

IntelliBond® C, una nueva e innovadora fuente para un aporte óptimo de cobre

Recientemente, una nueva categoría de minerales traza, conocida como hidroximinerales traza, ha recibido la aprobación de la UE como aditivo para piensos para todas las especies animales. Este nuevo producto (trihidroxicloruro de dicobre -Cu₂(OH)₃Cl- IntelliBond C) pertenece a las fuentes inorgánicas, pero tiene la misma estructura químicamente estable y comportamiento que los quelatos orgánicos.

D. Kampf
Orffa Additives.
Werkendam. Holanda

¿Por qué son necesarios los oligoelementos y especialmente el cobre?

La importancia de los oligoelementos para el óptimo mantenimiento de la sanidad y el rendimiento del ganado a menudo es subestimada ya que estos desempeñan funciones muy complejas en el metabolismo y las deficiencias pueden llevar a trastornos generales en los animales.

En concreto, el cobre juega un importante papel en la regulación de la actividad de las enzimas, así como en el metabolismo del hierro (por ejemplo, en el transporte del hierro), en la neutralización de radicales libres, en la maduración de las células sanguíneas de la serie roja, etc. y es esencial en el metabolismo de huesos y cartílagos. Además, tiene propiedades antimicrobianas y la capacidad de modular la respuesta inmune en monogástricos cuando son alimentados en la parte alta de sus requerimientos nutricionales.

Los oligoelementos ejercen importantes funciones fisiológicas y por lo tanto deben ser suplementados a través de la alimentación. Además, mayores aportes, por ejemplo, de zinc y cobre, tienen también efectos específicos sobre la salud intestinal. Para abordar el difícil debate sobre fisiología, salud intestinal y finalmente también, la contaminación del medio ambiente, el suministro de oligoelementos en la UE está regulada por Ley (Reglamento UE 1334/2003). Hace varios años, las concentraciones máximas en alimentación se redujeron de manera significativa una vez más, para disminuir la excreción de metales pesados al medio (**Cuadro I**).

¿Por qué se habla de biodisponibilidad?

Se entiende que la biodisponibilidad de los oligoelementos es difícil de comparar debido a las diferencias existentes entre especies en la anatomía del tracto digestivo. Además, la capacidad de absorción de oligoelementos del intestino, en general disminuye al aumentar la edad de los animales. Además, estudios recientes muestran que la disponibilidad de los oligoelementos es dependiente de la sanidad y también de la existencia de estrés. No obstante, la biodisponibilidad de los oligoelementos, depende además de un número de factores como la fase productiva, el estado del oligoelemento, la formación de enlaces químicos y la

dosis de oligoelemento y antagonistas conocidos (inhibidores de la absorción). La reducción de los límites legales eleva inevitablemente el perfil de los oligoelementos con una alta biodisponibilidad, para lograr cubrir las necesidades de los animales, incluso a bajas concentraciones, y si es posible también obtener efectos adicionales.

Las interacciones, principalmente con calcio, zinc y hierro, son importantes para la absorción de cobre. Niveles desequilibrados o altos de algunos de estos elementos, llevan a la carencia de los otros. Por ejemplo, un exceso de zinc puede inhibir el transporte de cobre a través de los enterocitos (células epiteliales intestinales), bloqueados por la formación de metalotioneína intestinal. Esta situación se describe también como una deficiencia de cobre secundaria. Otros nutrientes que pueden afectar a la disponibilidad de los oligoelementos son, por ejemplo, micotoxinas, fibra bruta, taninos y ácido fítico.

¿Son todos los oligoelementos iguales?

Las diferentes fuentes de oligoelementos autorizadas como aditivos para piensos también se pueden clasificar por su disponibilidad para el animal. Las fuentes inorgánicas de minerales traza más conocidas y más ampliamente utilizadas, sulfatos y óxidos, varían principalmente en función de su solubilidad. La prin-

principal acción de estas fuentes de minerales traza es disolverse en el medio acuoso del tracto digestivo. Los sulfatos gozan de una mayor solubilidad que los óxidos, que son de baja solubilidad. Así, un óxido de cobre de muy baja solubilidad no debería utilizarse ya en la alimentación del ganado. Sin embargo, la buena solubilidad de los sulfatos, da lugar a una desventaja, ya que los iones de cobre son muy reactivos, y por lo tanto, capaces de promover reacciones adversas en el pienso (degradación de ingredientes sensibles, tales como vitaminas o grasa).

Al contrario que los inorgánicos, los quelatos orgánicos de elementos traza son más estables en la dieta y mejoran la absorción por el animal debido a su estructura química. Su ventaja es mayor que el supuesto beneficio de la solubilidad de los oligoelementos inorgánicos, y además también reducen las respuestas inhibitorias de la absorción en el tracto digestivo. Estas son principalmente interacciones antagónicas con los componentes del alimento, que compiten por las mismas vías de absorción. Los efectos positivos de los quelatos orgánicos frente a los elementos traza inorgánicos han sido confirmados en numerosos estudios científicos (Kincaid *et al*, 1997; Nockels *et al*, 1993; Wedekind *et al*, 1992). Sin embargo, debe realizarse una evaluación adecuada de la calidad de los quelatos orgánicos de elementos traza. Cabe señalar en este punto que los productos en el mercado difieren significativamente en la calidad, la cual puede controlarse por métodos analíticos simples (Helle y Kampf, 2008).

Tradicionalmente, los aditivos minerales se han clasificado como orgánicos o inorgánicos. Recientemente, una nueva categoría de minerales traza, conocida como hidroximinerales traza, ha recibido la aprobación de la UE como aditivo

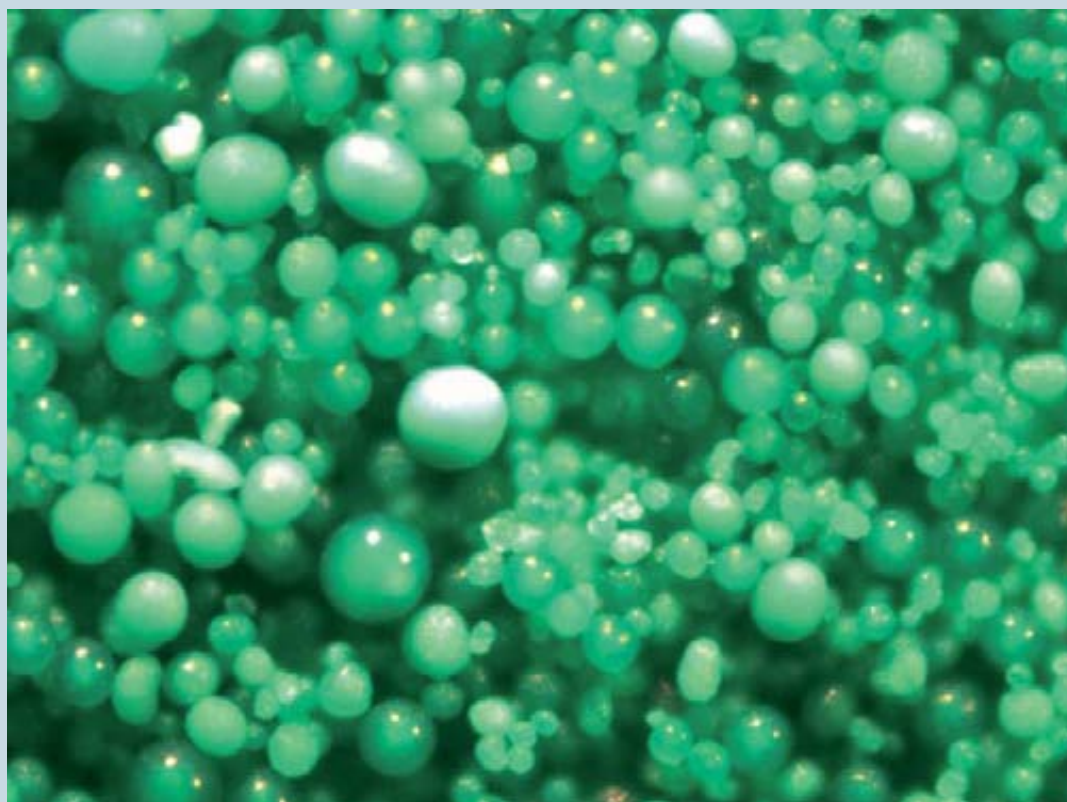


Figura 1: Cristales microscópicos de IntelliBond C. Fuente. Micronutrients.

para piensos para todas las especies animales. Este nuevo producto (trihidroxiclorigato de dicobre - $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ - IntelliBond C) pertenece a las fuentes inorgánicas de minerales traza, pero tiene la misma estructura químicamente estable que los quelatos orgánicos de oligoelementos. Enlaces covalentes y una estructura de matriz cristalina única, proporcionan una estabilidad fiable, lo que distingue a los hidroximinerales traza de otros minerales orgánicos o inorgánicos. Ya hay numerosos estudios que demuestran la alta calidad de este grupo de productos (Lu *et al*, 2010; Miles *et al*, 1998; Pang y Applegate, 2006).

IntelliBond C en detalle

IntelliBond C se presenta en forma cristalina estable con partículas muy uniformes (Figura 1). Tiene un contenido mínimo de cobre (como trihidroxiclorigato de dicobre) del 54%, por lo que es

Cuadro I. Límites legales para el cobre en alimentos.	
Especie	Máx. contenido en alimentos compuestos (mg/kg pienso compuesto)
Lechones de hasta 12 semanas de vida	170
Vacuno antes de iniciar la etapa de rumiante	15
Otros bovinos	35
Ovinos	15
Crustáceos	50
Otros animales	25

muy concentrado, no higroscópico y completamente libre de polvo. Además, no favorece la oxidación, por lo que no tiene ningún efecto negativo sobre componentes sensibles de la ración como las vitaminas. Todo ello mejora, en comparación con el sulfato de cobre, la manipulación, la miscibilidad y la estabilidad de las premezclas, suplementos y piensos compuestos. >>

Cuadro II. Impacto de niveles crecientes de IntelliBond C en el rendimiento de los lechones (Allee *et al*, 2011).

Fuente Cu (Cu, ppm)	Tratamiento						Significación (P <)		
	IntelliBond C 15	IntelliBond C 61,25	IntelliBond C 107,5	IntelliBond C 153,75	IntelliBond C 200	Cus04 200	Desviación Estándar	Lineal	Cuadrada
Peso Inicial (kg)	5,28	5,27	5,27	5,27	5,28	5,27	0,27		
Peso Final (kg)	22,46 ^x	23,06 ^{xy}	23,75 ^{yz}	24,04 ^z	24,44 ^z	23,97 ^z	0,60		
D 0-7									
GMD (kg)	0,132 ^x	0,127 ^x	0,141 ^{xy}	0,141 ^{xy}	0,159 ^y	0,127 ^x	0,01	0,02	0,36
IDA (kg)	0,159 ^x	0,163 ^{xz}	0,172 ^{xz}	0,168 ^{xz}	0,195 ^y	0,181 ^{yz}	0,01	0,01	0,22
IC	1,23 ^x	1,32 ^{xy}	1,25 ^{xy}	1,19 ^x	1,30 ^{xy}	1,47 ^y	0,08	0,22	0,89
D 0-21									
GMD (kg)	0,290 ^x	0,295 ^{xy}	0,308 ^{xz}	0,313 ^{yz}	0,318 ^z	0,318 ^z	0,01	0,01	0,91
IDA (kg)	0,395 ^x	0,390 ^x	0,413 ^{xy}	0,417 ^{xy}	0,417 ^y	0,408 ^{xy}	0,01	0,01	0,61
IC	1,34	1,33	1,34	1,32	1,31	1,30	0,02	0,20	0,79
D 0-42									
GMD (kg)	0,408 ^x	0,422 ^{xy}	0,440 ^{yz}	0,449 ^z	0,454 ^z	0,445 ^z	0,01	0,01	0,38
IDA (kg)	0,617 ^x	0,635 ^{xy}	0,653 ^{yz}	0,662 ^{yz}	0,676 ^z	0,658 ^{yz}	0,01	0,01	0,46
IC	1,52 ^x	1,50 ^{xz}	1,49 ^{yz}	1,48 ^{yz}	1,48 ^y	1,48 ^{yz}	0,01	0,01	0,29

El cobre de IntelliBond C, debido a su estructura cristalina, es liberado lentamente a lo largo de todo el intestino delgado, lo cual resulta en una absorción más eficiente y un efecto positivo sobre la salud intestinal

Además de estas, IntelliBond C también tiene otra ventaja importante desde un punto de vista nutricional. En comparación con el sulfato de cobre, el producto no es soluble a pH neutro, lo cual le permite atravesar el rumen sin alteraciones y le confiere una mayor estabilidad en el intestino. La presencia de iones de cobre menos reactivos en los primeros tramos del tracto digestivo se asocia con un menor número de interacciones con otros componentes del alimento. Esto aumenta la disponibilidad de los mencionados componentes (por ejemplo, fitato de fósforo), así como la biodisponibilidad del propio cobre. El cobre de IntelliBond C, debido a su estructura cristalina, es liberado lentamente a lo largo de todo el intestino delgado, lo cual resulta en una absorción de cobre más eficiente y en un efecto muy positivo sobre la salud intestinal. Los

resultados de los ensayos, tanto en monogástricos como en rumiantes, confirman el efecto superior de IntelliBond C en comparación con el sulfato de cobre (Allee *et al*, 2011; Luo *et al*, 2005; Miles *et al*, 1998; Spears *et al*, 2004).

Beneficios de IntelliBond C en la alimentación

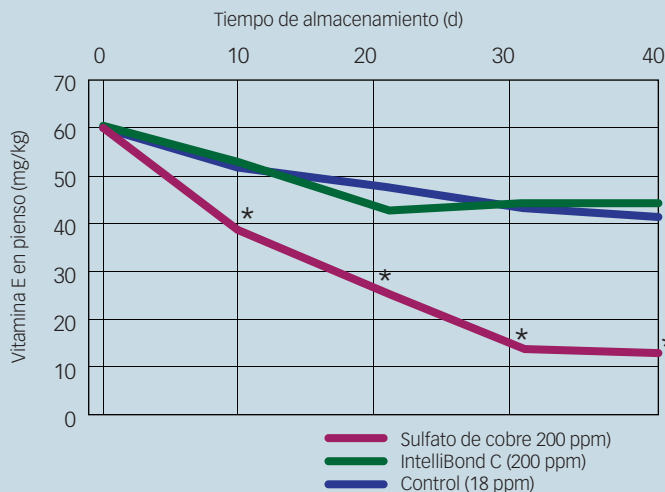
Diferentes ensayos (Miles *et al*, 1998; Lu *et al*, 2010; Luo *et al*, 2005; Banks *et al*, 2004; Liu *et al*, 2005; Pang y Applegate, 2006) han demostrado la mayor estabilidad de los ingredientes sensibles de la ración al utilizar IntelliBond C, en comparación con el sulfato de cobre. Todos estos resultados se basan en las características no higroscópicas y no reactivas (no pro-oxidativo) de IntelliBond C. Por ejemplo, el cobre procedente del sulfato de cobre a dosis altas tiene un impacto

negativo en la estabilidad de la vitamina E en el alimento, al contrario que IntelliBond C que no afecta negativamente a esta estabilidad y muestra resultados comparables con el uso de bajos niveles de sulfato de cobre (Lu *et al*, 2010. **Figura 2**).

En otro ensayo, se probó *in vitro* el efecto de dosis crecientes de sulfato de cobre, en comparación con otras fuentes de minerales traza, en la hidrólisis del fitato de fósforo por una fitasa. En este estudio, el sulfato de cobre mostró, debido a su alta solubilidad y por tanto su alta reactividad (formación de complejos insolubles con los fitatos), un fuerte impacto negativo en la hidrólisis del fósforo fítico. Por el contrario, IntelliBond C no influyó en la hidrólisis de fósforo y mostró resultados comparables a los de los complejos orgánicos de minerales traza (Pang y Applegate, 2006. **Figura 3**).

Ventajas de IntelliBond C en animales

Con respecto a la biodisponibilidad, la eficacia digestiva y la salud intestinal, los resultados de ensayos en monogástricos y rumiantes confirman los mejores



*A partir de un punto en el tiempo, los valores son significativamente diferentes del control ($p < 0,05$).

Figura 2: Impacto de las diferentes fuentes de cobre en la concentración de vitamina E del pienso (Lu *et al*, 2010).

resultados de IntelliBond C en comparación con el sulfato de cobre. Esto se basa en el hecho de que IntelliBond C, al contrario que el sulfato de cobre, es insoluble a pH neutro y que debido a su estructura cristalina sólo se disuelve parcialmente en el medio ácido del estómago. Como consecuencia, más moléculas intactas de cloruro de cobre estarán disponibles en las zonas más distales del tracto digestivo, lo cual se traduce también en la mejora de la salud del intestino.

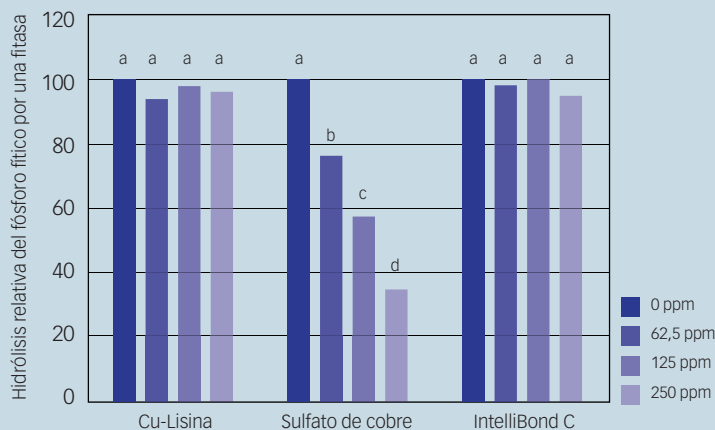
Por ejemplo, Allee *et al* (2011) mostraron que el aumento de los niveles de dosificación de IntelliBond C de 15 a 200 ppm en lechones resultaron en significativos aumentos lineales en la Ganancia Media Diaria (GMD) y en la Ingesta Diaria de Alimento (IDA) a los 7, 21 y 42 días de prueba (Cuadro II). El Índice de Conversión (IC) mejoró de forma lineal con la suplementación de IntelliBond C durante una prueba de 42 días. En este ensayo, la relación dosis/respuesta de IntelliBond C en la ganancia diaria y en el índice de conversión de los lechones (0-42 días) obtuvo el efecto máximo a dosis de 130-140 ppm (en comparación con el efecto máximo del sulfato de cobre que se sitúa en alrededor de 200-250 ppm), lo que indica que IntelliBond C tiene

una eficacia intestinal superior y es más válido para la salud intestinal que el sulfato de cobre (Allee *et al*, 2011. Cuadro II).

En rumiantes, la biodisponibilidad relativa de Cu de IntelliBond C en comparación con sulfato de cobre fue medida por Spears *et al* (2004). En este ensayo, en base al estudio del cobre plasmático, ceruloplasmina en plasma y cobre hepático, mostró que IntelliBond C fue más biodisponible en dietas que contienen antagonistas de cobre como molibdeno y azufre (Spears *et al*, 2004. Figura 4).

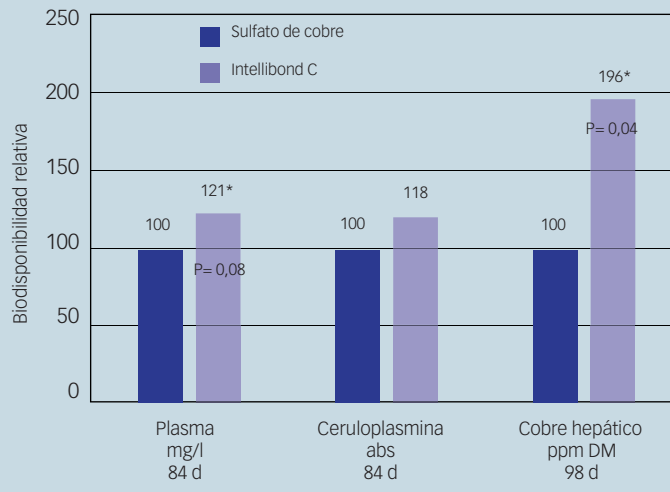
Resumen

La suplementación de oligoelementos juega un papel esencial para el mantenimiento óptimo de la salud y el rendimiento del ganado. Al considerar el aporte de elementos traza, la cantidad utilizable de estos disponible para el animal es crucial. Esto requiere un conocimiento preciso de la composición de los alimentos, de la disminución de la disponibilidad de los elementos traza y de las interacciones con otros ingredientes de la ración. El aporte de elementos traza mejora mediante el uso de fuentes de alta calidad tales como quelatos. Cuando se utilizan quelatos, sin embargo, es esencial la evaluación de la calidad del producto utilizado.



(a-d) Valores ($n=3$) dentro de cada fuente de Cu con superíndices diferentes difieren significativamente ($p \leq 0,05$).

Figura 3: Impacto de dosis crecientes de diversas fuentes de cobre en la hidrólisis del fósforo fitico por una fitasa (Pang y Applegate 2006).



Abs = unidades de absorbancia indican actividad

Figura 4: Biodisponibilidad relativa del cobre de IntelliBond C en comparación con el del sulfato de cobre en vacuno (Spears *et al*, 2004).

Una nueva forma de oligoelementos de alta calidad aprobada por la UE son los hidroxielementos traza, que se caracterizan por una estabilidad y unas propiedades de procesado excelentes y una alta significación fisiológica. Los efectos positivos de la utilización de hidroxielementos traza ya han sido confirmados en numerosas publicaciones. ■

Bibliografía en poder de la redacción a disposición de los lectores interesados (mundoganadero@eumedia.es)