



# Evaluación del efecto antimicrobiano de extractos de *Uncaria tomentosa* (Willd. ex Schult.) DC. frente a cepas bacterianas y fúngicas de importancia clínica y ambiental

Evaluation of the antimicrobial effect of *Uncaria tomentosa* (Willd. ex Schult.) DC. extracts against bacterial and fungal strains of clinical and environmental importance

Investigación Original

Danny Roberto Ortega Mazon<sup>a</sup> , Gabriela Ines Mendez Silva<sup>a</sup> 

<sup>a</sup> Universidad Politécnica Salesiana, Maestría en Biotecnología Molecular, Quito, Ecuador

**Resumen.** La resistencia antimicrobiana (RAM) representa una amenaza global creciente que impulsa la búsqueda de alternativas terapéuticas de origen vegetal. *Uncaria tomentosa* (Willd. ex Schult.) DC. (uña de gato), liana amazónica de la familia Rubiaceae, posee una rica composición fitoquímica con actividad antimicrobiana documentada. Se evaluó el efecto antimicrobiano de extractos de corteza seca obtenidos con cuatro solventes (EtOH 100%, MeOH 100%, EtOH 80:20, MeOH 80:20) a tres concentraciones (1%, 5%, 10% p/v) frente a *Escherichia coli* ATCC 8739, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538P y *Candida albicans* ATCC 10231, mediante tamizaje fitoquímico, difusión en disco (Kirby-Bauer) y microdilución en caldo (CMI). Los resultados fueron analizados por ANOVA multifactorial con prueba post hoc de Tukey. El tamizaje confirmó alcaloides, flavonoides, taninos, fenoles, saponinas y terpenoides en todos los extractos, con mayor intensidad en los sistemas 80:20. Los halos de inhibición mostraron relación dosis-dependiente; MeOH 80:20 al 10% produjo los mayores halos frente a *S. aureus* (19 mm) y *C. albicans* (18 mm). La CMI más baja (10 µg/mL) se obtuvo frente a *S. aureus* con MeOH 100%, MeOH 80:20 y EtOH 80:20. El ANOVA reveló efectos significativos del solvente, la concentración, el microorganismo y sus interacciones ( $p < 0,001-0,022$ ). *U. tomentosa* constituye una fuente promisoría de agentes antimicrobianos naturales, particularmente eficaz frente a bacterias Gram-positivas.

**Palabras clave:** resistencia antimicrobiana, *Uncaria tomentosa*, extractos vegetales, actividad antimicrobiana, concentración mínima inhibitoria, solventes.

**Abstract.** Antimicrobial resistance (AMR) is a growing global threat driving the search for plant-based therapeutic alternatives. *Uncaria tomentosa* (Willd. ex Schult.) DC. (cat's claw), an Amazonian liana of the Rubiaceae family, has a rich phytochemical composition with documented antimicrobial activity. We evaluated the antimicrobial effect of dry-bark extracts obtained with four solvents (EtOH 100%, MeOH 100%, EtOH 80:20, MeOH 80:20) at three concentrations (1%, 5%, 10% w/v) against *Escherichia coli* ATCC 8739, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538P, and *Candida albicans* ATCC 10231, using phytochemical screening, disk diffusion (Kirby-Bauer), and broth microdilution (MIC). Data were analyzed by multifactorial ANOVA with Tukey post hoc test. Screening confirmed alkaloids, flavonoids, tannins, phenols, saponins, and terpenoids in all extracts, with greater intensity in 80:20 mixtures. Inhibition zones were dose-dependent; MeOH 80:20 at 10% yielded the largest zones against *S. aureus* (19 mm) and *C. albicans* (18 mm). The lowest MIC (10 µg/mL) was obtained against *S. aureus* with MeOH 100%, MeOH 80:20, and EtOH 80:20. ANOVA revealed significant effects of solvent, concentration, microorganism, and interactions ( $p < 0.001-0.022$ ). *U. tomentosa* is a promising source of natural antimicrobial agents, particularly effective against Gram-positive bacteria.

**Keywords:** antimicrobial resistance, *Uncaria tomentosa*, plant extracts, antimicrobial activity, minimum inhibitory concentration, solvents



ID documento: HA-V2-N2-002

Received: 12/04/2026; Accepted: 05/06/2026; Published: 17/06/2026

## 1. Introducción

La resistencia antimicrobiana (RAM) es reconocida por la OMS como una de las diez mayores amenazas para la salud pública mundial. En 2019, fue causa directa de 1,27 millones de muertes globales, y las proyecciones advierten hasta 10 millones de muertes anuales hacia 2050 sin medidas efectivas (Aguilar et al., 2022). Este fenómeno compromete la eficacia de antibióticos establecidos frente a infecciones bacterianas y fúngicas, impulsando urgentemente la búsqueda de alternativas terapéuticas (Oliveira et al., 2024).

En Ecuador, la RAM se ve agravada por el uso indiscriminado de antimicrobianos, la presión selectiva de efluentes agropecuarios e industriales y la vigilancia epidemiológica

insuficiente. Las plantas medicinales ofrecen una alternativa promisoría dado que sus metabolitos secundarios actúan sobre múltiples dianas biológicas, dificultando el desarrollo de resistencia cruzada.

*Uncaria tomentosa* (Willd. ex Schult.) DC., conocida como uña de gato, es una liana de la familia Rubiaceae ampliamente distribuida en la Amazonía sudamericana. Su corteza concentra alcaloides oxindólicos pentacíclicos (POA) y tetracíclicos (TOA), proantocianidinas, flavonoides, ácidos fenólicos y triterpenos (Blanck et al., 2022; Batiha et al., 2020). Estudios previos han reportado actividad frente a bacterias Gram-positivas, Gram-negativas y hongos patógenos; sin embargo, persisten vacíos sobre la eficacia comparativa entre solventes, concentraciones y cepas evaluadas de forma simultánea y sistemática.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto antimicrobiano de extractos de corteza de *U. tomentosa* obtenidos con cuatro solventes a tres concentraciones frente a *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans*, cuantificando halos de inhibición y CMI mediante análisis estadístico multifactorial.

## 2. Método

**Tabla 1.**

*Variables del estudio.*

Variable	Rol	Definición operacional	Indicador
<b>Tratamiento con extractos de <i>U. tomentosa</i></b>	Independiente	Solvente (EtOH 100%, MeOH 100%, EtOH 80:20, MeOH 80:20) × Concentración (1%, 5%, 10% p/v)	Combinación solvente-concentración
<b>Actividad antimicrobiana</b>	Dependiente	Respuesta del crecimiento microbiano frente al tratamiento	Halo de inhibición (mm) y CMI (µg/mL)

**Nota.** Los resultados se expresan en mm (halos de inhibición) y µg/mL (CMI). Tres réplicas por tratamiento-microorganismo.

### 2.2 Material vegetal y preparación de extractos

Se empleó corteza seca en polvo de *U. tomentosa* adquirida comercialmente en Puyo (Amazonía ecuatoriana). Para cada extracto, 5 g de polvo (tamiz 40 mesh) se maceraron con el solvente correspondiente bajo ultrasonido (60% frecuencia, 10 min), se centrifugaron y filtraron (papel Whatman N° 1). Los sobrenadantes se envasaron en vidrio ámbar a 4 °C hasta el análisis. Se prepararon concentraciones de 1%, 5% y 10% (m/v) para los cuatro solventes.

### 2.3 Tamizaje fitoquímico

Se realizó tamizaje fitoquímico cualitativo con reactivos estándar: Mayer, Dragendorff y Wagner (alcaloides); Shinoda (flavonoides); FeCl<sub>3</sub> y acetato de plomo (taninos y fenoles); prueba de espuma (saponinas); Salkowski y Liebermann-Burchard (terpenoides/esteroides). Los resultados se codificaron como - (no detectado), + (detectado), ++ (señal moderada), +++ (señal fuerte).

### 2.4 Actividad antimicrobiana

Cepas ATCC (*E. coli* 8739, *S. aureus* 6538P, *C. albicans* 10231) fueron reactivadas y los inóculos ajustados a 0,5 McFarland

### 2.1 Diseño experimental y variables de estudio

Se adoptó un enfoque cuantitativo con diseño experimental completamente aleatorizado factorial 4×3: factor A (solvente, 4 niveles) × factor B (concentración, 3 niveles), con 12 tratamientos evaluados frente a tres microorganismos con tres réplicas cada uno (Tabla 1).

(~1,5×10<sup>8</sup> UFC/mL para bacterias). El ensayo de Kirby-Bauer se realizó en agar nutritivo (bacterias, 37 °C/24 h) y agar Sabouraud (levadura, 30 °C/48 h), con discos de 6 mm impregnados con 20 µL de extracto. Controles positivos: gentamicina 10 µg/disco y fluconazol 25 µg/disco. Para la CMI se empleó microdilución en caldo (Mueller-Hinton/RPMI-1640) en placas de 96 pocillos a concentraciones de 200, 100, 50 y 10 µg/mL, definiendo CMI como la menor concentración sin turbidez visible. Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

### 2.5 Análisis estadístico

Se aplicó ANOVA multifactorial (factores: solvente, concentración, microorganismo e interacciones) y prueba post hoc de Tukey (α = 0,05) con el software SPSS v.25.

## 3. Resultados

### 3.1 Tamizaje fitoquímico

Todos los extractos presentaron los seis grupos de metabolitos evaluados (Tabla 2). Las mezclas hidroalcohólicas 80:20, especialmente MeOH 80:20 a 5% y 10%, exhibieron mayor intensidad en flavonoides (+++) y taninos/fenoles (+++), lo que indica mayor extracción de polifenoles al combinar la polaridad del agua y el metanol.

**Tabla 2.**

*Tamizaje fitoquímico cualitativo de extractos de corteza de *U. tomentosa* (intensidad de reacción).*

Solvente	Conc.	Alcaloides	Flavonoides	Taninos	Fenoles	Saponinas	Terpenoides
<b>EtOH 100%</b>	1%	+	+	++	++	+	+
<b>EtOH 100%</b>	5%	+	++	++	++	+	+
<b>EtOH 100%</b>	10%	+	++	+++	+++	+	+
<b>MeOH 100%</b>	1%	+	+	++	++	+	+
<b>MeOH 100%</b>	5%	+	++	+++	+++	+	+
<b>MeOH 100%</b>	10%	+	++	+++	+++	+	+
<b>EtOH 80:20</b>	1%	+	++	++	++	+	+
<b>EtOH 80:20</b>	5%	+	++	+++	+++	+	+

<b>EtOH 80:20</b>	10%	+	+++	+++	+++	+	+
<b>MeOH 80:20</b>	1%	+	++	+++	+++	+	+
<b>MeOH 80:20</b>	5%	+	+++	+++	+++	+	+
<b>MeOH 80:20</b>	10%	+	+++	+++	+++	+	+

**Nota.** (+) detectado; (++) señal moderada; (+++) señal fuerte; (-) no detectado.

**3.2 Actividad antimicrobiana por difusión en disco**

Los halos de inhibición (Tabla 3, Figura 1) mostraron relación dosis-dependiente en los tres microorganismos. Los extractos

80:20 superaron a los solventes puros en todos los casos. MeOH 80:20 al 10% produjo el mayor halo global: 19 mm frente a *S. aureus* y 18 mm frente a *C. albicans*. *S. aureus* fue el microorganismo más sensible, seguido de *C. albicans* y *E. coli*. Los controles negativos no superaron 2 mm.

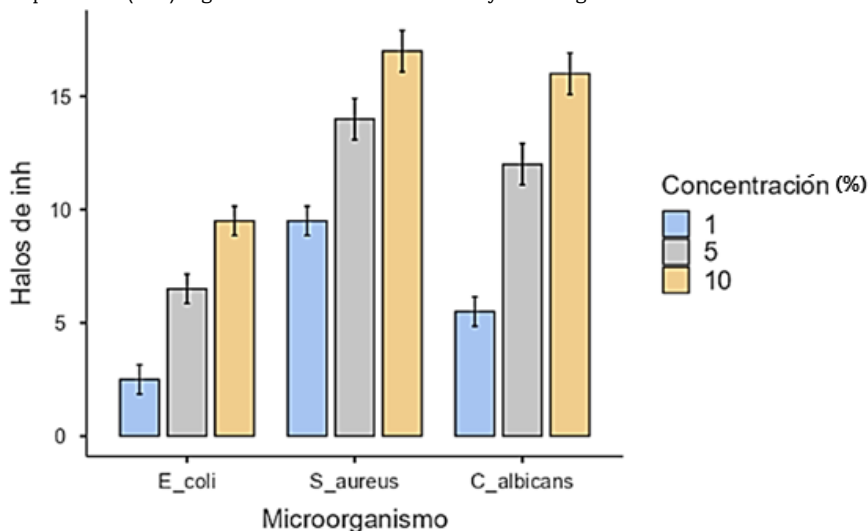
**Tabla 3.**

Halos de inhibición (mm ± DS) de los extractos de *U. tomentosa* frente a los microorganismos evaluados.

Solvente / Control	Conc.	<i>E. coli</i> (mm)	<i>S. aureus</i> (mm)	<i>C. albicans</i> (mm)	Observación
<b>EtOH 100%</b>	1%	1 ± 0,2	8 ± 0,4	4 ± 0,3	
	5%	5 ± 0,3	12 ± 0,5	10 ± 0,4	
	10%	8 ± 0,5	15 ± 0,6	14 ± 0,5	
<b>MeOH 100%</b>	1%	2 ± 0,2	9 ± 0,4	5 ± 0,3	
	5%	6 ± 0,4	13 ± 0,5	11 ± 0,4	
	10%	9 ± 0,5	16 ± 0,6	15 ± 0,5	
<b>EtOH 80:20</b>	1%	3 ± 0,3	10 ± 0,4	6 ± 0,3	
	5%	7 ± 0,4	15 ± 0,5	13 ± 0,4	
	10%	10 ± 0,5	18 ± 0,7	17 ± 0,6	
<b>MeOH 80:20</b>	1%	4 ± 0,3	11 ± 0,4	7 ± 0,3	
	5%	8 ± 0,4	16 ± 0,6	14 ± 0,5	
	10%	11 ± 0,6	<b>19 ± 0,7*</b>	<b>18 ± 0,6*</b>	Mayor actividad global
<b>C(-) EtOH</b>	—	< 2	< 2	0	
<b>C(-) MeOH</b>	—	< 2	< 2	0	
<b>C(+) Gentamicina</b>	10 µg	20 ± 0,8	17 ± 0,6	—	
<b>C(+) Fluconazol</b>	25 µg	—	—	20 ± 0,7	

**Nota.** Media ± desviación estándar (n = 3). C(-): control negativo; C(+): control positivo. \*Valor máximo obtenido.

Figura 1. Halos de inhibición promedio (mm) según concentración del extracto y microorganismo evaluado.



### 3.3 Concentración Mínima Inhibitoria (CMI)

Los valores de CMI (Tabla 4) oscilaron entre 10 y 100 µg/mL. *S. aureus* fue el microorganismo más susceptible, con CMI de 10

µg/mL para MeOH 100%, MeOH 80:20 y EtOH 80:20. *E. coli* presentó CMI de 50 µg/mL (extractos 80:20) y 100 µg/mL (extractos absolutos), mientras que *C. albicans* mostró sensibilidad intermedia (50–100 µg/mL), con valores menores en las mezclas 80:20.

**Tabla 4.** Concentración mínima inhibitoria (CMI, µg/mL) de los extractos de *U. tomentosa*.

Microorganismo	Extracto	200 µg/mL	100 µg/mL	50 µg/mL	10 µg/mL	CMI (µg/mL)
<i>E. coli</i>	MeOH 100%	–	–	+	+	100
	MeOH 80:20	–	–	–	+	50
	EtOH 100%	–	–	+	+	100
	EtOH 80:20	–	–	–	+	50
<i>S. aureus</i>	MeOH 100%	–	–	–	–	10
	MeOH 80:20	–	–	–	–	10
	EtOH 100%	–	–	–	+	50
	EtOH 80:20	–	–	–	–	10
<i>C. albicans</i>	MeOH 100%	–	–	+	+	100
	MeOH 80:20	–	–	–	+	50
	EtOH 100%	–	–	+	+	100
	EtOH 80:20	–	–	–	+	50

**Nota.** (–) sin crecimiento (inhibición); (+) con crecimiento. La CMI corresponde a la menor concentración con ausencia de turbidez.

### 3.4 Análisis estadístico

El ANOVA multifactorial (Tabla 5) reveló efectos principales significativos para los tres factores y todas sus interacciones (p

< 0,001 a 0,022). La prueba de Tukey (Tabla 6) confirmó que MeOH 80:20 produjo los halos más altos, siendo significativamente superior a los demás solventes (p < 0,001), excepto respecto a EtOH 80:20 (p = 0,421). Para el factor concentración, todas las comparaciones fueron significativas (p < 0,001).

**Tabla 5.** Resultados del ANOVA multifactorial para halos de inhibición de *U. tomentosa*.

Fuente de variación	gl	p	Sig.
Solvente	3	< 0,001	**
Concentración	2	< 0,001	**
Microorganismo	2	< 0,001	**
Solvente × Concentración	6	0,022	*
Solvente × Microorganismo	6	< 0,001	**
Concentración × Microorganismo	4	< 0,001	**
Solvente × Concentración × Microorganismo	12	0,002	**

**Nota.** gl: grados de libertad. \*\*: p < 0,01; \*: p < 0,05.

**Tabla 6.** Comparaciones múltiples post hoc de Tukey para el factor solvente.

Solvente (I)	Solvente (J)	Dif. medias (I–J)	EE	p Tukey
EtOH 100%	MeOH 100%	–1,407	0,313	< 0,001
EtOH 100%	EtOH 80:20	–1,889	0,313	< 0,001
EtOH 100%	MeOH 80:20	–2,852	0,313	< 0,001
MeOH 100%	EtOH 80:20	–0,481	0,313	0,421 ns

MeOH 100%	MeOH 80:20	-1,444	0,313	< 0,001
EtOH 80:20	MeOH 80:20	-0,963	0,313	0,015

**Nota.** EE: error estándar. ns: no significativo ( $p > 0,05$ ).

#### 4. Discusión

El tamizaje fitoquímico confirma la abundante riqueza metabólica de *U. tomentosa*, coincidiendo con Blanck et al. (2022) y Navarro-Hoyos et al. (2018), quienes documentaron alcaloides oxindólicos, proantocianidinas y flavonoides como principales responsables de la actividad antimicrobiana. La mayor intensidad en extractos 80:20 es consistente con Montiel et al. (2023), quienes atribuyeron este fenómeno a que las mezclas hidroalcohólicas combinan polaridades complementarias que favorecen la extracción de polifenoles y alcaloides.

La superioridad antimicrobiana de los extractos 80:20 (Figura 1, Tabla 3) replica el patrón reportado por Navarro-Hoyos et al. (2019) y Moraes et al. (2016). El componente acuoso incrementa la solubilidad de compuestos polares activos (taninos condensados, sales de alcaloides), mientras que el solvente orgánico extrae fracciones con capacidad membranolítica.

La mayor sensibilidad de *S. aureus* respecto a *E. coli* es coherente con la literatura (Blanck et al., 2022; Ccahuana-Vásquez et al., 2007). La membrana externa de las bacterias Gram-negativas actúa como barrera de permeabilidad que restringe la entrada de alcaloides e isoflavonoides hidrófobos. La CMI de 10 µg/mL para *S. aureus* con MeOH 80:20 es comparable a la reportada por Sánchez Hernández et al. (2022) y se considera alta actividad para un extracto crudo (Famuyide et al., 2019).

La actividad moderada frente a *C. albicans* (CMI 50–100 µg/mL) concuerda con Moraes et al. (2015, 2016). Las interacciones significativas solvente × concentración × microorganismo ( $p = 0,002$ ) reflejan la naturaleza multifactorial de la actividad. Como limitación, los valores de CMI se determinaron por ausencia de turbidez visual sin confirmación colorimétrica, lo que puede subestimar actividad bacteriostática. Estudios futuros deben orientarse al fraccionamiento bioguiado, caracterización por HPLC-MS y evaluación de sinergismo antibiótico.

#### 5. Conclusiones

El tamizaje fitoquímico confirmó la presencia universal de alcaloides, flavonoides, taninos, fenoles, saponinas y terpenoides en todos los extractos, con mayor intensidad en las mezclas hidroalcohólicas 80:20.

Los extractos mostraron actividad antimicrobiana dosis-dependiente, con MeOH 80:20 al 10% como el tratamiento más activo (11 mm en *E. coli*, 19 mm en *S. aureus*, 18 mm en *C. albicans*). La CMI más baja (10 µg/mL) frente a *S. aureus* indica alta actividad para un extracto crudo.

El ANOVA multifactorial confirmó efectos estadísticamente significativos del solvente, la concentración, el microorganismo

y todas sus interacciones ( $p \leq 0,022$ ). *S. aureus* fue el más sensible, seguido de *C. albicans* y *E. coli*.

*U. tomentosa* se posiciona como fuente promisoría de agentes antimicrobianos naturales, con potencial para el desarrollo de fitofármacos. Se recomienda continuar con fraccionamiento bioguiado y evaluación de sinergismo con antibióticos convencionales.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen al laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica y al laboratorio clínico RioLab por facilitar las instalaciones para la fase experimental.

**Contribución de los autores:** D.O.M.: conceptualización, metodología, investigación, análisis formal, redacción borrador. G.M.S.: supervisión, validación, revisión y edición.

**Financiamiento:** Los autores no recibieron apoyo financiero externo.

**Conflictos de intereses:** Los autores declaran no tener conflictos de interés.

#### Referencias

- Aguilar, G. R., et al. (2022). Global mortality associated with 33 bacterial pathogens in 2019. *The Lancet*, 400(10369), 2221–2248.
- Batiha, G., et al. (2020). *Uncaria tomentosa* (Willd. ex Schult.) DC.: A Review on Chemical Constituents and Biological Activities. *Applied Sciences*, 10(8), 2668.
- Blanck, J., Huebner, T., Rolls, A., Cornell, J., & Hwang, C. (2022). Comprehensive Review of the Components in Cat's Claw (*Uncaria tomentosa*) and Their Antibacterial Activity. *AppliedChem*, 2(4), 174–211.
- Ccahuana-Vásquez, R. A., et al. (2007). Antimicrobial Activity of *Uncaria tomentosa* Against Oral Human Pathogens. *Brazilian Oral Research*, 21(1), 46–50.
- Famuyide, I. M., et al. (2019). Antibacterial and Antibiofilm Activity of Acetone Leaf Extracts of Nine South African *Eugenia* and *Syzygium* Species. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1), 1–12.
- Jadimurthy, R., et al. (2023). Phytochemicals as Invaluable Sources of Potent Antimicrobial Agents to Combat Antibiotic Resistance. *Life*, 13(3), 734.
- Moraes, R., et al. (2015). Antifungal activity of *Uncaria tomentosa* against resistant non-*albicans* *Candida* isolates. *Phytomedicine*, 22(2), 189–195.
- Moraes, R., et al. (2016). In vitro synergism of a water insoluble fraction of *Uncaria tomentosa* combined with fluconazol and terbinafine. *Phytomedicine*, 23(2), 189–195.
- Montiel, D. G., et al. (2023). Influence of the Extraction Method on the Polyphenolic Profile and the Antimicrobial Activity. *Molecules*, 28(7), 2956.
- Navarro-Hoyos, M., et al. (2018). Polyphenolic Composition and Antioxidant Activity of Aqueous and Ethanolic Extracts from *Uncaria tomentosa*. *Antioxidants*, 7(9), 65.
- Navarro-Hoyos, M., et al. (2019). Polyphenolic Composition and Antioxidant Activity of *Uncaria tomentosa* Commercial Bark Products. *Antioxidants*, 8(9), 339.
- Oliveira, M., et al. (2024). An Overview of the Recent Advances in Antimicrobial Resistance. *Microorganisms*, 12(2), 407.

Sánchez Hernández, E., et al. (2022). Bark Extract of *Uncaria tomentosa* L. for the Control of Phytopathogenic and Clinically Relevant Bacteria. *Plants*, 11(19), 2574.

Sena, C. M., et al. (2025). Effects of *Uncaria tomentosa* and *Uncaria guianensis* Aqueous Extract on Enzyme Activity. *Molecules*, 30, 123.



© 202x. The Author(s). This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 (CC BY-SA) International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)