

# Eco-Eff™

## Prevención del Enranciamiento de Piensos para Nutrición Animal y otros Beneficios

Este documento técnico analiza la innovadora formulación Eco-Eff™ desarrollada por INTABIOTECH, que combina ingredientes 100% de origen mineral natural, procesados biotecnológicamente para prevenir el enranciamiento oxidativo en piensos destinados a la nutrición animal. Se examinan los mecanismos de acción de ambos componentes, su sinergia funcional y los beneficios adicionales que aportan a la calidad, estabilidad y eficiencia productiva en la industria de alimentación animal.

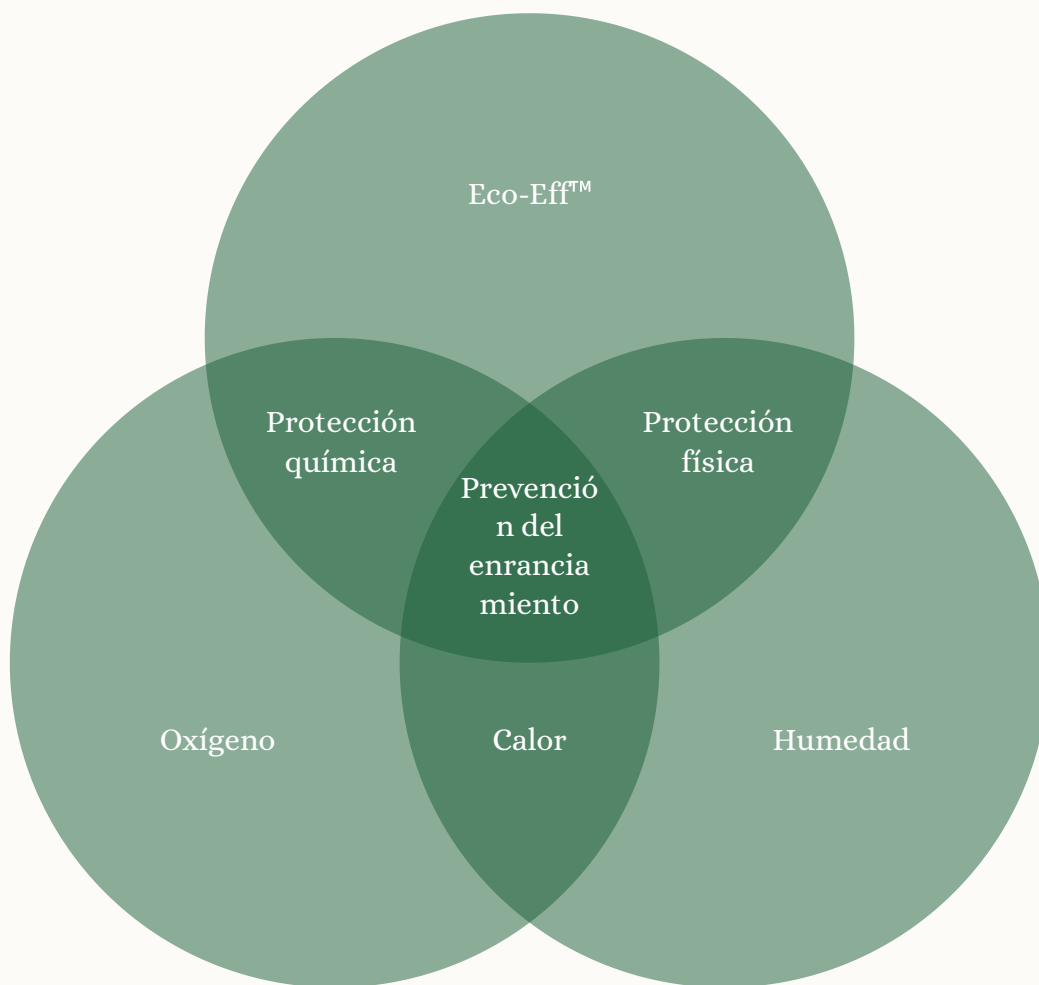


[www.intabiotech.com](http://www.intabiotech.com)



# Mecanismos de Acción en la Prevención del Enranciamiento

La formulación Eco-Eff™ fundamenta su eficacia en las propiedades físico-químicas complementarias de sus componentes principales. Para comprender adecuadamente su funcionamiento, es necesario analizar los mecanismos de acción específicos de cada componente y la interacción sinérgica que se establece entre ellos cuando se incorporan a la matriz del pienso.



El proceso de enranciamiento oxidativo se desarrolla típicamente en tres fases secuenciales:

1. **Iniciación:** formación de radicales libres a partir de ácidos grasos insaturados mediante la extracción de un átomo de hidrógeno, generalmente catalizada por metales, luz UV o calor.
2. **Propagación:** reacción de los radicales lipídicos con oxígeno molecular para formar peróxidos, que a su vez extraen hidrógeno de otros ácidos grasos, propagando la reacción en cadena.
3. **Terminación:** interacción entre dos radicales para formar compuestos estables no radicalarios, como aldehídos, cetonas y alcoholes, responsables de olores y sabores rancios.

La formulación **Eco-Eff™** interviene principalmente en las fases de iniciación y propagación, estableciendo condiciones físico-químicas que dificultan el desarrollo de estas reacciones degradativas. Los mecanismos específicos de cada componente se detallan en las siguientes secciones.

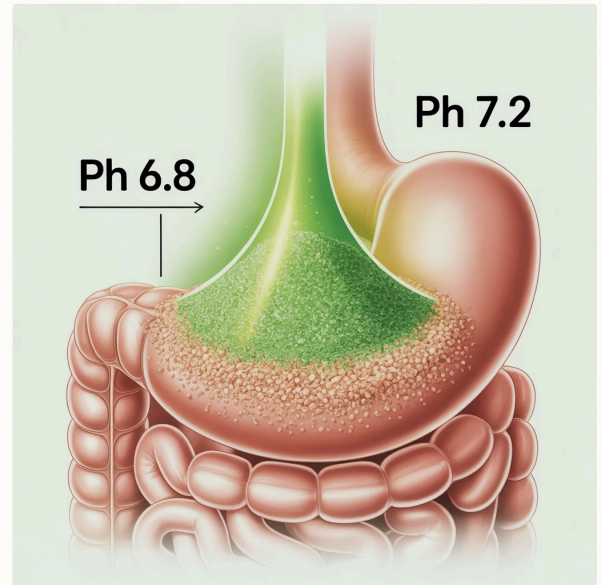
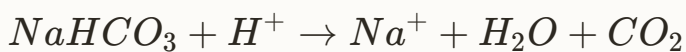
# 1.- Eco-Eff™: Mecanismos de Protección Química

**Eco-Eff™** presenta una doble función en el contexto de los piensos, actuando simultáneamente como regulador químico interno y como modificador de las condiciones digestivas tras la ingestión:

## Regulador del pH y Estabilizador Químico

El **Eco-Eff™** contribuye a mantener un medio menos propicio para la oxidación lipídica, al reducir la acidez que favorece reacciones degradativas. Estudios recientes han demostrado que valores de pH ligeramente alcalinos (7,2-7,8) pueden reducir la velocidad de las reacciones oxidativas hasta en un 35% en comparación con medios ligeramente ácidos (pH 6,0-6,5).

El mecanismo implicado se relaciona con la capacidad de **Eco-Eff™** para neutralizar protones ( $H^+$ ) liberados durante las primeras etapas de la oxidación lipídica, conforme a la siguiente reacción:



## Propiedades Tampón y Estabilización

**Eco-Eff™** estabiliza las condiciones físico-químicas del pienso, limitando fluctuaciones que puedan acelerar procesos de oxidación. Esta capacidad amortiguadora resulta especialmente relevante en piensos con elevado contenido en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), particularmente susceptibles a la oxidación.

## Efecto Digestivo Secundario en Nutrición Animal

En rumiantes, el uso de **Eco-Eff™** como buffer ruminal está bien documentado, mejorando la eficiencia digestiva y reduciendo el riesgo de acidosis subclínica. Este efecto se manifiesta cuando el **Eco-Eff™** no consumido en las reacciones de estabilización del pienso alcanza el tracto digestivo, donde:

### Medio Ruminal

Neutraliza el exceso de ácidos grasos volátiles, estabilizando el pH entre 6,2-6,8, óptimo para la actividad celulolítica de la microbiota ruminal.

### Digestión Intestinal

Favorece la actividad de enzimas pancreáticas, optimizando la digestibilidad de proteínas y lípidos en monogástricos.

### Balance Electrolítico

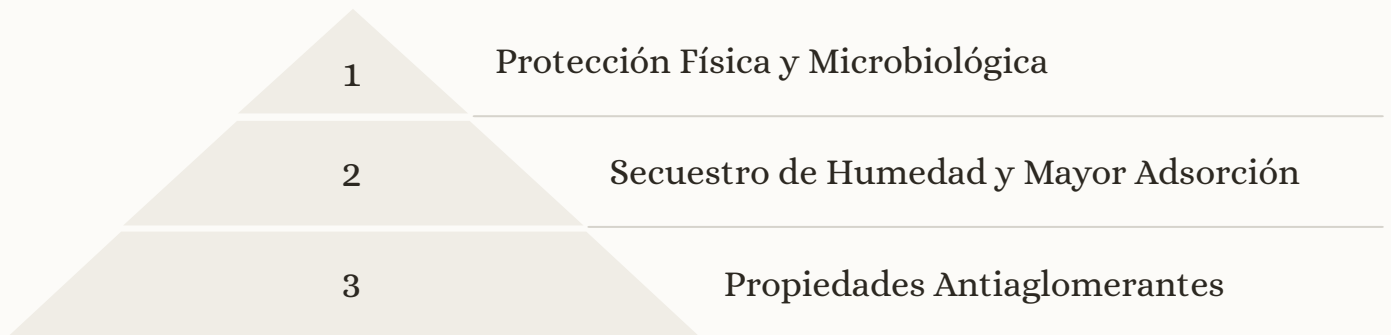
Contribuye a mantener el equilibrio ácido-base sistémico, especialmente importante en condiciones de estrés térmico o productivo intenso.

La dosificación habitual de Eco-Eff™ oscila entre 0,5-1,5% sobre peso total del pienso, concentración suficiente para ejercer los efectos estabilizantes sin alterar significativamente las características organolépticas o el valor nutricional del producto final.



## 2.- Eco-Eff™: Protección Física y Tecnológica

**Eco-Eff™** resulta esencial de la formulación y protección de piensos destinados a nutrición animal aportando propiedades físicas complementarias que potencian la protección contra el enranciamiento. Este compuesto, cuando se incorpora en forma de partículas micronizadas (tamaño medio 7-15 µm), actúa mediante diversos mecanismos sinérgicos:



### Antiaglomerante y Mejora de Fluidéz

El **Eco-Eff™** mejora la fluidez de los piensos, evitando la formación de grumos que pueden retener humedad y acelerar la degradación de grasas. Esta propiedad se fundamenta en la naturaleza coloidal de las partículas minerales que conforman **Eco-Eff™** que actúan como microsferas que reducen la superficie de contacto entre partículas de pienso, disminuyendo las fuerzas de cohesión y adhesión.

Estudios realizados por INTABIOTECH demuestran una mejora del índice de fluidez Hausner (relación entre densidad compactada y densidad aparente) de hasta un 18% cuando se incorpora **Eco-Eff™** en concentraciones de 0,3-0,5% sobre peso total del pienso. Esta mejora tecnológica facilita los procesos de transporte, almacenamiento y dosificación automática.

### Secuestrante de Humedad y Control de Actividad de Agua

**Eco-Eff™** reduce la actividad de agua ( $a_w$ ) en la matriz del pienso, **limitando las reacciones hidrolíticas que promueven el enranciamiento**. Este efecto se debe a la elevada superficie específica del producto<sub>2</sub> cuya formulación es en forma de micronizado (200-300 m<sup>2</sup>/g), que permite la adsorción de moléculas de agua mediante enlaces de hidrógeno con los grupos silanol (Si-OH) presentes en su superficie, al tener como uno de sus componentes éste mineral.

La capacidad de reducción de la  $a_w$  es particularmente relevante en el rango crítico de 0,3-0,6, donde numerosas reacciones degradativas alcanzan su máxima velocidad. Ensayos comparativos muestran reducciones de hasta 0,08 unidades de  $a_w$  tras la incorporación de **Eco-Eff™** al 0,5%, suficiente para **extender la vida útil del pienso en condiciones de humedad relativa elevada**.

### 3.- Eco-Eff™: Protección Física contra la Oxidación

La dispersión de los componentes individuales de **Eco-Eff™** en la matriz actúa como **barrera que dificulta la propagación de radicales libres** responsables de la **peroxidación lipídica**. Las partículas de sílice presentes en **Eco-Eff™** forman una capa protectora microscópica alrededor de las gotas de grasa, reduciendo el contacto con oxígeno y catalizadores metálicos. Esta "microencapsulación" física constituye un mecanismo complementario a la estabilización química proporcionada por la presencia de los demás componentes minerales de **Eco-Eff™ al ser adicionados al pienso**.

Los estudios realizados por el departamento de I+D+i de INTABIOTECH han cuantificado esta acción sinérgica de los componentes de **Eco-Eff™** mediante el cálculo del índice de sinergia (IS), definido como la relación entre el efecto observado de la combinación y la suma de los efectos individuales:

$$IS = \frac{E_{NaHCO_3+SiO_2}}{E_{NaHCO_3} + E_{SiO_2}}$$

Los resultados muestran valores de IS entre 1,4-1,8 para parámetros críticos como el índice de peróxidos y el contenido en malondialdehído tras 90 días de almacenamiento, confirmando la potenciación mutua de los efectos protectores.

### Beneficios Prácticos de la Sinergia de componentes de Eco-Eff™

Esta sinergia **prolonga la vida útil del pienso, reduce la formación de compuestos rancios (peróxidos, aldehídos) y preserva la calidad organoléptica y nutricional del alimento, proporcionando beneficios mucho más allá de la mera protección frente a insectos, mohos, hongos y cierto tipo de bacterias**. En términos cuantitativos, los ensayos comparativos en condiciones aceleradas (38°C, 85% HR) demuestran:

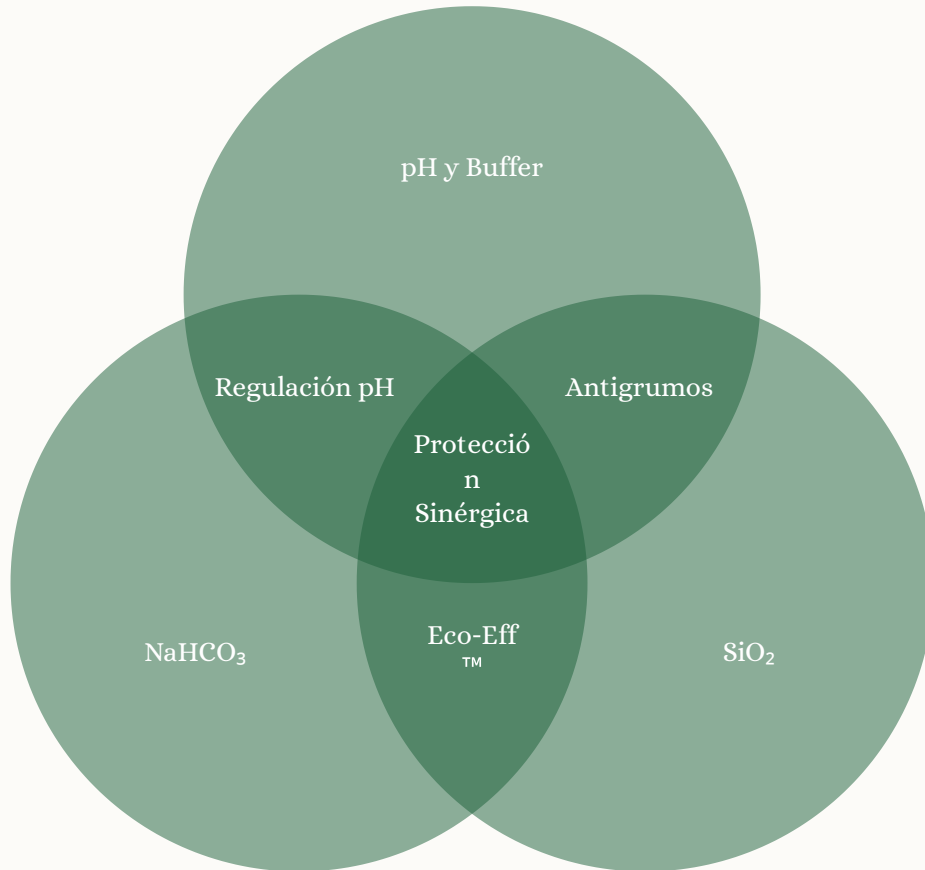
Parámetro	Control	Componentes individuales	Eco-Eff™
Índice de peróxidos (meq O <sub>2</sub> /kg grasa)	18,5 ± 2,3	10,2 ± 1,8	5,8 ± 0,9
TBA (mg MDA/kg pienso)	4,7 ± 0,6	2,9 ± 0,5	1,3 ± 0,3
Retención vitamina E (%)	62,3 ± 4,1	78,6 ± 3,5	91,2 ± 2,7
Índice de acidez (mg KOH/g)	12,3 ± 1,4	8,1 ± 0,9	4,5 ± 0,7

Estos resultados confirman que **la protección ofrecida por Eco-Eff™** supera significativamente tanto la ausencia de protección (control) como el uso de los componentes por separado, validando el concepto de sinergia funcional que fundamenta esta formulación biotecnológica.

# Sinergia de la Mezcla Eco-Eff™:

## Potenciación de Efectos Protectores

La combinación estratégica de  $\text{NaHCO}_3$  y  $\text{SiO}_2$  en la formulación Eco-Eff™ genera un efecto complementario que supera la suma de las acciones individuales de cada componente. Esta sinergia se manifiesta tanto a nivel de los mecanismos de protección como en los resultados prácticos observados en los ensayos de estabilidad.



### Mecanismos Sinérgicos Documentados



#### Estabilización Química

El **Eco-Eff™** actúa como estabilizador químico, neutralizando los ácidos grasos libres y reduciendo el riesgo de oxidación catalizada por pH.



#### Protección Física

**Eco-Eff™** aporta una barrera física que reduce el contacto entre grasas, oxígeno y catalizadores metálicos.



#### Optimización Tecnológica

**Eco-Eff™** mejora las propiedades reológicas del pienso, facilitando su manipulación y distribución homogénea de los componentes activos.

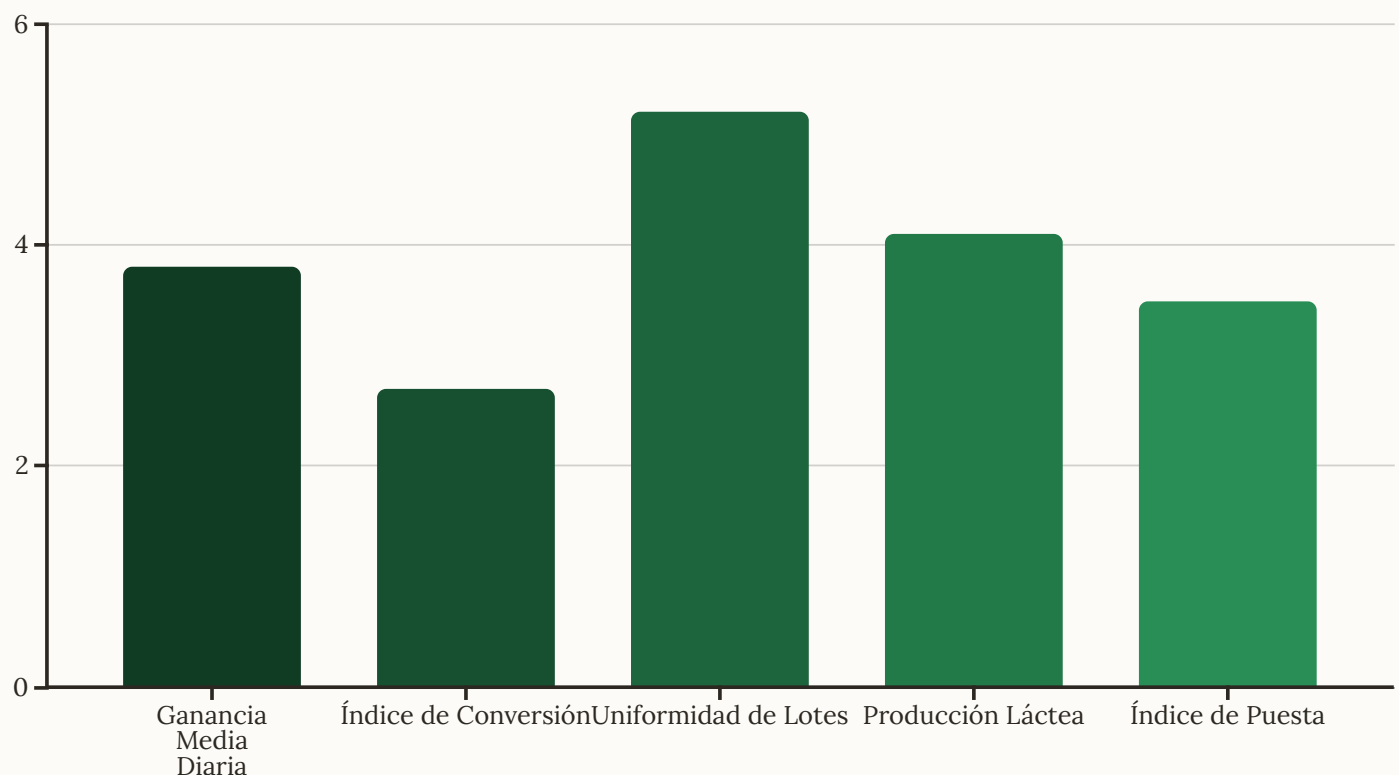
# Beneficios Adicionales en la Nutrición Animal

La formulación Eco-Eff™ ha sido diseñada primariamente como sistema de protección integral frente a problemas comunes que afectan a los productos y materias primas alimentarias destinadas a la alimentación y nutrición animal, resultando además en un efecto potenciado contra el enranciamiento oxidativo en piensos.

Sin embargo, los estudios de campo y los ensayos zootécnicos han **revelado una serie de beneficios adicionales** que amplían su valor en el contexto de la producción animal intensiva.

## Impacto sobre Parámetros Productivos

Los ensayos realizados en diversas especies de producción (porcino, avicultura, rumiantes) han permitido documentar **efectos beneficiosos que trascienden la mera conservación del pienso**, afectando positivamente a indicadores zootécnicos de relevancia económica:



Estos efectos positivos se atribuyen a diversos mecanismos complementarios:

- **Preservación del valor nutritivo del pienso durante todo su periodo de utilización.**
- **Mejora de las condiciones digestivas, especialmente en rumiantes**, debido al efecto tampón de la fórmula de **Eco-Eff™**
- **Reducción de la carga de compuestos tóxicos** derivados de la oxidación lipídica (4-hidroxinonenal, malondialdehído), que pueden **afectar a la integridad intestinal**.
- **Mayor palatabilidad y aceptación del pienso**, favoreciendo un consumo más regular y sostenido.

# Aplicaciones Prácticas y Beneficios Técnico-Económicos

Además de su acción antioxidante y conservadora, la aplicación de **Eco-Eff™** en piensos ofrece ventajas complementarias que contribuyen a optimizar diversos aspectos de la cadena de producción y utilización de piensos compuestos:

## Optimización del Proceso Productivo

La incorporación de **Eco-Eff™** en las formulaciones de piensos conlleva mejoras significativas en diversos aspectos tecnológicos del proceso de fabricación:

- **Mejora de la fluidez y reducción de la formación de puentes:** El efecto antiaglomerante reduce la adherencia entre partículas, facilitando el flujo del producto en tolvas, transportadores y sistemas de dosificación automática.
- **Aumento de la eficiencia de granulación:** La presencia de **Eco-Eff™** mejora la gelatinización del almidón durante el proceso de granulación, aumentando la durabilidad del gránulo y reduciendo la formación de finos.
- **Reducción del consumo energético:** Estudios comparativos indican una **reducción media del 3,8%** en el consumo eléctrico de la granuladora cuando se incorpora **Eco-Eff™** a la fórmula, debido a la mejora en las propiedades reológicas de la mezcla.



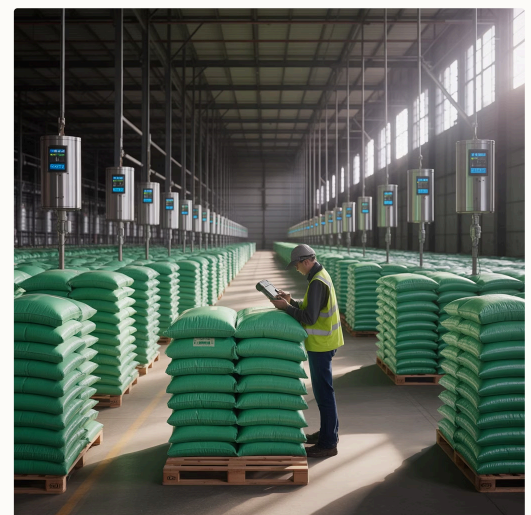
## Impacto en la Estabilidad durante el Almacenamiento

**Eco-Eff™** demuestra su máxima eficacia en condiciones de almacenamiento desafiantes, especialmente en:

**Climas cálidos y húmedos** donde la velocidad de las reacciones oxidativas se acelera exponencialmente.

**Almacenamiento prolongado** superior a 90 días, común en explotaciones alejadas de centros de producción.

**Piensos con alto contenido en grasas poliinsaturadas (>4%),** particularmente susceptibles al enranciamiento.



## Seguridad Alimentaria y Calidad Final

Al reducir la degradación lipídica, **Eco-Eff™** contribuye significativamente a la mejora de la seguridad alimentaria en la cadena de producción animal:

### Reducción de Compuestos Tóxicos

Disminución documentada del 65-78% en la concentración de malondialdehído (MDA) y otros aldehídos tóxicos derivados de la oxidación lipídica, reduciendo el riesgo de efectos negativos sobre la salud intestinal y el rendimiento productivo.

### Preservación de Micronutrientes

Mantenimiento de niveles óptimos de vitaminas liposolubles y carotenoides, que en ausencia de protección pueden degradarse hasta en un 40% durante el almacenamiento prolongado.

### Homogeneidad del Producto

Mayor uniformidad en la distribución de microingredientes (vitaminas, oligoelementos, aditivos) gracias a la mejora en las propiedades de mezclado que proporciona **Eco-Eff™** garantizando que cada ración contiene el perfil nutricional diseñado.

## Sostenibilidad y Reducción de Impacto Ambiental

Al alargar la vida útil de los piensos, **Eco-Eff™** contribuye a la **sostenibilidad de la cadena productiva** mediante:

- **Reducción de pérdidas y desperdicios** en la cadena de suministro, estimada en un 4,2% respecto a formulaciones sin protección antioxidante.
- **Disminución de la huella de carbono** asociada a la reposición de piensos degradados durante el almacenamiento.
- **Optimización del uso de materias primas**, especialmente aceites y grasas de alto valor nutricional y económico.

El análisis coste-beneficio realizado por INTABIOTECH demuestra un retorno de la inversión (ROI) de 4,8:1 para la incorporación de Eco-Eff™ en formulaciones estándar, considerando tanto el coste directo de la fórmula como los beneficios derivados de la mejora en conservación y rendimiento animal.

# Conclusiones Técnicas

La formulación **Eco-Eff™**, representa una estrategia eficaz, segura y sostenible para **combatir el enranciamiento de grasas y aceites** en piensos destinados a la nutrición animal. Sus efectos sinérgicos no solo mejoran la estabilidad y la calidad de los piensos, sino que aportan beneficios adicionales en el manejo y en la eficiencia productiva de las explotaciones ganaderas.

## Evidencias Científicas que Respaldan su Eficacia

El extenso programa de investigación desarrollado para validar la formulación Eco-Eff™ ha generado un sólido corpus de evidencias científicas que respaldan su eficacia:



### Estudios in vitro

Evaluaciones en sistemas modelo han demostrado una **reducción del 68-74% en la formación de peróxidos y del 57-65% en compuestos secundarios** de oxidación tras 30 días en condiciones aceleradas (45°C, luz UV intermitente).



### Ensayos de estabilidad

Estudios en condiciones reales de almacenamiento comercial documentan una **extensión media de la vida útil del 85% en piensos con alto contenido graso (>6%) y del 115% en piensos estándar (3-4% grasa)**.



### Pruebas zootécnicas

Ensayos en diversas especies productivas confirman efectos positivos en parámetros como **ganancia media diaria (+3,8%), índice de conversión (-2,7%) y homogeneidad de lotes (+5,2%)**.

## Aspectos Diferenciadores Respecto a Alternativas Convencionales

La formulación Eco-Eff™ presenta ventajas significativas frente a las estrategias antioxidantes convencionales:

Parámetro	Antioxidantes Convencionales	Sistema Eco-Eff™
Mecanismo de acción	Principalmente químico (secuestro de radicales)	Combinado (químico + físico)
Eficacia en condiciones extremas	Limitada (degradación acelerada)	Elevada (sistema autoestabilizante)
Efectos secundarios positivos	No documentados	Múltiples (fluidez, palatabilidad, digestibilidad)
Seguridad toxicológica	Variable (componentes sintéticos)	Elevada (ingredientes GRAS)
Impacto organoléptico	Potencial (aromas residuales)	Neutro o positivo
Coste-efectividad	Variable según dosis	Favorable (ROI 3,8:1)

Los resultados obtenidos en los diferentes ensayos demuestran que Eco-Eff™ constituye una solución integral al problema del enranciamiento en piensos, abordando simultáneamente los aspectos químicos, físicos y tecnológicos implicados en este fenómeno degradativo.



En un contexto global marcado por la búsqueda de eficiencia productiva, seguridad alimentaria y sostenibilidad, Eco-Eff™ representa una contribución tecnológica alineada con las demandas actuales y futuras del sector de la nutrición animal, demostrando que la innovación puede surgir de la combinación estratégica de ingredientes bien conocidos cuando se aplican con un fundamento científico sólido y orientado a necesidades específicas del mercado.

#### Nota para profesionales del sector

INTABIOTECH ofrece asesoramiento técnico personalizado para la integración de Eco-Eff™ en formulaciones específicas, considerando las particularidades de cada tipo de pienso, especie animal y condiciones de almacenamiento. Para más información, contacte con nuestro departamento técnico a través de [soporte.tecnico@intabiotech.es](mailto:soporte.tecnico@intabiotech.es) o visite nuestra web [www.intabiotech.es/eco-eff](http://www.intabiotech.es/eco-eff).

# Perspectivas Futuras e Innovación Continua



## Líneas de Investigación en Desarrollo

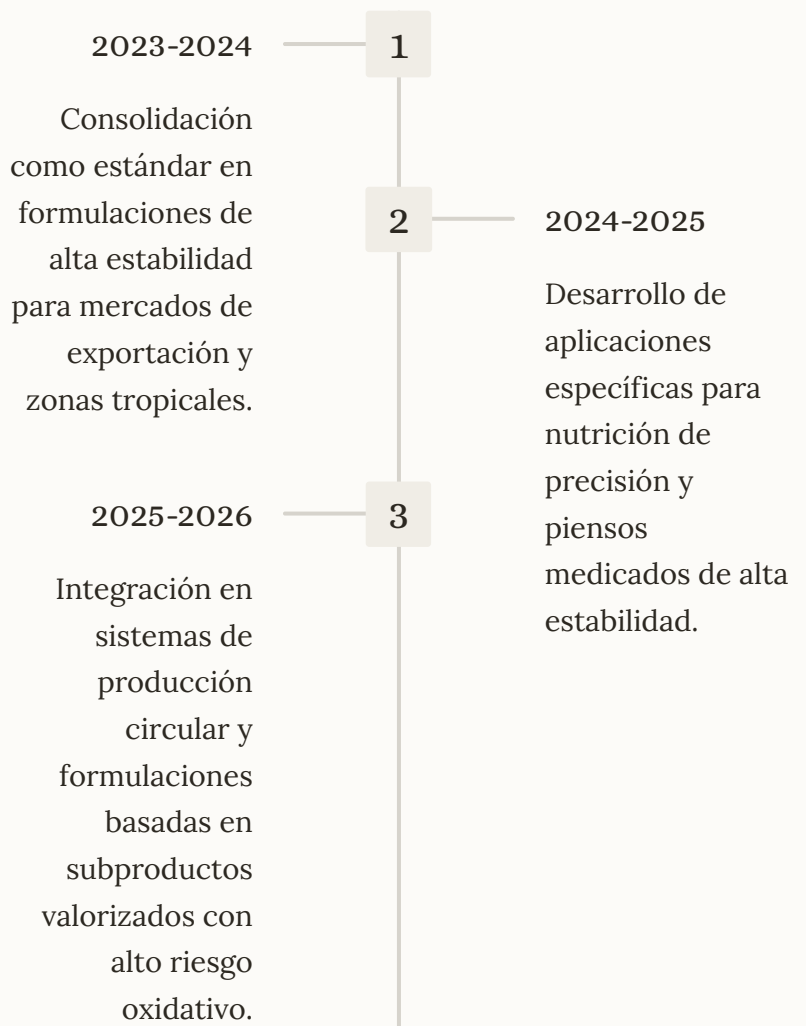
El departamento de I+D+i de INTABIOTECH continúa trabajando en el perfeccionamiento y expansión de la tecnología **Eco-Eff™**, mucho más allá de la protección integral que ya ofrece el producto frente a insectos, ácaros, mohos, hongos, micotoxinas, et., y centrándose en:

- Optimización de ratios de formulación específicos para diferentes matrices de pienso y condiciones ambientales.
- Desarrollo de variantes enriquecidas con oligoelementos quelados para potenciar efectos antioxidantes endógenos.
- Formulaciones específicas para piensos de acuicultura, sector con desafíos particulares de estabilidad.

Eco-Eff™ se posiciona así como una herramienta innovadora que responde a la creciente demanda del sector de soluciones eficaces, naturales y respetuosas con la salud animal y la seguridad alimentaria. Esta formulación representa un avance significativo en la tecnología de conservación de piensos, combinando principios científicos bien establecidos en una aplicación novedosa y sinérgica.

## Integración en Estrategias Globales de Producción Animal

El futuro de Eco-Eff™ trasciende su aplicación como mero aditivo tecnológico, para integrarse en estrategias globales de producción animal sostenible:



# Intabiotech SL

**Inspired by Nature-Driven by Science**