

COMPRIENDIENDO A LOS CARBOHIDRATOS

Ing. Agr. José Luis Danelón. 2001. Prof. Asoc. Lab. de Nutrición Animal y Calidad de Alimentos, Depto. Producción Animal, Fac. Agr. UBA.
www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Manejo del alimento](#)

RESUMEN

Los carbohidratos (CHO's) conforman aproximadamente el 70% de la materia seca de la dieta, aportando la mayor parte de la energía. Los carbohidratos no fibrosos (CNF) aportan cerca de la mitad del total de los CHO's y el resto proviene de la fibra detergente neutro (FDN). Los CNF son excelentes fuentes de energía y en general son más digestibles que la FDN; son carbohidratos solubles en detergente neutro (CSDN) y se componen de ácidos orgánicos y oligosacáridos (azúcares), almidón, fructosanos, sustancias pécticas (pectinas) y β-glucanos. Las características digestivas varían entre ellos según sean digeridos directamente por el animal o por los microorganismos del rumen. Los CSDN tampoco poseen las mismas características fermentativas, cuanto más rápida sea la tasa de fermentación, se producirá más cantidad de proteína microbiana por unidad de CHO fermentado. Un riesgo latente al alimentar rumiantes con CSDN de rápida degradabilidad es el de producir acidosis láctica, por lo tanto es fundamental tener en cuenta el equilibrio en la formulación de raciones entre el aporte de CHO's rápidamente digestibles para maximizar la síntesis de proteína microbiana y el evitar un exceso que acidificaría el rumen. Por último se explica que las diferencias en los productos de la digestión generados por diferentes CSDN repercuten en la producción (carne, leche).

Palabras clave: hidrato de carbono, nutrición, bovino

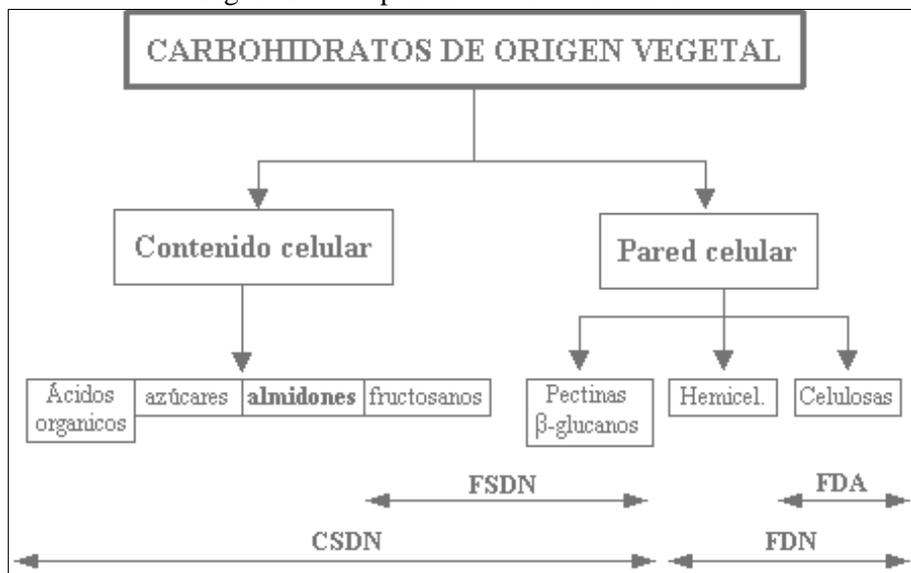
INTRODUCCIÓN

Los carbohidratos (CHO's) son el corazón de toda dieta exitosa. Conforman el 70% o más de la MS consumida y aportan la mayor parte de la energía, incluyendo el "efecto fibra". Los carbohidratos no fibrosos (CNF), aportan aproximadamente la mitad del total de los CHO's, mientras el remanente proviene de la conocida fibra en detergente neutro (FDN).

Desde hace tiempo se conoce la importancia de la cantidad y forma física de la FDN en el mantenimiento de la salud y la producción (Santini et al 1986). Sin embargo el rol de los CNF permanece como un área no muy clara. Los CNF son excelentes fuentes de energía y usualmente son más digestibles que la FDN. Sin embargo, los CNF de los diferentes alimentos no siempre producen una respuesta animal similar. Frecuentemente no se tiene en cuenta que los CNF están compuestos por diferentes grupos de CHO's, y por tanto no pueden ni deben ser tratados como una clase uniforme.

Históricamente, en la fracción de CNF se incluyeron tanto a los CHO's que los animales pueden digerir directamente (los genuinamente no fibrosos) como aquellos que sólo los microorganismos del rumen pueden digerir (los fibrosos). Lo que genéricamente se denomina CNF son simplemente los CHO's que no pertenecen a la FDN (figura 1).

Figura 1.- Componentes de los carbohidratos



En realidad la denominación más explicativa para los CNF sería: **carbohidratos solubles en detergente neutro (CSDN)**, dado que eso es lo que realmente son. Los CSDN se componen de ácidos orgánicos y oligosacáridos (azúcares), almidón, fructosanos, sustancias pécticas (pectinas) y b-glucanos. Los componentes y fuentes alimenticias de estas fracciones se muestran en la tabla 1.

Tabla 1.- Fuentes y composición de los carbohidratos solubles en detergente neutro (CSDN)

CSDN	Composición	Fuentes más comunes
Ácidos orgánicos	<i>Malatos, citratos, oxalatos, Fermentación: Láctico, Acetato, Propionato, butirato</i>	Plantas Silajes
Azúcares	<i>Glucosa, Fructosas, Sucrosas Lactosa</i>	Melazas, remolacha azucarera Pulpa de citrus
Almidones	<i>Cadenas de moléculas de glucosa</i>	Semillas C3, C4 (maíz, sorgo) Sub-productos, papas, Residuos de panadería
Fructosanos	<i>Cadenas de moléculas de fructosa</i>	Gramíneas C3 (OIP)
Pectinas	<i>Cadenas de ácido galacturónico, Arabinosa y galactosa</i>	Leguminosas, Pulpa de citrus, Remolacha azucarera Cáscaras de soja
b-Glucanos	<i>Cadenas de moléculas de glucosa</i>	Gramíneas, avena, cebada, trigo

Las características digestivas varían entre los diferentes CSDN (figura 2). Los ácidos orgánicos productos de la fermentación (ácidos grasos volátiles, **AGV's**) son digeridos directamente por el rumiante. Los azúcares, ácidos orgánicos y almidones contenidos en las plantas son CNF que pueden ser digeridos directamente por el animal o por los microorganismos del rumen. Los **fructosanos, pectinas** y **β -glucanos** son la "**fibra soluble**" en **detergente neutro (FSDN)** que sólo puede ser digerida por los microorganismos del rumen. Si los CSDN escapan del rumen, el animal tiene aún la chance de digerirlos y absorberlos en ID o en IG.

Figura 2.- Características digestivas de los Carbohidratos Solubles en Detergente Neutro (CSDN)



Pero si la fracción FSDN escapa a la fermentación ruminal, pasarán sin ser digeridos a través del ID hasta el ciego e IG. Allí, las bacterias pueden fermentarla. El rumiante puede absorber los AGV's producidos en IG pero no la proteína microbiana que se perderá con las heces.

El sistema CNF considera a la fibra y a los CHO's no fibrosos (CSDN) como si fuesen digeribles de igual modo, lo que no es cierto. Esa simplificación reduce la capacidad de predecir los nutrientes que proveerá una dieta determinada, haciendo muy difícil balancear una ración que cubra los requerimientos.

Los CSDN tampoco poseen las mismas características fermentativas. A diferencia de otros CSDN, los ácidos orgánicos contenidos en los silajes no aportan la energía requerida para producir proteína microbiana, que es la energía metabolizable fermentecible (EMf).

Desde los más rápidos a los más lentos, las tasas de fermentación de los CSDN siguen este orden:

Azúcares > fructosanos > pectinas > β -glucanos > almidones.

La tasa de fermentación del almidón depende de su origen, de la forma en que haya sido procesado y de su contenido de humedad. Generalmente se asume que a mayor velocidad de fermentación, habrá mayor disponibilidad de energía que se destina a producción de proteína microbiana, asumiendo que simultáneamente exista una alta disponibilidad de proteína degradable y que el pH del rumen no sea ácido (< a 6.2). Eso significa que cuanto

más rápida sea la tasa de fermentación de los CHO's, se producirá más cantidad de proteína microbiana por unidad de CHO's fermentado.

Esto explica por qué los animales alimentados con carbohidratos de alta digestibilidad (granos finamente molidos por ej.) pueden lograr una mejor respuesta productiva que si se aumentara el tenor proteico de la dieta.

EL CONFLICTO DE LA ALIMENTACIÓN

Un riesgo latente al alimentar rumiantes con CSDN de rápida degradabilidad es el de producir acidosis láctica. La formulación de raciones se convierte entonces en un compromiso entre suministrar CHO's rápidamente digeribles para maximizar la síntesis de proteína microbiana y el evitar un exceso que acidificaría el rumen.

Los productos de la fermentación de los CSDN del contenido celular no son los mismos que los generados por la fermentación de la pared celular (FDN). Los azúcares, almidones y fructosanos, tienen todos el potencial de fermentar a ácido láctico en rumen o en los ensilajes. También tienen tendencia a producir más ácido propiónico que las pectinas y los β -glucanos. En contraste, los CSDN de la pared celular casi no generan ácido láctico ni en rumen ni en los forrajes ensilados. En cambio, producen relativamente más ácido acético. Además los CSDN de la pared celular deprimen su fermentación cuando el rumen se acidifica. En este sentido, su fermentación es muy semejante a la de la FDN. Cuando la fermentación ruminal de los CHO's de la pared celular se deprime, aumenta la proporción de material que sale del rumen sin haber sido digerido.

El tipo de productos generados en la digestión de los CSDN son importantes porque determinan cómo los utiliza el rumiante. La fermentación de los CHO's en rumen aporta energía y proteína para el animal: energía desde los AGV's y proteína de alta calidad con el protoplasma microbiano producido. Diferentes ácidos orgánicos pueden cubrir los requerimientos de glucosa o lípidos. Acetato y butirato pueden ser (y son) utilizados para producir grasa butirosa (GB) o corporal. Los bovinos pueden utilizar los ácidos propiónico y láctico como fuente de energía (convertidos en glucosa en hígado).

Los azúcares y el almidón digeridos directamente por el animal también cubren las demandas de glucosa. El principal producto generado por el metabolismo de la glucosa es la lactosa (azúcar de la leche) que es quien por una cuestión de equilibrio osmótico, finalmente determinará los litros que serán producidos.

EFFECTOS SOBRE LA CALIDAD DE LA LECHE

Las diferencias en los productos de la digestión generados por diferentes CSDN se reflejan o trasladan a los productos principales (carne, leche).

Estudios realizados en la Univ. de Florida-Gainesville, 271 vacas lactantes fueron alimentadas con dietas a las que se les reemplazó un 10% o un 20% de la MS de un subproducto de maíz (hominy feed) por pulpa de citrus deshidratada. Los CSDN del hominy son básicamente almidones, en tanto que los de la pulpa de citrus son fundamentalmente fibra soluble (pectinas y azúcares).

Los animales que consumieron el subproducto de maíz produjeron 0.7 l/vaca/día más de leche (34.7 vs. 34), pero los que consumieron la pulpa de citrus produjeron más GB (3.76% vs. 3.56%), sin que se registrasen diferencias en el contenido proteico o en la LCGyP.

Si bien las cosas no son tan simples como aparentan, se sostiene que la mayor producción de acético derivado de la pulpa de citrus explica el mayor contenido de GB, mientras que la mayor proporción de propiónico generado por el subproducto de maíz, aumento la lactosa y con ello los litros.

Las modernas normas de alimentación para carbohidratos recomiendan contenidos de azúcares de un 5% de la MS de la dieta, junto a no más de 20% de almidón. Estos límites son para tratar de evitar o reducir problemas de acidosis ruminal.

Todavía no existen recomendaciones para ácidos orgánicos o para fibras solubles. Como con cualquier norma de alimentación, la dieta total debe estar perfectamente balanceada, adecuadamente manejada y con una forma física y contenido de MS óptimos.

Volver a: [Manejo del alimento](#)