



Cátedra Nanta
de Ganadería de Precisión
Universidad Zaragoza



AOMIX: ANTIOXIDANTES NATURALES PARA UNA NUTRICIÓN ANIMAL ÓPTIMA

UN ENFOQUE MODERNO EN LA NUTRICIÓN ANIMAL

Descripción breve

Documento formativo sobre la oxidación y sus efectos en el metabolismo y la salud de los animales, así como el empleo de productos antioxidantes en la alimentación animal

Contenido

Importancia de la Antioxidación en el Metabolismo General	2
Importancia de la Antioxidación en la Calidad de la Carne.....	3
Formas de Vitamina E y Biodisponibilidad	4
Antioxidantes en general	4
Enzimas antioxidantes endógenas	4
Antioxidantes exógenos naturales.....	5
Polifenoles como Alternativa a la Vitamina E	6
Diferencias Clave en el Modo de Acción	7
Posibilidades de sustitución de Vitamina E por AOmix.....	7
Límites de la sustitución de Vitamina E por AOmix	8
Beneficios del uso de AOmix (como alternativa/complemento a Vitamina E)	9
Conclusiones	9
Bibliografía	10

AOMIX: Antioxidantes Naturales para una Nutrición Animal Óptima: un Enfoque Moderno en la Nutrición Animal

Importancia de la Antioxidación en el Metabolismo General

El metabolismo animal está constantemente expuesto a procesos oxidativos. El estrés oxidativo se define como un **desequilibrio entre los oxidantes y los reductores a nivel celular o individual**. Una consecuencia de este desequilibrio es el **daño oxidativo**, que implica la modificación de macromoléculas intracelulares, la muerte celular por apoptosis o necrosis, y el daño estructural en los tejidos.

Los agentes antioxidantes son los responsables de combatir o mitigar este daño oxidativo. La vitamina E es un antioxidante liposoluble esencial que se incorpora a las membranas celulares y lipoproteínas, **protegiéndolas directamente del daño oxidativo**. Actúa interrumpiendo las reacciones en cadena de la peroxidación lipídica al reaccionar con los radicales libres, **previniendo así el daño celular**.

Además de su función antioxidante en las membranas, la vitamina E tiene otras **funciones metabólicas importantes que no pueden ser realizadas por un polifenol** de la misma manera:

- **Protección de la pared celular:** La vitamina E protege las células de los radicales libres y de la peroxidación de las grasas, crucial para mantener la integridad celular.
- **Reproducción:** Juega un papel importante en la reproducción, ayudando a prevenir fallos reproductivos.
- **Músculo y defensas:** Contribuye a la salud muscular y al sistema inmunitario, previniendo enfermedades como la enfermedad del músculo blanco.
- **Interacción con otros nutrientes:** Tiene funciones complementarias con el selenio y compite con la vitamina A en la absorción, esencial para el equilibrio nutricional.
- **Participación en la señalización celular:** La vitamina E influye en la actividad de enzimas y vías metabólicas.

El estrés oxidativo también se manifiesta a través de **signos "clínicos"** como la reducción del consumo de alimento, la disminución del rendimiento productivo (calidad de la carne) y reproductivo (fertilidad, vitalidad del esperma, incubabilidad), y una mayor susceptibilidad a enfermedades. Indicadores de estrés oxidativo incluyen la superóxido dismutasa (SOD) y el malondialdehído (MDA).

Importancia de la Antioxidación en la Calidad de la Carne

La calidad de la carne, definida en gran medida por su color y estabilidad (vida útil), es un factor crucial para la preferencia y decisión de compra del consumidor. El color rojo brillante percibido como un indicador de frescura puede verse afectado negativamente por procesos oxidativos. Los cambios bioquímicos post-mortem, como la oxidación lipídica, conducen al desarrollo de olores y sabores extraños que impactan negativamente la vida útil de los productos cárnicos. La tecnología de envasado en atmósfera modificada (MAP), que utiliza altas concentraciones de oxígeno, aunque mejora inicialmente el color, acelera la oxidación lipídica y el deterioro del color con el tiempo.

La suplementación dietética de antioxidantes, particularmente vitamina E, es una estrategia adoptada para decelerar estos procesos oxidativos en la carne. La aplicación dietética es preferible porque permite la incorporación uniforme de antioxidantes en las membranas subcelulares e inhibe localmente las reacciones oxidativas.

La vitamina E, especialmente el α -tocoferol, es reconocida como el antioxidante más efectivo para **retrasar la decoloración y la oxidación lipídica de la carne**. Sus efectos en la calidad de la carne incluyen:

- **Reducción de la oxidación lipídica:** La suplementación con vitamina E en la dieta disminuye la peroxidación de lípidos en la carne, medida por sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS). Esto conduce a una **mayor estabilidad del color y una menor formación de aromas extraños**. Se han propuesto umbrales para la aceptabilidad de la carne oxidada basados en los valores de MDA (un indicador de TBARS). La suplementación con vitamina E puede mantener los valores de TBARS por debajo de estos umbrales durante más tiempo.
- **Protección de los pigmentos musculares:** La vitamina E **estabiliza los pigmentos de la carne, como la mioglobina**, retrasando su oxidación. La mioglobina puede presentarse en diferentes formas (DeoxyMb, OxyMb y MetMb) que determinan el color de la carne. La oxidación de la mioglobina lleva a la formación de metamioglobina (MetMb), responsable del color marrón indeseable. La suplementación con vitamina E **ralentiza la formación de MetMb** y, por lo tanto, retrasa la decoloración de la carne. Aunque la vitamina E afecta los niveles de MetMb y DeoxyMb, en algunos estudios no se encontró efecto sobre la formación de OxyMb, que fue afectada principalmente por el tiempo de exposición (DT).
- **Mejora de la estabilidad del color:** La suplementación con vitamina E **mejora la estabilidad del color instrumental** de la carne, afectando parámetros como la luminosidad (L^*), el croma (C^*) y el ángulo hue (h). Retrasa el tiempo necesario para alcanzar el pico de enrojecimiento (a^*) y mantiene valores de a^* más altos al final del tiempo de exposición. También se ha demostrado que la vitamina E retrasa el desarrollo del ángulo hue (h), un importante indicador de la decoloración de la carne. Los valores de C^* y h también se vieron afectados positivamente por la suplementación con vitamina E en cordero.
- **Reducción de la exudación:** El uso de vitamina E en combinación con AOMix R **reduce la producción de exudado** en la carne.
- **Aumento del rendimiento de cocción:** El uso de antioxidantes (VitE + AOMix R) **aumenta el rendimiento de cocción** de la carne, resultando en una carne más jugosa.

- **Protección de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs):** La vitamina E protege los PUFAs de la peroxidación lipídica. El uso de antioxidantes (Vit E + AO Mix R) **aumenta el contenido de n-3 PUFA** en la carne, mejorando sus valores nutricionales.

Formas de Vitamina E y Biodisponibilidad

La vitamina E se utiliza comúnmente en dos formas principales en la suplementación animal: RRR- α -tocoferil acetato (natural) y all-rac- α -tocoferil acetato (sintética). La forma natural (RRR) contiene un solo estereoisómero, mientras que la forma sintética (all-rac) es una mezcla racémica de ocho estereoisómeros, de los cuales solo el 12.5% es idéntico a la forma natural (RRR).

Existe un factor de equivalencia de 1.36 para discriminar entre RRR- α -tocoferil acetato y all-rac- α -tocoferil acetato basado en un sistema de unidades internacionales. Sin embargo, estudios más recientes sugieren la necesidad de nuevos factores de equivalencia para animales de producción. En corderos, se demostró que **acumulan preferentemente la forma natural de vitamina E (RRR- α -tocoferol) sobre la forma sintética (all-rac- α -tocoferol)**. Además, la **biodisponibilidad relativa de RRR- y all-rac- α -tocoferil acetato es dependiente de la dosis y del tejido**, lo que significa que no se puede utilizar una única relación para discriminar entre las dos fuentes. La concentración de α -tocoferol en los tejidos aumenta de manera curvilínea con el incremento de la dosis dietética.

En estudios sobre la estabilidad de la carne, la vitamina E natural fue **1.80 veces más efectiva en retrasar la oxidación** (TBARS) que la vitamina E sintética. Esto sugiere que la equivalencia nutricional de 1.36, determinada en un modelo con ratas para prevenir deficiencias nutricionales, no es adecuada para aplicaciones supra-nutricionales de vitamina E destinadas a mejorar la calidad de la carne.

Antioxidantes en general

- El estrés oxidativo es un desequilibrio a nivel celular o individual entre oxidantes y reductores.
- Los agentes oxidantes son los responsables del daño oxidativo.
- El daño oxidativo implica la modificación de macromoléculas intracelulares, muerte celular por apoptosis o necrosis, y daño estructural en los tejidos.
- Los antioxidantes limitan el daño ocasionado por los radicales libres.
- Es necesario un estatus antioxidante óptimo para limitar este daño.

Enzimas antioxidantes endógenas

Las fuentes mencionan las siguientes enzimas que forman parte del sistema de protección antioxidante endógeno/enzimático:

- Superoxide Dismutase.
- Catalase.
- Glutathione peroxidase.

Antioxidantes exógenos naturales

Los principales antioxidantes exógenos naturales destacados en las fuentes son la Vitamina E y los Polifenoles. Otros mencionados incluyen la Vitamina C, el Selenio, y los Carotenoides. Diversas frutas, vegetales y hierbas también contienen antioxidantes.

- **Vitamina E**

- Es un compuesto fenólico derivado de plantas con una larga cola lipofílica.
- Se digiere y distribuye en el cuerpo como la grasa.
- Es un jugador clave en la red antioxidante. Es 1000 veces más reactiva al peróxido de hidrógeno (H₂O₂) que los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), y previene la formación de productos de peroxidación peligrosos.
- El α -tocoferol es la forma predominante de vitamina E en la naturaleza y la principal en sangre y tejidos animales, con la mayor actividad biológica.
- Existe la forma natural (RRR- α -tocoferol) y la forma sintética (all-rac- α -tocoferol). La sintética es una mezcla de ocho estereoisómeros, de los cuales solo el 12.5% es idéntico al natural (RRR-).
- Los factores de biopotencia oficiales son 1.00 para all-rac- α -tocopheryl acetate y 1.36 para RRR- α -tocopheryl acetate. Sin embargo, estudios más recientes sugieren que se necesitan nuevos factores para el ganado, ya que la biodisponibilidad relativa de RRR- y all-rac- α -tocopheryl acetate es dosis- y tejido-dependiente. La forma natural (RRR- α -tocopherol) tiende a acumularse preferentemente sobre la sintética (all-rac- α -tocopherol) en corderos.
- La vitamina E es más que solo un antioxidante; tiene funciones en la expresión génica, regulación enzimática, funciones neurológicas, y en los sistemas reproductivo, muscular e inmune.
- Tiene funciones metabólicas específicas que los polifenoles no pueden realizar de la misma manera, como ser un antioxidante principal en las membranas y lipoproteínas al ser liposoluble e integrarse en ellas, estabilizar los pigmentos de la carne como la mioglobina, retrasando la formación de metamioglobina, proteger los PUFAs, y participar en la señalización celular.
- La suplementación con vitamina E, especialmente el α -tocoferol, ha demostrado ser una estrategia consistente para reducir la oxidación lipídica y mejorar la estabilidad del color en la carne, por ejemplo, en corderos.

- **Polifenoles**

- Son antioxidantes fuertes presentes en una amplia variedad de plantas, hierbas, especias y frutas.
- Tienen una estructura molecular similar a la de la vitamina E.
- A menudo poseen más grupos hidroxilo que la vitamina E, lo que les confiere una mayor capacidad antioxidante por mol.
- A diferencia de la vitamina E, los polifenoles suelen ser más hidrosolubles y carecen de la larga cola lipofílica de la vitamina E, lo que limita su capacidad de integrarse y actuar directamente en las membranas celulares lipídicas. Esto resulta en una menor capacidad antioxidante por gramo en comparación con la vitamina E (aunque algunos polifenoles específicos tienen una capacidad por gramo superior).
- Su biodisponibilidad es variable. Para que actúen en el músculo, deben ser absorbidos, transportados por sangre y acumularse en el tejido objetivo. Factores como la posible degradación en el rumen pueden afectar su concentración en el músculo.

- Polifenoles identificados en las fuentes incluyen carnosol, carnosic acid, rosmarinic acid (componentes importantes del extracto de romero), así como chlorogenic acid, ferulic acid, y ferulic acid-O-hexoside (comunes en cereales). Otros mencionados son grape polyphenols, curcumin, resveratrol, rutin, flavonoides (ej. de cardo mariano), y los de aceite de clavo.
- Los polifenoles ofrecen varias ventajas: una mayor diversidad de fuentes y disponibilidad, lo que puede hacerlos más económicos que la vitamina E sintética. Algunos han mostrado potencial como antimicrobianos (ej. extracto de romero). Pueden tener efectos sinérgicos con otros antioxidantes como la vitamina C o incluso la vitamina E. También pueden influir positivamente en la microbiota intestinal y potencialmente mejorar otros parámetros de calidad de la carne como el sabor y aroma.

Polifenoles como Alternativa a la Vitamina E

Debido a la preocupación pública sobre los antioxidantes químicos en los alimentos, ha aumentado el interés en alternativas naturales como los polifenoles de extractos de plantas. AOmix es una mezcla de polifenoles seleccionados con **alta capacidad antioxidante, alta biodisponibilidad y una distribución óptima en el cuerpo**. Se posiciona como un **antioxidante de polifenoles vegetales para el reemplazo parcial de la vitamina E**, buscando cubrir los requerimientos antioxidantes mientras se ahorran costos al reemplazar los niveles de Vit. E por encima de las recomendaciones del NRC.

AOmix ha demostrado alta capacidad antioxidante (por ejemplo, basada en el método KRL), ser altamente biodisponible, y tener un "amplio espectro" al ser una mezcla de antioxidantes solubles en agua y grasa. Algunos componentes de AOmix, como la cúrcuma y los flavonoides, muestran sinergia para mejorar la biodisponibilidad.

Sin embargo, los resultados de la suplementación con polifenoles, como los extractos de romero, en la mejora de la estabilidad oxidativa de la carne han sido **inconsistentes**. En un estudio con corderos, la suplementación con extracto de romero (incluso encapsulado en grasa) **no tuvo efecto significativo en la oxidación lipídica, las formas de mioglobina o los parámetros de estabilidad del color** en comparación con el control, a diferencia de la vitamina E. La posible **degradación de los polifenoles por microorganismos ruminales** podría ser un factor que afecte su eficacia en rumiantes. Para que los compuestos fenólicos actúen en el músculo, deben ser absorbidos, transportados y acumulados en el tejido objetivo.

Aunque los polifenoles pueden no ser tan efectivos como la vitamina E para mejorar consistentemente la estabilidad del color y reducir la oxidación lipídica en la carne, presentan otras ventajas:

- **Variedad de fuentes y disponibilidad:** Se encuentran en una amplia gama de plantas, ofreciendo fuentes diversas y potencialmente más económicas que la vitamina E sintética.
- **Potencial antimicrobiano:** Algunos polifenoles, como los del extracto de romero, han mostrado actividad antimicrobiana.
- **Efecto sinérgico:** Pueden tener un efecto sinérgico con otros antioxidantes. Algunos estudios sugieren que los extractos de plantas pueden aumentar la concentración de tocoferol en el músculo, indicando una posible interacción.

- **Efectos en la microbiota intestinal:** Pueden influir positivamente en la microbiota, actuando como prebióticos.

Diferencias Clave en el Modo de Acción

La principal diferencia entre la vitamina E y muchos polifenoles como antioxidantes en el contexto de la protección de las membranas celulares y la calidad de la carne radica en su **solubilidad y localización en los tejidos**:

- **Vitamina E:** Es **liposoluble**, lo que le permite integrarse directamente en las membranas celulares y lipoproteínas. Esto la hace muy eficaz para proteger estas estructuras ricas en lípidos de la peroxidación.
- **Polifenoles:** Suelen ser **más hidrosolubles**, actuando principalmente en el ambiente acuoso de las células. Esto limita su acceso directo a las membranas lipídicas.

Esta diferencia en la localización explica por qué la vitamina E es un antioxidante tan eficaz para la peroxidación lipídica en las membranas y la estabilización de pigmentos lipídicos, funciones que los polifenoles no parecen replicar con la misma consistencia. Aunque los polifenoles pueden donar electrones a radicales libres, su capacidad para proteger las membranas lipídicas y los pigmentos de la carne es menor.

De este modo, antioxidación es fundamental para la salud metabólica general, protegiendo a las células y tejidos del daño oxidativo. La vitamina E desempeña un papel clave en esta protección, con funciones específicas en membranas, reproducción, músculo y defensas. Para la calidad de la carne, la suplementación con vitamina E es una estrategia probada para mejorar la estabilidad del color y reducir la oxidación lipídica.

Posibilidades de sustitución de Vitamina E por AOmix

- AOmix es un producto posicionado como un **antioxidante de polifenoles de plantas para el reemplazo parcial de la Vitamina E**.
- La estrategia de uso de AOmix se centra en reemplazar los niveles de Vitamina E que **superan las recomendaciones del NRC** (Consejo Nacional de Investigación). Esto implica que la cantidad esencial de Vitamina E recomendada por el NRC debe seguir siendo suministrada.
- AOmix es una **mezcla de polifenoles naturales cuidadosamente seleccionados** con el objetivo de tener una alta capacidad antioxidante, alta biodisponibilidad y una distribución óptima en el cuerpo.
- La mezcla de AOmix contiene **antioxidantes tanto hidrofílicos como lipofílicos** que, según se describe, trabajan de forma complementaria y sinérgica en diferentes compartimentos celulares (membranas, ambiente extracelular e intracelular). Esto contrasta con la Vitamina E, que es principalmente lipofílica y actúa en compartimentos lipídicos como las membranas.
- AOmix está disponible en dos formulaciones, AOmix M para monogástricos y AOmix R para rumiantes, optimizadas para el sistema digestivo de cada tipo de animal. La formulación AOmix M contiene componentes como romero en polvo, Sophora en polvo,

Tarawood, cardo mariano (flavonoides) y aceite de clavo, mientras que AOmix R contiene romero y cúrcuma como componentes principales.

- Estudios sugieren que AOmix puede **reemplazar con éxito la Vitamina E por encima de los requisitos del NRC** en broilers y lechones bajo estrés por calor, y puede sustituir parcialmente la Vitamina E en vacas lecheras de alta producción.
- Comparado con otro producto de extractos de plantas, Selko AOmix M mostró una **capacidad antioxidante significativamente mayor** en pruebas ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity, 3.5 veces mayor) y KRL
- Se ha demostrado que la suplementación con AOmix R puede **reducir la peroxidación lipídica**, disminuir el contenido de metamioglobina (reduciendo el color marrón), reducir exudados, aumentar el contenido de ácidos grasos poliinsaturados n-3, aumentar el índice de rojo y la merma por cocción en la carne. También puede ayudar a **reducir el efecto del estrés** antes del sacrificio.
- Selko AOmix, al ser una mezcla de polifenoles de plantas, puede ser **menos costoso** que la Vitamina E sintética.

Límites de la sustitución de Vitamina E por AOmix

- La sustitución es **parcial** y se enfoca en los niveles de Vitamina E *por encima* de las recomendaciones básicas del NRC. El requerimiento esencial de Vitamina E aún debe ser cubierto.
- La Vitamina E posee **funciones metabólicas esenciales y únicas** que los polifenoles, por sí solos o en una mezcla como AOmix, no pueden replicar completamente de la misma manera. Estas funciones incluyen:
 - Actuar como el **antioxidante principal en las membranas celulares y lipoproteínas** debido a su naturaleza liposoluble, integrándose directamente en ellas para proteger contra la peroxidación lipídica.
 - **Estabilizar los pigmentos de la carne** como la mioglobina, retrasando la formación de metamioglobina y manteniendo el color rojo fresco.
 - **Proteger los ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs)** de la peroxidación en las membranas donde se localiza.
 - Funciones en la **reproducción, salud muscular, sistema inmune** (previniendo enfermedades como la enfermedad del músculo blanco), y la **interacción con otros nutrientes** esenciales como el selenio y la vitamina A. Estas funciones específicas parecen requerir la propia molécula de Vitamina E.
- Para que los antioxidantes derivados de plantas actúen en el músculo, deben ser absorbidos, transportados por la sangre y acumularse en el tejido objetivo. Factores como la **posible degradación en el rumen** en rumiantes pueden limitar la concentración de polifenoles en el músculo, afectando su eficacia.
- Los **mecanismos exactos** por los cuales los antioxidantes presentes en los extractos de plantas afectan la oxidación de la carne no están completamente claros y requieren más investigación.
- Establecer una **tasa de sustitución precisa** entre la Vitamina E y un polifenol o mezcla de polifenoles requiere estudios específicos para cada especie y formulación de polifenoles. Los factores de biopotencia o equivalencia utilizados para distinguir las fuentes de Vitamina E (como 1.36 para RRR vs all-rac) se consideran imprecisos y varían según la dosis, el tejido y la especie.

Beneficios del uso de AOMix (como alternativa/complemento a Vitamina E)

- **Ahorro de costes:** AOMix es generalmente más económico que la Vitamina E sintética, permitiendo reducir los gastos al reemplazar las dosis de Vitamina E por encima de las necesidades básicas.
- **Alta capacidad antioxidante:** AOMix, al ser una mezcla seleccionada de polifenoles, tiene una alta capacidad antioxidante. Algunos polifenoles individuales tienen una capacidad antioxidante por gramo superior a la de la Vitamina E.
- **Espectro de acción amplio:** Al contener antioxidantes hidrofílicos y lipofílicos, AOMix puede ofrecer protección antioxidante en diversos compartimentos celulares (intra, extra y membranas), complementando la acción principal de la Vitamina E en las membranas lipídicas.
- **Alta biodisponibilidad:** AOMix está diseñado para tener una alta biodisponibilidad, reclamando un 68%* de biodisponibilidad frente a <<30%* para la Vitamina E sintética.
- **Efecto sinérgico:** La mezcla de componentes en AOMix es sinérgica. Los polifenoles pueden tener efectos sinérgicos con otros antioxidantes y, en algunos casos, aumentar la concentración de tocoferol en los tejidos.
- **Beneficios adicionales:** Algunos polifenoles pueden tener propiedades antimicrobianas, influir positivamente en la microbiota intestinal, y potencialmente mejorar otros atributos de calidad de la carne como el sabor y aroma. AOMix también puede mitigar los efectos negativos del estrés y potenciar la incorporación de n-3 PUFAs en la carne.

Conclusiones

- Los principales antioxidantes naturales relevantes son la **Vitamina E** y los **Polifenoles**.
 - La Vitamina E es un antioxidante liposoluble esencial con funciones únicas en membranas y tejidos, crucial para la estabilidad de la carne y otros procesos metabólicos. Los Polifenoles, encontrados en diversas plantas, son también potentes antioxidantes, pero con diferencias en su modo de acción y biodisponibilidad en comparación con la Vitamina E. Las **enzimas antioxidantes endógenas** como Superoxide Dismutase, Catalase y Glutathione peroxidase forman la defensa natural del animal.
 - Productos como **Selko AOMix** buscan aprovechar las propiedades antioxidantes de mezclas seleccionadas de polifenoles como alternativa o complemento a la Vitamina E.
- AOMix ofrece una **posibilidad viable para sustituir parcialmente la Vitamina E** en la alimentación animal, especialmente las dosis utilizadas por encima de los requerimientos nutricionales básicos para obtener beneficios adicionales como la mejora de la calidad de la carne. Sus **beneficios** incluyen un menor costo, una alta y amplia capacidad antioxidante, y potenciales efectos sinérgicos y adicionales. Sin embargo, existen **límites** importantes, ya que la Vitamina E tiene **funciones metabólicas específicas y esenciales** (particularmente en la protección de membranas y tejidos lipídicos, y en la reproducción e inmunidad) que los polifenoles no pueden reemplazar de la misma manera. Además, la **consistencia de los efectos** en la calidad de la carne y la **biodisponibilidad** en el animal pueden ser más variables para los polifenoles en comparación con la Vitamina E.

Bibliografía

- Leal, L. N., et al. (2019). Dietary supplementation of 11 different plant extracts. [Revista no especificada].
- Leal, L. N., Beltrán, J. A., Alonso, V., Bello, J. M., den Hartog, L. A., Hendriks, W. H., et al. (2018). Dietary vitamin E dosage and source affects meat quality parameters in light weight lambs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 1606–1614.
- Leal, L. N., Beltrán, J. A., Bellés, M., Bello, J. M., den Hartog, L., Hendriks, W., & Martín-Tereso, J. (2020). Supplementation of lamb diets with vitamin E and rosemary extracts on meat quality parameters. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Publicación anticipada en línea. doi:10.1002/jsfa.10319.
- Leal, L. N., Jensen, S. K., Bello, J. M., Den Hartog, L. A., Hendriks, W. H., & Martín-Tereso, J. (2019). Bioavailability of α -tocopherol stereoisomers in lambs depends on dietary doses of all-rac- or RRR- α -tocopheryl acetate. *Animal*, 13, 1874–1882.
- Trouw Nutrition. (n.d.). *Selko AOMix NANI* [Diapositivas de presentación].
- Trouw Nutrition. (2024, May 17). *Selko AOMix Powerful antioxidant* [Webinar slides].