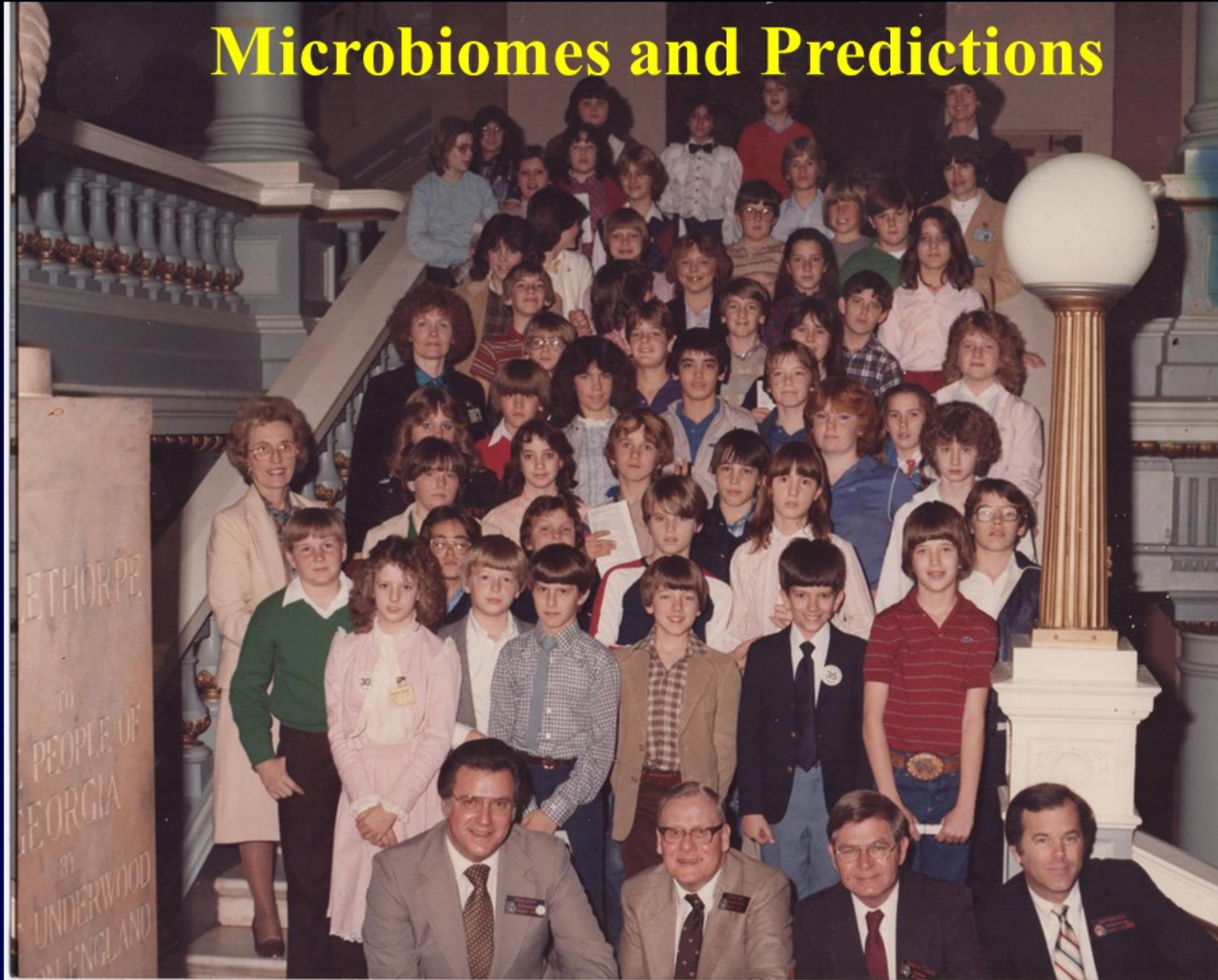
RICO

Smuggling

Triple  
Homicide

Pawn  
Shop

Engineer



Professor

Teacher

Legislator

Died at 25

Heart  
Surgeon

Missing



# Microbiomes and Predictions

RICO

Professor

Smuggling

Teacher

Triple  
Homicide

Legislator

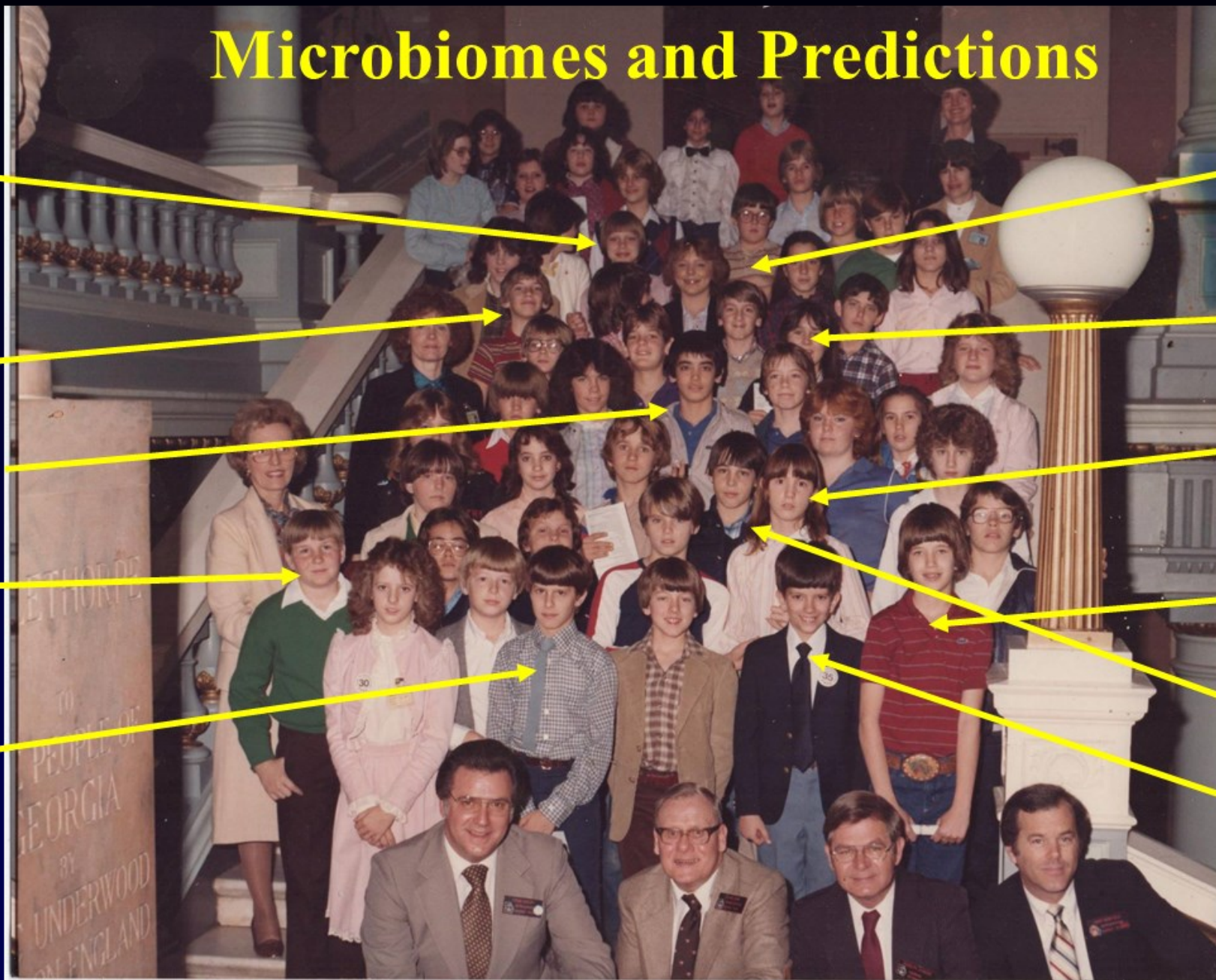
Pawn  
Shop

Died at 25

Engineer

Heart  
Surgeon

Missing



# Comprender la acción del microbioma

- Las actividades específicas SIGUEN siendo importantes
  - Tasas de degradación/producción (mg utilizados/MCP/s)
  - Conecte los productos finales (y los microbios) con la fisiología del huésped
- Más de un nicho/actividad simultáneamente
  - Modelado de ambos lados de la ecuación
- El juego de Pokémon más complejo jamás ideado
- Necesitamos entender el MoA de los probióticos
- Etapa de producción e impulsores específicos de la granja
  - Aumento de la complejidad





# Conclusiones

- Los enfoques eubióticos tienen un futuro brillante y muchas vías de acción
  - Afecta la eficiencia de la producción, la calidad de la canal, la calidad de la leche, la cantidad de leche, la seguridad alimentaria y la salud animal
- Espectro de actividades y opciones muy diversas
  - Fatiga de decisión; Información contradictoria
  - Beneficios indígenas versus endógenos
- Debemos comprender las actividades, las poblaciones y los nichos (y pops) de los microbios para determinar el microbioma "bueno/malo" para seleccionar el mejor eubiótico
  - Sostenibilidad y Eficiencia = ganar/ganar
  - Calidad y cantidad... los objetivos importan
  - Las interacciones microbianas son importantes





National Institute of Food and Agriculture

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

Andrea Osorio  
Mikayla Dycus  
Hunter Perez



Food and Agriculture  
Organization of the  
United Nations



WORLD ORGANISATION  
FOR ANIMAL HEALTH



World Health  
Organization



Francis Fluharty  
Lance Baumgard  
Robert Dove  
Mark Morrison  
Jeff Firkins  
Tim McAllister

Leluo Guan  
Greg Penner  
Ken Griswold  
Todd Applegate  
Pierre Frumholtz

PROVITA  
SUPPLEMENTS

Miyarisan



Micronutrients  
a rumaco company