

O analiza bibliometrică a tendințelor globale de cercetare în domeniul rezistenței antimicrobiene veterinare

A bibliometric analysis of global research trends in the field of veterinary antimicrobial resistance

Mihai Folescu, Romeo T. Cristina

FMV Timișoara

mikefolescu@gmail.com

Cuvinte cheie: administrare antimicrobiană, analiză bibliometrică, agenți patogeni zoonotici, cartografiere științifică, tendințe globale în cercetare, analiza co-ocurenței, rezistență multiplă la medicamente, microbiologie veterinară, VOSviewer.

Key words: antimicrobial stewardship, bibliometric analysis, zoonotic pathogens, scientific mapping, global research trends, co-occurrence analysis, multidrug resistance, veterinary microbiology, VOSviewer.

Rezumat

Acest studiu bibliometric a evaluat tendințele globale ale cercetării în domeniul rezistenței antimicrobiene la medicină veterinară între 2000 și 2025, utilizând publicații indexate Scopus. Producția științifică, modelele de citare, colaborările internaționale, evoluția tematică și punctele de cercetare emergente au fost analizate utilizând VOSviewer, Microsoft Excel și instrumentele de analiza oferite de platforma Lens.org. Rezultatele au demonstrat o creștere exponențială a numărului de publicații după 2015, reflectând preocuparea globală sporită cu privire la administrarea antimicrobiană și conceptul „One Health”. Statele Unite, China și Regatul Unit au fost principalii contribuitori, în timp ce tendințele recente ale cercetării s-au concentrat pe rezistența multiplă la medicamente, transmiterea zoonotică, supravegherea genomică și strategiile de administrare antimicrobiană.

Abstract

This bibliometric study assessed global research trends in the field of antimicrobial resistance in veterinary medicine between 2000 and 2025, using Scopus-indexed publications. Scientific output, citation patterns, international collaborations, thematic developments and emerging research hotspots were analysed using VOSviewer, Microsoft Excel and the analysis tools provided by the Lens.org platform. The results demonstrated an exponential increase in the number of publications after 2015, reflecting the increased global concern about antimicrobial stewardship and the “One Health” concept. The United States, China and the United Kingdom were the main contributors, while recent research trends focused on multidrug resistance, zoonotic transmission, genomic surveillance and antimicrobial stewardship strategies.

Introducere

Rezistența antimicrobiană (AMR – antimicrobial resistance) reprezintă una dintre cele mai importante amenințări globale pentru sănătatea publică și medicina veterinară contemporană, afectând eficiența tratamentelor antiinfecțioase și contribuind la creșterea morbidității, mortalității și costurilor asociate managementului bolilor infecțioase [9].

Utilizarea extensivă și uneori inadecvată a antibioticelor în medicina umană, medicina

veterinară, producția animală și agricultură a accelerat apariția și răspândirea microorganismelor rezistente la multiple clase de antimicrobiene, determinând o reducere progresivă a opțiunilor terapeutice disponibile [8].

În medicina veterinară, agenții antimicrobieni au un rol esențial în prevenția, controlul și tratamentul bolilor bacteriene la animalele de companie, animalele de fermă și speciile acvatice.

Administrarea antibioticelor contribuie la menținerea sănătății și bunăstării animalelor, dar utilizarea frecventă sau necorespunzătoare poate favoriza selecția bacteriilor rezistente și transferul genelor de rezistență între microorganisme patogene și comensale [6].

În acest context, animalele pot deveni rezervoare importante pentru bacterii rezistente, iar transmiterea acestora către populația umană poate avea loc prin contact direct, prin lanțul alimentar sau prin contaminarea mediului [4].

Conceptul „One Health” a devenit fundamental în abordarea fenomenului AMR, subliniind interdependența dintre sănătatea umană, sănătatea animală și mediul înconjurător [5].

Organizațiile internaționale, inclusiv World Health Organization, World Organisation for Animal Health și Food and Agriculture Organization of the United Nations, au evidențiat necesitatea implementării unor strategii integrate de supraveghere, stewardship antimicrobian și reducere a utilizării nejustificate a antibioticelor în toate sectoarele relevante [7].

În ultimii ani, numeroase state au dezvoltat planuri naționale de acțiune împotriva rezistenței antimicrobiene, bazate pe cooperare interdisciplinară și monitorizare epidemiologică integrată [2].

Interesul științific pentru rezistența antimicrobiană în medicina veterinară a crescut semnificativ în ultimele două decenii, în special după dezvoltarea programelor internaționale de supraveghere și publicarea strategiilor globale privind utilizarea prudentă a antimicrobienei [5].

Cercetările recente s-au concentrat asupra bacteriilor zoonotice și a microorganismelor multidrog rezistente, precum *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Staphylococcus aureus* și bacteriile producătoare de beta-lactamaze cu spectru extins (ESBL), considerate priorități majore pentru sănătatea publică globală [9].

Dezvoltarea tehnologiilor moleculare, a secvențierii genomice și a instrumentelor bioinformatică a contribuit semnificativ la înțelegerea mecanismelor de rezistență și a

dinamicii transmiterii genelor AMR între specii și ecosisteme [7].

În paralel, implementarea sistemelor globale de supraveghere a permis generarea unui volum considerabil de date epidemiologice privind distribuția și evoluția rezistenței antimicrobiene în populațiile animale [9].

În contextul expansiunii accelerate a literaturii științifice din domeniul AMR, analizele bibliometrice au devenit instrumente importante pentru evaluarea productivității științifice, a colaborărilor internaționale, a impactului academic și a direcțiilor emergente de cercetare.

Bibliometria utilizează metode cantitative pentru analiza publicațiilor științifice, oferind informații relevante privind tendințele de dezvoltare ale unui domeniu, autorii influenți, instituțiile dominante și tematicile de interes major [1].

Bibliometria este o ramură a cercetării științifice care analizează cantitativ publicațiile academice pentru a înțelege evoluția, impactul și structura unui domeniu de cercetare prin studierea numărului de articole, a citărilor, a colaborărilor dintre autori, instituții și țări, precum și a cuvintelor-cheie și a tendințelor tematice.

În ultimii ani, studiile bibliometrice au fost aplicate pe scară largă în multiple domenii biomedicale, însă cercetările dedicate în mod specific rezistenței antimicrobiene în medicina veterinară rămân relativ limitate.

Prin urmare, scopul prezentului studiu este realizarea unei analize bibliometrice comprehensive a publicațiilor științifice globale privind rezistența antimicrobiană **în medicina veterinară în perioada 2000–2025**.

Studiul urmărește evaluarea evoluției producției științifice anuale, a impactului citațional, a celor mai productive țări și instituții, precum și identificarea principalelor teme și direcții emergente de cercetare.

De asemenea, analiza co-ocurenței cuvintelor-cheie și evaluarea evoluției tematice pot contribui la o mai bună înțelegere a structurii intelectuale și a perspectivelor viitoare ale cercetării privind rezistența antimicrobiană în medicina veterinară, în contextul abordării One Health.

2. Materiale si metode

Studiul de față a fost realizat sub forma unei analize bibliometrice având ca scop evaluarea tendințelor globale de cercetare în domeniul rezistenței antimicrobiene în medicina veterinară.

Datele au fost colectate din baza de date Lens.org, o platformă academică ce indexează publicații științifice din diverse domenii.

Căutarea a fost efectuată în iunie 2026, incluzând publicații disponibile până în anul 2025.

Strategia de căutare a utilizat termenul „antimicrobial resistance in veterinary medicine”, fără aplicarea inițială a unor restricții suplimentare, pentru a asigura o acoperire cât mai largă a literaturii relevante.

Ulterior, au fost aplicate criterii de includere și excludere pentru rafinarea setului de date.

Au fost incluse articolele originale și review-urile publicate în perioada 2000–2025, care abordau tematica rezistenței

antimicrobiene în context veterinar sau al sănătății animalelor.

Au fost excluse alte tipuri de documente, precum conferințele, brevetele, editoriale sau notele științifice, pentru a menține consistența analizei bibliometrice.

În urma aplicării acestor criterii, setul final de analiză a cuprins aproximativ **37.830** de publicații.

Pentru fiecare publicație au fost extrase metadate bibliografice relevante, incluzând titlul, autorii, anul publicării, afilierea instituțională, țara de origine, jurnalul de publicare, cuvintele-cheie și, acolo unde a fost disponibil, numărul de citări.

Datele au fost exportate în format CSV și prelucrate ulterior pentru analiză.

Analiza bibliometrică a fost realizată prin combinarea utilizării programului Microsoft Excel, a instrumentelor de analiza integrate în platforma Lens.org pentru statistici descriptive și a software-ului VOSviewer (versiunea 1.6.20) pentru analiza rețelelor și vizualizarea datelor.

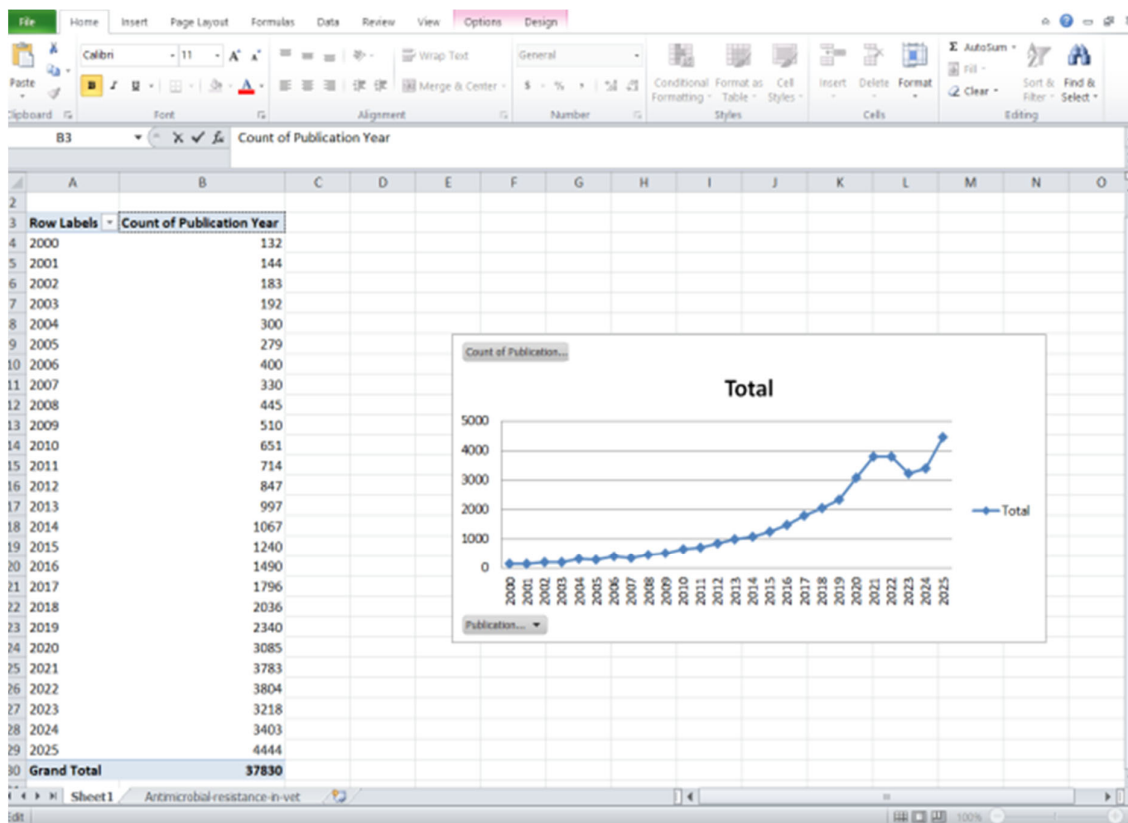


Figura 1. Pivot table in Excel pentru evidentierea numarului de publicatii/an (generat original)

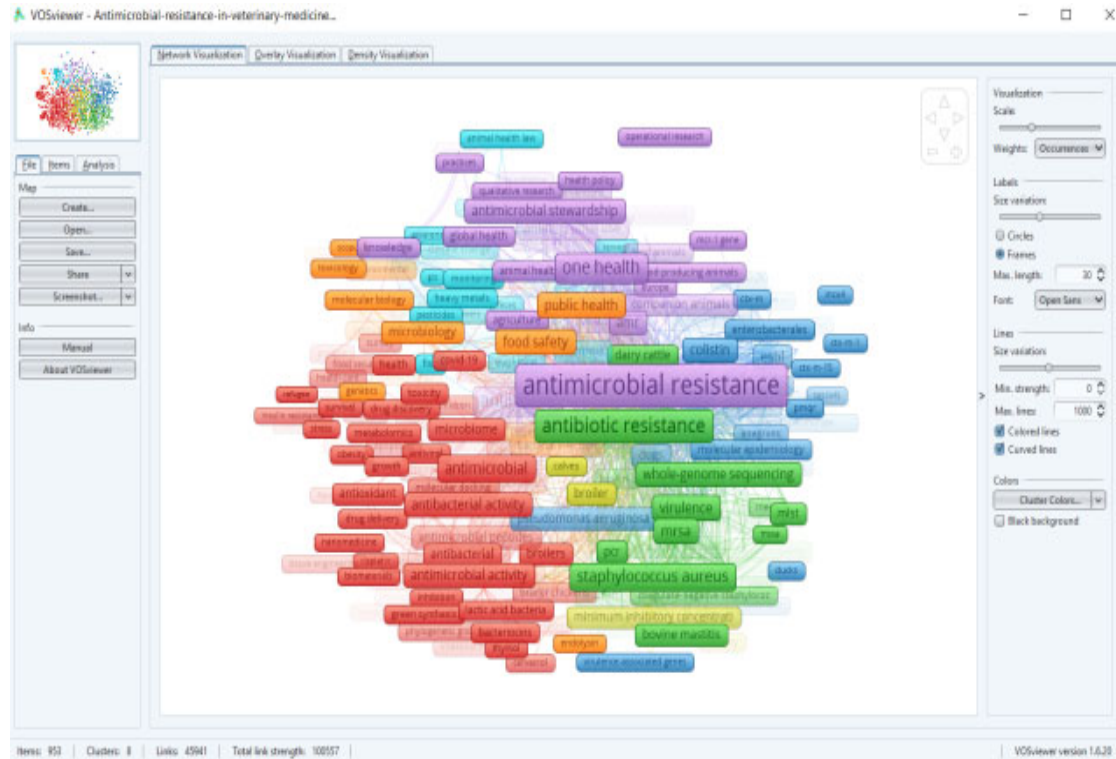


Figura 2. VOSviewer versiunea 1.6.20 (generat original)

Au fost efectuate analize descriptive privind producția științifică anuală, distribuția publicațiilor pe țări, autori și reviste, precum și analiza performanței științifice pe baza numărului de publicații și citări.

Rețelele bibliometrice și analiza clusterelor au fost realizate utilizând software-ul VOSviewer (Vers. 1.6.20).

A fost aplicată analiza de co-apariție a cuvintelor-cheie (co-occurrence analysis), utilizând metoda Full Counting, fiind stabilit un prag minim de apariție pentru a asigura relevanța și claritatea rețelelor generate.

Vizualizările obținute au fost utilizate pentru identificarea principalelor direcții de cercetare și a evoluției tematiche în timp, inclusiv prin utilizarea hărților de tip *overlay* pentru evidențierea tendințelor recente.

Clusterelor tematiche au fost generate automat pe baza frecvenței și intensității relațiilor dintre cuvintele-cheie identificate în publicațiile incluse în analiză.

În plus, au fost realizate analize de tip science mapping, incluzând analiza co-apariției cuvintelor-cheie și identificarea principalelor clusterelor tematiche din domeniu.

3. Rezultate

Analiza evoluției în timp a publicațiilor științifice

Analiza bibliometrică a identificat o creștere semnificativă a numărului de publicații privind rezistența antimicrobiană în medicina veterinară în perioada 2000–2025.

Evoluția anuală a producției științifice a evidențiat o tendință ascendentă constantă, cu o accelerare evidentă după anul 2015 și o creștere accentuată în ultimii ani ai perioadei analizate (Figura 3).

O creștere constantă a producției științifice privind rezistența antimicrobiană în medicina veterinară a fost observată între 2000 și 2025, cu o accelerare marcată după 2015 și un vârf în ultimii ani.

În intervalul **2000–2005**, numărul publicațiilor anuale a rămas relativ redus, cercetările fiind orientate predominant asupra utilizării antibioticelor în producția animală și asupra bacteriilor zoonotice de interes major.

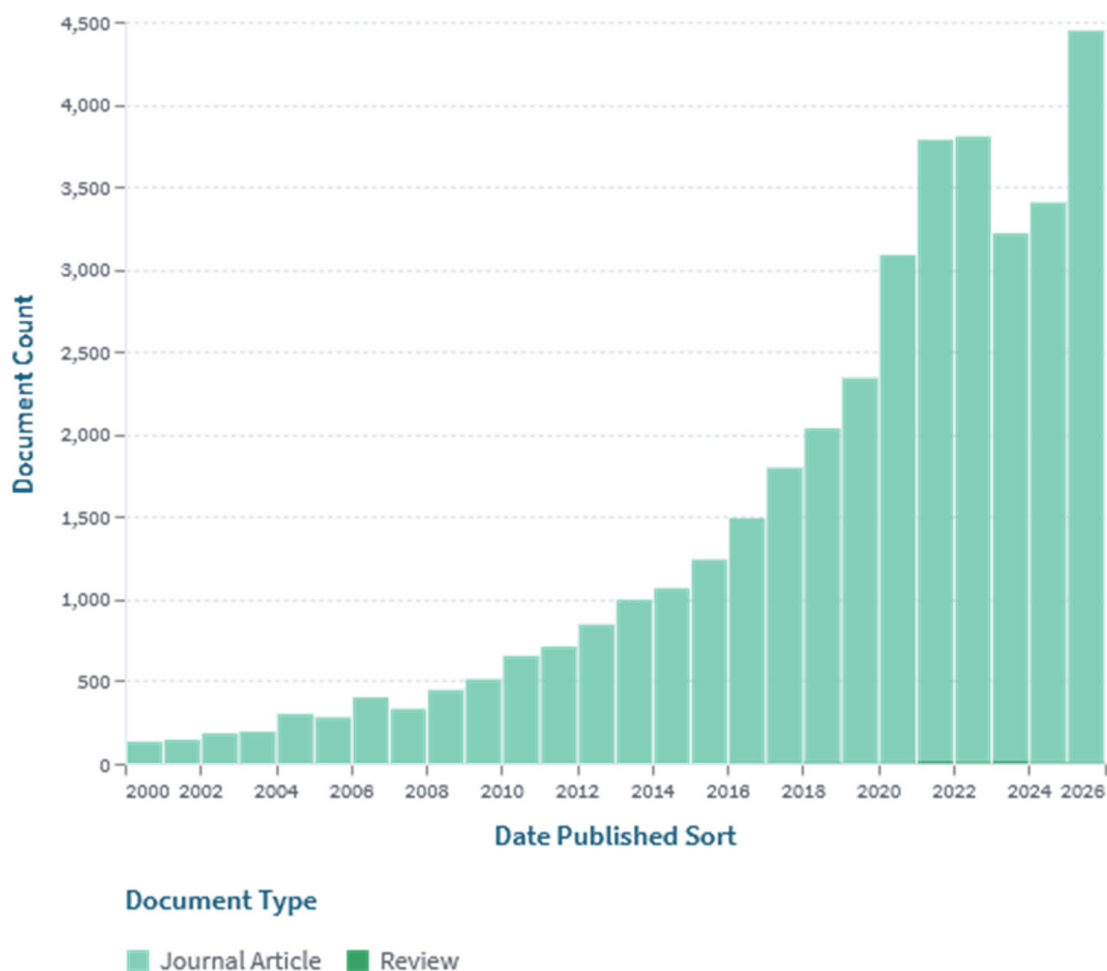


Figura 3. Evoluția anuală a publicațiilor privind rezistența antimicrobiană în medicina veterinară (2000-2025)

Începând cu perioada **2010–2015**, s-a observat o creștere progresivă a interesului pentru mecanismele moleculare de rezistență, transferul genelor AMR și supravegherea epidemiologică globală.

După anul **2015**, ritmul de publicare a crescut exponențial, reflectând dezvoltarea programelor internaționale de stewardship antimicrobian și extinderea cercetărilor interdisciplinare [3].

Cea mai mare rată de creștere a fost înregistrată în perioada **2020–2025**, când numărul publicațiilor a fost influențat de dezvoltarea tehnologiilor genomice, a secvențierii de nouă generație și a sistemelor integrate de supraveghere epidemiologică.

Tendința ascendentă a producției științifice sugerează consolidarea rezistenței antimicrobiene veterinare ca domeniu strategic de cercetare la nivel global.

Aceste rezultate reflectă interesul tot mai mare al comunității științifice pentru problematica rezistenței antimicrobiene și impactul acesteia asupra sănătății animale, sănătății publice și siguranței alimentare, concomitent cu intensificarea preocupărilor globale privind fenomenul AMR și implementarea strategiilor internaționale bazate pe conceptul One Health [7].

Analiza lucrărilor cu cel mai mare impact citațional a evidențiat o concentrare a publicațiilor foarte citate în perioada **2012–2016**.

Aceste studii au reprezentat contribuții majore la dezvoltarea domeniului și au abordat teme precum utilizarea antimicrobienele în producția animală, mecanismele de rezistență bacteriană, supravegherea epidemiologică și concept

Analiza citațiilor

Numărul redus de lucrări foarte citate în anii recentți poate fi explicat prin efectul de întârziere a acumulării citărilor (*citation lag*), publicațiile noi neavând încă suficient timp pentru a acumula un număr mare de referințe.

Tabelul 1.

Numărul publicațiilor pe intervalul 2000-2025

Anul publicării	Numărul publicațiilor din anul respectiv
2000	132
2001	144
2002	183
2003	192
2004	300
2005	279

2006	400
2007	330
2008	445
2009	510
2010	651
2011	714
2012	847
2013	997
2014	1067
2015	1240
2016	1490
2017	1796
2018	2036
2019	2340
2020	3085
2021	3783
2022	3804
2023	3218
2024	3403
2025	4444
Total	37830

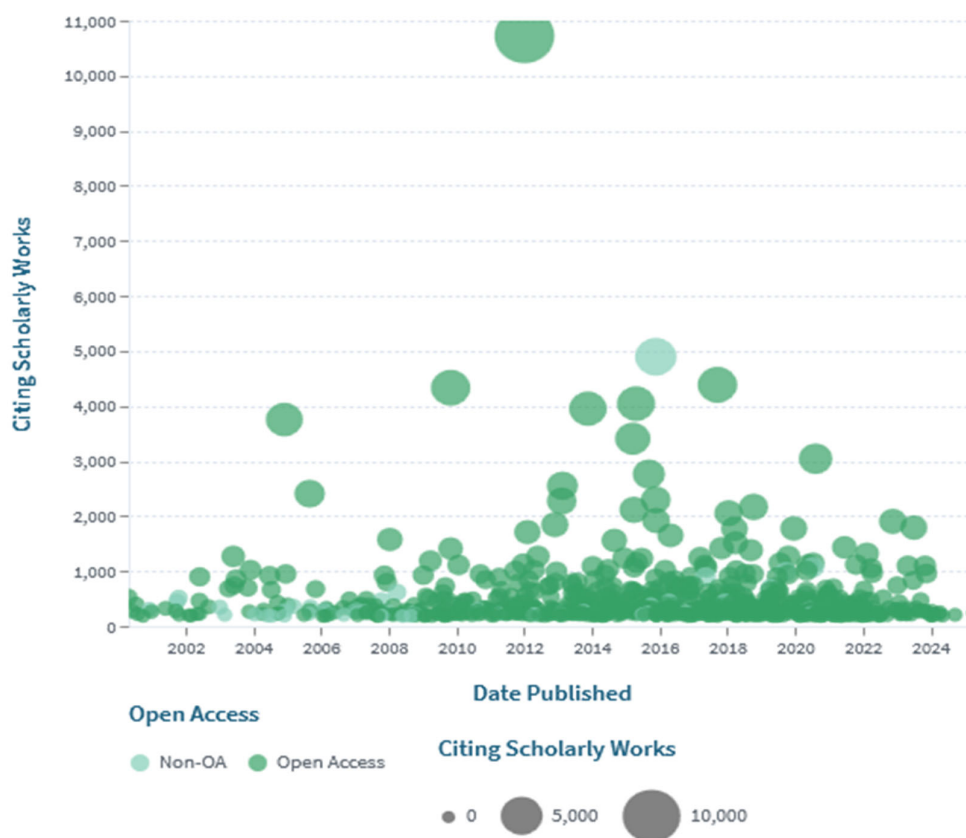


Figura 4. Distributia lucrărilor academice cel mai citate de-a lungul timpului

Analiza impactului citațional a evidențiat o creștere importantă a numărului total de citări în ultimele două decenii, indicând interesul crescut al comunității științifice pentru problematica AMR veterinară. Articolele cu cel mai mare impact au abordat în principal:

- utilizarea antimicrobienuelor în producția animală;
- transmiterea zoonotică a bacteriilor rezistente;
- rezistența la antibiotice critice;
- strategiile de stewardship antimicrobian;

- abordarea One Health.

Indicatorii bibliometrici au demonstrat o creștere progresivă a mediei citărilor/document, sugerând maturizarea și extinderea domeniului de cercetare.

Distribuția geografică a publicațiilor

Analiza distribuției geografice a publicațiilor a evidențiat o contribuție semnificativă a țărilor dezvoltate la cercetarea privind rezistența antimicrobiană în medicina veterinară (Figura 5).

Statele Unite ale Americii au ocupat primul loc în ceea ce privește numărul de publicații, cu

- 6.153 de documente, urmate de
- China (3.050 publicații) și
- Regatul Unit (2.745 publicații).

De asemenea,

- Canada (1.521 publicații),
- Germania (1.466 publicații),
- Brazilia (1.324 publicații) și
- Egipt (1.272 publicații)

s-au numărat printre principalii contributivi la literatura de specialitate.

În topul celor mai productive țări s-au regăsit și

- Italia (1.250 publicații),
- Australia (1.132 publicații),
- Franța (1.016 publicații) și
- Spania (904 publicații).

Alte state cu activitate științifică importantă au inclus:

- Belgia,
- Țările de Jos,
- Danemarca,
- India,
- Elveția,
- Japonia,
- Iran,
- Coreea de Sud și
- Suedia.

Distribuția geografică a publicațiilor evidențiază rolul central al Americii de Nord și Europei în dezvoltarea cercetărilor privind

rezistența antimicrobiană, dar și creșterea contribuției țărilor asiatice, în special a Chinei.

Rezultatele sugerează o extindere globală a **interesului** pentru această problemă, reflectând impactul major al rezistenței antimicrobiene asupra sănătății animale, sănătății publice și siguranței alimentare.

Primele **20 de țări** după numărul de publicații sunt prezentate în Tabelul 2,

Distribuția acestora este ilustrată în Figura 5.

Aceste țări au contribuit semnificativ la dezvoltarea cercetărilor privind supravegherea AMR, utilizarea prudentă a antimicrobienei și dezvoltarea politicilor internaționale de control.

Creșteri importante ale producției științifice au fost observate în țările asiatice, în special în China, reflectând extinderea capacităților de cercetare și interesul crescut pentru impactul AMR asupra sănătății publice și producției animale.

Tabelul 2.
Top 20 țări după numărul de publicații

Țara	Numar publicații
Statele Unite	6153
China	3050
Regatul Unit	2745
Canada	1521
Germania	1466
Brazilia	1324
Egipt	1272
Italia	1250
Australia	1132
Franța	1016
Spania	904
Belgia	811
Țările de Jos	748
Danemarca	737
India	729
Elveția	726
Japonia	719
Iran	706
Coreea	546
Suedia	497

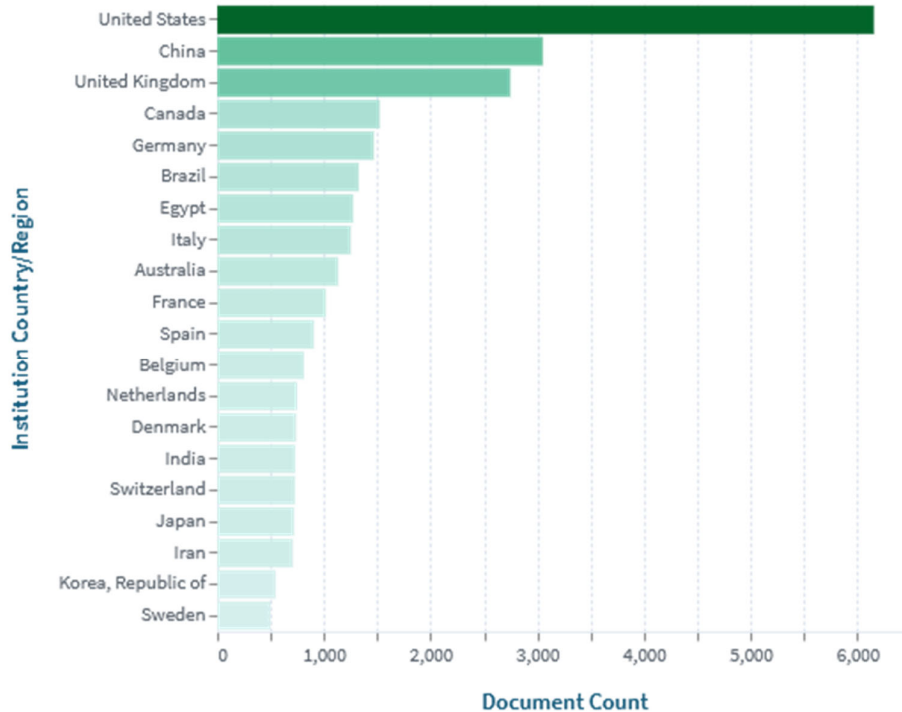


Figura 5. Principalele țări contribuatoare

Instituțiile și autorii cei mai productivi

Analiza afiliațiilor instituționale a identificat universități și centre de cercetare cu activitate științifică intensă în domeniul AMR veterinar.

Analiza afilierilor instituționale a evidențiat contribuția semnificativă a unor universități și centre de cercetare recunoscute la nivel internațional în dezvoltarea cercetărilor privind rezistența antimicrobiană în medicina veterinară (Figura 6).

Cea mai productivă instituție identificată a fost:

- China Agricultural University, cu 531 publicații,
- Ghent University (520 publicații),
- Free University of Berlin (435 publicații),
- University of Guelph (423 publicații) și
- University of São Paulo (423 publicații).

De asemenea, un număr ridicat de publicații a provenit de la:

- University of Copenhagen (422 publicații),
- Utrecht University (416 publicații),
- University of Veterinary Medicine Vienna (366 publicații),
- Cornell University (353 publicații) și

• Iowa State University (349 publicații).
Printre instituțiile cu activitate științifică importantă s-au regăsit și:

- University of Liverpool,
- Cairo University,
- Ohio State University,
- INRAE,
- University of California Davis,
- Yangzhou University,
- North Carolina State University,
- United States Department of Agriculture,
- University of London și University of Oxford.

Distribuția instituțională a publicațiilor evidențiază contribuția majoră a universităților și centrelor de cercetare din Europa, America de Nord și Asia la dezvoltarea cunoștințelor privind rezistența antimicrobiană.

Prezența simultană a **instituțiilor veterinare, agricole și biomedicale** confirmă caracterul interdisciplinar al cercetării și importanța colaborării dintre diferite domenii științifice în abordarea acestei probleme globale.



Figura 6. Topul institutiilor de unde s-au publicat articolele.

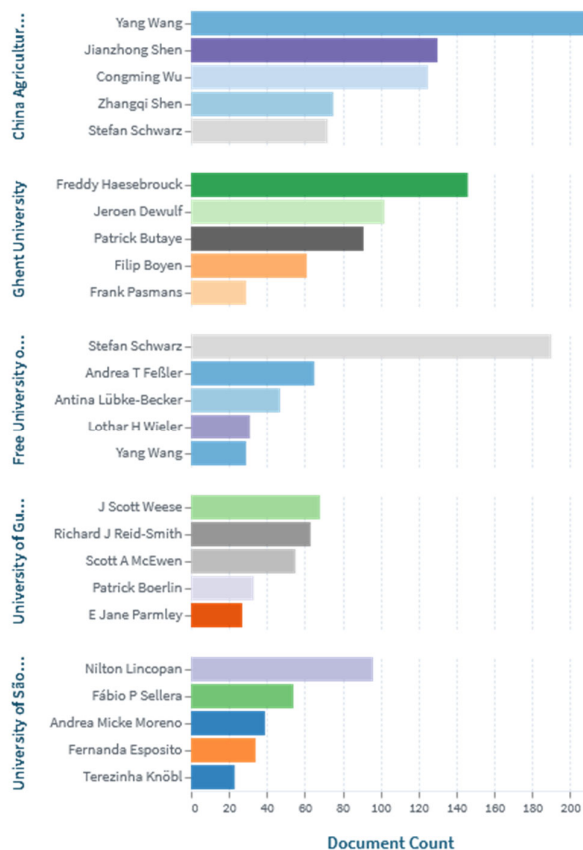


Figura 7. Clasificarea autorilor care au contribuit in cercetarea AMR in functie de productivitate si institutia afiliata

Autorii cu cea mai mare productivitate au prezentat, de asemenea, niveluri ridicate de colaborare internațională și impact citațional crescut.

Analiza autorilor a identificat un grup restrâns de cercetători cu productivitate ridicată și contribuții constante în literatura de specialitate (Figura 7).

Autorii cei mai productivi au fost implicați în studii privind epidemiologia rezistenței antimicrobiene, caracterizarea moleculară a agenților patogeni și implementarea conceptului *One Health*.

Jurnalele si editurile științifice dominante

Literatura privind rezistența antimicrobiană în medicina veterinară a fost publicată predominant în reviste specializate din domeniile microbiologiei veterinare, epidemiologiei și sănătății publice.

Rezultatele au evidențiat rolul important al revistelor dedicate microbiologiei veterinare și bolilor infecțioase în diseminarea rezultatelor cercetărilor privind rezistența antimicrobiană.

Cele mai numeroase publicații privind rezistența antimicrobiană în medicina veterinară au fost identificate în reviste specializate în microbiologie veterinară, epidemiologie și sănătate publică, precum:

- Antibiotics;
- Frontiers in microbiology;
- Frontiers in Veterinary Science;
- Veterinary microbiology;
- Microorganisms;
- PLoS one;
- Journal of veterinary internal medicine;
- Critical Care Animals.

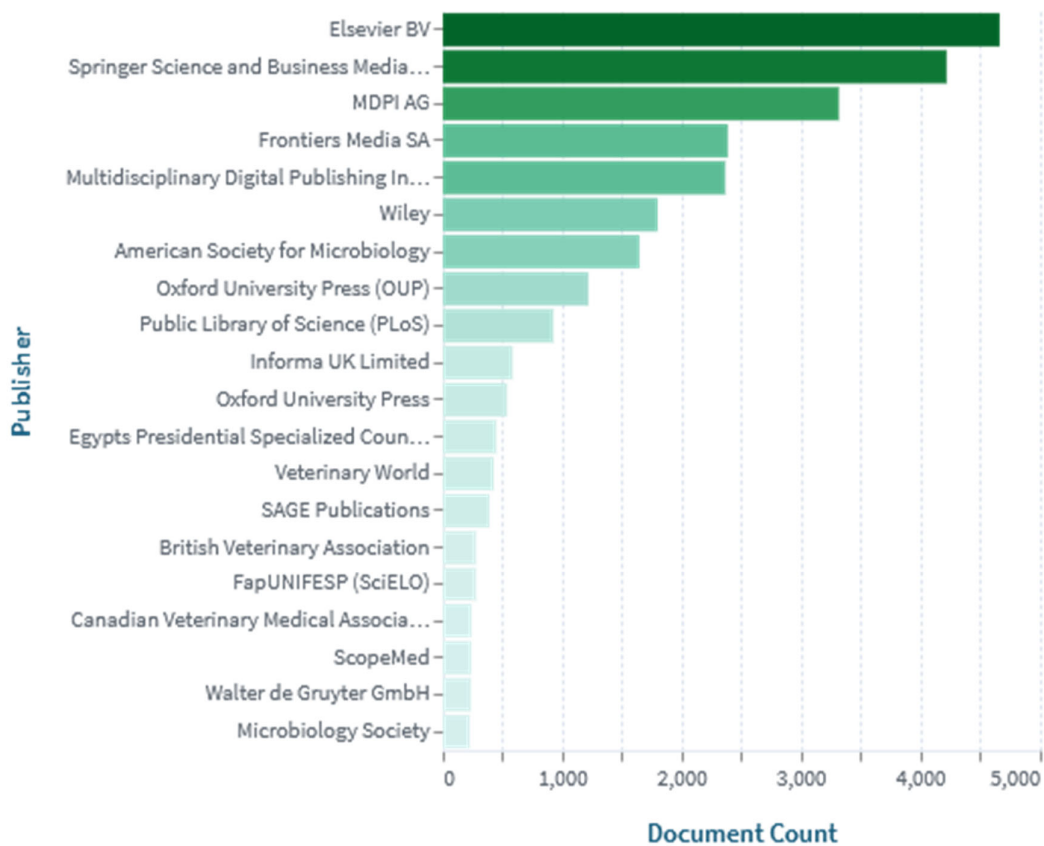


Figura 8. Principalii editori ai publicațiilor privind AMR veterinară

Aceste reviste au publicat predominant articole privind supravegherea rezistenței antimicrobiene, utilizarea antibioticelor în producția animală și impactul zoonotic al bacteriilor rezistente.

Analiza editurilor științifice a evidențiat o concentrare importantă a publicațiilor privind rezistența antimicrobiană în medicina veterinară în cadrul unor edituri internaționale consacrate (Figura 8).

Elsevier BV a reprezentat principalul editor, cu 4.667 de publicații identificate în setul analizat, urmat de Springer Science and Business Media LLC (4.222 publicații) și MDPI AG (3.319 publicații).

De asemenea, un număr important de lucrări a fost publicat prin Frontiers Media SA

(2.388 publicații), Wiley (1.800 publicații) și American Society for Microbiology (1.648 publicații).

Rezultatele evidențiază rolul dominant al marilor edituri internaționale în diseminarea cercetărilor privind rezistența antimicrobiană în medicina veterinară.

Totodată, prezența unor organizații specializate, precum:

- American Society for Microbiology,
- British Veterinary Association,
- Canadian Veterinary Medical Association și Microbiology Society,

indică importanța societăților profesionale în promovarea și publicarea studiilor din acest domeniu.

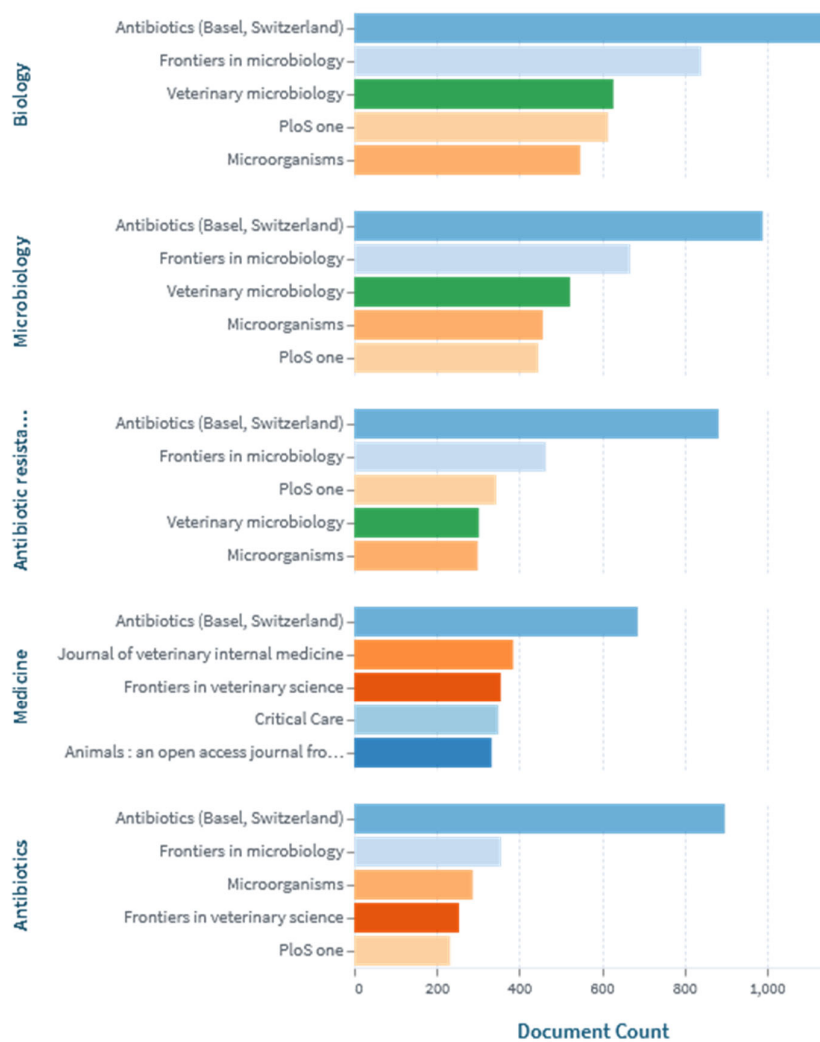


Figura 9. Distribuția pe domeniu de studiu a jurnalelor științifice

Analiza distribuției publicațiilor în funcție de domeniul de studiu și revista de publicare a evidențiat predominanța unor jurnale specializate în microbiologie, rezistență antimicrobiană și medicină veterinară (Figura 9).

Pentru domeniul „Antibiotic Resistance”, revista „Antibiotics” a înregistrat cel mai mare număr de publicații (883 documente), urmată de „Frontiers in Microbiology” (464 documente), „PLOS One” (344 documente), „Veterinary Microbiology” (302 documente) și „Microorganisms” (299 documente).

Un model similar a fost observat și pentru domeniul „Antibiotics”, unde revista „Antibiotics” a ocupat prima poziție (898 documente), fiind urmată de „Frontiers in Microbiology”, „Microorganisms”, „Frontiers in Veterinary Science” și „PLOS One”.

În domeniul Biologiei, cele mai numeroase publicații au fost identificate în „Antibiotics” (1.155 documente), „Frontiers in Microbiology” (841 documente) și „Veterinary Microbiology” (628 documente).

Pentru domeniul Microbiologiei, revistele dominante au fost „Antibiotics” (990 documente), „Frontiers in Microbiology” (669 documente), „Veterinary Microbiology” (523 documente), „Microorganisms” (457 documente) și „PLOS One” (446 documente).

În categoria Medicinii, cele mai reprezentate surse au fost „Antibiotics” (687 documente), „Journal of Veterinary Internal Medicine” (385 documente), „Frontiers in Veterinary Science” (355 documente), „Critical Care Medicine” (349 documente) și „Animals” (333 documente).

Rezultatele evidențiază rolul central al revistelor specializate în microbiologie, boli infecțioase și medicină veterinară în diseminarea cercetărilor privind rezistența antimicrobiană.

„Antibiotics” (MDPI) domină aproape toate domeniile. „Frontiers in Microbiology” și „Veterinary Microbiology” sunt revistele de bază ale domeniului.

Cercetarea AMR veterinară este publicată simultan în reviste de microbiologie, medicină veterinară și sănătate publică, ceea ce susține

concluzia de interdisciplinaritate pe care am obținut-o și din analiza VOSviewer.

Analiza domeniilor de studiu și cuvintelor-cheie

Analiza distribuției publicațiilor pe domenii de studiu a evidențiat caracterul multidisciplinar al cercetării privind rezistența antimicrobiană în medicina veterinară (Figura 10).

Cele mai reprezentate domenii au fost:

- *Biologia* (26.819 publicații),
- *Microbiologia* (19.749 publicații) și
- *Medicina* (13.458 publicații).

De asemenea, un număr important de lucrări a fost încadrat în ariile tematice *Antibiotic Resistance* (13.232 publicații), *Antibiotics* (11.300 publicații) și *Antimicrobial* (10.110 publicații).

Printre domeniile frecvent asociate s-au regăsit:

- *Genetica* (8.926 publicații),
- *Bacteriologia* (7.836 publicații),
- *Medicina Veterinară* (6.935 publicații) și
- *Biotehnologia* (3.342 publicații).

Totodată, au fost identificate categorii specifice legate de agenți patogeni și mecanisme de rezistență, precum *Escherichia coli* (5.216 publicații), Drug Resistance (4.391 publicații), Multiple Drug Resistance (3.301 publicații), *Staphylococcus aureus* (3.273 publicații) și *Salmonella* (2.984 publicații).

Rezultatele evidențiază faptul că rezistența antimicrobiană în medicina veterinară reprezintă un domeniu complex, situat la intersecția dintre microbiologie, medicină, genetică, biologie moleculară și științele alimentare.

Distribuția publicațiilor confirmă importanța abordărilor interdisciplinare pentru înțelegerea mecanismelor de rezistență, monitorizarea agenților patogeni și dezvoltarea strategiilor de control.

Analiza cuvintelor-cheie a permis identificarea principalelor direcții tematice ale cercetării. Termenii cel mai frecvent asociați au inclus:

- “antimicrobial resistance”;

- “One Health”;
- “multidrug resistance”;
- “Escherichia coli”;
- “surveillance”;
- “antimicrobial stewardship”;
- “food-producing animals”;
- “zoonotic bacteria”.

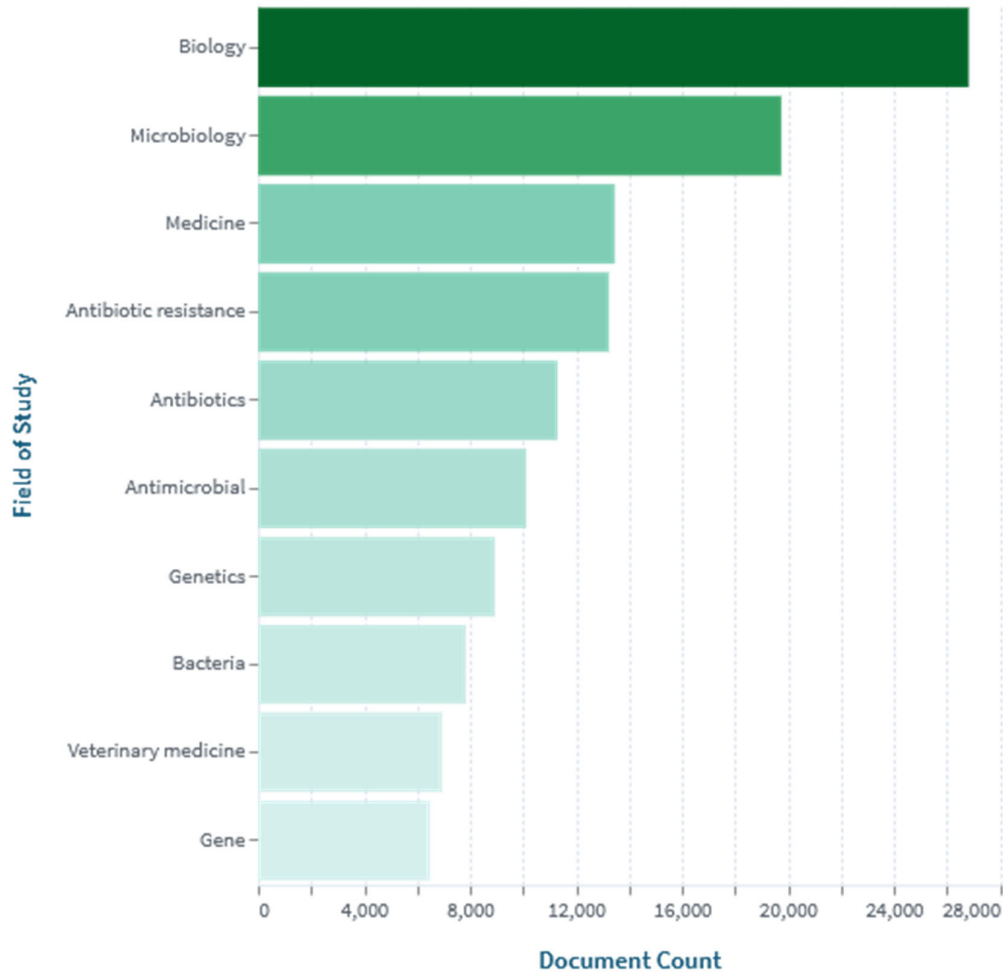


Figura 10. Distribuția pe domenii de studio

Analiza frecvenței cuvintelor-cheie a evidențiat principalele direcții tematiche ale cercetării privind rezistența antimicrobiană în medicina veterinară (Figura 11).

Cel mai frecvent termen identificat a fost:

- „Antimicrobial Resistance” (5.013 publicații), urmat de
- „Antibiotic Resistance” (1.895 publicații),
- „Escherichia coli” (1.457 publicații),
- „One Health” (1.115 publicații) și
- „Antibiotics” (1.102 publicații).

De asemenea, printre termenii frecvent utilizați s-au regăsit:

- „Salmonella” (873 publicații),
- „Staphylococcus aureus” (734 publicații),
- „Multidrug Resistance” (706 publicații),
- „Resistance” (658 publicații) și
- „E. coli” (624 publicații).

Prezența dominantă a acestor cuvinte-cheie evidențiază interesul major al cercetătorilor pentru mecanismele rezistenței bacteriene, monitorizarea agenților patogeni de importanță veterinară și implicațiile acestora asupra sănătății publice.

Rezultatele indică faptul că cercetarea actuală este orientată atât către studiul

microorganismelor rezistente, în special *Escherichia coli*, *Salmonella* și *Staphylococcus aureus*, cât și către abordări integrate bazate pe conceptul One Health, care urmăresc conexiunile dintre sănătatea animală, sănătatea umană și mediu.

Frecvența ridicată a termenului „*Multidrug Resistance*” sugerează preocuparea crescândă pentru apariția și răspândirea bacteriilor rezistente la multiple clase de antimicrobiene.

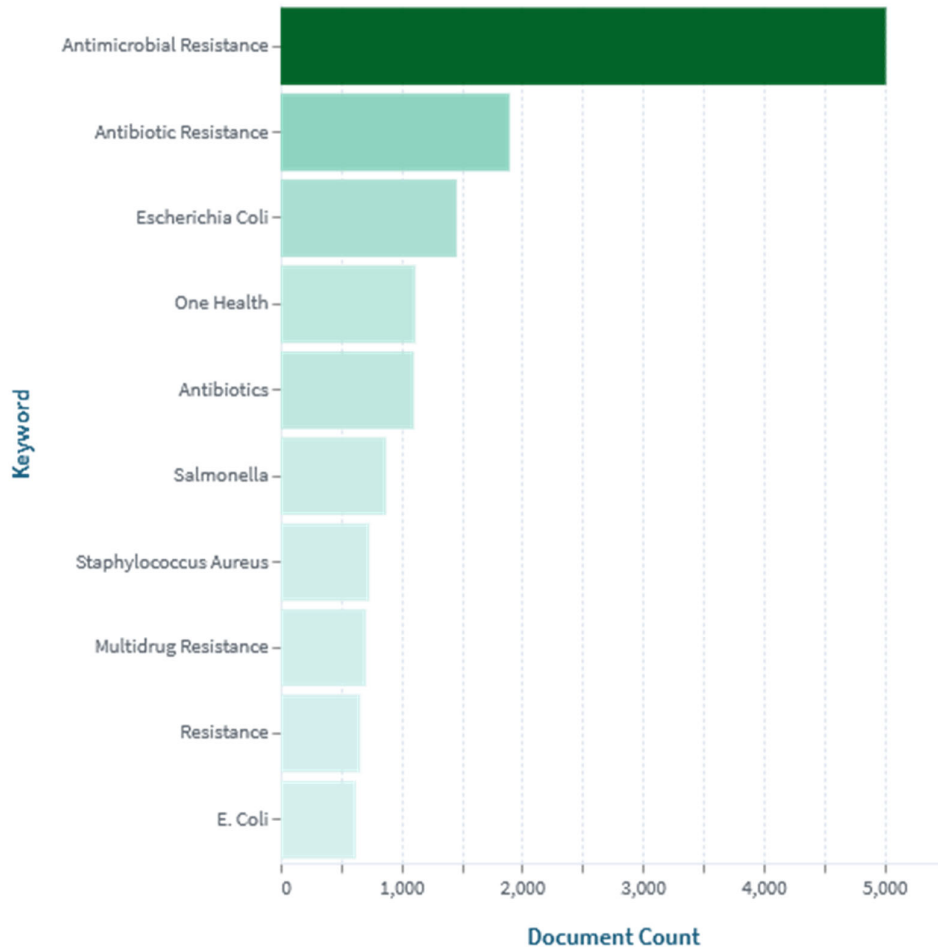


Figura 11. Clasamentul cuvintelor cheie folosite in domeniul AMR

Analiza clusterelor

Analizele bibliometrice și reprezentările grafice au fost realizate utilizând software-ul VOSviewer, un instrument dedicat construirii și vizualizării rețelelor bibliometrice.

Programul permite identificarea modelelor de colaborare, a relațiilor de co-citare și a conexiunilor tematice dintre publicații prin intermediul hărților bazate pe rețele.

Vizualizarea rețelei (network visualization) generată în VOSviewer a relevat relațiile structurale dintre entitățile analizate. Dimensiunea nodului a reflectat frecvența de

apariție, în timp ce grosimea legăturii a reprezentat puterea asocierii.

Culori diferite au identificat grupuri de elemente strâns legate.

Vizualizarea suprapusă (overlay visualization) a oferit informații suplimentare despre evoluția temporală a domeniului de cercetare.

Elementele afișate în galben corespundeau unor teme de cercetare mai recente, în timp ce elementele colorate în albastru reprezentau domenii de investigație mai vechi, permițând identificarea tendințelor de cercetare emergente.

caracterizarea moleculară a genelor de rezistență.

Un alt cluster important a fost centrat pe patogenii bacterieni de interes veterinar, în special:

- „*Staphylococcus aureus*”,
- „*MRSA*” și
- „*bovine mastitis*”,

evidențiind impactul rezistenței antimicrobiene asupra sănătății animalelor de producție.

De asemenea, au fost identificate clustere asociate epidemiologiei moleculare și caracterizării tulpinilor bacteriene, care au inclus termeni precum „*virulence*”, „*prevalence*”, „*MLST*” și „*serotype*”.

Rețeaua a evidențiat și un cluster dedicat strategiilor alternative de control al infecțiilor

bacteriene, în cadrul căruia au fost identificați termeni precum:

- „*antimicrobial activity*”,
- „*antibacterial activity*”,
- „*medicinal plants*”,
- „*probiotics*” și
- „*feed additives*”.

Acest aspect sugerează o orientare recentă a cercetării către identificarea unor soluții complementare sau alternative utilizării antibioticelor convenționale.

În ansamblu, analiza clusterelor a evidențiat caracterul multidisciplinar al cercetării privind rezistența antimicrobiană în medicina veterinară și conexiunile puternice dintre microbiologie, sănătate publică, epidemiologie și conceptul *One Health*.

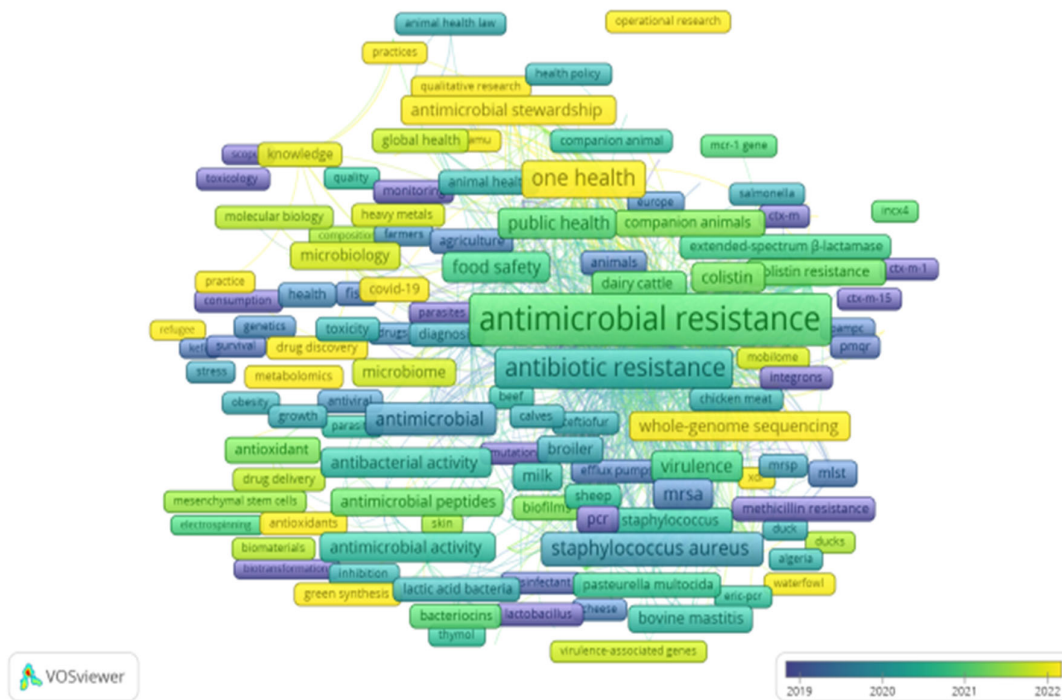


Figura 13. Overlay Visualization al rețelei de co-ocurență a cuvintelor-cheie. Culoarele indică anul mediu de apariție al termenilor, de la albastru (termeni mai vechi) la galben (termeni mai recent).

Analiza temporală a cuvintelor-cheie prin funcția Overlay Visualization din VOSviewer a evidențiat evoluția direcțiilor de cercetare în domeniul rezistenței antimicrobiene veterinare.

Harta a arătat o tranziție progresivă de la teme tradiționale, asociate caracterizării

bacteriilor patogene și studiilor microbiologice clasice, către subiecte emergente legate de mecanismele genetice ale rezistenței și abordările integrate de tip *One Health*.

Funcția Overlay Visualization din VOSviewer a evidențiat evoluția principalelor

direcții de cercetare în domeniul rezistenței antimicrobiene veterinare în perioada analizată (Figura 13).

Harta temporală a arătat că temele mai vechi ale cercetării au fost asociate în principal cu caracterizarea mecanismelor de rezistență și identificarea agenților patogeni bacterieni, fiind reprezentate de termeni precum:

- „MRSA”,
- „methicillin resistance”,
- „CTX-M”,
- „PMQR”,
- „integrons”,
- „MLST” și
- „PCR”.

În anii mai recentți, interesul științific s-a orientat către abordări interdisciplinare și tehnologii avansate de investigare, fiind evidențiată frecvența crescută a termenilor:

- „One Health”,
- „antimicrobial stewardship”,
- „whole-genome sequencing”,
- „global health”,
- „knowledge” și
- „operational research”.

De asemenea, au fost observate teme emergente asociate genomicii și biologiei moleculare, precum:

- „metabolomics” și
- „virulence-associated genes”.

Rezultatele sugerează o schimbare progresivă a preocupărilor de cercetare de la studiul mecanismelor individuale de rezistență către abordări integrate care includ supravegherea genomică, sănătatea publică și strategiile de utilizare responsabilă a antimicrobienelelor.

Această tendință reflectă consolidarea conceptului *One Health* ca direcție majoră în cercetarea contemporană privind rezistența antimicrobiană.

4. Discuții

Rezultatele analizei bibliometrice evidențiază o creștere substanțială a interesului științific pentru rezistența antimicrobiană în medicina veterinară în perioada 2000–2025.

Evoluția ascendentă a numărului de publicații, observată în special după anul 2015, reflectă recunoașterea tot mai accentuată a rezistenței antimicrobiene ca problemă majoră de sănătate globală.

Această tendință este în concordanță cu strategiile internaționale promovate de Organizația Mondială a Sănătății (WHO), Organizația Mondială pentru Sănătatea Animalelor (WOAH) și Organizația Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură (FAO), care au subliniat necesitatea unei abordări integrate pentru controlul fenomenului.

Distribuția geografică a publicațiilor a evidențiat predominanța Statelor Unite, Chinei și Regatului Unit, țări care au investit semnificativ în programe de supraveghere epidemiologică, infrastructură de cercetare și dezvoltarea politicilor privind utilizarea prudentă a antimicrobienelelor.

Poziționarea Chinei pe locul al doilea este deosebit de relevantă, reflectând creșterea rapidă a capacității de cercetare și preocuparea pentru impactul rezistenței antimicrobiene asupra producției animale și sănătății publice.

De asemenea, contribuțiile importante provenite din Canada, Germania, Brazilia și alte state europene demonstrează caracterul global al preocupărilor privind rezistența antimicrobiană.

Analiza instituțională a arătat că cele mai productive organizații provin în principal din Europa, America de Nord și Asia.

Prezența universităților cu profil veterinar, agricol și biomedical în topul instituțiilor sugerează caracterul multidisciplinar al cercetării actuale.

Instituții precum China Agricultural University, Ghent University, Free University of Berlin, University of Guelph și University of Copenhagen au contribuit semnificativ la dezvoltarea cunoștințelor privind epidemiologia bacteriană, genomica microorganismelor și strategiile de control al rezistenței antimicrobiene.

Analiza domeniilor de studiu a confirmat natura interdisciplinară a cercetării privind rezistența antimicrobiană. Dominanța domeniilor Biologie, Microbiologie și Medicină evidențiază faptul că înțelegerea fenomenului

necesită integrarea cunoștințelor provenite din multiple discipline.

În plus, prezența unor categorii precum Genetică, Biotehnologie, Știința alimentelor și Medicină veterinară demonstrează că rezistența antimicrobiană nu mai este abordată exclusiv ca o problemă microbiologică, ci ca un fenomen complex care implică sănătatea animală, sănătatea umană și siguranța alimentară.

Analiza cuvintelor-cheie a identificat termenii „antimicrobial resistance”, „antibiotic resistance”, „*Escherichia coli*”, „One Health” și „multidrug resistance” printre cele mai frecvent utilizate concepte.

Aceste rezultate sugerează că cercetările actuale sunt concentrate atât asupra mecanismelor de apariție și răspândire a rezistenței, cât și asupra impactului acesteia asupra sănătății publice.

Frecvența ridicată a termenului „One Health” reflectă adoptarea pe scară largă a conceptului conform căruia sănătatea oamenilor, a animalelor și a mediului sunt interdependente și trebuie abordate integrat.

Analiza rețelelor de co-ocurență realizată cu VOSviewer a evidențiat existența unor clustere tematice distincte.

Acestea au inclus teme asociate microbiologiei veterinare și agenților patogeni bacterieni, cercetărilor privind sănătatea publică și conceptul One Health, studiilor de genomică și caracterizare moleculară a rezistenței, precum și strategiilor de utilizare responsabilă a antimicrobienelelor.

Interconectarea puternică dintre aceste clustere sugerează că domeniul a evoluat către abordări interdisciplinare, în care cercetările epidemiologice, moleculare și clinice sunt integrate pentru a înțelege mai bine dinamica rezistenței antimicrobiene.

Rezultatele analizei Overlay Visualization au evidențiat modificări importante ale direcțiilor de cercetare în ultimii ani.

În timp ce studiile mai vechi au fost orientate predominant către caracterizarea mecanismelor clasice de rezistență și a bacteriilor patogene, cercetările recente sunt axate pe concepte precum „One Health”,

„antimicrobial stewardship”, „whole-genome sequencing” și „global health”.

Această schimbare sugerează o tranziție de la studiile descriptive către abordări complexe bazate pe tehnologii genomice moderne și sisteme integrate de supraveghere.

Analiza surselor de publicare a demonstrat rolul central al revistelor specializate în microbiologie și medicină veterinară, precum „Antibiotics”, „Frontiers in Microbiology”, „Veterinary Microbiology”, „Microorganisms” și „Frontiers in Veterinary Science”.

Dominanța acestor reviste indică interesul continuu pentru mecanismele microbiologice ale rezistenței și pentru strategiile de control aplicabile atât în medicina veterinară, cât și în sănătatea publică.

Prezentul studiu prezintă totuși anumite limitări.

Analiza a fost realizată utilizând o singură bază de date bibliografică, ceea ce poate conduce la omiterea unor publicații indexate exclusiv în alte surse.

De asemenea, rezultatele bibliometrice sunt influențate de strategia de căutare utilizată și de modul în care sunt indexate documentele în baza de date.

În plus, indicatorii bibliometrici reflectă cantitatea și impactul aparent al cercetării, fără a evalua în mod direct calitatea metodologică a studiilor incluse.

În concluzie, analiza bibliometrică evidențiază dezvoltarea accelerată a cercetării privind rezistența antimicrobiană în medicina veterinară și consolidarea acesteia ca domeniu strategic la nivel internațional.

Tendențele recente indică o orientare către abordări interdisciplinare bazate pe conceptul One Health, utilizarea tehnologiilor genomice avansate și dezvoltarea strategiilor de stewardship antimicrobian, aspecte care vor continua să modeleze direcțiile viitoare de cercetare și politicile de sănătate publică.

Bibliografie

1. Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W.M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of*

- Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
2. **European Commission. (2022).** *A European One Health Action Plan against Antimicrobial Resistance (AMR)*. European Commission, Brussels.
 3. **Prestinaci, F., Pezzotti, P., & Pantosti, A. (2015).** Antimicrobial resistance: A global multifaceted phenomenon. *Pathogens and Global Health*, 109(7), 309–318. <https://doi.org/10.1179/2047773215Y.0000000030>
 4. **Rhouma M, Thériault W, Rabhi N. (2021).** Risk of Antimicrobial Resistance Development from Pet Animals to Humans: Case of Enterobacteriaceae Family. *LOJ Pharmacology & Clinical Research*. Lupine Publishers.
 5. World Health Organization (WHO), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), United Nations Environment Programme (UNEP), & World Organisation for Animal Health (WOAH). **(2023).** *One Health Joint Plan of Action (2022–2026)*. Geneva: World Health Organization.
 6. **World Health Organization (WHO) (2017).** *Guidelines on Use of Medically Important Antimicrobials in Food-Producing Animals*. Geneva: World Health Organization.
 7. **World Health Organization (WHO) (2023).** *Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS) Report 2023*. Geneva: World Health Organization.
 8. **World Health Organization (WHO). (2024).** *Antimicrobial Resistance: Fact Sheet*. Geneva: World Health Organization.
 9. **World Health Organization (WHO). (2025).** *Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS) Report 2025*. Geneva: World Health Organization.
 10. **Sweileh WM. (2021).** Global research activity on antimicrobial resistance in food-producing animals. *Archives of Public Health*.
 11. **Torres RT, Carvalho J, Fernandes J, et al. (2021).** Mapping the scientific knowledge of antimicrobial resistance in food-producing animals. *One Health*.
 12. **Roncada P, Tilocca B. (2022).** Antimicrobial Resistance in Veterinary Medicine and Public Health. *Animals (MDPI)*.
 13. **Marco-Fuertes A, Marin C, Lorenzo-Rebenaque L, Vega S, Montoro-Dasi L. (2022).** Antimicrobial Resistance in Companion Animals: A New Challenge for the One Health Approach in the European Union. *Veterinary Sciences*.
 14. **Xu C, Kong L, Gao H, et al. (2022).** A Review of Current Bacterial Resistance to Antibiotics in Food Animals. *Frontiers in Microbiology*.
 15. **Sebola DC, Oguttu JW, Kock MM, Qekwana DN. (2022).** Hospital-acquired and zoonotic bacteria from a veterinary hospital and their associated antimicrobial-susceptibility profiles: A systematic review. *Frontiers in Veterinary Science*.
 16. **Aqib AI, Alsayeqh AF. (2022).** Vancomycin drug resistance, an emerging threat to animal and public health. *Frontiers in Veterinary Science*.
 17. **Puvača N. (2022).** Antimicrobial Resistance and Treatment in Companion, Food and Exotic Animals. *Antibiotics (MDPI)*.
 18. **San Andrés M. (2022).** Antibiotic Use in Veterinary. *Antibiotics (MDPI)*.
 19. **Tilocca B, Roncada P. (2022).** Antimicrobial Resistance in Veterinary Medicine and Public Health. *Animals (MDPI)*.
 20. **Tinoco Torres R, et al. (2021).** One Health perspective on antimicrobial resistance in food-producing animals. *One Health / Elsevier*.