

Ecografía con contraste (CEUS) en Radiología Vascular e Intervencionista (RVI): del diagnóstico dinámico a la guía terapéutica

**Concepción Buzón Pérez, Nayara Hernández González,
Samer Abiad Sosa**

Hospital Universitario Juan Ramón Jiménez, Huelva

Objetivo docente

- Revisar los fundamentos técnicos que condicionan la correcta adquisición e interpretación de la CEUS.
 - Mostrar, mediante casos clínicos reales, las indicaciones con mayor impacto para la radiología vascular e intervencionista: biopsia, ablación, control inmediato postprocedimiento e intracavitaria
-

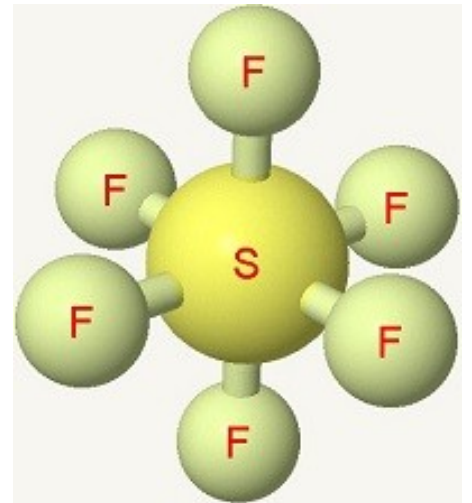
Revisión del tema

- La CEUS ha evolucionado desde su uso clásico en la caracterización de lesiones hepáticas/renales hacia un papel esencial en la RVI, gracias a su capacidad para ofrecer información en tiempo real, sin radiación y todo ello gracias a una técnica mínimamente invasiva.
 - En procedimientos diagnósticos, permite localizar y biopsiar lesiones visibles únicamente con contraste, aumentar la sensibilidad en tejidos heterogéneos y optimizar la selección de dianas en contextos oncológicos o inflamatorios.
 - Reduce radiación y evita nefrotoxicidad, pero no sustituye a la TC/RM cuando se necesita un mapa anatómico global.
 - Además, su uso intracavitario amplía el control de drenajes y fístulas, mejorando la colocación de catéteres y la verificación de cavidades drenadas.
 - Estas aplicaciones emergentes han posicionado la CEUS como una herramienta integral dentro del algoritmo intervencionista, complementando al resto de herramientas disponibles.
-

Fundamentos físicos de la CEUS

La CEUS es una técnica de imagen basada en la administración intravenosa de microburbujas de hexafluoruro de azufre recubiertas por fosfolípidos, de tamaño capilar, que permanecen estrictamente dentro del compartimento vascular.

Su oscilación no lineal genera armónicos; el software específico de contraste suprime la señal tisular y resalta únicamente las microburbujas.



¿Qué es y cómo funciona una microburbuja?

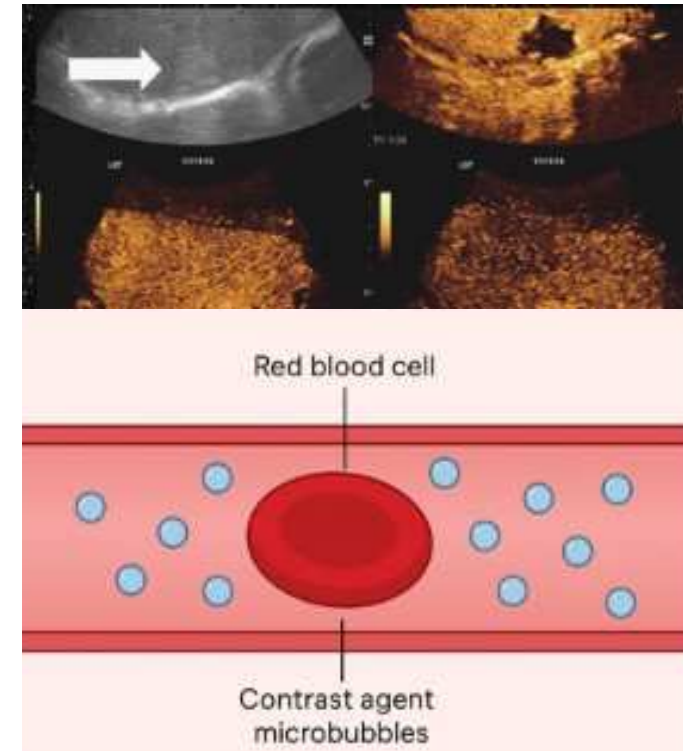
Microburbujas de gas estabilizadas → envueltas → duren un más en el torrente sanguíneo antes de «evaporarse»

- Burbuja libre en sangre no dura más de 20 msg.
- Se envuelven en galactosa o fosfolípidos.

Sustancia inerte → no interactúa químicamente → no da reacciones adversas (si hay reacciones, suele ser debido al excipiente)

Eliminación: pulmonar y hepática (no tiene eliminación renal)

No difunde al espacio intersticial (no se acumula en los tejidos)



¿Qué es y cómo funciona una microburbuja?

Las microburbujas devuelven una **SEÑAL NO LINEAL**:

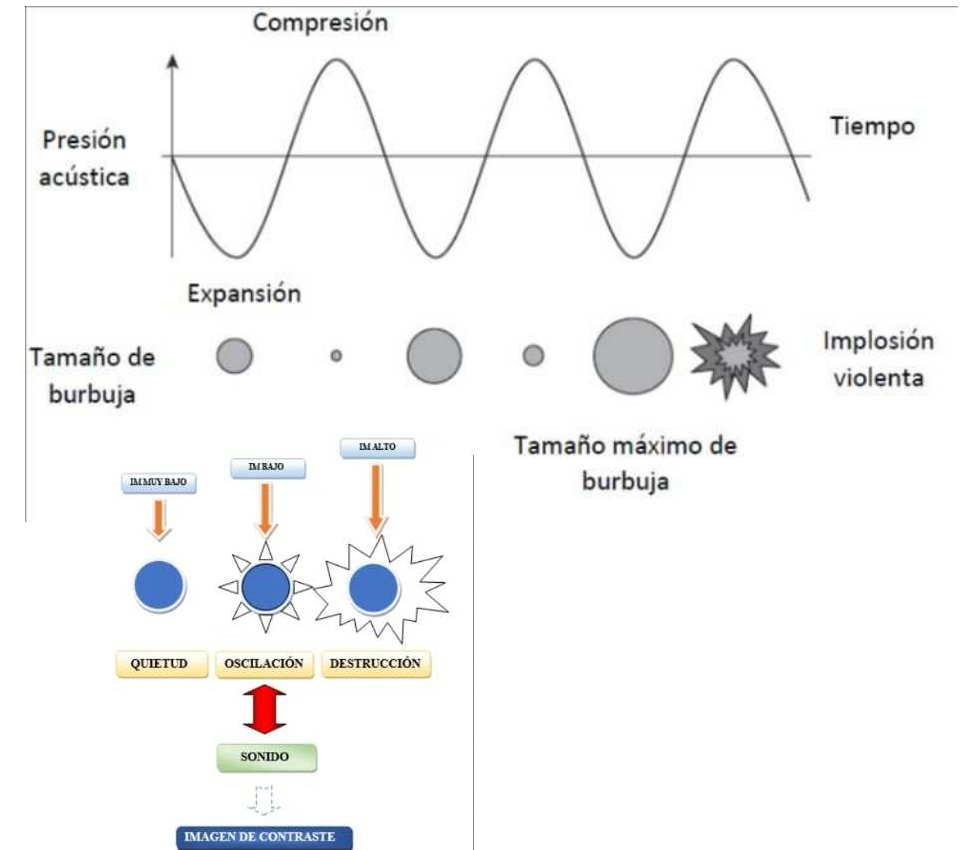
Cuando la onda ultrasónica las golpea, no vibran de forma simétrica:

- Se expanden más de lo que se comprimen
- Su oscilación es distorsionada
- La forma de la onda resultante NO es proporcional a la onda entrante

Esa respuesta no lineal genera frecuencias nuevas:

ARMÓNICAS (2×, 3× de la F base enviada por la sonda...)

[Tejidos = respuesta lineal (le envías una onda a 4MHz y te la devuelve a 4 MHz)]



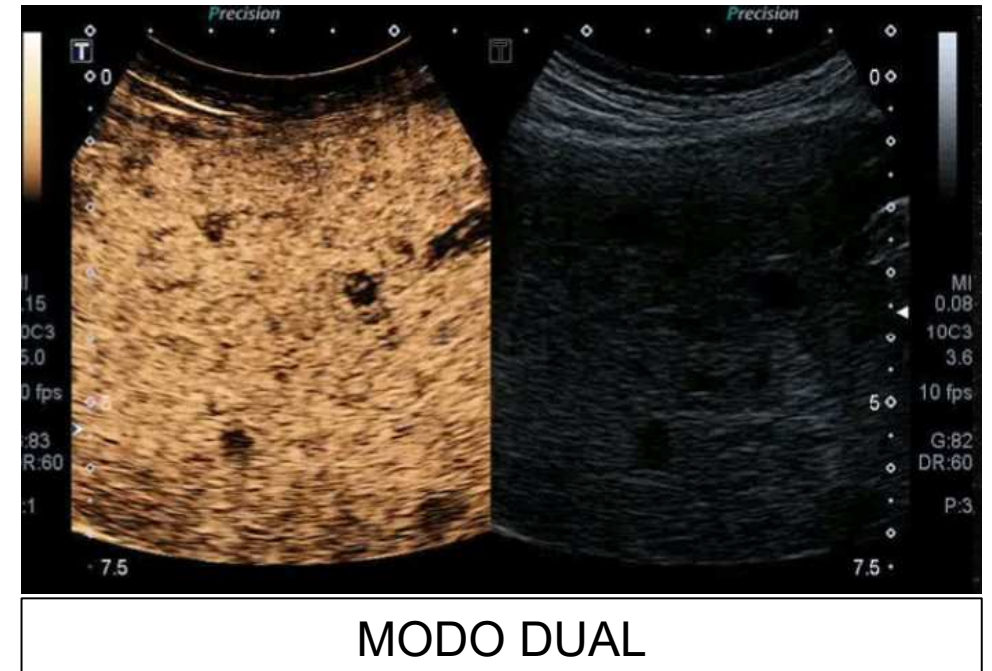
¿Qué es y cómo funciona una microburbuja?

¿Qué hacen los modos CEUS como **CPS, PI o multipulse**?

Técnicas diseñadas para detectar solo la respuesta no lineal de las microburbujas, ignorando la del tejido (*sustracción digital*).

Envías la onda de sonido → respuesta lineal del tejido que se anula, y una respuesta no lineal del contraste que se detecta.

Resultado: eliminación del fondo tisular, resaltando exclusivamente las microburbujas.



¿Qué es y cómo funciona una microburbuja?

¿Cómo influye el Índice Mecánico en la generación de armónicas?

IM: parámetro que indica la presión acústica → se utiliza para medir el riesgo potencial de efectos mecánicos no térmicos

Modo CEUS: generalmente **IM bajos o intermedios (0.16 y 0.22)** para evitar la destrucción de las microburbujas y poder estudiar la perfusión en tiempo real durante un tiempo prolongado



PROTOCOLO PRÁCTICO

1. Antes de inyectar:
 - Ecografía basal en modo B/Doppler, plano diana y correlación con TC/RM si existe.
 2. Administración:
 - Bolo intravenoso de 2,4 mL de SonoVue seguido de 5-10 mL de suero; repetir si es necesario.
 3. Adquisición:
 - Bajo IM (habitualmente $\leq 0,2-0,3$), modo dual cuando ayuda a la orientación y grabación continua de los primeros 60-90 s.
 4. Interpretación (ajustando el análisis al órgano):
 - Fase arterial 10-35 seg.
 - Portal/venosa 30-120 seg.
 - Fase tardía hasta 4-6 min seg.
-

Fortalezas, limitaciones y seguridad

FORTALEZAS

- Estudio en tiempo real y a pie de cama.
- Sin radiación ionizante.
- Sin nefrotoxicidad ni depósito tisular.
- Repetible (varias administraciones en el mismo procedimiento).
- Alta sensibilidad para flujo lento, microvascularización y perfusión residual.

LIMITACIONES

- Ventana acústica
- Menor cobertura global que TC/RM.
- Lesiones muy profundas o múltiples.
- Dificultad para diferenciar halo hiperémico de tumor residual en el control inmediato.
- Duración corta del realce
- Peor visualización de la aguja en “modo contraste”

SEGURIDAD Y CONTRAINDICACIONES

No administrar por vía IV si existe:

- Hipersensibilidad conocida al agente,
- Shunt derecha-izquierda,
- Hipertensión pulmonar grave,
- Hipertensión no controlada,
- Distress respiratorio del adulto.

*Revisar siempre la ficha técnica local y el contexto cardiopulmonar del paciente.

Donde aporta valor la CEUS en RVI



Aplicaciones consolidadas relevantes para RVI

Lesiones focales hepáticas

Caracterización
dinámica del patrón de
realce y del washout.
Muy útil cuando una
lesión condiciona biopsia
o ablación.

Masas renales indeterminadas

Valora realce septal o
mural sin recurrir a
contraste yodado o
gadolinio. Especialmente
atractiva en ERC y
trasplante renal.

Trauma y perfusión

En pacientes
seleccionados puede
demostrar laceraciones,
infartos, hematomas o
zonas no perfundidas,
aunque no sustituye a la
TC en el politrauma.

Lesiones vasculares y trombo

Confirma perfusión del
pseudoaneurisma,
diferencia hematoma de
saco aneurismático y
ayuda a distinguir
trombo tumoral de
trombo cruórico.

CEUS en biopsia percutánea

CUANDO LA ECOGRAFIA BASAL NO BASTA

Indicaciones típicas

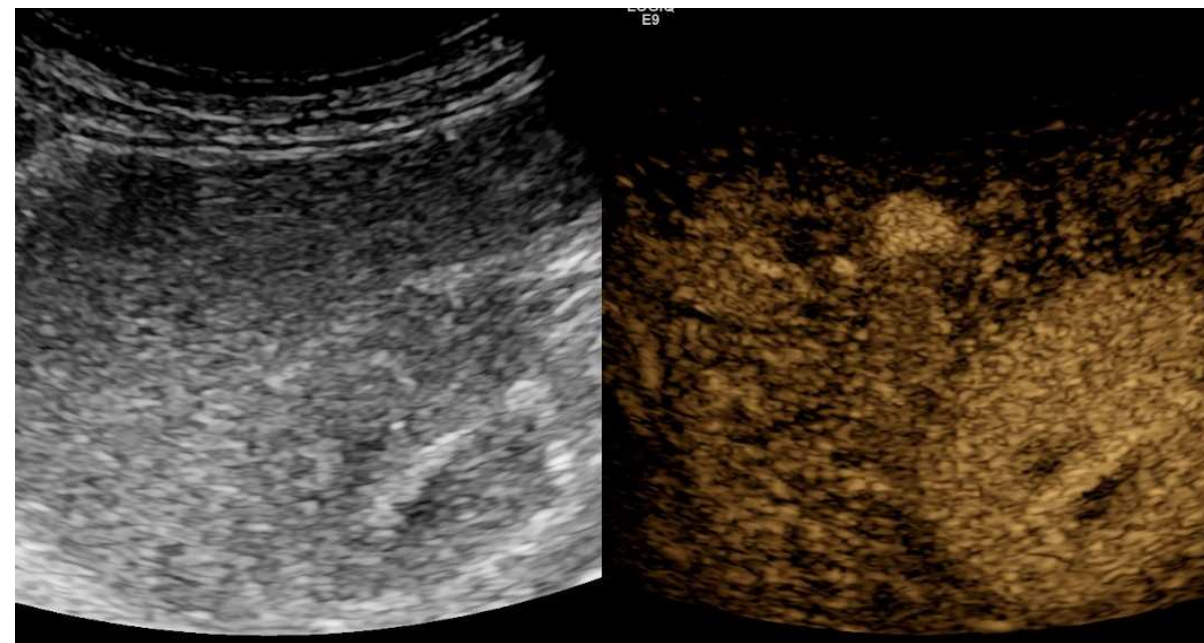
- Lesión isoecoica o mal visible en modo B,
- Diana heterogénea o con necrosis central,
- Lesión tratada previamente o en hígado cirrótico/esteatósico.

Que aporta

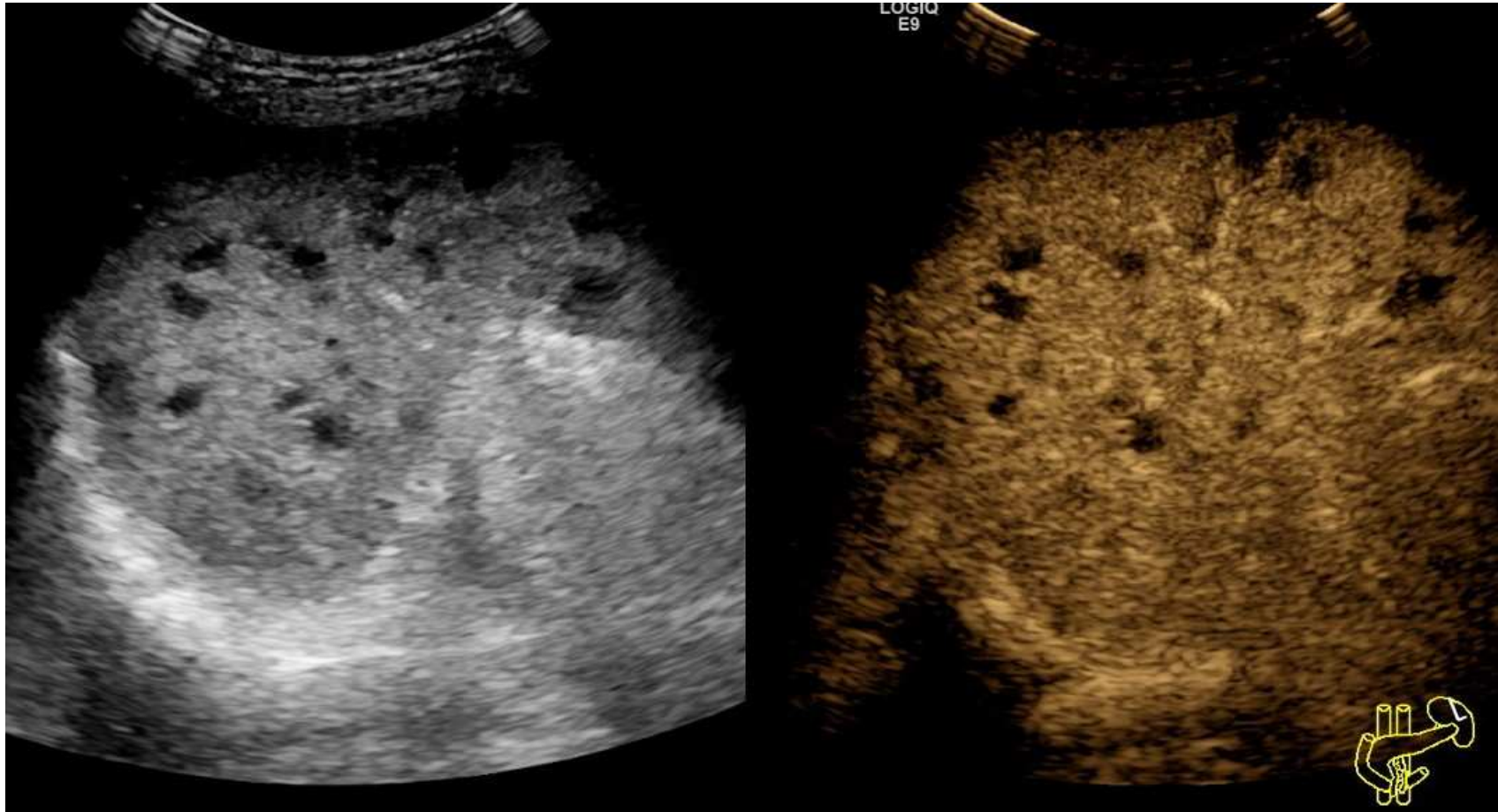
- Identifica el componente viable con realce,
- Optimiza la trayectoria de la aguja,
- Reduce biopsias no diagnósticos en tejido necrótico o avascular.

Perla práctica

- Guardar un clip dual y marcar la zona que realza antes de la punción.



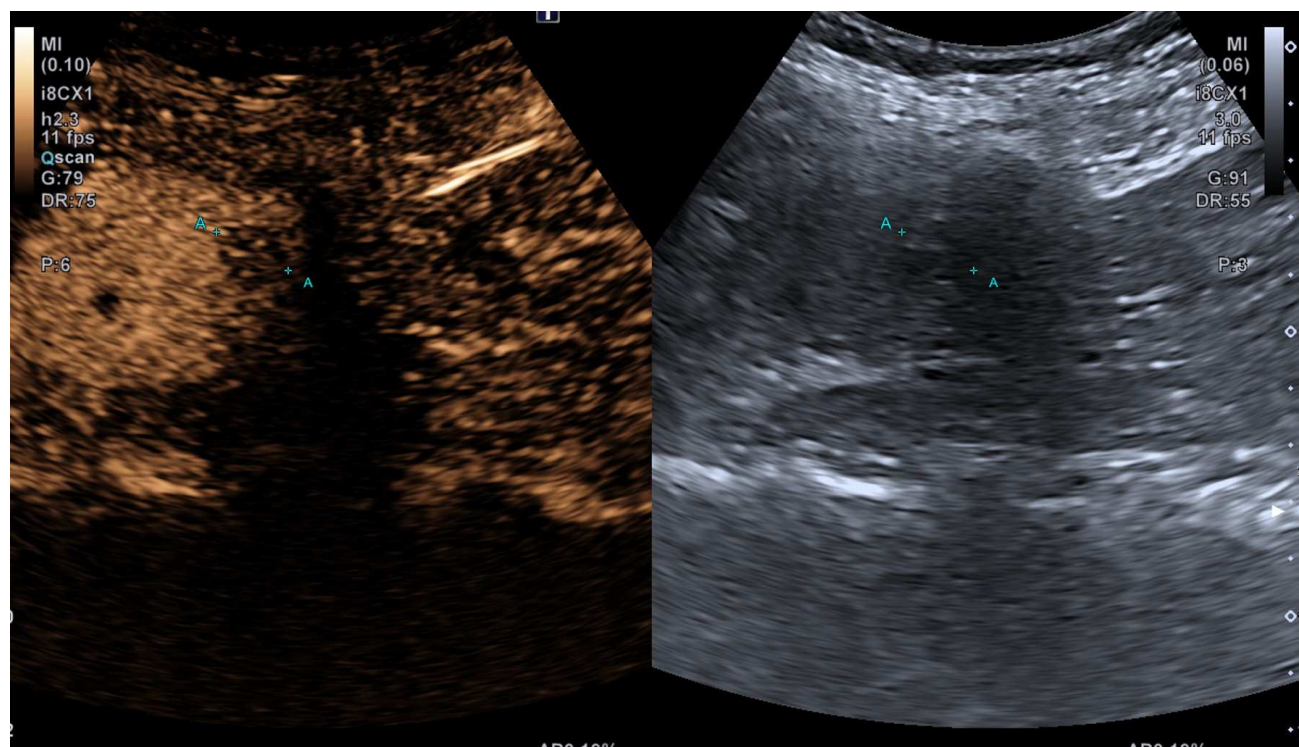
La diana para biopsia debe ser el tejido que realza, no la parte ecogénicamente más llamativa.



Múltiples lesiones quísticas esplénicas que no captan contraste ecográfico, algunas de ellas con contenido ecogénico, sugerente en primer lugar de peliosis esplénica, sin poder descartar otras opciones.

CEUS en ablación percutánea: planificación y guía

ANTES Y DURANTE EL PROCEDIMIENTO



Antes de la ablación

- Define mejor el contorno tumoral y su relación con vasos o estructuras adyacentes,
- Ayuda cuando la lesión es poco conspicua en modo B o tras tratamientos previos.

Durante el procedimiento

- Confirma que el aplicador atraviesa el tejido viable,
- Permite reevaluar de forma dinámica la zona tratada y corregir posición si es necesario.

Objetivo

- Aumentar la precisión técnica y minimizar zonas residuales no tratadas.

CEUS en el control inmediato post ablación

EL GRAN VALOR DIFERENCIAL

Hallazgo esperado

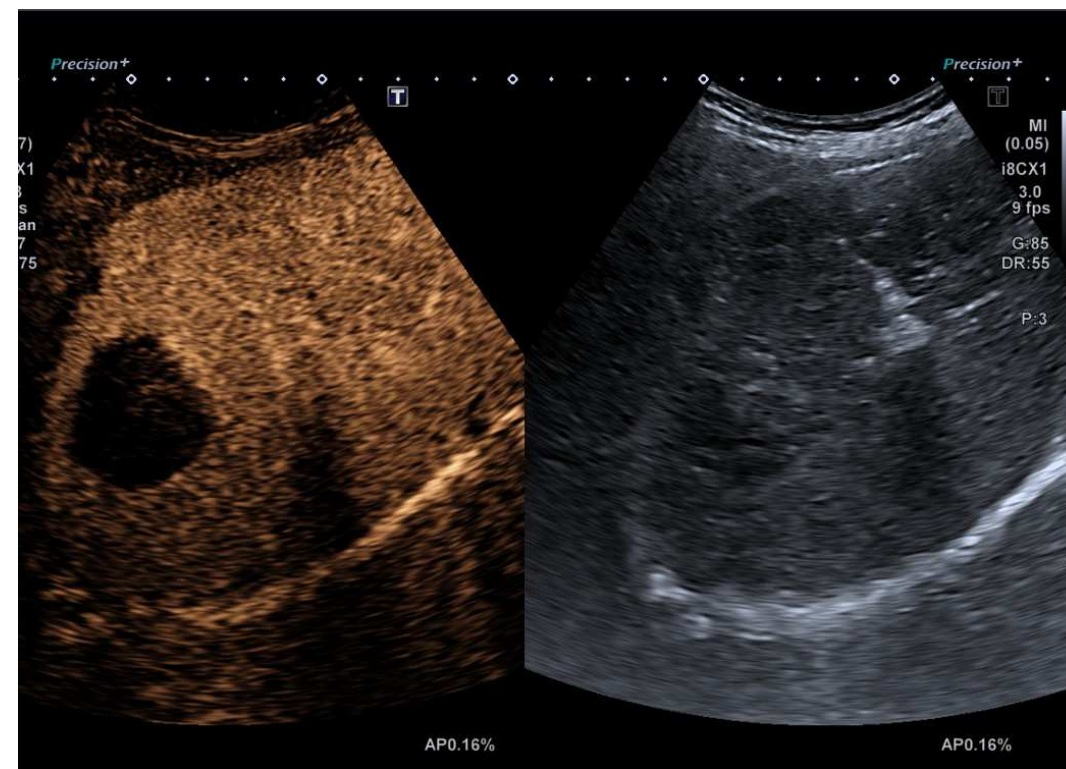
- Zona avascular que cubra la lesión tratada y, si es posible, un margen de seguridad.

Ventaja clínica

- Permite retratar en la misma sesión si se demuestra tejido viable.

Pitfall principal

- Halo periférico fino y liso puede corresponder a hiperemia reactiva y no debe sobrediagnosticarse.



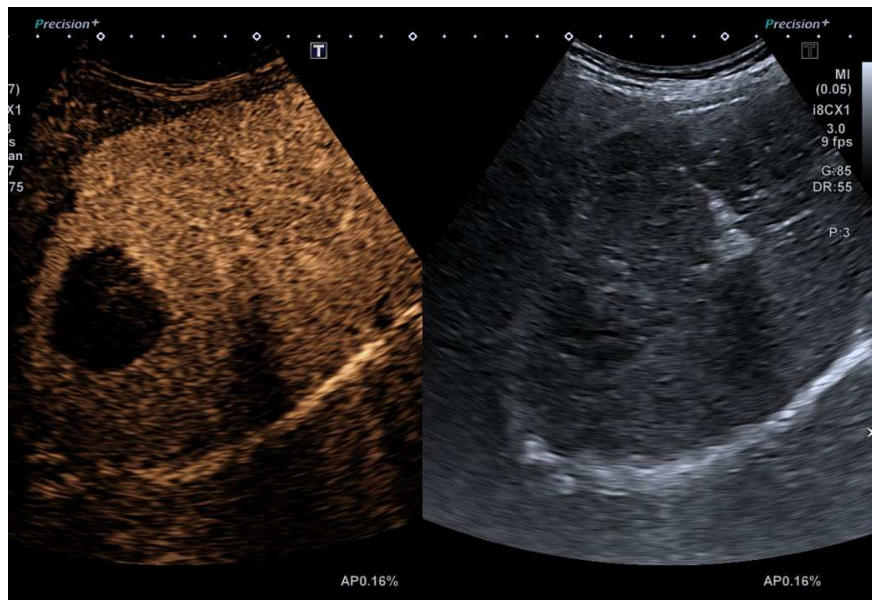
Mensaje práctico: la CEUS inmediata es útil, pero una CEUS/TC de control diferida sigue siendo necesaria según el contexto clínico.

CEUS en el control inmediato post ablación

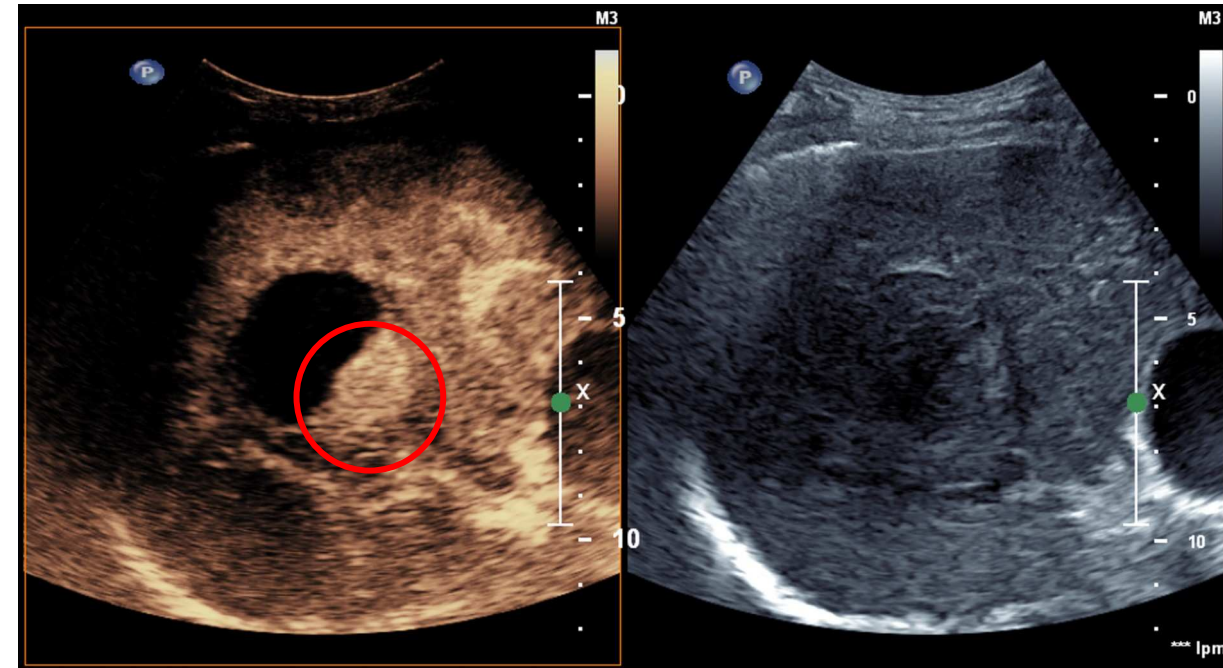
EL GRAN VALOR DIFERENCIAL

Sugiere tumor residual

- Realce arterial nodular o irregular en el borde o dentro del lecho de ablación.



Control
post ablación



Mensaje práctico: la CEUS inmediata es útil, pero una CEUS/TC de control diferida sigue siendo necesaria según el contexto clínico.

CEUS intracavitaria

DRENAJES, CAVIDADES Y FÍSTULAS

Concepto

- Localización de colecciones y caracterización de su relación con estructuras adyacentes.
- Instilación de contraste muy diluido a través de un drenaje, catéter o cavidad quirúrgica para ver su distribución en tiempo real.

Indicaciones útiles en RVI

- Confirmar posición y permeabilidad de drenajes,
- Delimitar colecciones complejas y loculaciones,
- Demostrar fístulas o comunicaciones biliares/entéricas,
- Apoyar la decisión de recolocar, esclerosar o retirar un drenaje.

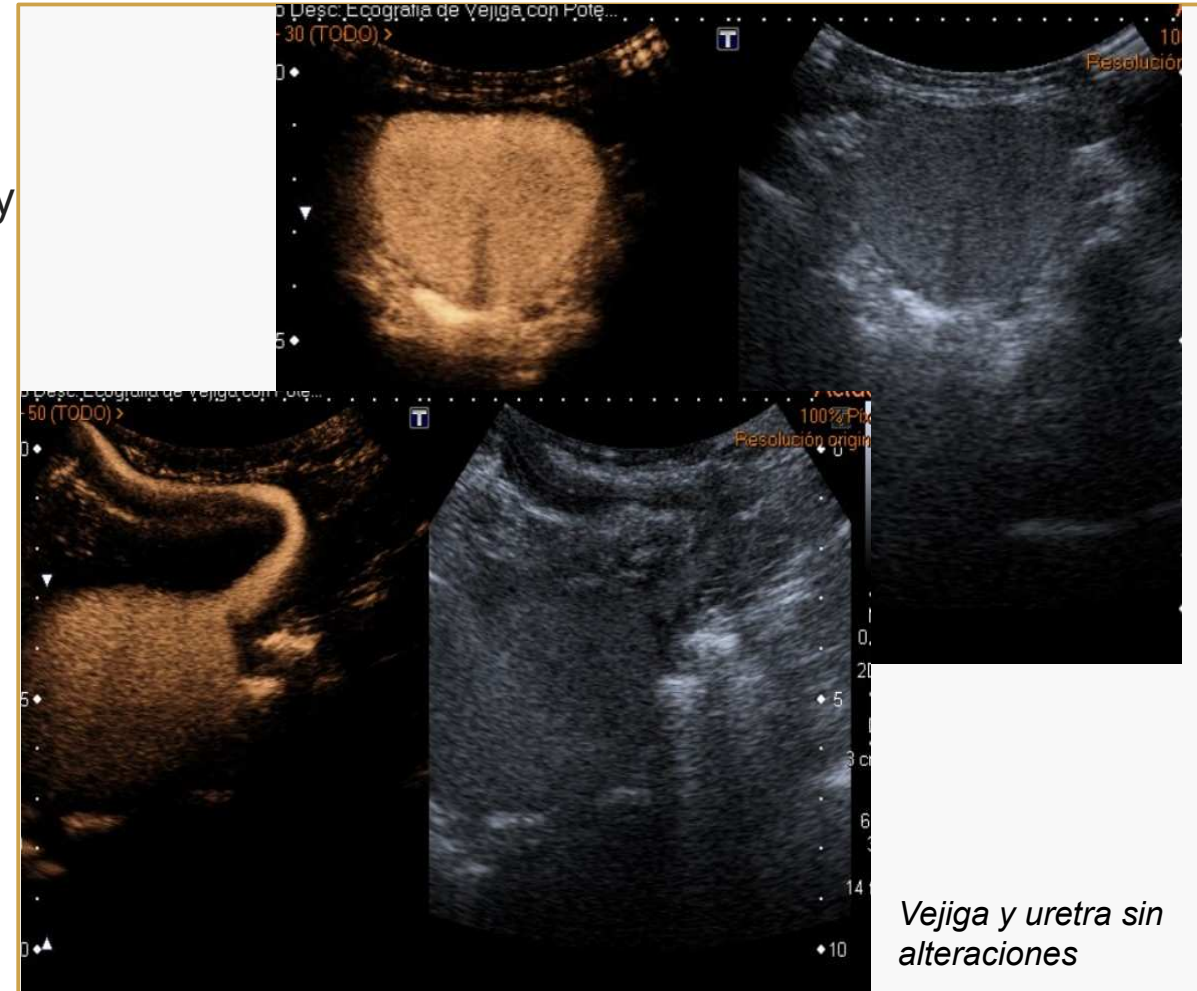


CEUS en pediatria

VALORACIÓN DE LA VÍA URINARIA COMPLETA

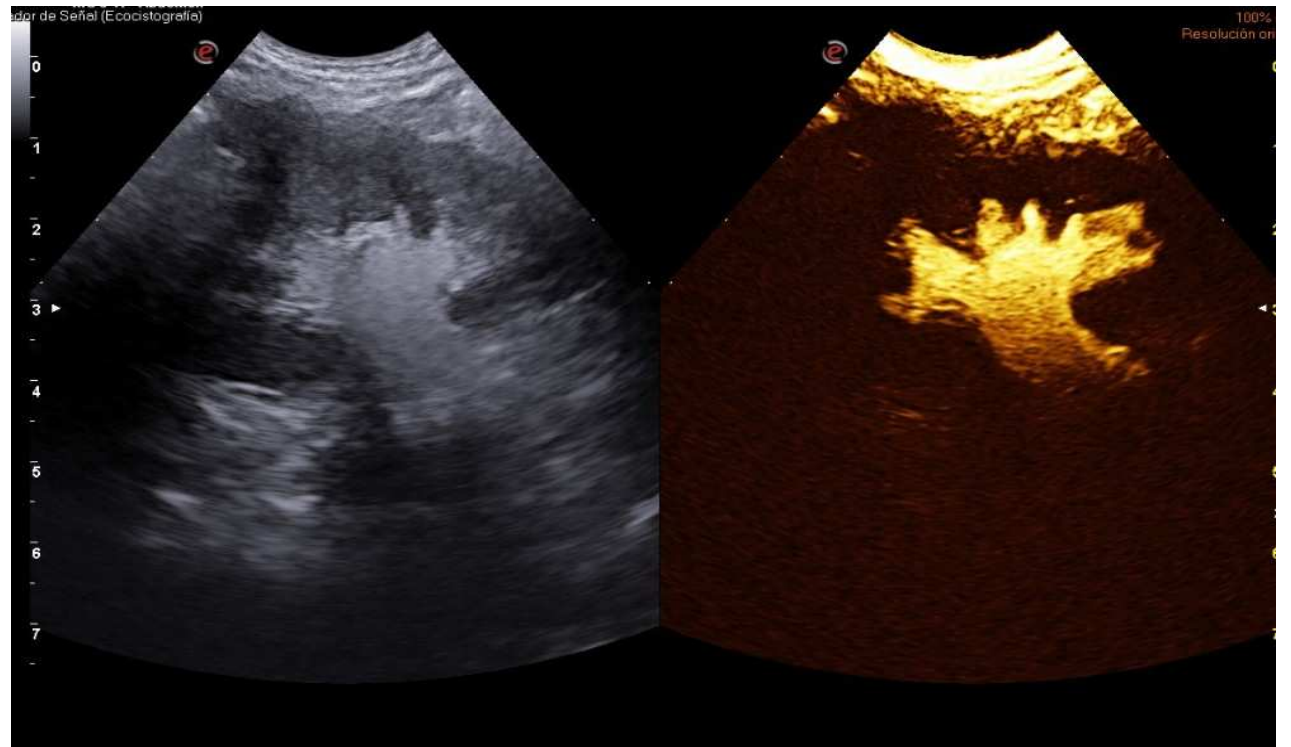
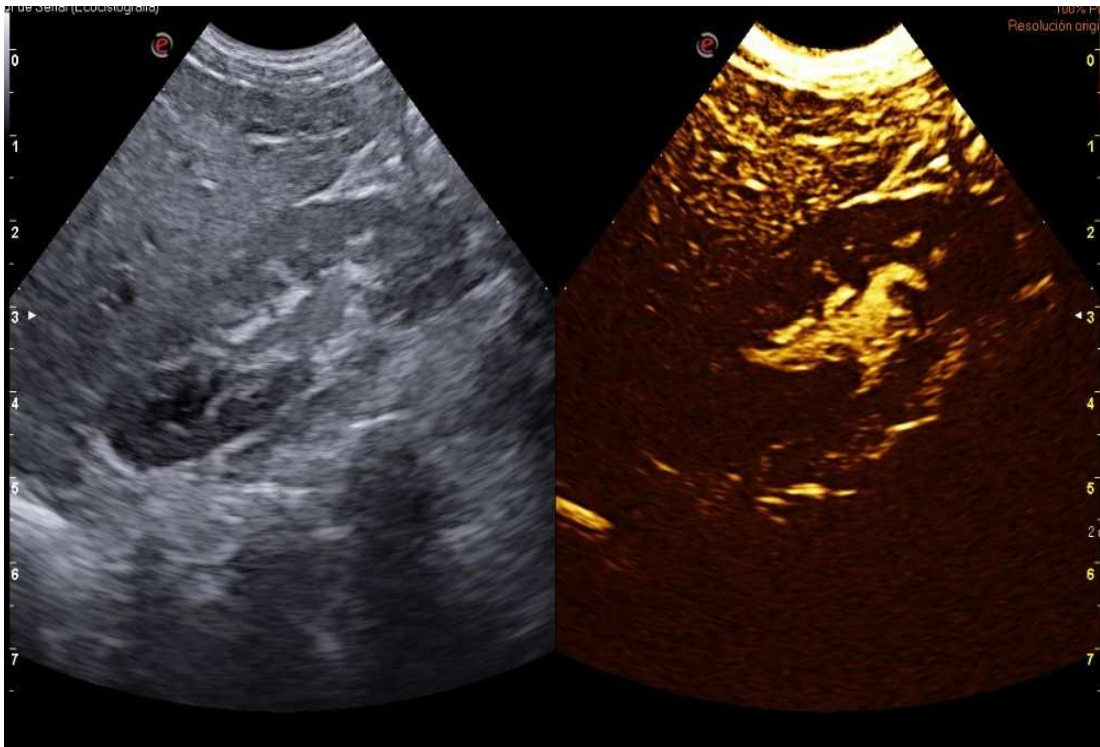
Se realizan una serie de fases (llenado, miccional y postmiccional):

- Valoración de la permeabilidad, calibre y función de la uretra en todos sus segmentos.
- Valora muy bien alteraciones en la pared y cavidad de la vejiga.
- Existencia o no y gradación del reflujo reno-ureteral.
- Agenesias o mal desarrollos renoureterales



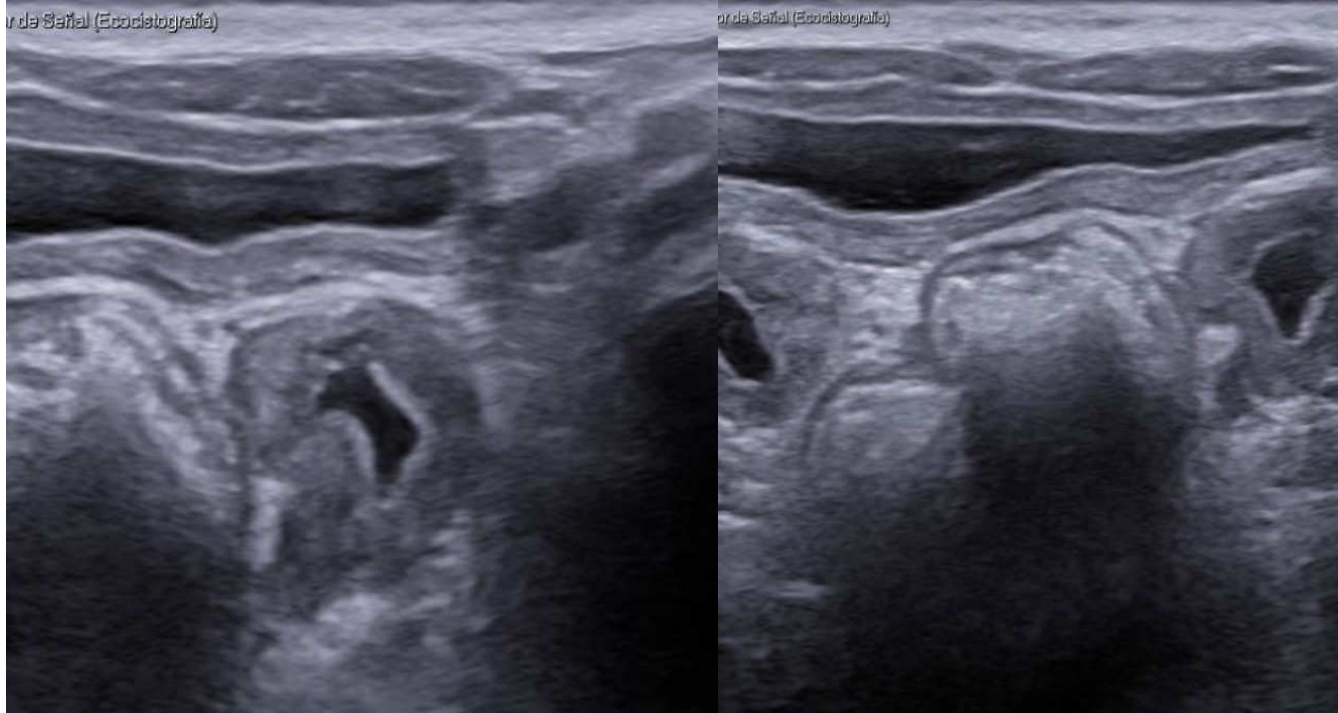


Varón de 1 año con RVU bilateral e infecciones de repetición. Solicitamos nueva ecocistografía de cara a intervención quirúrgica.



RVU bilateral: grado II derecho y III izquierdo, este con reflujo intrarrenal en polo inferior.

Vejiga de gran capacidad con dos divertículos paraureterales de Hutch de gran tamaño (malformación congénita).



Pitfalls interpretativos y puntos de informe

ERRORES FRECUENTES

- Confundir ausencia de ventana acústica con ausencia de realce.
- Sobreinterpretar halo hiperémico fino y regular como residuo tumoral.
- Olvidar correlacionar con el estudio basal, la fase temporal y la clínica.
- Extrapolar un resultado negativo a todo el órgano cuando solo se ha explorado una ventana limitada.

QUE DEBERÍA FIGURAR EN EL INFORME

- Pregunta clínica y órgano estudiado,
- Agente, dosis y número de bolos,
- Limitaciones técnicas,
- Patrón y cronología del realce,
- Conclusión orientada al procedimiento: sitio viable para biopsia, éxito técnico de ablación, fuga/fístula, pseudoaneurisma, etc.

Algoritmo práctico de integración en RVI

1. Lesión o complicación mal definida en US basal

Indeterminación perfusional, lesión no visible o control de drenaje.

2. La información de perfusión va a cambiar la conducta

Si la respuesta condiciona donde pinchar, como tratar o si retratar en el acto, la CEUS suele merecer la pena.

3. Elegir el escenario

Intravenoso para lesión/perfusión; intracavitaria para drenajes, fugas o fístulas.

Conclusiones

- La CEUS constituye un recurso versátil y en expansión dentro de la RVI, mejora la planificación y control de procedimientos, reduce riesgos asociados a la radiación y contraste y ofrece una valoración funcional inmediata del resultado terapéutico.
 - Sus escenarios de mayor impacto en RVI son la selección de dianas viables para biopsia/ablación, el control inmediato post ablación y la resolución de problemas en drenajes o complicaciones vasculares.
 - Su incorporación sistemática en los protocolos intervencionistas aporta precisión, seguridad y valor clínico añadido.
 - Debe entenderse como una técnica complementaria, siendo de vital importancia conocer bien sus limitaciones y correlacionarla con el resto de la imagen.
-

Referencias

1. Sidhu PS, et al. The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Contrast-Enhanced Ultrasound in Non-Hepatic Applications: Update 2017. Ultraschall Med. 2018.
 2. Dietrich CF, et al. Guidelines and Good Clinical Practice Recommendations for Contrast Enhanced Ultrasound in the Liver - Update 2020. Ultraschall Med. 2020.
 3. HonShideler C, Coffin B, Guez D. Imaging in Interventional Radiology: Applications of Contrast-Enhanced Ultrasound. Semin Intervent Radiol. 2024.
 4. Meloni MF, et al. Contrast enhanced ultrasound: Should it play a role in immediate evaluation of liver tumors following thermal ablation? Eur J Radiol. 2012.
 5. Ripolles T, Puig J. Actualización del uso de contrastes en ecografía. Revision de las guías clínicas de la EFSUMB. Radiologia. 2009.
 6. SonoVue. Ficha tecnica / EMA product information. Actualizacion europea 2023.
-