



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIMICROBIANO IN**

**VITRO DEL EXTRACTO DEL *Taraxacum officinale***

**FRENTE AL *Acinetobacter baumannii***

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL**

**TÍTULO DE BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA**

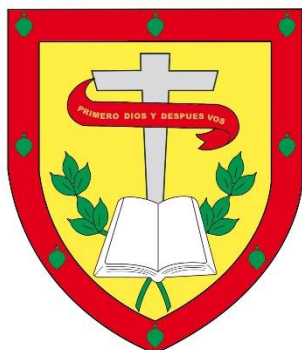
**AUTOR: ANGIE LISBETH PILCO SANAGUARAY**

**DIRECTOR: Q.F. DAVID ISRAEL BRAVO CRESPO, MGS**

**CUENCA - ECUADOR**

**2024**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIMICROBIANO IN VITRO DEL  
EXTRACTO DEL *Taraxacum officinale* FRENTE AL *Acinetobacter  
baumannii***

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA**

**AUTOR: ANGIE LISBETH PILCO SANAGUARAY**

**DIRECTOR: Q.F. DAVID ISRAEL BRAVO CRESPO, MGS**

**CUENCA - ECUADOR**

**2024**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**

## Evaluación del Efecto Antimicrobiano in vitro del Extracto del *Taraxacum officinale* frente al *Acinetobacter baumannii*

In vitro Assessment of the Antimicrobial Effect of *Taraxacum officinale* Extract against *Acinetobacter baumannii*  
Avaliação do Efeito Antimicrobiano in vitro do Extrato de *Taraxacum officinale* contra *Acinetobacter baumannii*

**Angie Pilco**

[angie.pilco@est.ucacue.edu.ec](mailto:angie.pilco@est.ucacue.edu.ec)

ORCID <https://orcid.org/0009-0007-6609-2277>

**David Israel Bravo Crespo**

[dbravoc@ucacue.edu.ec](mailto:dbravoc@ucacue.edu.ec)

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5131-4120>

*Universidad Católica de Cuenca, Carrera de Bioquímica y Farmacia, Cuenca, Azuay, Ecuador.*

### RESUMEN

*Acinetobacter baumannii* es una bacteria que ha emergido como un potencial patógeno responsable de una rápida diseminación y mortalidad, asociada a una elevada resistencia antimicrobiana. **Objetivo.** El presente estudio planteó como objetivo evaluar el efecto antimicrobiano in vitro del extracto del *Taraxacum officinale* frente al *Acinetobacter baumannii*. **Materiales y Métodos.** Se desarrolló bajo una investigación cuantitativa, con diseño experimental, empleando cultivos in vitro para la evaluación inhibitoria. La muestra estuvo conformada por 24 placas Petri con medio de cultivo Muller Hinton y en agar nutritivo se activó la bacteria *A. baumannii* ATCC BAA-1605. Se obtuvo extracto etanólico de *T. officinale*, que se aplicó a diferentes concentraciones. **Resultados.** Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas determinaron que *T. officinale* no mostró actividad antimicrobiana frente al *A. baumannii*, debido a que no hubo formación de halos de inhibición, incluido el control de ciprofloxacina; lo que conllevó a asumir la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alternativa, en relación a la escasa eficiencia que presentó la planta. **Conclusiones.** Se requiere de mayor investigación para comprender mejor los mecanismos de acción y la eficacia del extracto de la planta, así como para explorar su potencial aplicación clínica en el tratamiento de infecciones causadas por *A. baumannii*, a causa de que resulta ser una cepa con altos mecanismos de resistencia, que limitan el efecto del extracto empleado.

**Palabras clave:** *Acinetobacter baumannii*, efecto antimicrobiano, *Taraxacum officinale*

## ABSTRACT

*Acinetobacter baumannii* is a bacterium that has emerged as a potential pathogen responsible for rapid dissemination and mortality and is associated with high antimicrobial resistance. **Objective.** This study aimed to evaluate the in vitro antimicrobial effect of *Taraxacum officinale* extract against *Acinetobacter baumannii*. **Materials and Methods.** It was conducted as quantitative research with experimental design, using in vitro cultures for inhibitory evaluation. The sample comprised 24 Petri dishes with Muller Hinton culture medium, and *A. baumannii* ATCC BAA-1605 bacteria were activated on nutrient agar. Ethanol extract of *T. officinale* was obtained and applied at different concentrations. **Results.** The results obtained from the tests determined that *T. officinale* showed no antimicrobial activity against *A. baumannii* since there was no formation of inhibition zones, including the ciprofloxacin control; this led to assuming the null hypothesis and rejecting the alternative hypothesis, regarding the low efficiency presented by the plant. **Conclusions.** Further research is needed to understand better the mechanisms of action and efficacy of the plant extract, as well as to explore its potential clinical application in the treatment of infections caused by *A. baumannii* since this is a strain with high resistance mechanisms that limit the effect of the extract used.

**Key words:** *Acinetobacter baumannii*, Antimicrobial Effect, *Taraxacum officinale*.

## RESUMO

*Acinetobacter baumannii* é uma bactéria que emergiu como um potencial patógeno responsável pela rápida disseminação e mortalidade, associada à alta resistência antimicrobiana. **Objetivo.** O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito antimicrobiano in vitro do extrato de *Taraxacum officinale* sobre *Acinetobacter baumannii*. **Materiais e Métodos.** Foi desenvolvido sob pesquisa quantitativa, com delineamento experimental, utilizando culturas in vitro para avaliação inibitória. A amostra foi composta por 24 placas de Petri com meio de cultura Muller Hinton e a bactéria *A. baumannii* ATCC BAA-1605 foi ativada em ágar nutriente. Foi obtido extrato etanólico de *T. officinale*, o qual foi aplicado em diferentes concentrações. **Resultados.** Os resultados obtidos nos testes realizados determinaram que *T. officinale* não apresentou atividade antimicrobiana contra *A. baumannii*, pois não houve formação de halos de inibição, inclusive o controle ciprofloxacino; o que levou a assumir a hipótese nula e rejeitar a hipótese alternativa em relação à baixa eficiência que a planta apresentava. **Conclusões.** Mais investigação é necessária para melhor compreender os mecanismos de ação e eficácia do extrato vegetal, bem como para explorar a sua potencial aplicação clínica no tratamento de infecções causadas por *A. baumannii*, porque acaba por ser uma estirpe com elevados mecanismos de resistência, que limitam o efeito do extrato utilizado.

**Palavras-Chave:** *Acinetobacter baumannii*, efeito antimicrobiano, *Taraxacum officinale*

## INTRODUCCIÓN

Las infecciones bacterianas representan una de las enfermedades más comunes en personas de diferentes edades y géneros a nivel mundial, entre las que destaca la *A. baumannii*, que es una especie bacteriana, caracterizada por presentar diferentes mecanismos de resistencia antimicrobiana, mostrándose como un patógeno multirresistente, lo que evidencia complicaciones y dificultades para ser tratado. Así mismo, expone una sensibilidad reducida a antibióticos como los aminoglucósidos, cefalosporinas, carbapenémicos y fluoroquinolonas (1).

Este es un patógeno oportunista que genera infecciones comunitarias y nosocomiales, principalmente neumonías asociadas a ventiladores e infecciones del torrente sanguíneo, también puede colonizar y proliferar en el tracto urinario, piel y tejidos blandos, sobre todo en pacientes que se encuentran en cuidados intensivos. Sin embargo, en los últimos años, el interés clínico por analizar estas bacterias ha aumentado debido al exponencial incremento de cepas multirresistentes (2).

En este respecto, el estudio realizado por Vázquez et al. (1) reportó que, se ha identificado hasta un 73% de cepas resistentes a las quinolonas (ciprofloxacina y levofloxacina), el 71,3% a las sulfonamidas y más de la mitad (50-70%) a las cefalosporinas (cefazidima y cefepima), a las combinaciones de b-lactámicos/inhibidores de betalactamasas (tazobactam-piperacilina) y carbapenémicos (doripenem, imipenem y meropenem). Frente a lo que se hace necesario implementar nuevos métodos con igual efectividad y menos daños a las demás células. Ante lo cual, los beneficios que pueden aportar los productos naturales derivados de las plantas, han venido acrecentando el interés de la comunidad científica por el desarrollo de productos fitoterapéuticos.

Tal es el caso, de los ensayos realizados con el extracto de *T. officinale*, una planta herbácea perenne de flores amarillas que crece fácilmente en los prados, y es conocida tradicionalmente como diente león. De la cual, se ha comprobado experimentalmente que puede actuar como antiinflamatorio, antiparasitario, antibiótico, antifúngico, antiviral, citotóxico y anticancerígeno.

Por lo que, estudios recientes han investigado sobre los beneficios antimicrobianos de *T. officinale*, dentro de los cuales Jaramillo evaluó y reportó evidencias que demuestran la eficacia antibacteriana del extracto etanólico de *T. officinale* (diente de león) al 50% y 100% de concentración, contra cepas de *Staphylococcus aureus* (3).

Así mismo, Carrillo y Galván indicaron que los extractos acuosos y alcohólicos de la planta mostraron actividad antibiótica contra nueve especies de bacterias y tres hongos, también reportaron una significativa actividad para cuatro virus y dos especies de cucurbitáceas (4). Por su parte, Cortez y Manayalle realizaron diluciones para obtener concentraciones de 50%, 75% y 100%, de los resultados concluyeron que a una concentración de 50% se tiene un halo de inhibición promedio de  $9.25 + 0.35\text{mm}$ ; al 75% resultó de  $11.27 + 0.32\text{mm}$  y al 100% se obtuvo del  $19.01 + 0.39\text{mm}$  (5).

Así mismo, el estudio desarrollado por Yapias, da cuenta que esta especie produce diferentes efectos en la salud, que van desde actuar como coadyuvante en el control de enfermedades metabólicas y nutricionales, hasta un posible tratamiento para tratar diferentes tipos de infecciones (6). En el estudio de Tello et al., esta especie fue reportada como una planta con principio activo que presenta propiedades citotóxicas, antiinflamatorias y antimicrobianas que inhiben el crecimiento y proliferación de organismos patógenos (7). Estos efectos antimicrobianos del *T. officinale* se han evaluado in vitro empleando el extracto de la planta, los estudios han indicado que logra inhibir la proliferación de los patógenos, adicional a que se ha determinado que esta especie posee propiedades antiinflamatorias y citotóxicas.

Según estos sustentos, de acuerdo con las propiedades que presenta la planta, puede realizarse tratamientos en el laboratorio, con el propósito de obtener tanto extracto acuoso como extracto etanólico, ambas sustancias logradas mediante diferentes métodos, cuya composición química varía, aunque se ha inferido que ambos tienen un efecto

antimicrobiano, antioxidante y antiinflamatorio, de igual forma su uso in vitro ha dado indicios que, ayuda al control de enfermedades gastrointestinales e incluso las neoplasias de colon debido a que posee sustancias antitumorales y citotóxicas (8). Mientras que, hasta el presente, no se ha descrito efectos adversos letales con el uso de esta planta, se ha determinado que, su toxicidad es baja, aproximadamente DL50 para concentraciones de 36,8g/kg y 28,8g/kg (9).

Con base en los anteriores planteamientos, se presenta una investigación con el objetivo de evaluar el efecto antimicrobiano in vitro del extracto de *T. officinale*, frente al *A. baumannii*, a través de la identificación de las propiedades antimicrobianas que incrementan la capacidad inhibitoria de la planta, reduciendo el crecimiento y la proliferación de *A. baumannii*. Además de describir los mecanismos implicados en este proceso y estimar la efectividad de la misma por medio de inoculación del extracto de la planta en cultivo de la bacteria. Con el propósito de determinar si la posible simbiosis que ocurre a partir de los principios activos de cada una de estas sustancias presenta un efecto antimicrobiano en las cepas de *A. baumannii*, utilizando preparados con diferentes concentraciones. Ante lo cual, es importante destacar, que en el extracto no se realizará separación de sus compuestos o metabolitos, puesto que el objeto principal del estudio es observar los efectos que producen en conjunto los productos resultantes ante el patógeno que se analiza.

Ante los resultados esperados, la investigación se justifica en cuanto a que los datos obtenidos incrementan la evidencia científica sobre el uso de *T. officinale* como antimicrobiano, facilitando la comprensión e incrementando los mecanismos implicados en el efecto citotóxico y antiinflamatorio. Además, es importante mencionar que, la efectividad de esos compuestos para el tratamiento de infecciones por *A. baumannii*, es un tema de estudio innovador ya que no ha sido abordado con anterioridad, dentro de lo que, se destaca la contribución teórica de la investigación para el tratamiento de este patógeno multirresistente.

Desde un enfoque práctico la investigación contribuirá al desarrollo de futuros fármacos de origen natural que combatan infecciones, la factibilidad de estas nuevas alternativas tiene un impacto positivo en la salud pública disminuyendo las muertes por cáncer y aporta a la mejora de la calidad de vida de los pacientes. Ante lo que se presentan las siguientes hipótesis de investigación a las que se espera dar respuesta con la culminación del estudio, hipótesis nula (H0), el extracto de *T. officinale* no posee actividad antimicrobiana y como hipótesis alternativa (H1): El extracto de *T. officinale* posee actividad antimicrobiana.

## **BASES TEÓRICAS**

*T. officinale* es una planta herbácea, comúnmente conocida como "Diente de León" es una especie típica de regiones de América del Norte, Europa y Asia. Esta presenta flores amarillas y hojas dentadas, usualmente crece con facilidad en los jardines, terrenos baldíos y pastos. Desde hace cientos de años, las antiguas civilizaciones han empleado las hojas y la raíz como tratamiento de diferentes enfermedades, debido a que contiene fitoquímicos que le otorgan propiedades curativas. También se ha implementado las hojas tiernas como alimento, principalmente en ensaladas. Los principales fitoquímicos que pueden encontrarse en las raíces, flores, tallo y hojas son: carotenoides, flavonoides, ácidos fenólicos, lactonas sesquiterpénicas, esteroides, entre otros (10).

El extracto de *T. officinale* se obtiene a partir de la fracción acuosa del tallo de la planta, que contiene diversas sustancias con actividad farmacológica como lactonas

sesquiterpénicas, fenilpropanoides, triterpenoides/esteroles y flavonoides. Estos principios activos son analizados *in vitro* para evaluar su efectividad contra células cancerígenas. Ante lo cual, estudios previos como el llevado a cabo por Menke et al., han concluido que dosis de 2,5 mg/ml inducen apoptosis de líneas celulares neoplásicas de diferentes tipos (11).

Tal como lo expresa Ivanov et al., el uso de este tipo de plantas con fines medicinales se debe a que poseen metabolitos secundarios, responsables de inducir diferentes efectos en el organismo. Estas moléculas provienen del metabolismo primario del carbono, se encuentran en diferentes concentraciones y tienen funciones protectoras para la planta (12).

En el caso de *T. officinale*, se compone de terpenos que provienen del metabolismo del ácido mevalónico y el fosfato de metileritritol, a partir de los cuales se sintetiza isopentenil difosfato (IPP), este dará origen a monoterpenos, sesquiterpenos y diterpenos. Los compuestos fenólicos de este grupo incluyen cumarinas, flavonoides, taninos y lignina, sintetizadas a partir de las rutas metabólicas del ácido shikímico y ácido malónico. Los glucósidos que están compuestos por glicona, un carbohidrato que se une a una estructura llamada aglicona que es la responsable de los efectos biológicos de estos metabolitos y los alcaloides que se originan de aminoácidos como triptófano, tirosina y lisina (4,13).

Dentro de los métodos de extracción de los metabolitos secundarios, se encuentra la hidrodestilación que se emplea para extracción de aceites esenciales, por medio de la volatilidad de sus compuestos, lo que se logra al calentar la planta con el solvente, a través de esto, los compuestos son arrastrados por el vapor saturado (13). El proceso de maceración, en el que se emplean solventes como el agua o el metanol para sumergir el material vegetal, es una de las técnicas más empleadas por su factibilidad. Puede realizarse tanto a temperatura ambiente como aplicando calor. La percolación, cuya técnica se hace pasar el material vegetal triturado por el solvente, es uno de los métodos que permite obtener mayor cantidad de los compuestos, estimando una extracción de hasta el 95%. La decocción, en la que se coloca el material con agua caliente hasta el punto de ebullición por un tiempo determinado y se deja reposar (12).

Desde una perspectiva epidemiológica, el incremento de cepas multirresistentes se considera en la actualidad como un problema importante para el sistema sanitario debido a la elevada morbimortalidad que deriva. Los mecanismos de resistencia generados por la bacteria han limitado el espectro de antibióticos disponibles para su tratamiento (14). Por lo que, las cepas de *A. baumannii* ATCC BAA-1605, contienen microorganismos de control de calidad listos para ser utilizados y presenta las debidas recomendados para realizar pruebas de rendimiento de medios de cultivo, tinciones, reactivos, kits de detección e identificación, además ser útiles para evaluar procedimientos bacteriológicos (15).

Esta se considera una bacteria gramnegativa emergente con una amplia resistencia a los antibióticos a nivel mundial. Su resistencia y patogenicidad se encuentra asociada a la formación de biopelículas originando neumonías relacionadas con ventiladores e infecciones por catéteres. Debido a sus mecanismos para evadir la acción de los antibióticos, es uno de los patógenos que puede proliferar con mayor facilidad en los entornos hospitalarios, además de propagar de manera rápida y sin complejidad las cepas multirresistentes (1).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

De acuerdo con los objetivos que fueron previamente establecidos para el desarrollo del estudio, se aplicó un enfoque de investigación cuantitativa (16), que permitió dar respuesta

a las hipótesis establecidas del estudio, referidas de la siguiente manera: hipótesis nula (H0), el extracto de *T. officinale* no posee actividad antimicrobiana; hipótesis alternativa (H1), el extracto de *T. officinale* posee actividad antimicrobiana.

De acuerdo con el alcance del estudio se aplicó un diseño de investigación experimental, que según Hernández y Mendoza describe que los experimentos consisten en efectuar una determinada acción para observar posteriormente los efectos (17). En el presente estudio las variables independientes que corresponden al extracto de la planta se manipularon por medio de la preparación de diferentes concentraciones para evaluar el efecto antimicrobiano.

Según el tipo de investigación se trató de un estudio explicativo, que contribuye a determinar las causas del fenómeno y se caracterizan por emplear métodos estructurados (17). De igual forma al ser un tema novedoso por analizar la aplicabilidad de una planta, correspondió con una investigación de tipo exploratoria, que permite estudiar métodos innovadores y crear nuevos conceptos, derivados del tema sujeto de estudio; en este caso, se aplican estos paradigmas investigativos, debido a que se pretendió evaluar el efecto antimicrobiano in vitro del extracto del *T. officinale* frente al *A. baumannii*.

Dentro de los métodos y técnicas, fueron utilizadas las cepas comerciales de *A. baumannii* ATCC BAA-1605, para el control de calidad, validación y comprobación de medios de cultivo, pruebas y métodos microbiológicos clínicos, industriales y ambientales que fueron replicadas para incrementar su crecimiento in vitro. Para la reactivación de las bacterias se empleó medio agar soja tríptico con suplementos nutritivos para fomentar la proliferación bacteriana. Al efectuar la inoculación, las placas de Petri fueron resguardadas en estufa por 24 horas a 35°C. A partir del cultivo primario se procedió a inocular colonias de la bacteria en un tubo con caldo nutritivo el cual se llevó a incubación para lograr el mayor crecimiento logarítmico bacteriano. Posterior a ello, se ajustó el nivel de turbidez, lo que permitió obtener la cantidad necesaria de colonias requeridas para llevar a cabo las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana, en tal sentido la turbidez se trabajó a 0,5 de la escala estándar de McFarland, lo que correspondió a  $1,5 \times 10^8$  UFC/ml.

La muestra estuvo conformada por 24 placas Petri a las cuales se evaluó la inhibición del crecimiento bacteriano mediante la acción del extracto de *T. officinale*. Para confirmar la inhibición del crecimiento bacteriano se procedió a realizar la prueba de susceptibilidad antimicrobiana o antibiograma, aplicando el método difusión de disco o Kirby-Bauer, que consistió en inocular la bacteria en medio de cultivo Muller Hinton y adicionar el extracto; así mismo se utilizó ciprofloxacina de 5 µg para el control positivo y 15 µg de DMSO para el control negativo, lo cual se llevó a incubación por 24 horas a 35°C y luego fueron leídos, analizados e interpretados los halos de inhibición, para lo que se utilizó la clasificación de Duraffourd y Lapraz establecida de la siguiente manera: nula (-)  $\leq 8$ mm; sensible (+)  $> 9$ mm  $\leq 14$ mm; muy sensible (++)  $> 15$  mm  $\leq 19$  mm y muy sensible (+++)  $> 20$  mm).

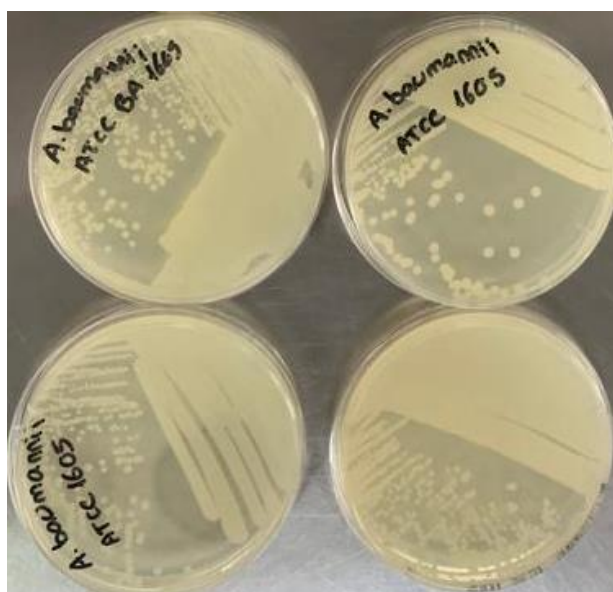
El protocolo para la obtención del extracto, permite preparar el material vegetal; para ello se procedió a recolectar hojas y raíces del *T. officinale*, que fueron sometidas a un proceso de lavado para retirar cualquier tipo de impurezas, empleando agua destilada (18). Se continuó con el secado, realizado de manera artificial utilizando una estufa al vacío con una temperatura de 60-65 °C durante 8 horas. Las hojas y raíces secas fueron almacenadas en una bolsa hermética y en un lugar fresco para evitar contaminación con microorganismos del ambiente.

Realizado el secado del material vegetal, se procedió con el triturado de las plantas con ayuda de un molino, utilizando el material resultante para la obtención del extracto etanólico; procediendo a realizar los cálculos de maceración.

En cuanto a la extracción se empleó como método, la maceración con alcohol etílico rectificado extra neutro al 96%. Para determinar la cantidad de solvente y soluto requeridos, se aplicó una proporción 2:1, es decir dos partes de alcohol (solvente), por una parte, de la planta (soluto). Para la maceración, se procedió a pesar la planta deshidratada y se colocó en envases de vidrio color ámbar. Posteriormente se realizó la proporción 2:1 de soluto y solvente dejando reposar con alcohol etílico rectificado extra neutro al 96% a temperatura ambiente por un mes. Finalmente, luego que se cumplió con el tiempo de maceración, se procedió a separar el solvente del material vegetal, utilizando un rota evaporador con temperatura de 85°C durante una hora. Para analizar los datos, se registraron los valores obtenidos de la efectividad del extracto, en una matriz de Excel 2019, resaltando que no se encontró información suficiente para realizar las pruebas estadísticas que se habían planteado para cumplir los objetivos del estudio.

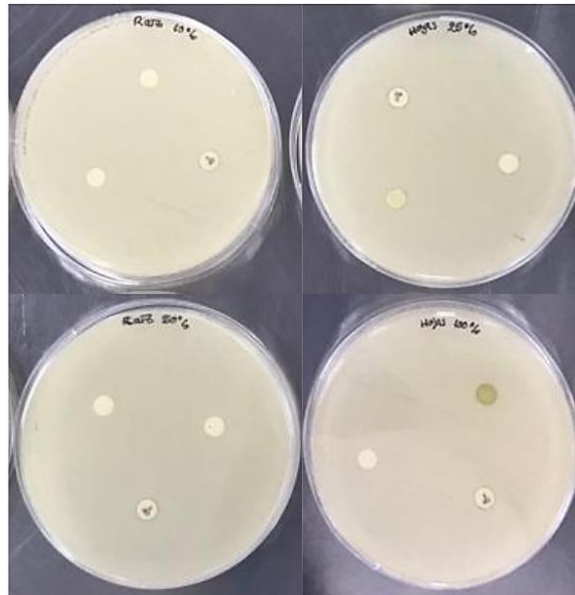
## RESULTADOS

En la Figura 1 se describe el resultado de la reconstitución de la bacteria en el cultivo primario, donde se evidencia el crecimiento de las colonias que garantizan que el procedimiento fue efectivo y no hubo contaminación con otros microorganismos.

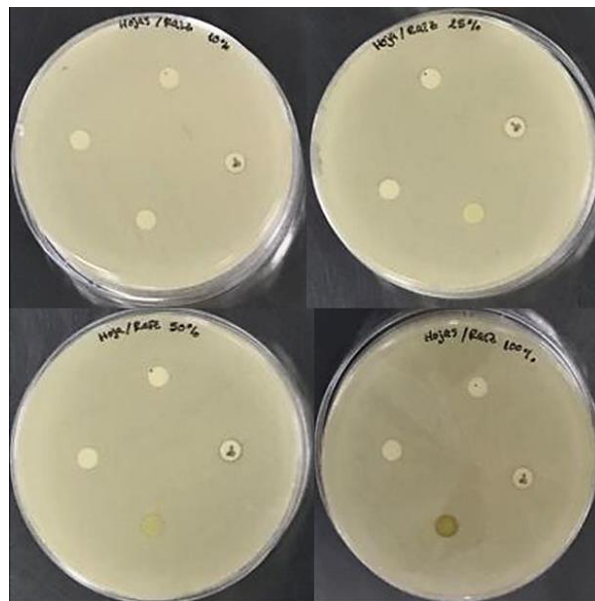


**Figura 1.** Activación de la cepa *A. baumannii*

Luego de la activación de la cepa comercial, para la prueba de susceptibilidad a los extractos; los cultivos se dividieron en 3 grupos: extracto de hoja, extracto de raíz y extracto combinado de raíz y hoja. Se realizaron por duplicados los cultivos bacterianos, sobre los cuales se probaron diferentes concentraciones del extracto. Como se muestra en la Figura 2 y 3, se emplearon 15 µg del extracto de cada parte de la planta al 10%, 25%, 50% y 100%; mientras que, para el control positivo de susceptibilidad se utilizaron discos de ciprofloxacina de 5 µg y para el negativo 15 µg de DMSO.

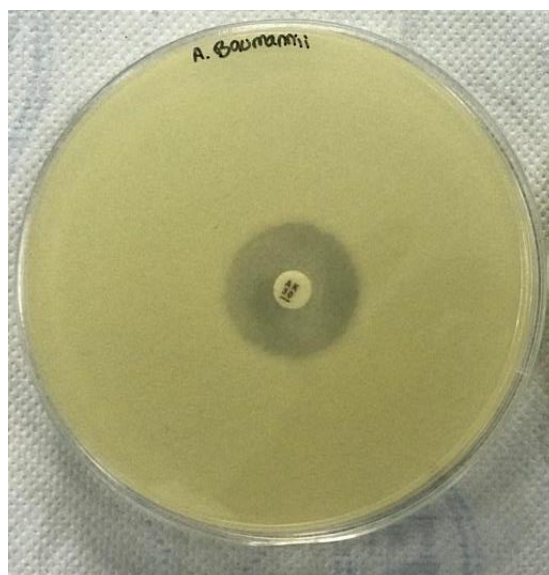


**Figura 2.** Discos con 15 µg del extracto de hoja y raíz a distintas concentraciones



**Figura 3.** Discos con 15 µg del extracto combinado hoja-raíz a distintas concentraciones

En todos los cultivos no hubo halos de inhibición por lo que resultó que *T. officinale* no posee efecto antimicrobiano en *A. baumannii* (Tabla 1). De acuerdo con estos resultados se puede observar que en ninguno de los cultivos se formó un halo de inhibición incluido el control de ciprofloxacina; los datos sugieren que la bacteria es una cepa con mecanismos de resistencia que limitan el efecto del extracto empleado. Para comprobar este fenómeno fue necesario realizar un nuevo control con amikacina de 30 µg, obteniéndose un halo de 23 mm (Figura 3), clasificado de acuerdo con los datos de The Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI) como Sensible ( $\geq 17$  mm).



**Figura 3.** Halo de inhibición de 23mm con amikaicina (30 µg)

La realización de un segundo control permitió comprobar que la cepa estaba activa y se había reconstituido adecuadamente, esta medida se implementó dado que en todos los casos hubo resistencia de la bacteria, por lo que se sospechó que se pudo activar incorrectamente. Sin embargo, al resultar sensible a la Amikacina se infirió que la concentración empleada del extracto es muy baja para causar un efecto antimicrobiano, por lo que sería conveniente llevar a cabo nuevos estudios con concentraciones superiores a los 15 µg. Aunado a ello, existe la posibilidad de que la bacteria posea mecanismos de resistencia innatos o adquiridos que impiden que el extracto pueda ser realmente efectivo.

Finalmente, es necesario aclarar que debido a la falta de datos no se pudieron aplicar las pruebas estadísticas que se habían planteado para cumplir los objetivos del estudio, y se asumió la hipótesis nula (H0), el extracto de *T. officinale* no mostró en las pruebas realizadas actividad antimicrobiana, debido a que no hubo formación de halos de inhibición incluido el control de ciprofloxacina en los cultivos. Por lo que se determina que la *A. baumannii*, resulta ser una cepa con altos mecanismos de resistencia que limitan el efecto del extracto empleado.

**Tabla 1.** Diámetro de los halos de inhibición

PLACAS DE TRATAMIENTOS	PARTE USADA	CONCENTRACIÓN	% DE EXTRACTO	Halo de inhibición (mm)	
				1° Grupo	2° Grupo
T1	Hoja	15 ug	10%	0 mm	0 mm
T2	Hoja	15 ug	25%	0 mm	0 mm
T3	Hoja	15 ug	50%	0 mm	0 mm
T4	Hoja	15 ug	100%	0 mm	0 mm
T5	Raíz	15 ug	10%	0 mm	0 mm
T6	Raíz	15 ug	25%	0 mm	0 mm
T7	Raíz	15 ug	50%	0 mm	0 mm
T8	Raíz	15 ug	100%	0 mm	0 mm
T9	Hoja-Raíz	15 ug	10%	0 mm	0 mm
T10	Hoja-Raíz	15 ug	25%	0 mm	0 mm
T11	Hoja-Raíz	15 ug	50%	0 mm	0 mm
T12	Hoja-Raíz	15 ug	100%	0 mm	0 mm

<b>CONTROL NEGATIVO</b>	<b>DMSO</b>	15 ug	0 mm	0 mm
<b>CONTROL POSITIVO</b>	<b>Ciprofloxacina</b>	5 ug	0 mm	0 mm
<b>CONTROL POSITIVO</b>	<b>Amikacina</b>	30 ug	23 mm	23 mm

## DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos del desarrollo de la investigación, se evidenció que no hubo formación de halos de inhibición incluido el control de ciprofloxacina en los cultivos, por lo que se determina que *A. baumannii*, resulta ser una cepa con altos mecanismos de resistencia que limitan el efecto del extracto empleado. No obstante, al resultar sensible a la Amikacina se infirió que la concentración empleada del extracto puede ser muy baja para ejercer un efecto antimicrobiano. Ante esto se podría aumentar las concentraciones y realizar las debidas mediciones correspondientes, con el propósito de comprobar la efectividad de la especie *T. officinale* en esta bacteria. Estos resultados, son análogos a los reportados por Stanković et al. (20) quienes encontraron que los extractos de la planta presentaron baja actividad antibacteriana, aun cuando al optimizarlos exhibieron diferentes actividades biológicas, donde el extracto de etanol mostró una mejor actividad eliminadora de radicales DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo).

No obstante, son contradictorios con otras investigaciones desarrolladas previamente, destacando la realizada por Yapias (6), en la que destaca las propiedades medicinales de esta planta, que contiene, entre otras sustancias como fenoles y terpenos, también fitoalexinas que actúan como antialimentarios hacia herbívoros y retarda el crecimiento de otras plantas depredadoras. Por lo que, este investigador la reporta como una especie con una amplia aplicación medicinal, llegando a los niveles de ser considerada como una de las plantas con un elevado potencial, resaltando las propiedades antibacterianas. Otro estudio realizado por Al-Snafi (21) demostró también actividad antimicrobiana del extracto de *T. officinale* contra *A. baumannii*, sugiriendo que los compuestos fenólicos que pueden encontrarse en la planta, podrían ser los componentes responsables de la actividad antimicrobiana que presenta.

Así mismo, la investigación que desarrollo Di Napoli y Zucchetti (10) reportaron actividad antibacterial de *T. officinale*, de los oligosacáridos y polisacáridos que extrajo; aunque fue comprobada, específicamente de las hojas en *S. aureus*, y *Bacillus subtilis*. Por su parte, Díaz et al. (22) obtuvo estos mismos resultados y adicionalmente confirmó actividad moderada de esta misma planta para *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* y *Proteus mirabilis*. Así mismo, un estudio realizado por Liang et al. (23) encontró que *T. officinale* puede inhibir *Candida albicans* alterando la pared celular. Mientras que, Wang (24) refiere una gran diversidad de propiedades del *T. officinale*, destacando entre estas las que intervienen en la actividad antimicrobiana, que dispone agentes antibacterianos que actúa como terapéutico conteniendo flavonoides, saponinas, fenoles, etc.

De igual manera, en la investigación realizada por Nweze et al. (25) evaluaron el efecto del extracto de *T. officinale* en diferentes cepas de *A. baumannii* mediante ensayos de difusión en disco y determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI). Los resultados revelaron que el extracto de la planta, presentaba una actividad antimicrobiana significativa contra todas las cepas de *A. baumannii* probadas, con valores de CMI que oscilaban entre 64 y 256 µg/ml.

Además, algunos estudios como el llevado a cabo por Martínez (26) también demostraron que el extracto de *T. officinale*, puede actuar sinérgicamente con antibióticos que se utilizan para el tratamiento de infecciones causadas por *A. baumannii*, como la amikacina y la colistina. Esta sinergia podría ser una estrategia prometedora para combatir la resistencia bacteriana y mejorar la eficacia del tratamiento contra esta bacteria patógena.

De la misma forma, Bermeo (27) mostró diferentes propiedades medicinales de *T. officinale*, destacando entre estas las propiedades como antifúngico, antibacteriano, lo que según palabras del investigador, esta planta representa una fuente prometedora para la prevención y el tratamiento de condiciones de salud, por lo que sugiere llevar a cabo más investigaciones para validar las propiedades medicinales previamente descritas y por corroborar el uso de esta planta como tratamiento ante diferentes tipos de enfermedades.

Por su parte, Nguyen et al. (28) y Gou et al. (29) mencionan que el uso de especies de Asteraceae ha sido registrado en muchos estudios etnofarmacológicos, que entre otras destaca la *T. officinale*, se menciona que ha sido utilizada ampliamente como medicina étnica para el tratamiento de infecciones, inflamaciones, parásitos, malaria, hematemesis, prurito, pirético, antihelmíntico, cicatrización de heridas, mostrando actividad antimicrobiana. La parte efectiva o componente del antimicrobiano era el aceite esencial y el extracto crudo, y el aceite esencial atraía más atención. Adicionalmente, informó que las nanopartículas recubiertas con extracto crudo eran efectivas contra bacterias multirresistentes.

De modo que, pese a los resultados de la investigación actual, se evidencia que el extracto de *T. officinale* muestra un efecto antimicrobiano significativo in vitro contra el *A. baumannii*, lo que sugiere su potencial como una alternativa terapéutica contra las infecciones causadas por esta bacteria y enfatizan la necesidad de elevar las concentraciones del extracto de *T. officinale*, para evaluar su efectividad contra *A. baumannii*; pues el hecho de que la bacteria muestre resistencia a la ciprofloxacina es preocupante, ya que se trata de un antibiótico ampliamente utilizado en el tratamiento de infecciones bacterianas.

Ante lo que se considera que, la resistencia bacteriana es un problema grave, puesto que limita las opciones del tratamiento, incrementando la morbimortalidad asociada a este tipo de infecciones. Por lo tanto, resulta fundamental encontrar nuevos tratamientos antimicrobianos que sean efectivos contra bacterias resistentes como *A. baumannii*. Destacando que, para el estudio de bacterias resistentes a múltiples fármacos, las especies de *S. aureus* y *E. coli* han sido las más investigadas, tomando en cuenta que, muchos de los estudios aún son in vitro, por lo que se sugiere continuar y realizar análisis clínicos y aplicados, para determinar mayor efectividad de las especies de este tipo de plantas.

En este sentido, el uso de extractos de plantas medicinales como *T. officinale*, podría representar una alternativa prometedora, si se encuentra la concentración y la dosis óptima del extracto de la especie, para combatir con efectividad la bacteria. Por lo que, los resultados de esta investigación sustentan la importancia de continuar explorando nuevas terapias antimicrobianas para hacer frente a la resistencia bacteriana. Sin embargo, se requiere mayor investigación para comprender mejor los mecanismos de acción y la eficacia del extracto de esta especie, así como para explorar su potencial aplicación clínica en el tratamiento de infecciones producidas por *A. baumannii* y otras bacterias multirresistentes.

## CONCLUSIONES

Las pruebas realizadas determinaron que *T. officinale* no mostró actividad antimicrobiana frente al *A. baumannii*, debido a que no se observó formación de halos de inhibición, incluido el control de ciprofloxacina, quedando demostrado una nula actividad antimicrobiana de esta especie. No obstante, al resultar la bacteria sensible a Amikacina se infiere que la concentración empleada del extracto pudo ser muy baja para ejercer un efecto antimicrobiano, ante lo que se estima necesario realizar pruebas en las que se aumenten las concentraciones del extracto y observar la incidencia frente a las bacterias.

Ante estos resultados, queda abierta la posibilidad a futuras investigaciones en la búsqueda de datos e información que contribuya a comprender mejor los mecanismos de acción y la eficacia del extracto de la planta, así como para explorar su potencial aplicación clínica en el tratamiento de infecciones que son generadas por *A. baumannii*, debido a que resultó ser una cepa con altos mecanismos de resistencia, que limitan el efecto de las concentraciones del extracto empleado en este estudio. A través de lo cual, se optimizaría la extracción de los compuestos activos de *T. officinale* en diferentes condiciones, con el propósito de demostrar que potencialmente se podría obtener una mejor actividad antimicrobiana de la especie en estudio.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses relacionados con la publicación del presente artículo científico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vázquez R, Solano S, Juárez J, Abello J, Padró L, Rivera A, et al. *Acinetobacter baumannii*. *Antib.* 2020; 9(4): p. 205. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9040205>
2. Calvo M. Resistencia bacteriana a los antibióticos. Implicaciones en salud humana. *Anales de la Real Academia de Doctores de España.* 2021; 6(3): p. 415-423. <https://www.rade.es/imageslib/doc/V6N3-02%20-%20CALVO%20-%20resistencia%20bacteriana%20a%20antibioticos.pdf>
3. Jaramillo J. Efectividad antimicrobiana del extracto etanólico del *Taraxacum officinale* (diente de león) al 50% y 100% sobre cepas de *Staphylococcus aureus*. [tesis de pregrado. [Tesis de Grado. Universidad Central del Ecuador]; 2019. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/6030d643-4cd9-4c7c-bc49-02ef4c0b10dc>
4. Carrillo D, Gaván D. Actividad antimicrobiana de extractos de *Taraxacum officinale* y *Agave lechuguilla*. *BioTecnología.* 2022; 26(1): p. 26-22. <https://smbb.mx/wp-content/uploads/2022/05/Carrillo-y-Galvan-2022.pdf>

5. Cortez C, Manayalle M. Efecto Antimicrobiano del extracto etanólico de *Taraxacum officinale* frente a *Staphylococcus aureus*. [Tesis de pregrado Universidad Roosevelt]. Repositorio institucional Urooselvet.; 2022. <https://repositorio.uroosevelt.edu.pe/handle/20.500.14140/814>
6. Yapias R. Diente De León (*Taraxacum Officinale*) con Propiedades Medicinales. Revista de Investigación Científica y Tecnológica Alpha Centauri. 2022; 3(64): p. 15-20. doi:<https://doi.org/10.47422/ac.v3i1.64>
7. Tello T, López H, Ruiz B, Carpio C. Potencial antiinflamatorio y citotóxico del extracto acuoso de *Taraxacum officinale* (diente de león). Rev Cubana Plant Med. 2020; 25(2). [https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTI\\_CULO=102606](https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTI_CULO=102606)
8. Li Y, Chen Y, Sun D. The potential of dandelion in the fight against gastrointestinal diseases: A review. J Ethnopharmacol. 2022; 15(293): p. 115272. doi:<https://10.1016/j.jep.2022.115272>.
9. Faría T, Nascimento C, Vasconcelos S, Stephens P. Revisión de la Literatura sobre los Efectos Biológicos de la Planta *Taraxacum Officinale* en Terapia. Rev asiát investigy desar farm. 2019; 7(3): p. 94-99. doi:<https://10.22270/ajprd.v7i3.502>
10. Di Napoli A, Y. Z. A comprehensive review of the benefits of *Taraxacum officinale* on human health. Bull Natl Res Cent. 2021; 45(4): p. 110-120. doi:<https://doi.org/10.1186/s42269-021-00567-1>
11. Menke K, Schwermer M, Felenda J, Beckmann C, Stintzing F, Schramm A, et al. *Taraxacum officinale* extract shows antitumor effects on pediatric cancer cells and enhance mistletoe therapy. Compl Ther Med. 2018; 40(4): p. 158-164. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30219442/>
12. Ivanov I, Petkova N, Tumbarski J, Dincheva I, Badjakov I, Denev P, et al. GC-MS characterization of n-hexane soluble fraction from dandelion (*Taraxacum officinale* Weber ex F.H.Wigg.) aerial parts and its antioxidant and antimicrobial properties. 2019; 73(1-2): p. 41-47. [https://www.academia.edu/38822392/GC\\_MS\\_characterization\\_of\\_n\\_hexane\\_soluble\\_fraction\\_from\\_dandelion\\_Taraxacum\\_officinale\\_Weber\\_ex\\_F\\_H\\_Wigg\\_aerial\\_parts\\_and\\_its\\_antioxidant\\_and\\_antimicrobial\\_properties](https://www.academia.edu/38822392/GC_MS_characterization_of_n_hexane_soluble_fraction_from_dandelion_Taraxacum_officinale_Weber_ex_F_H_Wigg_aerial_parts_and_its_antioxidant_and_antimicrobial_properties)

13. Carrillo D, Gaván D. Actividad antimicrobiana de extractos de *Taraxacum officinale* y *Agave lechuguilla*. *BioTecnología*. 2022; 26(1): p. 26-22. <https://smbb.mx/wp-content/uploads/2022/05/Carrillo-y-Galvan-2022.pdf>
14. Thermo Fisher Scientific Inc. Thermo Scientific™ Culti-Loops™ de *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* ATCC™ 12600™. [Online]; 2023. <https://www.fishersci.es/shop/products/culti-loops-staphylococcus-aureus-subsp-aureus-atcc-12600/12955713>.
15. Hernández R, Fernández C, Batista P. Metodología de la investigación. 6th ed.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V; 2014. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
16. Hernández R, Mendoza C. Metodología de la Investigación. 6th ed. McGRAW-HILL , editor.; 2018. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>
17. Zúñiga P, Cedeño R, Palacios I. Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 2023; 7(4): p. 9723-9762. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7658>
18. Tello J. Estudio del potencial antiinflamatorio y citotóxico del extracto acuoso de hojas de diente de león (*Taraxacum officinale*). [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA; 2018. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=102606>
19. Stanković M, Arsenijević D, Planojević N, Terzić N, Stefanović O. Bioactive Compounds from *Taraxacum Officinale* Extracts Obtained by Optimized Ultrasound-Assisted Extraction. *Kragujevac J. Sci*. 2022; 44(20): p. 169–187. <https://10.5937/KgJSci2244169S>
20. Diaz K, Espinoza L, Madrid A, Pizarro L, Chamy R. Isolation and identification of compounds from bioactive extracts of *Taraxacum officinale* Weber. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2018; 8(1): p. 1-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29507587/>
21. Liang Y, Duan H, Zhang P, Han H, Gao F, Li Y, et al. Extraction and isolation of the active ingredients of dandelion and its antifungal activity against *Candida*

- albicans. Mol Med Rep. 2020; 21(1): p. 229–239.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31746416/>
22. Wang HB (2014) Cellulase-assisted extraction and antibacterial activity of polysaccharides from the dandelion *Taraxacum officinale*. Carbohydr Polym. 2019; 103(10): p. 140-142. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24528711/>
23. Bermeo S. Comparación de la capacidad antioxidante de cuatro metabolitos secundarios presentes en *Taraxacum officinale* (diente de león) frente a n- acetil cisteína un antioxidante comercial. Alpha Centauri. 2018; 3(1).  
[https://www.researchgate.net/publication/367707991\\_Diente\\_De\\_Leon\\_Taraxacum\\_Officinale\\_con\\_Propiedades\\_Medicinales\\_Revision\\_Sistemica](https://www.researchgate.net/publication/367707991_Diente_De_Leon_Taraxacum_Officinale_con_Propiedades_Medicinales_Revision_Sistemica)
24. Nguyen D, Nguyen T, Le H, Nguyen T, Bach L, Nguyen T, et al. The sunflower plant family for bioenergy, environmental remediation, nanotechnology, medicine, food and agriculture: a review. Environ. Chem. Lett. 2021; 20(19): p. 3701–3726.  
<https://doi.org/10.1007/s10311-021-01266-z>.
25. Gou J, Lu Y, Xie M, Tang X, Chen L, Zhao J, et al. Antimicrobial activity in Asteraceae: The selected genera characterization and against multidrug resistance bacteria. Heliyon. 2023; 9(20): p. e14985.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14985>
- Al-Snafi A. The efficacy and safety of medicinal plants documented by clinical trials. IOSR Journal of pharmacy. 2022; 8(7): p. 77-95.  
[https://www.researchgate.net/profile/Ali-Al-Snafi/publication/363418191\\_The\\_efficacy\\_and\\_safety\\_of\\_medicinal\\_plants\\_documented\\_by\\_clinical\\_trials\\_part\\_1/links/631bae6d0a70852150dfb037/The-efficacy-and-safety-of-medicinal-plants-documented-by-clinical-tria](https://www.researchgate.net/profile/Ali-Al-Snafi/publication/363418191_The_efficacy_and_safety_of_medicinal_plants_documented_by_clinical_trials_part_1/links/631bae6d0a70852150dfb037/The-efficacy-and-safety-of-medicinal-plants-documented-by-clinical-tria)
26. Martinez M, Poirrier P, Chamy R, Prüfer D, SchulzeGronover C, Jorquera L, et al. *Taraxacum officinale* and related species - an ethnopharmacological review and its potential as a commercial medicinal plant. J Ethnopharmacol. 2018; 169(69): p. 244-262. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25858507/>