



Ensayo: Implicaciones de una deficiencia en el metabolismo de carbohidratos en los animales

Parcial 4

Alumna: Zabdi Rodríguez Hernández

Bioquímica I

Los carbohidratos son la fuente más importante de energía y de los principales precursores de grasa y azúcar (lactosa) en la leche de la vaca. Los microorganismos en el rumen permiten a la vaca obtener energía de los carbohidratos fibrosos (celulosa y hemicelulosa) que son ligados a la lignina en las paredes de las células de plantas.

La fibra es voluminosa y se retiene en el rumen donde la celulosa y la hemicelulosa fermentan lentamente. Mientras que madura la planta, el contenido de lignina de la fibra incrementa y el grado de fermentación de celulosa y hemicelulosa en el rumen se reduce. La presencia de fibra en partículas largas es necesaria para estimular la rumiación.

La rumiación aumenta la separación y fermentación de fibra, estimula las contracciones del rumen y aumenta el flujo de saliva hacia el rumen. La saliva contiene bicarbonato de sodio y fosfatos que ayudan a mantener la acidez (pH) del contenido del rumen en un pH casi neutral. Raciones que faltan fibra suficiente resultan en un porcentaje bajo de grasa en la leche y contribuyen a desordenes de digestión, tales como desplazamiento del abomaso y acidosis del rumen.

Los carbohidratos no-fibrosos (almidones y azúcares) fermentan en forma rápida y completa en el rumen. El contenido de carbohidratos no-fibrosos incrementa la densidad de energía en la dieta, y así mejora el suministro de energía y determina la cantidad de proteína bacteriana producida en el rumen. Sin embargo, los carbohidratos no-fibrosos no estimulan la rumiación o la producción de saliva y cuando se encuentran en exceso pueden inhibir la fermentación de fibra.

Así, el equilibrio entre carbohidratos fibrosos y no-fibrosos es importante para alimentar las vacas lecheras en una producción eficiente de leche. En la vaca lactante, el rumen, el hígado y la glándula mamaria son los principales órganos involucrados en el metabolismo de carbohidratos

### **Producción de ácidos grasos volátiles en el rumen**

Durante la fermentación ruminal, la población de microorganismos, principalmente bacteriana, fermenta los carbohidratos para producir energía, gases (metano -  $\text{CH}_4$  y bióxido de carbono -  $\text{CO}_2$ ), calor y ácidos.

El ácido acético (vinagre), ácido propiónico y ácido butírico son ácidos grasos volátiles (AGV) y conforman la mayoría (>95%) de los ácidos producidos en el rumen. También la fermentación de aminoácidos generados en el rumen produce ácidos, llamados iso-ácidos. La energía y los iso-ácidos producidos durante la fermentación son utilizados por las bacteria para crecer (es decir principalmente para sintetizar proteína). El  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$  son

eructados, y la energía todavía presente en el CH<sub>4</sub> se pierde. Si no es necesario para mantenimiento de la temperatura del cuerpo, el calor producido durante fermentación se disipa.

Los AGV son productos finales de la fermentación microbiana y son absorbidos a través de la pared del rumen. La mayoría del acetato y todo el propionato son transportados al hígado, pero la mayoría del butirato se convierte en la pared del rumen a una cetona que se llama [beta]-hidroxibutirato.

Las cetonas son la fuente principal de energía (combustible) para la mayoría de tejidos del cuerpo. Las cetonas provienen principalmente del butirato producido en el rumen, pero en las etapas iniciales de lactancia vienen también de la movilización de tejidos adiposos.

### **Producción de Glucosa en el Hígado**

Todo el propionato se convierte a glucosa en el hígado. Además, el hígado utiliza los aminoácidos para síntesis de glucosa. Este es un proceso importante porque normalmente no hay glucosa absorbida del tracto digestivo y toda la azúcares encontradas en leche (aproximadamente 900g cuando una vaca produce 20 kg de leche) deben ser producidas por el hígado.

Una excepción existe cuando la vaca está alimentada con grandes cantidades de concentrados ricos en almidón o una fuente de almidón resistente a la fermentación ruminal. Luego, el almidón escapa de la fermentación y alcanza el intestino delgado. La glucosa formada mediante la digestión en el intestino es absorbido, y transportado al hígado donde contribuye al suministro de glucosa de la vaca.

Lactosa es una fuente alternativa de glucosa para el hígado. La lactosa se encuentra en ensilajes bien almacenados, pero la producción de lactosa en el rumen ocurre cuando hay un exceso de almidón en la dieta. Este no es deseable porque el ambiente del rumen resulta ácido, la fermentación de fibra se para y en casos extremos la vaca deja de comer.

### **Síntesis de Lactosa y grasa en el hígado**

Durante la lactancia, la glándula mamaria tiene una alta prioridad para la utilización de glucosa. La glucosa se utiliza principalmente para la formación de lactosa (azúcar en la leche). La cantidad de lactosa sintetizada en la ubre es estrechamente ligada con la cantidad de leche producida cada día.

La concentración de lactosa en la leche es relativamente constante, agua se agrega a la cantidad de lactosa producida por las células secretorias hasta lograr una concentración de lactosa de aproximadamente 4.5%. Así, la producción de leche en las vacas lecheras es altamente influida por la cantidad de glucosa derivada del propionato producido en el rumen.

También la glucosa se convierte a glicerol que se utiliza para la síntesis de grasa de leche.

Acetato y [beta]-hidroxibutirato se utilizan para la formación de ácidos grasos encontradas en la grasa de leche. La glándula mamaria sintetiza ácidos grasos saturados que contienen de 4 a 16 átomos de carbono (ácidos grasos de cadena corta). Casi la mitad de grasa de leche es sintetizada en la glándula mamaria. La otra mitad que es rica en ácidos grasos no-saturados que contienen de 16 a 22 átomos de carbono (ácidos grasos de cadena larga) viene de lípidos en la dieta (vea metabolismo de lípidos en las vacas lecheras).

La energía requerida para el síntesis de grasa y lactosa viene de la combustión de cetonas, pero el acetato y la glucosa también pueden ser utilizadas como fuentes de combustible para las células de muchos tejidos.

### **Efecto de la dieta sobre la fermentación ruminal y el rendimiento de leche.**

La fuente de carbohidrato en la dieta influye en la cantidad y la relación de AGV producidos en el rumen. La población de microbios convierte los carbohidratos fermentados a aproximadamente 65% ácido acético, 20% ácido propiónico y 15% ácido butírico cuando la ración contiene una alta proporción de forrajes. En este caso, el suministro de acetato puede ser adecuado para maximizar la producción de leche, pero la cantidad de propionato producido en el rumen puede limitar la cantidad de leche producida porque el suministro de glucosa es limitado.

Los carbohidratos no-fibrosos presentes en muchos concentrados promueven la producción de ácido propiónico mientras los carbohidratos fibrosos que se encuentran principalmente en forrajes estimulen la producción de ácido acético en el rumen. Además, los carbohidratos no-fibrosos rinden más AGV (es decir más energía) porque son fermentados más rápidamente y en forma completa

Así, la alimentación de concentrados usualmente resulta en un aumento de producción de AGV y una proporción mayor de propionato en lugar de acetato. (Figura 2). Cuando se alimentan con grandes cantidades de concentrados (cuando se alimentan con forrajes bien molidos), el porcentaje de ácido acético se reduce debajo de 40% mientras el porcentaje de propionato se aumenta más de 40%.

La producción de leche puede aumentarse porque el suministro de glucosa proveniente de propionato se incrementa, pero el suministro de ácido acético para el síntesis de grasa puede ser limitante. En general, esta reducción en disponibilidad de ácido acético es asociada con una reducción de producción de grasa y una porcentaje baja de grasa en la leche. Además, un exceso de propionato relativo a acetato causa la vaca a utilizar la energía disponible para depositar tejido adiposo (aumenta de peso corporal) en lugar de síntesis de leche.

Así los concentrados excesos en la ración llevan a vacas gordas. La alimentación prolongada de esta ración puede tener un efecto negativo para la salud de la vaca, que tiende más a ser afectada por hígado grasoso, cetosis, y distocia (dificultades de parición). Por otro lado, concentrado insuficiente en la ración limita la ingestión de energía y la producción de leche.

En resumen, un cambio en la proporción de forraje y concentrado en una dieta provoca un cambio importante en las características de los carbohidratos que tienen un efecto profundo en la cantidad y porcentaje de cada AGV producido en el rumen.

Los AGV tienen un efecto importante en:

- \* La producción de leche
- \* El porcentaje de grasa en la leche
- \* La eficiencia de convertir alimentos a leche
- \* El valor relativo de una ración para la producción de leche en lugar de engorde.