

## ¿EMULSIONANTES NATURALES O SINTÉTICOS?

Guía comparativa para elegir el adecuado

*En la góndola no se leen ecuaciones, se leen etiquetas. Sin embargo, detrás de una mayonesa sedosa o un chocolate que corre sin tropiezos hay decisiones invisibles: elegir moléculas extraídas de semillas o soluciones diseñadas en planta. El dilema no es una pelea semántica entre “natural” y “sintético”; es una conversación sobre confianza, rendimiento y responsabilidad.*



**Por: Diana Sofía Maldonado**  
periodista de IAlimentos

**in** in/diana-sofia-maldonado-alvarez

**E**ste artículo invita a mirar más allá del brillo del envase: cómo los agentes que mantienen unidas fases rebeldes moldean textura, costo y huella climática; qué exigen los reguladores y qué reclama el consumidor; por qué en pan, helado o salsas la ingeniería de la interfaz puede pesar más que un eslogan. Bien planteada, la “etiqueta limpia” deja de ser promesa y se convierte en estrategia que reconcilia placer, eficiencia y sostenibilidad.

### **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS EMULSIONANTES EN APLICACIONES INDUSTRIALES (COSTOS, EFICIENCIA, IMPACTO AMBIENTAL)**

En la industria alimentaria los emulsionantes resultan estratégicos porque reducen la tensión interfacial y esta-

bilizan mezclas de fases inmiscibles. Esa acción incide en textura, vida útil, rendimiento de proceso y costo formulativo. En alimentos, la funcionalidad depende de propiedades interfaciales y del equilibrio hidrofílico-lipofílico (HLB), además de su interacción con proteínas, polisacáridos y lípidos propios de la matriz.

Desde el ángulo regulatorio, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) re-evaluó los mono- y diglicéridos de ácidos grasos (E471) y concluyó que no requieren una IDA numérica (“no safety concern” a los usos notificados). Asimismo, estimó que la contribución de E471 a la ingesta diaria de grasa se sitúa, en promedio, entre 0,8–3,5% de la recomendación, lo que sugiere un peso dietético bajo en condiciones habituales.

### FUNDAMENTOS FÍSICOQUÍMICOS DETERMINANTES DE LA EFICIENCIA

- **HLB y selección del agente.** En sistemas aceite-en-agua (O/W) se emplean, por lo general, tensoactivos con HLB 8–18. Esta banda guía la elección para asegurar cobertura interfacial suficiente y minimizar la coalescencia; desviaciones respecto al HLB requerido del aceite suelen traducirse en creaming o inestabilidad.
- **Tamaño de gota y estabilidad.** Cuando el proceso (p. ej., homogeneización a alta presión) y el surfactante están correctamente ajustados, las nanoemulsiones logran diámetros promedio de 20–200 nm, con ventajas en estabilidad física, maduración de Ostwald y biodisponibilidad de compuestos lipofílicos.
- **Tensión interfacial y cinética de adsorción.** Los agentes eficaces disminuyen rápidamente la tensión interfacial y alcanzan alta fracción de cobertura, acelerando la ruptura de gotas durante el cizallamiento y fijando interfaces elásticas que resisten la coalescencia.

### COSTOS: PALANCAS Y COMPENSACIONES

#### REDUCCIÓN DE INSUMOS GRASOS

El caso de chocolate citado arriba (-8% de manteca de cacao con 0,5% lecitina + 0,2% PGPR) ilustra cómo fracciones de porcentaje en aditivos interfaciales abaratan costos elevados asociados a grasas premium,

con retorno inmediato en categorías donde la materia grasa domina el presupuesto.

#### DOSIS BAJAS, ALTO EFECTO

En helados, 0,1–0,2% de E433 puede mejorar overrun y cuerpo, evitando sobredosificar sólidos lácteos o recurrir a estabilizantes más onerosos, al tiempo que homogeneiza la experiencia sensorial.

#### CAPEX Y OPEX DE PROCESO

Mejorar la formabilidad a igual energía permite bajar presión y número de pases de homogeneización para un mismo tamaño de gota, con ahorro energético y aumento de capacidad útil; textos de ingeniería de emulsiones documentan la relación “energía-d50-tipo de tensoactivo”.

#### RIESGOS DE COSTO OCULTO

Una selección subóptima (HLB inadecuado, moléculas propensas a hidrólisis u oxidación) conlleva reclamos por inestabilidad, mermas y reprocesos, en especial en cadenas frías y bebidas RTD con estrés térmico.

#### IMPACTO AMBIENTAL: ÓRDENES DE MAGNITUD Y “HOT-SPOTS” DE LA CADENA

El impacto ambiental de estos auxiliares depende, sobre todo, de sus materias primas (p. ej., aceites vegetales para lecitinas y E471) y del procesamiento (energía y co-productos). Los datos siguientes dimensionan órdenes de magnitud:

- **Aceite de soja (base para numerosas lecitinas).** Un LCA sectorial (EE. UU., 2024) reporta para aceite refinado una huella de calentamiento global (cradle-to-gate)  $\approx 0,588$  kg CO<sub>2</sub>e/kg (escenario base), con contribuciones relevantes de gas natural y electricidad en refinado; para crudo/harina, el procesamiento aporta  $\approx 0,126$  kg CO<sub>2</sub>e/kg, mientras que la agricultura domina la carga total. El estudio detalla insumos agrícolas (herbicidas 31,92% y operaciones de campo 38,58% del GWP agrícola) y balances energéticos del crushing/refinado.
- **Olequímicos de palma (base de E471 vía glicerólisis/esterificación).** Un LCA 2024 (MPOB, Malasia) para ácidos grasos de palma halló emisiones de 1,39–9,43 kg CO<sub>2</sub>e/kg (cradle-to-gate) incluyendo el

feedstock; al excluirlo la ventana cae a 0,07–0,18 kg CO<sub>2</sub>e/kg, evidenciando que el principal “hot-spot” es la producción del aceite (CPKO y estearina RBD). El uso de biomasa de palma para sustituir electricidad de red redujo el GWP hasta 13% en rutas específicas. Estos datos resultan directamente relevantes cuando se producen mono/di-glicéridos a partir de fracciones oleosas de palma.

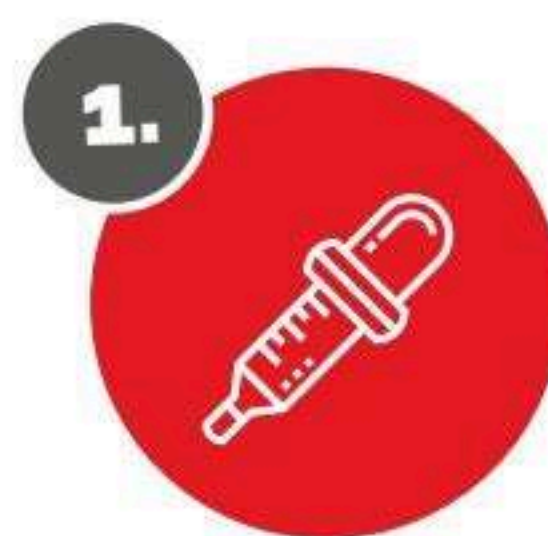
- **Diseño de procesos más sostenibles. Vías enzimáticas que utilizan PFAD (destilado de ácidos grasos de palma, co-producto del refinado) y glicerol** demuestran viabilidad técnica para co-producir MAG/DAG, con potencial de valorización de corrientes y menor intensidad ambiental por kilogramo de producto final.
- **Lectura crítica.** Las comparaciones entre materias grasas requieren contextualizar uso de suelo, cambio de uso y co-productos (asignación frente a expansión de sistemas). En soja estadounidense, el LCA indica mejoras respecto a 2015 (-22% GWP/kg aceite crudo; -8% GWP/kg refinado en plantas co-localizadas), mientras que en cadenas de palma las categorías dominantes dependen, en gran medida, del feedstock y del manejo energético en molino y refinería.

### SEGURIDAD, CALIDAD Y CUMPLIMIENTO: VENTAJAS Y LÍMITES

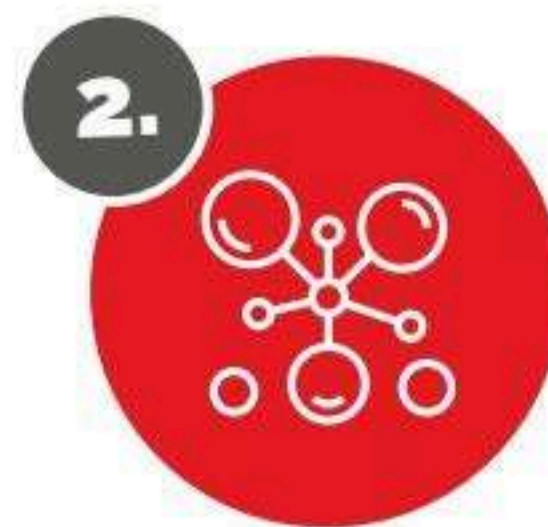
- **E471 (mono/di-glicéridos).** EFSA concluye ausencia de motivo para IDA numérica y baja preocupación toxicológica a los usos notificados; no obstante, la Unión Europea endureció especificaciones para impurezas (p. ej., ésteres de glicidilo) en el Reglamento 2023/1428, elevando exigencias de control de proceso y de materias grasas.
- **Polisorbatos (E432–436).** EFSA fijó una IDA de grupo de 25 mg/kg peso corporal/día para E432–E436; evaluaciones de exposición indicaron que tanto en promedio (0,3–9,6 mg/kg p.c./día) como en escenarios de alto consumo (p. ej., lactantes) se alcanzan valores cercanos a la IDA, con estimaciones puntuales de 24,5 mg/kg p.c./día para niños pequeños en percentiles altos. Ello exige controlar la suma de fuentes en carteras multiproducto.

- **Estabilidad del surfactante.** En formulaciones pro-teicas y biofarmacéuticas, polysorbate 80 muestra degradación oxidativa e hidrolítica con liberación de ácidos grasos y formación de partículas, fenómeno también pertinente en alimentos sensibles a la oxidación; se recomiendan controles de peróxidos, quelantes y selección de antioxidantes compatibles.
- **Especificaciones y composición.** La monografía JECFA de E471 exige  $\geq 30\%$  de  $\alpha$ -monoglicéridos y describe rutas de fabricación (glicerólisis de grasas comestibles o esterificación de ácidos grasos con glicerol), variables que inciden en desempeño ( $\alpha$  frente a  $\beta$  isómeros) y cumplimiento de etiqueta.

### DESVENTAJAS Y RIESGOS DE GESTIÓN



**Riesgo de sobredosificación/exposición acumulada** en matrices dirigidas a población infantil cuando se emplean múltiples polisorbatos a lo largo del día; requiere gestión de exposición y revisión de escenarios de consumo.



**Degradación durante la vida útil** (oxidación/hidrólisis en E433), con impacto en sabor/olor y estabilidad (formación de gotas mayores/partículas); exige cadenas de suministro con control de peróxidos, envases barrera y coadyuvantes antioxidantes compatibles.



**Hot-spots ambientales** vinculados al feedstock (p. ej., palma), que pueden multiplicar la huella por kilogramo de ingrediente final; la selección de origen (soja frente a palma), certificaciones y rutas que valoricen co-productos (PFAD) constituyen palancas de mejora. <sup>IA</sup>