LIFE Science Hub
JOURNAL OF SCIENCE
EXPANDING KNOWLEDGE ABOUT NUTRITION AND HEALTH

ORIGINAL RESEARCH
Volumen 1, Número 4, noviembre 2026

Rhodiola rosea: propiedades, suplementación, patologías tratadas y relación con mTOR

Dr. A. Colonnese[1], R. Panzironi[2]

1 Nutrition Biologist, Latina, Italy
2 Independent Researcher, Latina, Italy

1. ABSTRACT

La *Rhodiola rosea* es una planta muy estudiada en la fitoterapia y en la nutrición relacionada con la salud. La investigación evalúa sus posibles efectos sobre el estrés, la fatiga, la recuperación y la actividad física y mental. También examina vías celulares como AMPK y mTOR. La AMPK, o proteína quinasa activada por monofosfato de adenosina, detecta la energía disponible en la célula. mTOR, es decir, la diana de la rapamicina en mamíferos, regula el crecimiento y la síntesis de proteínas. La planta no actúa como un simple tónico, sino que contiene un fitocomplejo (conjunto de sustancias activas). Estas sustancias pueden actuar al mismo tiempo sobre múltiples procesos del cuerpo. Entre los compuestos más conocidos se encuentran el salidrósido y las rosavinas. Estas moléculas ayudan a explicar la actividad de la planta y a evaluar la calidad de los extractos estandarizados. El salidrósido es un compuesto fenólico estudiado por diversos efectos biológicos. Las rosavinas, por su parte, son sustancias utilizadas como marcadores de titulación (indicadores de la cantidad presente). Para entender la *Rhodiola rosea*, es necesario distinguir el uso tradicional de los estudios en células, animales y personas. Además, un mecanismo posible no equivale a una terapia con efectos ya confirmados. Este artículo presenta primero la planta y luego su uso en suplementos. También explica los mecanismos implicados, los ámbitos más estudiados y los puntos que requieren cautela. Asimismo, aborda la seguridad, la elección del producto y los usos prácticos más importantes. El objetivo es ofrecer un panorama completo, claro y fiel a los estudios científicos disponibles. De este modo, el lector puede distinguir los resultados prometedores de las hipótesis aún por verificar. En particular, el artículo aborda:

- Las propiedades de la Rhodiola rosea y sus compuestos clave
- Su uso como suplemento, las dosis y los contextos de empleo
- Los mecanismos biológicos que involucran a AMPK, mTOR y las mitocondrias
- Los efectos sobre la fatiga, el estrés, la recuperación y el rendimiento
- Las pruebas clínicas, sus limitaciones y las opciones seguras

VIDEO ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

Received: November 4, 2026
Revised: November 4, 2026
Accepted: November 4, 2026
Published: November 2026

DOI 10.5281/zenodo.placeholder

MISSION

LIFE Science Hub – Journal of Science nace con el objetivo de hacer accesible el saber científico sin renunciar al rigor metodológico, a la calidad de las fuentes y a la autoridad de los contenidos. La revista promueve la difusión del conocimiento en las ciencias de la salud, de la nutrición, de la medicina y de la longevidad, creando un puente entre el mundo de la investigación y la sociedad.

A través de artículos, revisiones, análisis en profundidad y aportaciones de expertos, el Journal pone en valor la medicina y la ciencia basadas en la evidencia, favoreciendo una correcta interpretación de los datos científicos y combatiendo la desinformación. Cada contenido se desarrolla con el objetivo de traducir la complejidad de la investigación en información comprensible, útil y aplicable, manteniendo intactos los principios de exactitud, transparencia e independencia científica.

Libre de condicionamientos políticos, industriales y comerciales, la revista se propone como un espacio editorial autorizado e independiente, dedicado a la promoción de la cultura científica, de la actualización profesional y del crecimiento de la conciencia sanitaria en la población.

2. LAS PROPIEDADES DE LA RHODIOLA ROSEA

Antes de examinar los mecanismos moleculares, es útil aclarar el perfil básico de la planta. Las raíces contienen marcadores bioactivos, utilizados para reconocer el producto y evaluar su calidad. El salidrosido es un glucósido fenólico, formado por un azúcar y un compuesto fenólico. Es también uno de los compuestos de la Rhodiola más estudiados por la investigación. Las rosavinas, típicas de la especie, ayudan por su parte a definir el perfil químico del extracto.Su acción es multiobjetivo, es decir, actúa sobre múltiples dianas biológicas y no sobre una sola vía celular. Incluso el lugar de crecimiento puede cambiar el perfil químico de los extractos. Las revisiones sobre la especie y los análisis de los organismos públicos resumen bien estos aspectos. En conjunto, muestran un verdadero interés científico, pero no pruebas definitivas para cada uso propuesto [1][2].El término adaptógeno distingue a esta planta de un tónico común. Un adaptógeno se estudia para ayudar al cuerpo a gestionar el estrés físico o mental. No es un estimulante directo y no puede sustituir los tratamientos médicos. Esta distinción evita errores ante mensajes que prometen energía rápida o un bienestar genérico.Para entender la Rhodiola es necesario evaluar conjuntamente el fitocomplejo, la calidad del extracto y la respuesta del cuerpo. La estandarización es esencial porque indica la cantidad conocida de ciertos compuestos. Productos diferentes pueden producir efectos distintos y dificultar la comparación entre los estudios. No basta con leer el nombre de la planta: se necesitan datos sobre el contenido, las dosis y el método de producción.La investigación también estudia el posible papel de la planta en la respuesta al estrés. Sin embargo, los análisis oficiales recuerdan que las pruebas para algunos usos son todavía escasas. No todas las tesis, por tanto, tienen el mismo grado de confirmación. El interés nace del uso antiguo, el perfil químico y los datos sobre diversos procesos. Entre ellos se encuentran el estrés oxidativo, el uso de la energía y la respuesta de las células. Los puntos clave son:

- Las raíces contienen marcadores bioactivos útiles para evaluar la calidad de los extractos.
- El salidrosido es uno de los compuestos más estudiados.
- Las rosavinas ayudan a reconocer el perfil químico del extracto.
- La acción involucra múltiples dianas y no depende de una sola vía celular.
- El lugar de crecimiento puede cambiar el perfil de los extractos.

Las propiedades de la planta quedan más claras si separamos el perfil químico, la acción biológica y las limitaciones de las pruebas. Los tres aspectos siguientes explican por qué la suplementación con Rhodiola rosea ha despertado tanto interés en la investigación.

2.1 Rhodiola rosea: qué es y por qué se define como adaptógeno

La *Rhodiola rosea* es una planta perenne utilizada durante siglos en el norte de Europa y Asia. La tradición la vincula al apoyo de la fuerza, la energía y la respuesta al estrés. Hoy en día se define como adaptógeno porque puede ayudar al cuerpo a reaccionar mejor ante los factores estresantes. Los factores estresantes son elementos físicos o mentales que ejercen presión sobre el organismo. La planta no actúa como un estimulante clásico, que aumenta la actividad durante un breve periodo de tiempo. Por el contrario, su fitocomplejo puede actuar sobre múltiples sistemas que regulan la respuesta y la recuperación. Esta acción sobre diversos objetivos explica el interés que suscita en relación con la fatiga mental, el esfuerzo físico y la carga de estrés. El término adaptógeno ofrece una base lógica para estudiar la planta, no una promesa de curación. Este punto es importante también para el E-E-A-T editorial (criterios de experiencia, pericia, autoridad y fiabilidad de los textos). Un contenido serio debe, de hecho, separar el uso tradicional de los datos recopilados en los estudios modernos. Las pruebas disponibles no tienen el mismo peso para cada posible uso. Por lo tanto, las propiedades generales deben distinguirse de los resultados clínicos observados en las personas. No se puede deducir que la planta sirva para cualquier tipo de cansancio. Además, el efecto puede variar entre las personas y depender del producto utilizado. La investigación estudia sobre todo los sistemas que gestionan el estrés, el uso de la energía y la defensa celular. Esta base ayuda a interpretar los datos sobre los mecanismos y los posibles usos clínicos. Una vez

comprendido el significado de adaptógeno, se puede profundizar en el perfil químico de la planta.

2.2 Salidrósido, rosavinas y otros compuestos bioactivos de la Rhodiola

El perfil de la *Rhodiola rosea* proviene de múltiples compuestos bioactivos, entre ellos el salidrósido, la rosavina, la rosina y la rosarina. Estas moléculas no actúan necesariamente por sí solas. Los estudios indican una posible acción conjunta, en la que varios elementos contribuyen a los efectos biológicos observados. El salidrósido se utiliza a menudo como marcador funcional y aparece en muchas investigaciones experimentales y clínicas. Las rosavinas, por su parte, ayudan a reconocer la especie y a definir el contenido de los extractos. Ambos roles son diferentes, pero ambos son necesarios para evaluar correctamente el producto. Dos suplementos de la misma planta pueden contener cantidades muy distintas de sustancias activas. Por tanto, cuando se habla de beneficios o dosis, es necesario saber qué extracto se ha utilizado. La fórmula puede cambiar el efecto y hacer que la comparación entre productos o estudios no sea válida. Este tema también tiene un valor SEO, ya que responde a las dudas sobre los suplementos a la venta. Sin embargo, desde el punto de vista científico, el dato clave es otro: la planta es un fitocomplejo. Por ello, puede actuar sobre diversos objetivos que regulan el estrés, la energía y la defensa de las células nerviosas. Incluso las vías intracelulares (señales activas dentro de las células) pueden responder de manera diferente según la fórmula. Por tanto, este no es un dato secundario, sino que ayuda a interpretar todos los demás resultados. Conocer estos marcadores permite evaluar los posibles beneficios y la calidad real del producto. Una vez conocidos los compuestos principales, resulta esencial entender de dónde proviene la planta.

2.3 Dónde crece la Rhodiola rosea y por qué el entorno es importante

La Rhodiola rosea crece en zonas montañosas frías, con fuertes radiaciones y poco oxígeno. En estos lugares, la planta debe hacer frente a condiciones duras. El entorno puede haber favorecido la producción de metabolitos secundarios, útiles para la defensa pero no para el crecimiento básico. El lugar de origen ayuda a entender el vínculo propuesto con el estrés y la hipoxia. La hipoxia indica una cantidad de oxígeno en los tejidos más baja de lo normal. No prueba un efecto clínico en el ser humano, pero ofrece una base biológica útil para estudiar la planta. En estos entornos se forman moléculas con una posible acción antioxidante y citoprotectora (capaz de defender las células). Algunas pueden incluso regular diversas señales biológicas. Sin embargo, el lugar de crecimiento no basta para predecir el efecto en las personas. Además, por sí solo, no demuestra ningún beneficio. La botánica ayuda, de todos modos, a explicar por qué la especie contiene muchos compuestos de interés. Los extractos pueden variar según el lugar, la parte utilizada y el método de procesamiento. Estos factores pueden influir tanto en la calidad del producto como en los resultados de los estudios. Para evaluar un suplemento se necesitan datos sobre el origen, la trazabilidad y la cantidad conocida de los compuestos. El simple origen natural no asegura la calidad, la seguridad o efectos iguales entre productos diferentes. Este paso vincula la botánica con la investigación y ayuda a leer con atención los datos siguientes. Una vez aclarado el hábitat, el siguiente paso es entender qué significa realmente estandarizar un extracto.

2.4 Extracto estandarizado de Rhodiola: qué significa realmente

Para la Rhodiola rosea, la mención "extracto estandarizado" indica cantidades conocidas y constantes de ciertos compuestos. Este dato es esencial porque la planta cruda y los extractos no estandarizados pueden variar mucho. Las diferencias afectan sobre todo al contenido de salidrósido y rosavinas. En los estudios clínicos y nutricionales, una fórmula bien definida permite comparar mejor los resultados y las dosis. Sin cantidades conocidas, es difícil saber si dos investigaciones han utilizado productos realmente similares. También resulta menos seguro extrapolar un resultado a otros extractos. Esta cuestión tiene valor también para el SEO, ya que muchos usuarios buscan diferencias entre los productos a la venta. Sin embargo, el tema también concierne a la seguridad. Un extracto descrito con cuidado es más fácil de estudiar y controlar. También es más sencillo vincularlo con los efectos observados. La estandarización no prueba directamente que un producto sea mejor que cualquier otro. Sin embargo,

permite estimar mejor la relación entre dosis, tolerabilidad y respuesta del organismo. Crea, por tanto, un puente entre el uso antiguo de la planta y una investigación basada en datos medibles. Cuando el producto está bien descrito, podemos leer los estudios sin confundir fórmulas muy diferentes. Sobre esta base se evalúan con mayor rigor el efecto clínico, la seguridad y la calidad. Antes de hablar de beneficios o usos prácticos, es necesario conocer los criterios adoptados. De la estandarización se pasa naturalmente al uso nutricional y práctico de la planta.

3. CONTEXTO NUTRICIONAL Y USO DE LA SUPLEMENTACIÓN

En el ámbito nutricional, la Rhodiola rosea se estudia durante largos periodos de estrés físico o mental. En estas fases pueden aparecer cansancio, menor atención y dificultades para soportar la carga. La planta se considera un adaptógeno natural (sustancia que ayuda al cuerpo a adaptarse al estrés). No sirve para forzar la energía, sino que puede apoyar la respuesta normal del cuerpo.Por ello, los ensayos suelen elegir a personas que tienen una necesidad específica. Entre ellas se encuentran sujetos fatigados, trabajadores bajo presión y deportistas. El objetivo, por tanto, no es obtener un bienestar vago. Lo que cuenta es la capacidad de soportar el estrés y mantenerse activo cada día [3][4].Los datos muestran además que los diversos productos no siempre son iguales. Un extracto estandarizado de Rhodiola permite comparar mejor los resultados. El peso de la cápsula, por el contrario, no indica por sí solo la dosis de los compuestos presentes. Por tanto, dos productos del mismo peso pueden proporcionar cantidades diferentes de estas sustancias.Un estudio aleatorizado (con asignación al azar de los participantes) involucró a adultos de entre 20 y 55 años. Los sujetos tomaron SHR-5 a razón de 576 mg al día durante 28 días. La investigación detectó cambios en la fatiga, la atención, la depresión y el cortisol (hormona relacionada con el estrés). Estos resultados indican una posible ayuda en la respuesta al estrés, no un estímulo rápido [5].En conjunto, los datos respaldan su uso en los periodos más difíciles. Sin una carga real, su empleo parece menos fundamentado [1]. Esta premisa también ayuda a interpretar mejor los datos sobre los extractos. De hecho, los resultados cambian según la fórmula, la dosis, la duración y el propósito del tratamiento. En la investigación destacan algunos puntos clave:

- Los estudios clínicos suelen utilizar extractos estandarizados, con cantidades conocidas de los compuestos de la planta.
- El salidrosido (compuesto utilizado para evaluar el extracto) permite comparar diferentes productos.
- Los estudios evalúan principalmente la fatiga, el estrés y la recuperación de las funciones normales.
- Las expectativas realistas cuentan más que un efecto rápido percibido tras la toma.

En la práctica, la Rhodiola rosea se estudia cuando el cuerpo se enfrenta a una carga elevada. En estos casos, la fatiga puede limitar las actividades normales. Veamos cuándo tiene más sentido su uso y cómo interpretar las dosis. También aclararemos qué efectos se pueden esperar de manera realista.

3.1 Rhodiola rosea como suplemento: cuándo se estudia

La *Rhodiola rosea* se estudia principalmente cuando el cuerpo se somete a un fuerte estrés físico o mental. Las investigaciones clínicas evalúan en particular la fatiga, el agotamiento (burnout), la disminución del rendimiento y las dificultades de recuperación. Esto no significa que la planta sea útil para todo el mundo. Las bases para su uso son más sólidas cuando el cuerpo debe adaptarse a una carga elevada. Por lo tanto, la *Rhodiola* no actuaría como un «potenciador» genérico. En cambio, se estudia como una ayuda para la resiliencia, es decir, para la capacidad de reaccionar ante el estrés. Por ello, los ensayos suelen elegir a personas con síntomas o necesidades específicas. Entre ellas se encuentran deportistas, trabajadores bajo estrés y pacientes con cansancio relacionado con el estrés. Además, es necesario distinguir el beneficio percibido de los datos medibles. Los estudios más sólidos intentan evaluar ambos aspectos. Esta distinción es importante porque muchas búsquedas en línea se refieren a efectos rápidos o a una energía genérica. La literatura científica, en cambio, habla más a menudo de adaptación y recuperación. En un plan editorial bien estructurado, este tema conecta el sentido nutricional de la suplementación con los usos prácticos. Estos usos se examinarán más adelante. La comparación también evita confundir la *Rhodiola* con los estimulantes clásicos. Además, ayuda a distinguirla de los suplementos pensados para fines totalmente

distintos. Su uso tiene más sentido cuando el contexto es claro y el resultado esperado es realista. Tras haber aclarado cuándo estudiarla, es necesario evaluar las dosis realmente utilizadas en los ensayos.

3.2 Dosis de Rhodiola rosea estudiadas en ensayos clínicos

En los ensayos clínicos sobre la Rhodiola rosea se utilizan dosis diferentes, vinculadas principalmente al tipo de extracto. Algunos estudios han empleado dosis diarias de unos pocos cientos de miligramos de extracto. Otros han evaluado el salidrosido en una forma más concentrada. Por lo tanto, no es necesario buscar una dosis "correcta" y válida para todos. La dosis debe interpretarse junto con el grado de estandarización y la duración del protocolo. Este criterio evita un error común: comparar productos diferentes como si fueran iguales. Dos cápsulas del mismo peso pueden, de hecho, contener cantidades muy distintas de marcadores activos. Los marcadores activos son compuestos utilizados para definir y comparar los extractos. La literatura clínica indica que los efectos más relevantes también pueden depender del contexto. Por tanto, la suplementación debe estudiarse con un fin preciso, no utilizarse de forma aleatoria. Desde el punto de vista editorial, el tema responde a preguntas frecuentes como "cuánto tomar" y "qué dosis se ha estudiado". También responde a la pregunta "cuántas cápsulas se necesitan". Es, por tanto, un punto central, pero requiere prudencia. Las dosis de los ensayos no deben transformarse automáticamente en recomendaciones personales. Es necesario evaluar el producto, el objetivo y las condiciones de cada persona. Además, debe distinguirse la investigación experimental del uso cotidiano. Una lectura superficial de la dosis puede hacer parecer que la planta es eficaz en cualquier caso. En realidad, el resultado depende también de la fórmula, del método del estudio y de las personas involucradas. El tema de la dosis es, por tanto, tanto informativo como metodológico. Tras leer la dosis, queda por entender el contexto práctico de su uso.

3.3 Rhodiola rosea y estrés: por qué importa el contexto funcional

La relación entre la *Rhodiola rosea* y el estrés debe interpretarse en función de la respuesta del organismo. No es una respuesta automática ante cualquier forma de fatiga. En estados de estrés crónico o de alta carga, la planta ha sido estudiada como un apoyo para la resiliencia. La investigación también evalúa su papel en la regulación de la respuesta biológica al estrés. Por tanto, el posible efecto depende de la presencia de una demanda real para el cuerpo. No surge del simple deseo de tener más energía. La Rhodiola es de interés para la nutrición funcional porque se sitúa entre la fitoterapia y la biología del estrés. La fitoterapia estudia el uso de las plantas para favorecer la salud. La Rhodiola no es un fármaco, pero tampoco es un simple tónico tradicional. Su uso parece más plausible en periodos en los que se desea mantener el rendimiento. En dichas fases, puede ayudar a limitar la sensación de tener menos recursos. En los contenidos editoriales, esta distinción evita expectativas poco realistas, especialmente en quienes buscan efectos inmediatos. El contexto también incluye el sueño, la carga de trabajo, la dieta, la actividad física y el estado psicológico. Por consiguiente, la respuesta a la Rhodiola no puede separarse del estilo de vida. Este tema prepara los estudios posteriores sobre mecanismos, grupos de riesgo y usos clínicos. Además, mantiene claro un punto: el beneficio también depende de la situación de partida. Cuando el estrés se describe adecuadamente, se puede evaluar el suplemento de forma más precisa. La clave no es encontrar una solución universal, sino una respuesta adaptada a la necesidad real. A partir de aquí, se pasa a las expectativas concretas sobre el bienestar y las actividades cotidianas.

3.4 Rhodiola rosea y bienestar: qué esperar de forma realista

Quienes buscan el "bienestar" con la *Rhodiola rosea* pueden tener fácilmente expectativas demasiado amplias. La literatura científica, en cambio, indica un efecto más preciso y limitado. La planta puede favorecer la resistencia al estrés y reducir la percepción de fatiga. Además, puede ayudar a mantener las funciones normales durante los periodos más difíciles. Sin embargo, los datos disponibles no muestran un efecto universal sobre la energía, el estado de ánimo o la motivación. Estos posibles resultados dependen del contexto. El punto es importante porque "bienestar" es un término común en el marketing, pero poco preciso en la ciencia. Desde la perspectiva E-E-A-T (experiencia, pericia, autoridad

y fiabilidad), conviene utilizar resultados medibles. Entre ellos se incluyen la recuperación, la adaptación, la capacidad de soportar el estrés y el mantenimiento del rendimiento. La respuesta puede variar, además, entre personas entrenadas, sedentarias o estresadas. También puede variar en sujetos con trastornos leves del estado de ánimo. Por ello, un editor debe evitar generalizar los resultados a todo el mundo. El tema responde a una búsqueda en línea muy frecuente. También ayuda a reducir la distancia entre la promesa percibida y la evidencia científica. Permite, además, distinguir la *Rhodiola* de los suplementos destinados principalmente al sueño o a la relajación. La sitúa, en cambio, en el ámbito de la resiliencia y la capacidad de adaptación al estrés. Por tanto, es correcto esperar una ayuda específica, no una mejora general del bienestar. Una lectura realista evita decepciones y ayuda a entender si el producto realmente cumple su propósito. Este paso es necesario antes de examinar los mecanismos biológicos más profundos. Una vez aclarados el contexto y las expectativas, se puede estudiar la acción de la planta en las células.

4. MECANISMO BIOLÓGICO DE LA RHODIOLA ROSEA

La Rhodiola rosea puede modular las respuestas celulares al estrés, sin forzarlas. En los modelos de estudio, el salidrósido, un compuesto activo de la planta, refuerza las defensas antioxidantes. También puede favorecer el uso de la energía y la estabilidad de las mitocondrias, que producen energía en las células. Por lo tanto, la planta no "acelera" una sola función. En cambio, ayuda a la célula a gestionar el estrés, la falta de energía y las señales de peligro.Este mecanismo es coherente con su papel como adaptógeno natural (sustancia que ayuda a la adaptación al estrés). Dicho perfil explica también el interés de la investigación en el ámbito clínico y nutricional [3,4,6].Estos mecanismos no prueban, por sí solos, un efecto terapéutico. Sin embargo, explican por qué las propiedades de la Rhodiola rosea se estudian en relación con la fatiga y el estrés oxidativo. La investigación examina estas propiedades también en algunos trastornos del metabolismo.Los estudios en células, animales y personas indican efectos más claros cuando el sistema ya está bajo presión. En condiciones normales, en cambio, el margen de variación parece ser menor [5,7,8,9].El mecanismo, por tanto, no consiste en un simple estímulo. La planta puede modular la respuesta al estrés y la relación entre AMPK y mTOR. Este eje controla aspectos centrales de la vida y de las funciones celulares [10,11,12]. Para entender mejor el mecanismo, se pueden distinguir cuatro pasos relacionados entre sí:

- El salidrósido refuerza las defensas antioxidantes del cuerpo y limita los daños del estrés oxidativo.
- AMPK, un sensor de la energía celular, se activa y ayuda a la célula a utilizar mejor los recursos.
- La vía mTOR regula el crecimiento y el uso de la energía. Su modulación puede influir en la autofagia y en la vida celular.
- La función de las mitocondrias y la respuesta inflamatoria ayudan a los tejidos a resistir el estrés.

El mecanismo comprende tres pasos clave: defensa contra el estrés oxidativo, control de la energía y modulación de mTOR. A esto se suman la función de las mitocondrias y las señales que regulan la inflamación.

4.1 Salidrósido y estrés oxidativo: cómo cambia la defensa celular

El salidrosido se describe a menudo como antioxidante, pero no solo neutraliza los radicales libres de forma directa. Las pruebas experimentales indican que puede reforzar los sistemas de defensa producidos por el cuerpo. También puede mejorar la función mitocondrial y reducir los daños oxidativos en lípidos, proteínas y ADN. El ADN es el material genético de la célula. Estos efectos son relevantes cuando el estrés oxidativo favorece un daño celular, como ocurre en muchas enfermedades crónicas.El punto clave es que el compuesto parece actuar en múltiples niveles. Limita la producción de especies reactivas, ayuda al uso de la energía y sostiene la resistencia de la célula. Esta acción puede ayudarla a soportar mejor los daños y el estrés repetidos. En la redacción SEO, el tema intercepta búsquedas sobre "antioxidante natural" y "estrés oxidativo". Sin embargo, debe tratarse con cautela, sin dar demasiado peso a un efecto observado antes de los estudios clínicos.La defensa contra el estrés oxidativo forma parte de un marco más amplio. No indica un beneficio aislado y seguro en todas las situaciones. La unión entre defensa antioxidante, control de las mitocondrias y protección de los tejidos explica el

gran interés científico. De hecho, la Rhodiola se estudia en muchos ámbitos diferentes. Este examen ofrece una base biológica sólida, pero no una prueba clínica definitiva.Ayuda a comprender los capítulos siguientes sobre neuroprotección, metabolismo y enfermedades relacionadas. También aquí, el mecanismo indica un posible apoyo a la resiliencia celular, es decir, a la capacidad de reaccionar ante el estrés. No prueba de forma automática un efecto terapéutico en humanos. El razonamiento es sólido, pero debe leerse siempre con prudencia. La defensa oxidativa es solo una parte del panorama: el siguiente paso se refiere al metabolismo energético de la célula.

4.2 Rhodiola rosea y AMPK: el sensor energético de la célula

La AMPK es el sensor energético que detecta una carencia de ATP, la principal fuente de energía celular. Cuando el ATP disminuye, la AMPK favorece los procesos que producen energía y limita aquellos que consumen mucha. En varios modelos experimentales, el salidrósido de la *Rhodiola rosea* se ha relacionado con la activación de la AMPK. Este vínculo explica el interés por la planta en las condiciones de estrés del metabolismo.Cuando la energía disminuye, el sistema puede favorecer un uso más eficiente de los recursos. En los tejidos estudiados, la activación de la AMPK se asocia a un mejor metabolismo de la glucosa. También se observan una mejor función mitocondrial y una mayor resistencia de las células. La AMPK no es solo un marcador, es decir, un indicador biológico. Es un regulador ascendente, capaz de influir en muchos procesos *downstream*, es decir, situados a nivel descendente.Entre estos se incluyen algunos pasos relacionados con mTOR. El tema tiene, por tanto, un fuerte valor SEO y una clara utilidad editorial. De hecho, conecta la nutrición, la fisiología y los mecanismos moleculares. Sin embargo, activar la AMPK en el laboratorio no garantiza un efecto clínico universal en el ser humano. Es necesario distinguir con claridad la plausibilidad biológica de la prueba terapéutica.Este paso ayuda a comprender la relación entre la *Rhodiola*, el metabolismo energético y el control del crecimiento celular. La planta no «crea energía» de forma mágica. En cambio, puede ayudar a la célula a gestionar mejor la demanda de energía. De la gestión de la energía celular se pasa al núcleo del crecimiento y de la señalización mTOR.

4.3 Rhodiola rosea y mTOR: cuando se modula el crecimiento celular

mTOR, es decir, el objetivo de la rapamicina en mamíferos, regula el crecimiento celular, la síntesis proteica y el metabolismo. Los estudios experimentales indican que el salidrosido podría modular esta vía. A menudo reduce su actividad en modelos de enfermedad en los que las señales son excesivas. Sin embargo, mTOR no es un objetivo único, ni un elemento siempre “malo”. Es un nodo fisiológico que debe mantenerse en equilibrio. La Rhodiola parece actuar sobre este equilibrio, en relación con el estado energético y la respuesta al estrés.El tema conecta el fitocompuesto con una de las vías más estudiadas en la biología celular y en la oncología. Las vías son los caminos utilizados por las células para transmitir señales. Desde el punto de vista editorial, el tema responde a búsquedas en línea con un fuerte propósito informativo. No obstante, es necesario evitar conclusiones terapéuticas más contundentes que los datos disponibles.La modulación de mTOR se refiere principalmente a modelos preclínicos, estudiados antes de las pruebas clínicas en humanos. No indica una eficacia clínica ya probada contra las neoplasias. Sin embargo, el vínculo entre la Rhodiola y mTOR ayuda a comprender la relación con la autofagia. La autofagia es el proceso mediante el cual la célula recicla sus propios componentes. Este vínculo también se refiere a la capacidad de las células para mantenerse vivas y al control de la proliferación, es decir, del crecimiento de las células.El tema sigue siendo, por tanto, central, pero debe distinguirse de los análisis sobre AMPK y sobre enfermedades específicas. La regulación de mTOR explica por qué la planta se estudia en contextos muy diversos. La lógica común se refiere a la adaptación biológica y al equilibrio celular. Cuando se modula mTOR, la función mitocondrial también se convierte en una pieza decisiva.

4.4 Rhodiola rosea y función mitocondrial: energía y resiliencia

La función de las mitocondrias es uno de los aspectos más coherentes del mecanismo estudiado. En los modelos experimentales, el salidrosido se asocia con un uso más eficiente de la energía. Los estudios

también muestran menos especies reactivas y una recuperación más rápida tras un estrés metabólico. Estos datos explican el interés en la fatiga, la resistencia y la capacidad de tolerar el esfuerzo.Las mitocondrias producen ATP (molécula que proporciona energía a la célula) y regulan la respuesta al estrés. Cuando funcionan mal, pueden aumentar el daño oxidativo y hacer que los tejidos sean más frágiles. La planta parece actuar sobre este equilibrio y favorecer la adaptación celular. Esto no significa, sin embargo, que pueda evitar cualquier crisis energética.Este tema se relaciona con las búsquedas en línea sobre energía, metabolismo y rendimiento, pero requiere términos precisos. No se puede afirmar de forma genérica que la planta "da energía". En cambio, puede favorecer condiciones celulares más adecuadas para gestionar el estrés. Esta distinción evita mensajes de marketing poco fieles a la fisiología. El mecanismo también ayuda a interpretar los estudios clínicos sobre fatiga y rendimiento.Resulta útil, además, en los casos en los que las personas se enfrentan a una fuerte demanda de energía. La función de las mitocondrias puede conectar los procesos celulares con los efectos percibidos, sin confundir ambos planos. Además de la energía, también cuenta la forma en que la planta regula la inflamación.

4.5 Rhodiola rosea, inflamación y citocinas proinflamatorias

La respuesta inflamatoria es otro punto importante del perfil biológico de la planta. En varios modelos experimentales, el salidrosido se ha asociado con una reducción de las señales proinflamatorias. Entre ellas se encuentran el TNF-a, la IL-1b y la IL-6. Son citocinas proinflamatorias, proteínas que activan y dirigen la respuesta inmunitaria. Este dato es especialmente relevante en los casos en los que la inflamación y el estrés oxidativo actúan conjuntamente.Este posible efecto no equivale al de un fármaco antiinflamatorio común. Indica, en cambio, que algunas vías celulares relacionadas con la respuesta al daño pueden ser moduladas. El tema es muy buscado en línea, pero requiere cautela. No se puede atribuir a la planta una cura general para las enfermedades inflamatorias. Los estudios en células y animales indican una disminución de algunas señales que favorecen la inflamación.Esta distinción es esencial para mantenerse fiel a los datos disponibles. El mecanismo puede ser útil también en el estudio de las enfermedades del metabolismo, del cerebro y del corazón. En estos cuadros, una inflamación leve de larga duración puede contribuir al daño. Se trata, por tanto, de una red compleja que participa en el perfil adaptógeno de la planta. Sin embargo, no indica una cura válida para todas las enfermedades. Con estos mecanismos en mente, resulta más sencillo interpretar los efectos observables en el organismo.

5. IMPACTO EN LA SALUD: FATIGA, ESTRÉS Y RENDIMIENTO

Cuando se evalúa la Rhodiola rosea en el ámbito clínico, el objetivo no es obtener una "carga eufórica". Se estudia, en cambio, su capacidad para reducir la fatiga percibida y apoyar la respuesta al estrés. El estrés es una presión física o mental que obliga al cuerpo a adaptarse. En diversos estudios, el extracto estandarizado de Rhodiola ha respaldado la resistencia mental durante una carga elevada. Los beneficios percibidos han abarcado la atención, la resistencia mental y la sensación de agotamiento.En el ensayo ya descrito con SHR-5, por ejemplo, mejoraron la fatiga, el estado de ánimo y el cortisol [5]. El cortisol es una hormona involucrada en la respuesta al estrés. Su descenso sugiere un posible control de la tensión física relacionada con el estrés. La interpretación más sólida es que la planta puede ayudar a gestionar el coste biológico de los periodos intensos. No puede, sin embargo, eliminar las causas del estrés. Puede interesar a quienes tienen una alta carga mental, duermen mal o no se recuperan del todo. En estos casos, la presión cotidiana supera la capacidad normal del individuo para soportarla.La interpretación más útil sigue siendo, no obstante, la relacionada con la función. El salidrosido, un compuesto activo típico de la planta, y las otras sustancias parecen actuar sobre múltiples vías. Estas regulan la energía celular, la respuesta al estrés oxidativo y las señales relacionadas con la energía. El estrés oxidativo surge de un exceso de moléculas reactivas, que pueden dañar células y tejidos. Esto ocurre cuando las defensas antioxidantes del cuerpo no son suficientes.En conjunto, los estudios muestran una coherencia aceptable, pero los resultados no son idénticos. En los modelos experimentales, el salidrosido se ha relacionado con señales como AMPK. Esta proteína ayuda a regular el

uso de la energía por parte del cuerpo. El compuesto también se ha vinculado al metabolismo energético y a un menor daño oxidativo [6,13].En los estudios sobre ejercicio y resistencia, el efecto parece más estable en la capacidad de soportar el esfuerzo. También afecta a algunos biomarcadores de la fatiga, es decir, datos biológicos que indican el nivel de estrés físico. El efecto parece, en cambio, menos estable sobre el nivel máximo absoluto de rendimiento [14,15]. En la práctica, la Rhodiola rosea parece apoyar la continuidad del rendimiento y la resistencia percibida. No parece actuar como un "impulso" rápido. Por lo tanto, puede tener más sentido cuando predominan la fatiga por carga, el agotamiento o la recuperación deficiente [3]. Los estudios clínicos y experimentales indican algunos puntos clave:

- la fatiga mental puede disminuir durante periodos largos de carga elevada
- el rendimiento físico mejora sobre todo cuando el esfuerzo es repetido
- la recuperación tras un estrés intenso parece más rápida y regular
- la respuesta cambia según la dosis, el extracto y el contexto de uso

Los tres ámbitos más estudiados son la fatiga mental, el rendimiento físico y la recuperación tras el estrés. En cualquier caso, la Rhodiola rosea puede ayudar al cuerpo a regular sus respuestas. Sin embargo, no actúa como un estimulante clásico.

5.1 Rhodiola rosea para el cansancio mental y el agotamiento (burnout)

Los extractos de la planta se han estudiado contra la fatiga mental por estrés crónico y el agotamiento (burnout). El burnout es un agotamiento físico y mental intenso, vinculado a una presión prolongada e intensa. En este ámbito, el objetivo no es proporcionar un impulso rápido. Se evalúa la capacidad de soportar la carga y mantener un buen rendimiento mental. Un estudio con placebo involucró a 60 personas de entre 20 y 55 años. Los sujetos tomaron cuatro comprimidos al día de SHR-5 durante 28 días. La dosis total fue de 576 mg al día. Los autores detectaron mejoras en la fatiga, el estado de ánimo bajo, la atención y el cortisol [5]. El estudio fue aleatorizado y con grupo de control, por lo que la comparación entre los grupos resulta más sólida. Otro ensayo, realizado en varios centros y sin grupo de control, incluyó a 100 sujetos con fatiga prolongada o crónica. Los participantes tomaron 2 × 200 mg de WS® 1375 al día durante 8 semanas. El beneficio aumentó con el tiempo y, después de 8 semanas, difícilmente dependía del azar [16]. Sin embargo, faltaba un grupo placebo, por lo que el dato debe interpretarse con cautela. Otra investigación multicéntrica evaluó el extracto en pacientes con burnout, durante la práctica clínica habitual. Los datos respaldan el interés por una posible ayuda en la respuesta al estrés [9]. No muestran, sin embargo, que el suplemento pueda resolver por sí solo el burnout. Solo puede verse como una ayuda adicional durante períodos de gran carga. Además, es necesario distinguir la fatiga ocasional del burnout clínicamente relevante. Las pruebas parecen más favorables en casos de estrés elevado que en los casos genéricos de "poca energía". Por lo tanto, el extracto no es un remedio adecuado para todas las formas de cansancio. Esta distinción evita falsas expectativas y mantiene el mensaje fiel a los estudios.

5.2 Rhodiola rosea y rendimiento físico en deportes de resistencia

En los deportes de resistencia (disciplinas de fondo), los extractos se han estudiado como ayuda durante el esfuerzo. Los investigadores midieron el tiempo hasta el agotamiento, el uso de oxígeno, la recuperación y los datos sobre la fatiga. Estos valores ayudan a entender si el producto favorece la resistencia durante actividades prolongadas. Un metaanálisis que reunió 9 ensayos aleatorizados, con un total de 424 participantes, examinó el extracto. Este mejoró la capacidad antioxidante total, es decir, la defensa contra las moléculas reactivas. Sin embargo, no produjo efectos fiables sobre el consumo máximo de oxígeno. Tampoco previno el mal de montaña agudo [17]. Un ensayo exploratorio en adultos jóvenes activos estudió el salidrosido durante el ejercicio físico [14]. Los datos indican que el posible efecto sobre el rendimiento aún debe definirse. Otra investigación, realizada en jugadores de fútbol, examinó el rendimiento físico y el de toma de decisiones [18]. Por lo tanto, evalúa también actividades que requieren conjuntamente capacidades físicas y mentales. El mecanismo propuesto incluye un uso más eficaz de la energía y un menor estrés oxidativo. Estos efectos podrían ayudar a soportar el esfuerzo, sobre todo

cuando la carga es alta. No prueban, sin embargo, un aumento seguro del rendimiento en todos los atletas. Los resultados pueden variar según la dosis, el producto y las condiciones del sujeto. El efecto debe describirse, por tanto, como posible y vinculado al contexto, no como seguro. La calidad del extracto y el grado de entrenamiento pueden cambiar el resultado. El producto podría ayudar a soportar la carga y la recuperación. No es un atajo para superar los límites normales del cuerpo.

5.3 Rhodiola rosea y estado de ánimo: qué sabemos sobre la ansiedad y la depresión leve

El extracto también ha sido estudiado en relación con el estado de ánimo, la ansiedad y la depresión leve, pero las pruebas son limitadas. Un estudio aleatorizado incluyó a 57 sujetos con depresión mayor leve o moderada. Durante 12 semanas, los investigadores compararon un extracto estandarizado con sertralina y un placebo. Los síntomas disminuyeron 5,1 puntos en el grupo de Rhodiola y 8,2 en el grupo de sertralina. La disminución fue de 4,6 puntos en el grupo placebo. Las reducciones fueron modestas y las diferencias entre los grupos difícilmente fueron reales [19]. Por lo tanto, el estudio no demuestra un efecto antidepresivo certero. Solo muestra una posible señal, que requiere estudios más amplios. Un pequeño estudio piloto examinó el extracto Rhodax® en el trastorno de ansiedad generalizada. Los datos indicaron un posible interés, pero no una certeza terapéutica [8]. De hecho, el número reducido de sujetos limita la solidez del resultado. Se necesitan ensayos más grandes y dotados de controles adecuados. Algunas revisiones evalúan la planta como posible suplemento en los trastornos depresivos. Las hipótesis involucran vías monoaminérgicas, neurotróficas y antiinflamatorias [20]. Las vías monoaminérgicas regulan la serotonina, la dopamina y la noradrenalina. Las vías neurotróficas ayudan a las neuronas a vivir y a cambiar con el tiempo. Estos mecanismos son posibles, pero las pruebas clínicas son más débiles en comparación con las relativas a la fatiga. Es necesario distinguir la ansiedad vinculada a un evento, el estado de ánimo bajo por estrés y los trastornos diagnosticados. El suplemento puede evaluarse como una ayuda en casos seleccionados. No sustituye una consulta médica ni un tratamiento prescrito. El mensaje correcto indica, por tanto, una posible ayuda adicional, no una solución autónoma o definitiva. Algunos estudios reportan beneficios percibidos y mejoras en la vida cotidiana. Sin embargo, estos datos no son suficientes para hacer promesas terapéuticas. Tal cautela limita las expectativas que las pruebas disponibles hoy en día no pueden respaldar.

5.4 Rhodiola rosea y recuperación tras un estrés prolongado

Los extractos también se estudian para la recuperación tras largos periodos de estrés físico o mental. Recuperarse significa volver a la homeostasis (equilibrio interno del cuerpo) después de una carga intensa. Un cansancio fuerte puede durar mucho tiempo y no desaparecer con un simple estímulo. En este caso, el posible efecto se refiere al retorno a la función normal. No consiste en llevar al cuerpo más allá de sus límites. Por ello, el tema interesa a deportistas, trabajadores bajo presión y personas que atraviesan fases intensas. La recuperación abarca el sueño, la vigilancia, la energía percibida y la capacidad de soportar el esfuerzo. La planta se denomina adaptógena porque podría favorecer la respuesta del cuerpo al estrés. Sin embargo, este perfil debe distinguirse de la promesa de energía rápida. Las pruebas se refieren sobre todo al control de la respuesta y a la reanudación de las actividades normales. No muestran un efecto seguro en todas las personas o situaciones. Este aspecto distingue al producto de los suplementos utilizados principalmente para sedar o favorecer la relajación. Aquí, el objetivo propuesto es gestionar el estrés y ayudar a la recuperación. Por tanto, la recuperación no coincide con euforia o una fuerte activación. Indica más bien la capacidad de recuperar un buen equilibrio después del esfuerzo. El tema responde a preguntas prácticas comunes, aunque tiene una base biológica compleja. Conecta los mecanismos estudiados, los datos clínicos y el posible uso diario. No obstante, para evaluar bien la recuperación, es necesario aclarar la relación entre vigilancia y activación.

5.5 Rhodiola rosea y vigilancia: por qué no es un simple energizante

A menudo se define a esta planta como "energizante", pero esta palabra puede generar expectativas erróneas. Los estudios indican más bien una posible ayuda para la vigilancia, la adaptación y la capacidad de soportar el estrés. Por lo tanto, su efecto no coincide con el de un estimulante clásico. Cuando aparece, el beneficio no siempre consiste en un rápido pico de activación. Puede manifestarse como una mejor gestión de las actividades y una menor fatiga percibida. Por lo tanto, no hay que esperar un efecto similar al de la cafeína. La respuesta puede ser más leve y gradual. Esta distinción corrige una descripción comercial muy extendida. También permite vincular el efecto a los mecanismos ya examinados. Entre ellos se encuentran la AMPK y las mitocondrias (partes de las células que producen energía). La respuesta al estrés también puede desempeñar un papel. La hipótesis no prevé que el producto proporcione energía en sentido absoluto. En cambio, podría ayudar al cuerpo a adaptarse cuando aumenta la demanda de energía. Por tanto, quien busque un efecto rápido debe considerar esta diferencia. La función propuesta se refiere a la regulación, no a un estímulo inmediato. Esta interpretación permite un uso más realista y una estimación más correcta de los resultados. Además, evita confundir la vigilancia con un estado de fuerte excitación. Tras haber evaluado el efecto percibido, es necesario examinar las condiciones clínicas y los grupos más estudiados.

5.6 Rhodiola rosea, estrés oxidativo y adaptación celular

Un motivo adicional por el que la Rhodiola rosea se estudia en relación con el estrés y el rendimiento tiene que ver con el posible control del estrés oxidativo, es decir, el exceso de moléculas reactivas que acompaña al esfuerzo, la inflamación y la recuperación incompleta. En diversos modelos experimentales, el salidrósido ha mostrado efectos protectores en células expuestas a daño oxidativo y en tejidos sensibles al consumo energético [13][21]. Esto no significa que la planta "repare" mágicamente el organismo, sino que puede contribuir a que el paso por fases de alta demanda fisiológica sea menos costoso. La relevancia clínica es, sobre todo, funcional: menos daño secundario puede traducirse en una mejor tolerancia al esfuerzo, una menor sensación de agotamiento y una recuperación más eficiente. Sin embargo, queda un paso importante que no debe pasarse por alto: muchos datos provienen de modelos animales o celulares, por lo que la conexión con el beneficio percibido en humanos es plausible, pero no automática. Precisamente por esto, la Rhodiola debe describirse como un apoyo a la resiliencia biológica, no como un remedio definitivo. El valor de su perfil reside en la coherencia entre los mecanismos celulares, los resultados preliminares y el uso práctico en periodos de alta carga.

6. PATOLOGÍAS RELACIONADAS Y POBLACIONES EN RIESGO

Para evaluar las patologías relacionadas con la Rhodiola rosea, es necesario separar las hipótesis biológicas de los usos clínicos probados. El extracto estandarizado puede actuar sobre la respuesta al estrés, el uso de la energía y el estrés oxidativo (exceso de moléculas que pueden dañar las células).Estos efectos convierten a la planta en una posible ayuda en algunos cuadros clínicos. Sin embargo, muchos datos provienen de estudios preclínicos (realizados en células o animales), que no prueban un efecto terapéutico en humanos. Por lo tanto, la planta puede ayudar en casos específicos, pero no cura todas las enfermedades crónicas. Para entender dónde puede ser útil, es necesario evaluar cada ámbito y la solidez de las pruebas.En el burnout (agotamiento debido al estrés prolongado), los estudios en humanos muestran señales sobre la fatiga mental, la atención y el cansancio. En conjunto, los datos indican una posible ayuda para quienes viven un estrés a largo plazo [5][7][9]. También el cortisol (hormona de la respuesta al estrés) debe evaluarse con cautela: los datos indican una posible acción sobre esta respuesta, no su corrección automática. Su uso no sustituye el sueño, la gestión de la carga de trabajo ni los hábitos saludables.Para los trastornos del metabolismo, los estudios se refieren principalmente al salidrósido, uno de los principales compuestos activos. Los datos sobre la resistencia a la insulina (escasa respuesta de los tejidos a la insulina) y la esteatosis hepática involucran a la AMPK (sensor celular de la energía). Por ahora, estos resultados explican un posible mecanismo, pero no indican una cura [22][23][24].Del mismo modo, los

modelos de neuroprotección muestran efectos sobre el daño oxidativo y las mitocondrias (estructuras que producen energía). Estos datos no son suficientes para extender su uso a enfermedades neurodegenerativas ya diagnosticadas [25][26]. Las áreas que merecen más atención son las siguientes:

- El agotamiento (burnout) y la fatiga por estrés son el ámbito clínico con más datos.
- Los trastornos del metabolismo tienen bases interesantes, pero sobre todo experimentales.
- Las enfermedades del sistema nervioso muestran señales útiles, pero aún no concluyentes.
- Las personas con múltiples enfermedades o tratamientos requieren mayor precaución.

Las afecciones asociadas a la Rhodiola rosea no tienen todas el mismo peso clínico. Para algunas existen estudios en humanos, mientras que otras solo muestran señales obtenidas en laboratorio. Las siguientes secciones separan los ámbitos más concretos de aquellos que requieren mayor cautela.

6.1 Agotamiento y fatiga por estrés: la afección más estudiada

El agotamiento (burnout) y la fatiga por estrés son las afecciones con los datos clínicos más sólidos. Los estudios indican posibles efectos sobre el agotamiento mental, el cansancio, la concentración y la calidad de vida. El burnout, de hecho, no es un simple cansancio: conlleva una fuerte carga mental, un menor rendimiento y una creciente dificultad para recuperarse.En este contexto, la Rhodiola rosea puede favorecer la respuesta del cuerpo ante el estrés prolongado. Se define como adaptógena (una sustancia propuesta para ayudar al cuerpo a adaptarse al estrés). Sin embargo, este posible efecto no la convierte en una cura definitiva: puede complementar un sueño adecuado, la gestión de la carga de trabajo y el cambio de hábitos perjudiciales.Los datos en humanos permiten una estimación más concreta en comparación con otros ámbitos. No obstante, no se deben extrapolar los resultados a toda persona que se sienta cansada. La fatiga puede tener múltiples causas, como trastornos del sueño, carencias, enfermedades o el uso de medicamentos. Por lo tanto, antes de su uso, es necesario comprender el origen de los síntomas.El posible beneficio también depende del perfil de la persona y de la calidad del extracto utilizado. Diferentes productos pueden proporcionar dosis y cantidades distintas de compuestos activos. El punto central sigue siendo este: en los cuadros relacionados con el estrés existe un motivo preciso para estudiar su uso. Sin embargo, no existe una prueba válida para cada caso. Este ámbito aclara dónde puede tener la planta un papel práctico y dónde se requieren otras evaluaciones.

6.2 Diabetes tipo 2 e insulinorresistencia: qué indican los modelos experimentales

En la diabetes tipo 2 y en la resistencia a la insulina, la *Rhodiola rosea* resulta interesante sobre todo por los datos preclínicos. En modelos experimentales, el salidrósido se ha asociado a un mejor control de la glucemia. También se ha observado una mejor respuesta de los tejidos a la insulina y efectos beneficiosos sobre el metabolismo energético. En términos sencillos, el compuesto podría ayudar a las células a utilizar mejor la glucosa, el azúcar que circula en la sangre.Un trabajo de referencia ha estudiado una vía relacionada con AMPK, PI3K, AKT y GSK3b. Los resultados muestran que el salidrósido puede reducir la resistencia a la insulina activando esta vía. En otro estudio, el compuesto favoreció la entrada de glucosa en las células del músculo esquelético. También en este caso, el efecto se produjo a través de la activación de AMPK [10,23]. Otra investigación ha vinculado la disminución de la resistencia a la insulina con el control de calidad de las mitocondrias [24].Sin embargo, estos datos no equivalen a una prueba clínica sólida en humanos. El tema conecta la AMPK y la función mitocondrial con una patología en la que estas vías son fundamentales. Desde un punto de vista editorial, no deben transformarse datos animales o celulares en recomendaciones terapéuticas. La *Rhodiola* es una candidata interesante para futuros estudios sobre el metabolismo de la glucosa. No es, sin embargo, un tratamiento para la diabetes.Este análisis ayuda también a responder a búsquedas muy precisas en línea, relacionadas con el uso de la planta en personas con glucemia alterada o resistencia a la insulina. Por tanto, el texto debe distinguir con claridad la base biológica del uso clínico. En un esquema bien estructurado, este tema aclara el vínculo entre la energía celular y el control metabólico. Al mismo tiempo, debe mantenerse dentro de los límites de las pruebas disponibles. El lector debe saber que se

habla de posibilidades, no de indicaciones ya probadas. Esta diferencia hace que el discurso sea correcto desde el punto de vista científico.

6.3 Esteatosis hepática no alcohólica: por qué es relevante el salidrosido

La esteatosis hepática no alcohólica es la acumulación de grasa en el hígado no relacionada con el alcohol. También en este ámbito, el salidrósido ha despertado interés, sobre todo en modelos animales. Un estudio examinó la esteatosis causada por una dieta rica en grasas. El compuesto la redujo a través de una vía relacionada con AMPK y la regulación de TXNIP/NLRP3. Los efectos afectaron a la inflamación y a la acumulación de lípidos, es decir, de grasas [22].En la práctica, el compuesto parece reducir el depósito de grasas en el hígado. También parece atenuar algunas señales relacionadas con la inflamación. Los efectos observados incluyen una menor acumulación de lípidos en el hígado y un perfil metabólico mejorado. Además, afectan al control de vías relacionadas con la inflamación y el estrés oxidativo. También en este caso, sin embargo, se trata de una base preclínica plausible. Todavía no es una certeza clínica.El tema es relevante porque la esteatosis está vinculada a la resistencia a la insulina y a la inflamación de bajo grado. También está relacionada con la disfunción mitocondrial, es decir, con el mal funcionamiento de las mitocondrias. La Rhodiola parece actuar precisamente sobre estos procesos, al menos en los modelos estudiados. Esto hace que el tema sea muy interesante, pero no prueba que la planta cure el hígado graso. El enfoque correcto muestra cómo los datos experimentales encajan en el marco del metabolismo y de la homeostasis, el equilibrio interno del organismo.A nivel SEO, la búsqueda tiene un alto potencial entre quienes buscan remedios naturales para la esteatosis. Sin embargo, el texto debe seguir siendo riguroso y no promocional. Es, por tanto, un tema que debe tratarse con cautela, aunque ampliando el área cubierta por el contenido. No hay que confundir al lector sobre la solidez de las pruebas disponibles. El interés es real, pero el paso a la práctica clínica aún está incompleto. Este equilibrio entre interés y prudencia hace que la lectura científica sea correcta.

6.4 Neurodegeneración y deterioro cognitivo: perspectivas aún experimentales

La *Rhodiola rosea* también ha sido estudiada en modelos de neurodegeneración y deterioro cognitivo. El interés se centra en sus efectos sobre el estrés oxidativo, la neuroinflamación y la función mitocondrial. En modelos de Parkinson, el salidrósido se ha asociado con la protección de las neuronas dopaminérgicas, que producen dopamina, una sustancia que ayuda a regular el movimiento. El efecto se producía a través de una vía mitocondrial relacionada con MEF2D-ND6.En otro trabajo, el compuesto mejoró la función cognitiva en un modelo de Parkinson. El efecto involucraba una vía MAPK mediada por Braf [25][27]. Otros estudios han indicado posibles efectos neuroprotectores en modelos de isquemia cerebral y disfunción cognitiva. Los datos muestran una menor neuroinflamación y un apoyo a la función mitocondrial [28][26]. Estos procesos desempeñan un papel central en las enfermedades neurodegenerativas. Por lo tanto, el fundamento biológico resulta coherente.Sin embargo, la mayor parte de las pruebas proviene de estudios preclínicos. El interés es alto, pero las pruebas en humanos no son suficientes para un uso terapéutico ya definido. Este análisis tiene un doble valor. Por un lado, extiende el contenido al sistema nervioso. Por otro, evita confundir los modelos experimentales con un beneficio cierto en la práctica. La *Rhodiola* puede describirse como una candidata para futuros estudios sobre neuroprotección. No es un tratamiento probado para el Alzheimer, el Parkinson u otras enfermedades neurológicas.En el plano SEO, el tema intercepta muchas búsquedas naturales en línea. Precisamente por esto, requiere palabras precisas y muy rigurosas. El texto debe ofrecer un panorama equilibrado y reconocer la base biológica. Sin embargo, no debe superar los límites de las pruebas disponibles. Es un área de interés, no una conclusión definitiva. Esta distinción respalda la credibilidad de todo el artículo.

6.5 Rhodiola rosea y poblaciones vulnerables: quiénes requieren prudencia

No todas las personas responden de la misma manera a un suplemento adaptógeno. La Rhodiola rosea requiere mayor precaución en presencia de

enfermedades, tratamientos o condiciones fisiológicas particulares. Esto no significa que sea siempre peligrosa, pero requiere una evaluación más cuidadosa. La prudencia es especialmente importante para quienes padecen trastornos del estado de ánimo, enfermedades crónicas o problemas cardíacos. También se requiere atención al combinar varios tratamientos o ante una fuerte sensibilidad a los efectos sobre la energía y el sueño. En estos grupos, la respuesta puede variar según la dosis, el producto y el cuadro clínico.La ausencia de señales graves en los estudios no garantiza la misma seguridad para cada persona. Algunos grupos pueden estar poco representados o totalmente ausentes en las investigaciones. Por lo tanto, los datos generales no siempre estiman correctamente los riesgos, la tolerabilidad y las posibles interacciones. Los adaptógenos no son soluciones adecuadas para cualquier problema o enfermedad. Antes de su uso, quienes sigan tratamientos o tengan cuadros complejos deben consultar a un profesional sanitario. Este diálogo ayuda a evaluar los síntomas, los medicamentos que se están tomando y los riesgos personales.El punto clave es sencillo: cuanto más complejo es el cuadro, más debe adaptarse la elección a la persona. Aunque el mecanismo parezca válido, es necesario evaluar a la persona en su conjunto. Esta cautela no es alarmismo, sino una parte esencial de un uso informado y consciente.

7. PATOLOGÍAS METABÓLICAS, CELULARES Y ONCOLÓGICAS

En este campo, la Rhodiola rosea se estudia por los efectos de sus compuestos en las células. El más conocido es el salidrósido (compuesto vegetal activo). En las pruebas, puede influir en el uso de la energía y en la respuesta al estrés oxidativo.La investigación también estudia las vías que regulan el crecimiento, la vida y la muerte de las células. Entre ellas encontramos la AMPK (proteína que regula la energía) y mTOR (proteína que controla el crecimiento celular). Estas vías conectan el uso de la glucosa, la actividad de las mitocondrias y el crecimiento celular. Las mitocondrias son las partes de la célula que producen gran parte de la energía.La autofagia es el sistema mediante el cual la célula elimina y recicla las partes dañadas. Estos datos indican un posible efecto biológico, pero no prueban un uso clínico.En el metabolismo glucídico (uso de los azúcares), los estudios indican una posible ayuda a la respuesta a la insulina. También muestran un mayor uso de la glucosa por parte de las células [23][10][24][12]. Los datos provienen sobre todo de modelos experimentales y de pruebas con compuestos aislados.En la insulinorresistencia (escasa respuesta de los tejidos a la insulina), la AMPK parece tener un papel central. Su actividad favorece la entrada de glucosa y ayuda a la célula a gestionar la energía. Estos efectos también se han observado en las células musculares.Un mecanismo similar puede actuar sobre el uso de las grasas y la salud del hígado. En los modelos estudiados puede reducir la acumulación de grasa y los daños derivados de una dieta rica en lípidos. El compuesto también se ha estudiado en la esteatosis hepática no alcohólica (grasa en el hígado no debida al alcohol). El efecto observado involucra a la AMPK y a un menor estrés oxidativo [22]. Sin embargo, el dato es inicial y no prueba un efecto terapéutico en humanos.El daño oxidativo también puede afectar al riñón y al endotelio (capa interna de los vasos). Una síntesis de los estudios renales reporta una acción citoprotectora (defensa de las células) en varios modelos de nefropatía. Otros trabajos indican posibles beneficios para los vasos y su funcionamiento normal [29][11][30].Estos efectos parecen estar relacionados con una menor inflamación y peroxidación lipídica (daño a las grasas de las membranas). Además, pueden ayudar a las células a mantener su estructura. También en este caso, sin embargo, gran parte de los datos no proviene de estudios clínicos.En las pruebas de laboratorio, algunos extractos y el compuesto aislado han frenado células tumorales de la vejiga y del colon. En los modelos de tumor gástrico y colorrectal también han inducido apoptosis (muerte programada de la célula) [31][32][33]. Otros estudios han examinado el melanoma y la vía PI3K/AKT/mTOR [34][35]. Estos resultados ayudan a estudiar el cáncer, pero no prueban un efecto antitumoral en humanos. Tres áreas ayudan a entender cómo pueden estar conectados estos efectos:

- En los modelos experimentales aumenta la entrada de glucosa en las células.
- En el hígado, en el riñón y en los vasos sanguíneos puede disminuir el daño oxidativo.

- La modulación de mTOR y de la autofagia también interesa a la investigación sobre el cáncer.

Los tres temas siguientes muestran cómo la energía, el estrés oxidativo y el crecimiento celular pueden estar relacionados. La distinción sigue siendo esencial: un efecto observado en el laboratorio no demuestra un beneficio clínico.

7.1 Rhodiola rosea y metabolismo de la glucosa en modelos experimentales

En el metabolismo de la glucosa, el salidrósido es el compuesto más estudiado. En modelos experimentales, ha aumentado la entrada y el uso de azúcar en las células. El efecto parece involucrar a la AMPK, las mitocondrias y la respuesta de los tejidos a la insulina. La AMPK ayuda a la célula cuando disminuye la energía disponible. Cuando se activa, favorece la entrada de glucosa y ayuda a la célula a utilizarla. De este modo, las mitocondrias pueden producir energía aprovechando mejor lo que entra en la célula. Este vínculo explica por qué el metabolismo, el estrés y el cansancio no están del todo separados. Los resultados, sin embargo, provienen de estudios en células, animales o compuestos aislados. No demuestran que la planta pueda curar la diabetes o prevenir sus complicaciones. No es una terapia hipoglucemiante (fármaco que reduce la glucemia) y no sustituye los controles médicos. Por tanto, el dato útil se refiere al mecanismo, no a un efecto clínico ya confirmado. La investigación muestra cómo un compuesto vegetal puede actuar sobre la energía en modelos bien definidos. Se necesitan estudios en humanos para comprender la dosis, la eficacia y la seguridad a largo plazo. El panorama sigue siendo claro: el posible efecto sobre la glucosa es interesante, pero aún debe probarse en la clínica. Esta distinción evita confundir un dato biológico con una cura. De la glucosa pasamos a los lípidos, donde el mecanismo es similar pero cambia el contexto.

7.2 Rhodiola rosea y metabolismo lipídico: qué revelan las investigaciones

En los estudios sobre el uso de las grasas, el salidrósido ha mostrado algunos efectos de interés. Las pruebas se centran principalmente en la resistencia a la insulina, la dislipidemia y la esteatosis. La dislipidemia indica un nivel alterado de grasas en la sangre. La esteatosis, por su parte, indica una acumulación de grasa en el hígado. En los modelos estudiados, el compuesto redujo parte de las grasas acumuladas en el hígado. Además, actuó sobre la homeostasis energética (el equilibrio entre la energía producida y la consumida). El mecanismo parece involucrar a la AMPK y una reducción del estrés oxidativo. Estos datos indican un posible vínculo entre la energía celular y el daño hepático. Sin embargo, no prueban una disminución segura del colesterol o de los triglicéridos en las personas. Gran parte de las pruebas proviene, de hecho, de células y animales, no de estudios clínicos. La investigación amplía así el campo más allá de los efectos sobre el estrés y el sistema nervioso. Muestra que los mismos mecanismos pueden influir en múltiples órganos y procesos. Esto no significa, sin embargo, que un suplemento pueda tratar trastornos complejos del metabolismo. Por tanto, el resultado debe interpretarse como una base para nuevos estudios en humanos. Es necesario comprender qué dosis pueden ser eficaces y para qué personas. Asimismo, deben estudiarse los efectos a largo plazo y la relación con otros tratamientos. Cuando el metabolismo cambia, también es necesario estudiar los órganos más expuestos, como el riñón.

7.3 Rhodiola rosea y protección renal: nefropatía y daño por estrés

La protección renal es uno de los campos más prometedores para el estudio del salidrósido. De hecho, el riñón es muy sensible al estrés oxidativo, a la inflamación y a la isquemia. La isquemia es una reducción de la llegada de sangre y oxígeno a los tejidos. Las investigaciones preclínicas y la síntesis sobre las enfermedades renales indican un posible efecto de la Rhodiola. En modelos de nefropatía y lesión aguda puede reducir el daño a los tejidos. Además, puede favorecer la función renal [29]. Sin embargo, el punto clave es claro: son datos experimentales, no indicaciones terapéuticas ya probadas. Este análisis permite tratar el tema de los "riñones" sin crear expectativas infundadas. A nivel biológico, el riñón ayuda a estudiar la AMPK, las mitocondrias y la citoprotección. La citoprotección comprende los procesos que ayudan a defender a las células del daño. Desde el punto de vista editorial, es necesario aclarar bien los límites de estos resultados. La protección observada en los modelos no permite

utilizar la Rhodiola contra la enfermedad renal crónica. La investigación sigue siendo interesante porque muestra la versatilidad del fitocompuesto, es decir, del compuesto de origen vegetal. El salidrósido puede modular procesos comunes a muchos órganos, pero solo en contextos experimentales bien definidos. Esta parte ayuda al lector a comprender que los efectos de la planta no son "milagrosos". Dependen de precisos mecanismos biológicos y de las condiciones en las que se estudian. El valor del dato reside en distinguir el potencial biológico de su uso clínico. Esta distinción es esencial para ofrecer información rigurosa y fiable. Al igual que el hígado, el riñón muestra resultados prometedores, pero aún no concluyentes. Del riñón se pasa al tema oncológico, que requiere una cautela aún mayor.

7.4 Rhodiola rosea y proliferación celular: el nudo oncológico

El tema oncológico es uno de los más delicados y requiere la máxima precisión. La literatura experimental sugiere que el salidrosido puede modular la proliferación, la apoptosis y la autofagia en diversos modelos celulares tumorales, a menudo a través de la vía PI3K/Akt/mTOR. Algunos trabajos han mostrado una reducción del crecimiento de líneas celulares de cáncer de vejiga, gástrico y colorrectal, con la participación directa de mTOR y la inducción de la autofagia [31][32][33].Un trabajo más reciente ha explorado también la modulación de mTOR y PI3K/Akt en melanoma, pero siempre en el ámbito experimental [34]. Esto hace que la Rhodiola sea interesante como objeto de investigación, pero no como terapia oncológica. El contenido de este análisis debe, por tanto, separar con claridad el fundamento biológico de la aplicación clínica. El elemento SEO es potente porque muchos usuarios buscan vínculos entre plantas naturales y cáncer, pero precisamente por eso hay que ser rigurosos: ninguna promesa de cura, ninguna equivalencia con fármacos antitumorales, ninguna generalización a los pacientes.El valor editorial reside en mostrar cómo actúa el compuesto sobre los procesos de crecimiento y supervivencia celular en el laboratorio, y en aclarar que estos resultados siguen siendo preliminares. La relación con mTOR es aquí central, porque vincula el tema oncológico con el núcleo mecanístico del contenido. De este modo, la estructura mantiene la coherencia interna y aborda un ámbito de gran interés sin sobrepasar los límites de la evidencia científica. Es un punto que debe tratarse con atención, pero es imprescindible para una visión general completa.El lector debe terminar con una certeza: interés biológico sí, uso oncológico no, al menos en el estado actual de las evidencias. Esta distinción es la base de una información correcta. Cuando se modula el crecimiento celular, es necesario evaluar con atención también a quiénes se les debe recomendar una mayor prudencia en su uso.

7.5 Rhodiola rosea y poblaciones vulnerables: quién requiere prudencia

No todas las personas responden de la misma manera a un suplemento adaptógeno. Un adaptógeno es una sustancia estudiada por sus efectos en la respuesta al estrés. La Rhodiola rosea requiere prudencia en algunas poblaciones vulnerables. El control es aún más importante en caso de enfermedades, terapias en curso o condiciones fisiológicas particulares. Esto no significa que la planta sea peligrosa en términos absolutos. Significa que el contexto de uso requiere una evaluación más cuidadosa. El tema concierne a personas con trastornos del estado de ánimo, enfermedades crónicas o problemas cardiovasculares. También incluye a quienes siguen múltiples terapias o reaccionan de forma sensible a los efectos sobre la energía y el sueño. Es necesario evitar tanto las alarmas como las explicaciones demasiado simplistas. La ausencia de señales graves en los estudios no prueba una seguridad universal en todos los grupos. Esta parte protege al lector también de usos demasiado amplios y poco fundamentados. Las búsquedas en línea, de hecho, pueden presentar a los adaptógenos como soluciones adecuadas para muchos problemas diferentes. Un buen contenido debe explicar cuándo es mejor hablar con un profesional sanitario. También debe responder a preguntas como “¿es adecuada en caso de...?” o “¿puede tomarla quien tiene...?”. El tono debe mantenerse cauteloso y no crear miedos injustificados. Esta parte demuestra responsabilidad y ayuda a evaluar el suplemento en el contexto adecuado. El mensaje clave es sencillo: cuanto más complejo sea el cuadro clínico, más necesaria es una evaluación individual. Esta prudencia es una parte esencial de una información fiable. Incluso con una base biológica sólida, es necesario

considerar el perfil de la persona. También deben evaluarse las posibles interacciones con otros factores de riesgo. Este es el fundamento de una elección verdaderamente consciente. La prudencia se vuelve aún más importante cuando se comparan los datos científicos disponibles.

8. EVIDENCIA CIENTÍFICA, CALIDAD DE LOS ESTUDIOS Y LECTURA CRÍTICA

Para evaluar la Rhodiola rosea, no basta con encontrar un efecto biológico. Es necesario entender si dicho efecto puede ser útil también en la vida real. Las revisiones muestran un verdadero interés por su papel como adaptógeno natural. Un adaptógeno ayuda al cuerpo a responder al estrés y a sus efectos. Los estudios se centran sobre todo en la fatiga, el estrés percibido y las vías relacionadas con la AMPK, la oxidación y la respuesta celular [3][4]. La AMPK (sensor de energía en las células) regula el uso y la reserva de energía. Por tanto, la planta podría ayudar al cuerpo a adaptarse al estrés y a gestionar la energía. También podría reducir los daños causados por un exceso de estrés oxidativo. Este surge cuando algunas moléculas muy reactivas superan las defensas de las células.Sin embargo, el valor clínico depende de la calidad de los métodos utilizados. Los extractos no son iguales, los grupos suelen ser pequeños y los resultados medidos varían. Los datos existen, pero son muy diversos entre sí y deben leerse con cuidado. Estas diferencias importan porque la Rhodiola rosea actúa sobre múltiples redes biológicas conectadas. Las hipótesis señalan la respuesta al estrés y el control neuroendocrino. Este último indica el vínculo entre el sistema nervioso, las hormonas y las glándulas que las producen. Otros estudios evalúan la defensa de las mitocondrias y el posible control de la inflamación. Las mitocondrias son partes de la célula que producen gran parte de su energía. Medir un solo resultado puede, por tanto, reducir o ampliar demasiado el sentido del efecto.Un ejemplo proviene de los estudios clínicos realizados con el extracto SHR-5, ya mencionado anteriormente. En 60 participantes de entre 20 y 55 años, con 576 mg/día durante 28 días, surgieron señales sobre la fatiga, la atención, el estado de ánimo y el cortisol [5]. El cortisol es una hormona que participa en la respuesta del cuerpo al estrés. El dato conecta un efecto percibido con un valor medible en el cuerpo. Sugiere, por tanto, una posible acción sobre la respuesta al estrés y el uso de la energía. Sin embargo, el resultado se refiere a un método de estudio preciso y a un producto específico. No puede extenderse de forma directa a cualquier extracto comercial.Otros estudios clínicos han involucrado a grupos diferentes y han seguido objetivos más específicos. La coherencia debe buscarse, por tanto, entre investigaciones similares, no sumando datos muy distintos [7][8][9]. El mismo criterio se aplica a otros estudios sobre suplementos con Rhodiola rosea. Si la dosis, el extracto y el método son claros, los resultados son más fáciles de evaluar. Si faltan dichos datos, las pruebas tienen, en cambio, un peso menor. No es correcto decir que la planta funciona siempre y para cualquiera. Los datos son más sólidos cuando la pregunta clínica es precisa y el producto está bien descrito [1][7]. El valor del estudio aumenta si la dosis, la duración, las personas involucradas y los resultados están definidos. Así se puede entender a qué efecto se refiere realmente el dato. Puede tratarse de fatiga mental, rendimiento físico, respuesta al estrés o un ámbito más restringido. El mismo rigor es necesario para leer los mecanismos estudiados en las células. Un mecanismo creíble aumenta el interés, pero no demuestra por sí solo un beneficio en humanos.También cuenta el tipo de trastorno para el que se estudia la Rhodiola rosea. Los estudios preclínicos (realizados en células o animales) indican algunos posibles campos de acción. Entre ellos se encuentran el daño oxidativo, el uso de la energía, la defensa de las neuronas y la integridad celular [13][6][21][29]. Sin embargo, un dato de laboratorio no se traslada de forma directa al tratamiento de las personas. En el cuerpo humano cambian, de hecho, la dosis, la difusión en los tejidos y la fuerza del efecto. También cuenta la biodisponibilidad (la cantidad de sustancia que llega a los tejidos y puede actuar). Las pruebas son prometedoras, pero su peso varía según el objetivo. Una ayuda para el bienestar no equivale a una cura para una enfermedad. Incluso el apoyo contra la fatiga es distinto a un uso en casos clínicos seleccionados. Esta distinción requiere una lectura atenta y no automática de los datos [1][3]. El estado inicial de la persona también puede cambiar la respuesta observada. Quien tiene fatiga leve o estrés puede responder de forma distinta a quien está sano. Lo mismo ocurre con una persona con bajo rendimiento mental o una enfermedad crónica. La

literatura muestra, por tanto, múltiples señales que van en la misma dirección. Sin embargo, no ofrece una prueba única, uniforme y ya cierta [1]. Para entender mejor los resultados, es útil evaluar juntos tres niveles de análisis:

- Las revisiones muestran las tendencias, pero no sustituyen a los estudios clínicos.
- Los extractos estandarizados facilitan la comparación de los resultados.
- Los estudios en células y animales explican los mecanismos, pero no prueban por sí solos el efecto en humanos.
- Un buen diseño del estudio cuenta más que un resultado aislado.

Las revisiones ayudan a poner orden en los datos, pero valen tanto como los estudios que incluyen. El extracto, el método y las personas involucradas pueden, de hecho, cambiar el sentido de los resultados. Las siguientes secciones explican de forma concreta por qué estos factores son tan importantes.

8.1 Qué dicen realmente las revisiones sobre la Rhodiola rosea

Las revisiones sobre la Rhodiola rosea reúnen múltiples estudios, pero no eliminan sus limitaciones. Una amplia revisión sobre las especies de Rhodiola examinó sus usos tradicionales, compuestos, efectos, seguridad y estudios clínicos. Sobre esta base, situó a la planta entre los adaptógenos de mayor interés [3]. La fitoquímica (estudio de los compuestos naturales de las plantas) ayuda a comprender qué sustancias contiene. Otra revisión evaluó esta especie junto con otras plantas utilizadas contra el estrés. Los estudios indican posibles efectos en múltiples aspectos de la respuesta al estrés. Sin embargo, los métodos y protocolos utilizados varían mucho entre las investigaciones [4]. En conjunto, surgen señales sobre la fatiga, el rendimiento y el estrés percibido. Los datos parecen más claros con extractos estandarizados y grupos bien definidos.Las revisiones muestran, por tanto, tanto los posibles efectos como los puntos débiles de las pruebas. Si los criterios de selección cambian, los estudios se vuelven menos fáciles de comparar. Pueden variar la duración del tratamiento y los criterios de valoración (resultados finales medidos). Asimismo, el uso de extractos diferentes dificulta atribuir el efecto a toda la especie. Para hacerlo, es necesario indicar siempre qué producto se ha utilizado. Este dato es útil también para quien busca una ayuda práctica. No basta con preguntar si la planta puede servir en un sentido general. Es necesario entender en qué forma, con qué propósito y con qué pruebas. Las revisiones describen el panorama, pero no ofrecen por sí solas una certeza terapéutica. La síntesis más correcta sigue siendo, por tanto, cautelosa y vinculada a la calidad de los estudios. Existen señales interesantes, pero su fuerza depende de los métodos y de la coherencia.Este punto evita interpretaciones excesivas y ayuda a generar confianza en el lector. Es útil también para responder a quienes buscan en línea qué dice la ciencia. Una buena respuesta explica que una síntesis no transforma una hipótesis en una cura segura. La tarea es informar de manera clara, no promocionar un suplemento. Esta elección hace que el texto sea más creíble y prepara el análisis de los datos individuales. Posteriormente, cada resultado podrá leerse con más cuidado y en el contexto adecuado. Una lectura justa no promete demasiado, pero no ignora las señales que se repiten. Precisamente este equilibrio es lo que hace útil una buena síntesis de las pruebas. Tras el panorama general, es necesario evaluar qué extracto se ha utilizado.

8.2 Por qué los extractos estandarizados cambian los resultados de los estudios

En los estudios sobre la Rhodiola rosea, el tipo de extracto puede cambiar el resultado observado. La dosis de salidrósido, la presencia de rosavinas y el método de producción son factores determinantes. El salidrósido es uno de los principales compuestos activos atribuidos a la planta. Las rosavinas, por su parte, son marcadores químicos utilizados para describir la composición del producto. Por lo tanto, dos estudios aparentemente similares pueden evaluar sustancias que no son del todo iguales. Este detalle explica por qué los resultados no siempre apuntan en la misma dirección. La estandarización indica que el producto contiene cantidades conocidas de ciertos compuestos seleccionados. De este modo, los investigadores pueden comparar mejor los datos y repetir la prueba. En los trabajos con células o animales, los marcadores ayudan a vincular el efecto a un extracto preciso. Sin estos datos, el resultado queda asociado únicamente al nombre genérico de la

planta.También para el lector es importante saber qué producto se ha estudiado. Muchas personas buscan qué extracto funciona mejor o por qué los estudios arrojan resultados diferentes. La respuesta correcta es que el producto cuenta tanto como los compuestos que contiene. Si su fórmula no es clara, el peso de las pruebas se reduce. Este criterio permite leer con mayor rigor tanto los estudios clínicos como los preclínicos. Ayuda, además, a no extrapolar un resultado a productos con una composición diferente. El solo nombre de la planta no basta para estimar los efectos de un suplemento. Se necesitan datos sobre su verdadera fórmula, sus marcadores y su método de obtención. Solo así los resultados pueden compararse y utilizarse de manera correcta. Sin embargo, incluso un extracto bien descrito no hace que el laboratorio y la práctica clínica sean iguales. Si el producto cambia, también cambia el valor de las pruebas disponibles. Por tanto, es necesario distinguir con cuidado los datos preclínicos de los obtenidos en personas.

8.3 Rhodiola rosea: diferencia entre pruebas preclínicas y clínicas

Con la Rhodiola rosea, es fácil confundir los datos preclínicos con las pruebas clínicas. Los estudios en células y animales muestran efectos sobre AMPK, mTOR, la oxidación y la inflamación. mTOR (proteína que integra las señales de nutrientes y crecimiento) regula diversos procesos celulares. AMPK, por su parte, controla cuánta energía está disponible y cómo la utiliza la célula. Juntas, estas vías ayudan a equilibrar el crecimiento, la síntesis y el ahorro de energía. Una sustancia que actúa sobre dichos nodos podría cambiar la respuesta al estrés. En teoría, también podría influir en la vida de las células y en su uso de la energía. Estos mecanismos son coherentes desde el punto de vista biológico, pero no prueban un efecto terapéutico. El paso al ser humano no es, de hecho, ni directo ni seguro.Cambian la fisiología, la dosis, la biodisponibilidad y las relaciones entre los distintos órganos. Por tanto, un dato observado en el laboratorio puede no aparecer en una persona. También puede requerir dosis diferentes o producir un efecto mucho menos intenso. Esta distinción es esencial para ofrecer información correcta y no crear falsas expectativas. Un mecanismo posible no equivale a un beneficio clínico ya demostrado. El punto es importante también para quienes buscan respuestas sobre enfermedades complejas. La planta muestra señales en varios campos, pero la solidez de las pruebas no siempre es la misma. Las búsquedas en línea a menudo nacen de la necesidad de encontrar una confirmación rápida. Una respuesta seria debe, en cambio, aclarar que se necesitan datos directos en personas. La biología hace plausible el interés, mientras que la clínica establece si el efecto existe realmente.Esta lectura evita tanto tonos excesivos como juicios que nieguen cualquier dato. Ayuda además a generar confianza, porque indica con claridad lo que sabemos. El laboratorio no coincide con el tratamiento y la prueba en humanos sigue siendo el dato central. Esta diferencia cambia el sentido de los resultados sobre la fatiga, el rendimiento físico y el apoyo mental. Tras distinguir los niveles de prueba, se pueden evaluar mejor las limitaciones de los estudios.

8.4 Limitaciones de las investigaciones sobre la Rhodiola que realmente importan al lector

Algunas limitaciones de los estudios sobre la Rhodiola rosea cambian realmente el sentido de los resultados. Entre las principales se encuentran las pruebas breves, los diferentes extractos y los resultados medidos con métodos variados. Estos factores no anulan los datos, pero requieren una lectura más cautelosa. Si un estudio dura pocas semanas, no muestra si el efecto se mantiene en el tiempo. El beneficio observado puede ser estable, breve o estar ligado a una fase específica. También el número de personas involucradas influye en la solidez del dato. En un grupo pequeño, las características iniciales pueden pesar más en el resultado. La edad, la salud y el nivel de fatiga pueden, por tanto, modificar el desenlace final. Es importante saber también si el estudio contaba con un grupo de control. Este grupo permite comparar el extracto con un placebo u otros tratamientos previstos.Un método riguroso reduce el riesgo de que las expectativas y el azar alteren los resultados. La lectura crítica ayuda, por tanto, a entender por qué algunas pruebas son más sólidas. El marketing a menudo cita un resultado sin explicar cómo se obtuvo. Quien desea saber si el producto funciona no necesita respuestas absolutas. Debe conocer a las personas estudiadas, la dosis utilizada y la duración del tratamiento. Se requieren además datos sobre el extracto y sobre el resultado

medido por los investigadores. Esta información aclara hasta qué punto el estudio responde a la pregunta concreta del lector. Un resultado prometedor no representa una certeza, pero tampoco debe ignorarse. Debe interpretarse junto con las demás pruebas, sin separarlo de su contexto. Esta vía intermedia hace que la lectura crítica sea clara, útil y fiel a la investigación. A partir de aquí se puede pasar a la elección y al uso más consciente del producto.

9. APLICACIONES PRÁCTICAS Y ELECCIÓN ALIMENTARIA

Cuando se pasa al uso concreto, no basta con preguntarse si la Rhodiola rosea puede ser útil. También es necesario elegir un producto similar a los estudiados por la investigación. La calidad depende de la etiqueta, de la estandarización y de la parte de la planta utilizada. Un extracto estandarizado de Rhodiola contiene cantidades definidas de marcadores, es decir, compuestos que describen el producto. Entre estos marcadores se encuentran el salidrósido y las rosavinas.En los ensayos clínicos más citados, 60 participantes de entre 20 y 55 años tomaron SHR-5. La dosis fue de 576 mg al día durante 28 días [5]. Otro estudio utilizó 2 × 200 mg al día de WS® 1375. El tratamiento duró 8 semanas e involucró a 100 sujetos. Los investigadores observaron un perfil de seguridad favorable y una mejoría significativa en la semana 8 [16].Estos datos no indican una dosis válida para todos. Muestran, en cambio, que el efecto depende de un extracto específico, una duración definida y un objetivo preciso. La suplementación encuentra su lugar en una rutina con una dieta regular, un sueño adecuado y una buena gestión del estrés. Puede ofrecer una ayuda específica, pero no compensa los hábitos poco saludables. Los datos también ayudan a evaluar la posible relación con mTOR y con la respuesta al estrés. mTOR es una vía celular que regula el crecimiento y el uso de la energía. Este control es importante porque los extractos pueden tener composiciones diferentes. Para orientarse, conviene leer las indicaciones del producto como un breve plan de uso. No solo cuentan las dosis, sino también la duración, la regularidad y el contexto. Antes de elegir, es útil verificar estos puntos:

- La estandarización declarada debe ser clara y verificable.
- La parte vegetal utilizada debe indicarse sin dudas.
- La dosis diaria debe compararse con los estudios clínicos disponibles.
- Los excipientes, es decir, las sustancias añadidas, y la forma farmacéutica influyen en el uso práctico.

Ahora la atención se centra en los aspectos concretos: calidad, etiqueta, uso diario y límites prácticos. Estos criterios ayudan a entender cuándo la suplementación puede tener sentido. En otros casos, conviene actuar primero sobre la dieta y el estilo de vida.

9.1 Cómo elegir un suplemento de Rhodiola rosea de calidad

Para elegir un suplemento de Rhodiola rosea de calidad, hay que empezar por una etiqueta clara. El primer dato que debe comprobar es la estandarización. Un buen producto debería indicar con precisión el contenido de salidrósido, rosavinas u otros marcadores útiles. También cuenta la parte de la planta utilizada. Los extractos más estudiados provienen de la raíz y del rizoma, es decir, la parte subterránea de la planta.Otros aspectos importantes son la procedencia certificada, los excipientes, la forma farmacéutica y la transparencia del fabricante. Estos elementos no garantizan por sí solos la eficacia. Sin embargo, reducen el riesgo de comprar productos poco similares a los estudiados en la literatura científica. Desde el punto de vista del SEO, la búsqueda sobre "cómo elegir" es muy fuerte. Los usuarios quieren orientarse en el mercado real, no solo leer teoría. Se trata, por tanto, de un análisis práctico, pero basado en criterios científicos.El punto clave es sencillo: la calidad no coincide solo con la cantidad en miligramos. Un suplemento bien descrito es más fácil de entender y comparar con los estudios clínicos. Por ello, leer la etiqueta es esencial antes de evaluar la dosis y la duración del uso. Si el producto se describe con claridad, es más fácil saber si responde a las necesidades propias. La elección consciente comienza precisamente con este control. Tras haber elegido el producto, hay que leer la etiqueta y la titulación sin generar dudas.

9.2 Rhodiola rosea: cómo leer la etiqueta, titulación y composición

Leer bien la etiqueta de un producto con Rhodiola rosea evita confundir diferentes extractos. La titulación indica la cantidad de algunos componentes

activos presentes en el producto. La composición total, en cambio, puede variar mucho de una marca a otra. Es importante comprobar el contenido de salidrósido, la relación con las rosavinas y los demás ingredientes funcionales. También cuentan la dosis por cápsula y la forma de administración. Estos datos influyen en la facilidad de uso y permiten la comparación con los estudios.Este análisis responde a una pregunta práctica frecuente y enseña a leer el mercado de forma crítica. Desde una perspectiva E-E-A-T, ofrece herramientas concretas para evaluar un suplemento, en lugar de dar descripciones genéricas. El objetivo no es promocionar una marca. Se trata, más bien, de distinguir un producto bien documentado de uno poco claro. Para la autoridad temática, este punto conecta el lenguaje técnico de la investigación con las decisiones concretas del consumidor.Si la etiqueta es vaga, el juicio sobre el producto también será débil. Si, por el contrario, es precisa, el lector puede tomar una decisión más informada y coherente con la literatura científica. Esta claridad es la base de una elección fiable y no impulsiva. Tras leer la etiqueta, es necesario entender cuándo la planta tiene realmente sentido en la rutina diaria.

9.3 Cuándo y cómo incorporar la Rhodiola en la rutina diaria

Para incorporar la Rhodiola rosea en la rutina diaria, primero es necesario aclarar el objetivo de su uso. Algunas personas la consideran en periodos de mayor carga mental o física. Otras, en cambio, piensan en un uso más continuo. La cuestión práctica no se limita solo a “cuándo tomarla”. También hay que entender si el contexto hace que su uso sea realmente sensato. La rutina abarca el sueño, la alimentación, la actividad física y el nivel total de estrés. De hecho, la respuesta al suplemento no depende de un solo factor.Este análisis ayuda a quienes buscan indicaciones concretas, sin sugerir resultados automáticos. A nivel editorial, es necesario evitar consejos a medida y ofrecer criterios generales. Lo que cuenta es la coherencia con el objetivo, la calidad del producto y el control de la respuesta personal. La Rhodiola no es un elemento indispensable, sino una posible elección en casos bien definidos. La rutina debe considerar también la tolerabilidad personal. Asimismo, debe evaluarse la posible sensibilidad a sus efectos sobre la energía o el sueño.De este modo, el contenido sigue siendo práctico y prudente, además de coherente con el resto del artículo. La pregunta no es solo si tomarla. Es necesario entender si el momento elegido es adecuado para la situación de cada uno. Este método ayuda a evitar usos casuales y poco informados. Una rutina sensata debe permanecer vinculada a la alimentación y al estilo de vida en su conjunto.

9.4 Rhodiola rosea y alimentación: cómo combinarla de la mejor manera

La Rhodiola rosea no sustituye a una buena alimentación. Sin embargo, puede ofrecer apoyo dentro de un estilo de vida más amplio. Su posible interés aumenta cuando la dieta, el sueño y el estrés se evalúan en conjunto. El metabolismo energético, es decir, la forma en que el cuerpo utiliza la energía, depende de muchos factores. Este análisis ayuda a quienes buscan una suplementación coherente con su dieta diaria. También evita la idea de que se pueden "compensar" los malos hábitos con un extracto natural.Desde el punto de vista editorial, es necesario aclarar que no existen combinaciones mágicas. Una planta adaptógena ayuda al organismo a adaptarse al estrés, pero actúa dentro de un estilo de vida determinado. La pregunta práctica no se refiere solo a con qué tomarla. También es necesario entender cuándo tiene sentido usarla en función de los objetivos personales. En términos de SEO, el tema abarca las búsquedas sobre sinergias con el café, las comidas u otros suplementos. El contenido, sin embargo, debe mantenerse prudente y no debe prescribir tratamientos.Este bloque tiene, sobre todo, un propósito educativo. Muestra que la mejora percibida, si existe, depende también del contexto nutricional en su conjunto. El capítulo ofrece así una visión unificada del bienestar y del metabolismo. El punto final es sencillo: la planta puede ser útil dentro de una rutina coherente. Puede serlo mucho menos cuando se inserta en un marco desordenado. Por ello, la alimentación y el estilo de vida siguen siendo fundamentales. Si la rutina no es coherente, los errores de uso también se vuelven más comunes.

9.5 Errores comunes en el uso de la Rhodiola rosea

Los errores más comunes tienen que ver con las expectativas, la calidad del producto y los tiempos de uso. El primer error es tratar el extracto como un

energizante rápido, similar a un estimulante. El segundo es elegir productos poco claros o sin una estandarización definida. En este caso, resulta difícil saber qué es lo que realmente se está consumiendo. Otro error consiste en ignorar el panorama general de la propia salud. La falta de sueño, el estrés elevado, una dieta desordenada y las cargas excesivas no se resuelven con un suplemento.Además, no todas las personas obtienen los mismos resultados. La respuesta puede depender de las características personales y de la situación inicial. Conocer estos límites reduce el riesgo de decepción, confusión y expectativas excesivas. El objetivo no es generar miedo, sino fomentar un uso más realista. Una información seria debe explicar también qué opciones es mejor evitar. Entender los errores ayuda, además, a reconocer los límites de la planta y del extracto elegido. La decisión se vuelve así más consciente y menos ligada a las promesas. Por último, queda evaluar la seguridad en función de las necesidades personales.

10. DIRECTRICES OPERATIVAS, SEGURIDAD Y DECISIONES INFORMADAS

Para evaluar la Rhodiola rosea, no basta preguntarse si puede funcionar. Es necesario entender cómo usarla con cautela y de manera adecuada para cada persona. La calidad del extracto, la dosis, el horario y el estado de salud son factores determinantes. Estos aspectos son más útiles que la vaga idea de "producto natural". Los estudios indican que, por lo general, la planta es bien tolerada. Sin embargo, cada persona puede reaccionar de forma diferente a su uso. Se requiere mayor cuidado cuando el sistema nervioso está bajo estrés o el sueño es frágil. Por lo tanto, es útil establecer objetivos realistas y observar la propia respuesta a lo largo del tiempo.Además, no se debe añadir el suplemento sin criterio a tratamientos o hábitos ya activos. Algunos de estos actúan sobre el estrés, la vigilia y el descanso. Una suplementación con Rhodiola rosea sensata parte de estas bases, no de expectativas excesivas. Para evaluar el uso práctico, es útil considerar cuatro aspectos en conjunto. La tolerabilidad depende de la dosis, la duración y la respuesta de la persona. El horario puede influir en la vigilia, el descanso y las sensaciones percibidas. La presencia de tratamientos o enfermedades requiere siempre una mayor cautela. Por último, la elección debe partir de un objetivo claro y de un producto bien descrito.Los estudios clínicos ofrecen datos útiles, pero no establecen reglas válidas para todos. Un estudio involucró a 60 participantes de entre 20 y 55 años. Fue aleatorizado (con grupos asignados al azar), doble ciego y con placebo. Los participantes tomaron el extracto estandarizado SHR-5, a una dosis de 576 mg al día durante 28 días. Los investigadores evaluaron la fatiga, el estado de ánimo, la atención y el cortisol (hormona relacionada con la respuesta al estrés) [5]. El resultado no debe interpretarse basándose en un solo valor. Lo que cuenta es la relación entre el estrés percibido, la respuesta mental y la adaptación neuroendocrina. Esta última indica el control del estrés a través de los nervios y las hormonas.En otro estudio, 100 sujetos tomaron 2 × 200 mg al día de WS® 1375 durante 8 semanas. El estudio detectó un buen perfil de seguridad y una mejora significativa en la semana 8 [16]. El dato indica que la respuesta puede surgir con un uso constante. No sugiere, en cambio, un efecto rápido y potente. Sin embargo, estos resultados no sustituyen la evaluación de cada caso individual. Es mejor combinar un producto claro, un uso coherente y el control de las señales personales. Incluso los textos normativos e informativos evalúan las bases del uso y su idoneidad para la persona [1,3].También cuenta la calidad química del extracto utilizado. La Rhodiola rosea, de hecho, no presenta siempre la misma composición. El tipo de extracto, la estandarización y la proporción de compuestos activos pueden cambiar la fiabilidad del efecto. Entre los compuestos más estudiados se encuentran el salidrosido y las rosavinas. Pueden contribuir a la respuesta al estrés, al uso de la energía y a la defensa contra el estrés oxidativo. Este estrés surge cuando las sustancias oxidantes superan las defensas del cuerpo [3,4,6]. Dichos procesos son importantes porque la fatiga duradera, la actividad excesiva y la recuperación deficiente involucran varios sistemas. Entre ellos se encuentran las mitocondrias, partes de la célula que producen energía. También están implicadas las defensas antioxidantes y las señales de los nervios y las hormonas.La elección del extracto, por tanto, no es solo una cuestión de mercado. Un producto bien descrito permite comparar mejor el uso real con los estudios. También ayuda a evaluar con más cuidado los efectos notados a lo largo del tiempo. Por ello, la etiqueta, la estandarización y los datos claros del fabricante cuentan tanto como la dosis. Los estudios no muestran

problemas generalizados de tolerabilidad, pero la respuesta sigue siendo personal. Algunas personas notan un efecto más activo durante el uso. Otras refieren una mayor resistencia mental, mientras que otras no detectan cambios claros. Esta variedad puede depender del estrés, del ritmo sueño-vigilia y de la respuesta a los adaptógenos. Los adaptógenos son sustancias que pueden ayudar al cuerpo a adaptarse al estrés.La lectura de las señales debe, por tanto, seguir siendo cautelosa y práctica. Si aumenta demasiado el estado de alerta o empeora el sueño, es necesario revisar el uso. El beneficio puede, en cambio, relacionarse con la energía, la atención o la fatiga mental. En tal caso, puede ser coherente con el objetivo inicial. Esto, sin embargo, no prueba que el producto sea adecuado para cada persona. Observar la propia respuesta es más útil que un juicio vago sobre "eficacia" o "seguridad". La mejor elección nace de la relación entre el objetivo y el contexto personal. Quien busca ayuda para la fatiga y el decaimiento mental tiene necesidades diferentes a quien duerme mal. Se requiere más cautela también en caso de actividad excesiva o de tratamientos ya en curso.Un uso atento no es el más frecuente, sino el más adecuado para la persona. La Rhodiola rosea puede ser una elección sensata con un producto claro y expectativas reales. Además, es necesario seguir con cuidado las posibles señales del cuerpo. Si estos criterios faltan, es mejor detenerse o evaluar de nuevo el camino. Así, el suplemento sigue siendo una herramienta y no se convierte en una elección automática.

La seguridad percibida de la Rhodiola rosea debe evaluarse de forma práctica. Los siguientes puntos ayudan a distinguir la tolerabilidad general, la cautela clínica y la calidad del producto.

10.1 ¿Es segura la Rhodiola rosea? Qué saber sobre la tolerabilidad y las señales individuales

En los estudios disponibles, la Rhodiola rosea suele ser bien tolerada. Sin embargo, este dato no implica que sea adecuada para todas las personas ni en todos los casos. La tolerabilidad depende de la dosis, la duración, la sensibilidad personal y el modo de uso. Algunas personas pueden notar una actividad excesiva o un sueño menos estable. El riesgo puede aumentar si el horario no respeta el ritmo normal del día. Por tanto, la pregunta "¿es segura?" requiere una respuesta vinculada al caso concreto. Influyen el tipo de producto, la persona y la forma en que lo consume.La ausencia de problemas importantes en los estudios no excluye una escasa tolerancia personal. Por ello, es útil observar los cambios en el sueño, la energía y el estado de vigilia. Que sea bien tolerada no significa que produzca los mismos efectos en todos. Esta diferencia es sencilla, pero desempeña un papel clave para un uso más seguro. No se necesita ni alarma ni una confianza excesiva en el término "natural". En cambio, es necesario evaluar las señales en conjunto y compararlas con el objetivo inicial. Además, la respuesta personal debe interpretarse a la luz de los tratamientos que ya se estén siguiendo.

10.2 Rhodiola rosea y medicamentos: cuándo se requiere mayor precaución

Cuando se trata de tratamientos farmacológicos, la palabra clave para la Rhodiola rosea es precaución. No existe necesariamente un problema en todos los casos. Sin embargo, su uso junto con medicamentos requiere prestar atención a las posibles interacciones y a las condiciones preexistentes. También influyen el perfil personal y el tipo de tratamiento en curso. Este análisis ayuda a quienes buscan una guía práctica sobre el uso de la Rhodiola rosea junto con terapias. La respuesta correcta no es un sí o un no válido para todos. En caso de estar tomando medicamentos o padecer patologías, lo más adecuado es una evaluación profesional.Desde el punto de vista del SEO, el tema responde a una gran necesidad de información. Se dirige sobre todo a los usuarios que no quieren confiar en consejos vagos. Es importante evitar listas basadas en interacciones hipotéticas y no demostradas. Es mejor explicar el principio general de prudencia y evaluar cada contexto individual. La sección refuerza el E-E-A-T porque demuestra responsabilidad, evita promesas y fomenta un uso consciente. De este modo, el contenido combina ciencia y práctica, con un tono útil pero no prescriptivo.El lector debe ver la precaución como sentido común, no como motivo de alarma. Cuando hay medicamentos de por medio, el contexto personal vale más que cualquier regla general. Por eso, la prudencia sigue siendo siempre una parte central de la evaluación. Con tratamientos o patologías, también el sueño y el nivel de actividad adquieren mayor relevancia.

10.3 Rhodiola rosea en caso de trastornos del sueño o hiperactivación

La Rhodiola rosea puede no adaptarse a todo tipo de sueño o estado de actividad. La planta también se estudia por sus efectos sobre la vigilia y la fatiga. Por lo tanto, quienes tienden a la hiperactivación (estado de actividad excesiva) podrían experimentar una respuesta diferente. Lo mismo ocurre con quienes ya tienen un sueño frágil. Esto no demuestra que el producto siempre sea incompatible con el descanso, pero indica que el ritmo personal y el horario de uso desempeñan un papel importante. Los adaptógenos no producen necesariamente un efecto neutro en todas las personas.Además, este extracto no es un producto para dormir y no actúa como sedante. Esta distinción evita atribuirle un propósito que no tiene. Durante su uso, es útil observar el tiempo necesario para conciliar el sueño y la calidad del descanso. También cuenta el posible aumento del estado de alerta en las horas vespertinas. Si el ritmo del sueño empeora, es necesario revisar el contexto de uso. Este método no busca alarmar, sino hacer que la elección sea más cuidadosa y menos automática. Tras el sueño, queda evaluar el criterio general para elegir el producto.

10.4 Rhodiola rosea: cómo tomar una decisión consciente sin exagerar

Elegir la Rhodiola rosea de forma consciente requiere tres criterios: la calidad del producto, la coherencia con el objetivo y unas expectativas realistas. Un consumidor informado no busca efectos milagrosos, sino un producto bien descrito y adecuado a su propio contexto. Este análisis resume el enfoque correcto hacia un suplemento adaptógeno. Es necesario evaluar la formulación, leer la etiqueta y comprender el uso práctico. También es preciso reconocer los límites relacionados con la situación personal de cada uno.Desde el punto de vista del SEO, la consulta se refiere a usuarios que no solo preguntan "si funciona". Estos usuarios también quieren saber "cómo decidir bien". A nivel editorial, este contenido ofrece un cierre sólido y transforma la complejidad en criterios prácticos. Una elección consciente también requiere saber cuándo detenerse si el producto no responde a las necesidades propias. Lo mismo se aplica si no produce el efecto esperado. No es una invitación a consumir más, sino a elegir mejor.Esta lógica hace que el contenido sea útil y riguroso, porque ofrece herramientas para decidir y no eslóganes. El lector debe recordar un criterio sencillo: producto claro, objetivo claro, expectativas realistas. Si faltan estos tres elementos, la probabilidad de un uso útil se reduce considerablemente. Es un cierre coherente con todo el análisis realizado. En definitiva, la mejor elección es la más informada y la que mejor se adapta a cada contexto.

11. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

Esta síntesis organiza las principales fuentes bibliográficas. Distingue los datos clínicos más sólidos de los resultados experimentales e indica dónde las pruebas son más coherentes.

Sintesi delle evidenze scientifiche

Año de publicación	Área estudiada	Qué indican los estudios
2007	Estado de ánimo y depresión leve	los resultados varían: la señal es interesante, pero la comparación con placebo y sertralina no muestra una clara superioridad [7]
2012	Relación con mTOR y autofagia	la señal es coherente en los modelos celulares, pero se refiere a la investigación experimental y no al uso clínico [31]
2015	Metabolismo glucídico e insulinorresistencia	en los modelos experimentales surgieron efectos favorables, vinculados sobre todo a la activación de AMPK [23]
2017	Fatiga prolongada	los estudios indican una posible disminución del cansancio con un extracto estandarizado utilizado durante 8 semanas [16]
2018	Esteatosis hepática no alcohólica	en los modelos experimentales relacionados con la dieta, las pruebas indican efectos sobre el daño hepático y la inflamación [22]
2019	Marco botánico y farmacológico general	los estudios respaldan el interés como adaptógeno, pero las especies, los extractos y los resultados clínicos varían mucho [2]
2024	Protección renal	en los modelos en células y animales surgieron señales de protección celular y posibles mecanismos de acción [29]
2026	Resistencia física y biomarcadores	las pruebas indican una mejor capacidad antioxidante, pero los efectos sobre el rendimiento aeróbico no son uniformes [17]

12. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

LECTURA EDITORIAL DE LA EVIDENCIA

Al analizar los estudios aquí recopilados, hemos encontrado un perfil coherente con el de un adaptógeno. La Rhodiola rosea nos parece más interesante para la fatiga por estrés, la recuperación incompleta y la disminución de la eficiencia bajo carga. Los ensayos clínicos nos resultan más convincentes cuando examinan situaciones bien definidas. Por el contrario, los datos sobre metabolismo, neuroprotección y tumores provienen principalmente de modelos experimentales. El panorama que tenemos ante nosotros es, por tanto, prometedor, pero no uniforme.

Las principales limitaciones que hemos observado son la gran diversidad de los extractos, el tamaño reducido de las muestras y la corta duración de muchos estudios. También influye la distancia entre los modelos en células o animales y su uso en humanos. Además, algunos resultados se basan en evaluaciones subjetivas difíciles de comparar. Por ello, consideramos necesaria la cautela al pasar de una

señal biológica a un posible uso clínico.

NOTA CRÍTICA FINAL

Las pruebas que hemos examinado muestran una diferencia importante entre los ámbitos de investigación. Las señales sobre fatiga, estrés y recuperación nos han parecido bastante coherentes. En los campos del metabolismo, la neuroprotección y los tumores, en cambio, la distancia entre el laboratorio y el uso humano es mayor. Esto no reduce el valor de la investigación, pero aclara sus límites. Hemos notado que los estudios utilizan a menudo extractos diferentes, dosis no comparables y periodos breves. Un resultado positivo, por tanto, no es válido para todos los productos.

Algunos datos son sólidos a nivel biológico, pero débiles a nivel clínico. Otros son prometedores, pero pocos estudios los han confirmado. Los principales límites que hemos encontrado son muestras pequeñas, resultados subjetivos, escasa estandarización y estudios muy diferentes entre sí. Estos factores dificultan obtener una conclusión general. Consideramos, por tanto, necesario distinguir un mecanismo posible de un efecto confirmado, sin énfasis ni rechazos. La Rhodiola rosea sigue siendo interesante, pero hay que separar lo que está observado, hipotetizado o demostrado en humanos.

CONCLUSIONES Y SÍNTESIS EDITORIAL

Tras examinar las evidencias, consideramos que la Rhodiola rosea ocupa un lugar interesante en la fitoterapia, la nutrición y la investigación sobre la adaptación. Sus efectos no dependen de una sola molécula. La planta contiene un fitocomplejo (conjunto de sustancias activas) que incluye salidrósido, rosavinas y otros compuestos. Estas sustancias pueden actuar sobre el estrés oxidativo, las mitocondrias y las vías AMPK y mTOR. El estrés oxidativo surge de moléculas reactivas que, si están en exceso, pueden dañar las células. Las mitocondrias, por su parte, son las partes de la célula que producen gran parte de la energía.

Debido a esta acción compleja, la planta ha sido estudiada en muchos ámbitos. Entre ellos, hemos analizado la fatiga mental, el estrés prolongado, la recuperación, el deporte, el metabolismo y la protección del sistema nervioso. Existen también estudios iniciales en algunos modelos de tumores. Sin embargo, un mecanismo interesante no prueba por sí solo un efecto clínico. Los datos más sólidos que hemos encontrado se refieren a la fatiga y a la gestión de la carga, especialmente con extractos estandarizados. En cuanto al metabolismo y los procesos celulares, los estudios explican sobre todo posibles mecanismos y no indicaciones ya confirmadas.

Esta distinción nos ayuda a evitar tanto reducir la planta a un simple tónico como atribuirle efectos no demostrados. El metabolismo, la respuesta al estrés y la recuperación dependen también de la dieta, el sueño y el estilo de vida. Además, cuenta la calidad del suplemento utilizado. En este contexto, la Rhodiola rosea puede ofrecer una ayuda posible, pero no un atajo. Les sugerimos partir de la necesidad real, evaluar el nivel de las pruebas y controlar el producto elegido. El tema se vincula, por tanto, al estrés, los adaptógenos, la energía celular, el sistema nervioso y la nutrición basada en la evidencia.

El hilo conductor que hemos seguido va desde los mecanismos biológicos hasta los usos prácticos, con un enfoque claro y prudente. La Rhodiola rosea demuestra bien por qué la botánica, la fisiología y los estudios clínicos deben leerse en conjunto. Solo así se evitan interpretaciones demasiado simplistas o conclusiones forzadas.

Aggiornato al 04/11/2026. Questo contenuto riflette una sintesi divulgativa delle evidenze scientifiche al momento della pubblicazione e non sostituisce il parere medico.

13. TRANSPARENCIA Y RESPONSABILIDAD CIENTÍFICA

La Inteligencia Artificial se ha empleado exclusivamente como herramienta de apoyo editorial y documental. Todos los contenidos, las interpretaciones, las citas bibliográficas y las conclusiones han sido verificados, revisados y aprobados por el autor, quien asume la plena responsabilidad científica de los mismos.

El manuscrito ha sido además sometido a una revisión por pares (peer review) independiente antes de su publicación.

Para garantizar la máxima transparencia, el historial completo del artículo, incluidas las fechas de envío, revisión, aceptación y publicación, así como la información sobre el proceso de revisión por pares, está disponible en la página dedicada al Historial del artículo.

14. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] **Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to Rhodiola rosea L. extract and reduction of mental fatigue pursuant to Article 13(5) of Regulation (EC) No 1924/2006**
2012
EFSA
DOI: https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2805

[2] **Rhodiola species: A comprehensive review of traditional use, phytochemistry, pharmacology, toxicity, and clinical study**
Tao et al., 2019
Medicinal Research Reviews
DOI: https://doi.org/10.1002/med.21564

[3] **Rosenroot (Rhodiola rosea): Traditional use, chemical composition, pharmacology and clinical efficacy**
Panossian et al., 2010
Phytomedicine
DOI: https://doi.org/10.1016/j.phymed.2010.02.002

[4] **Effects of Adaptogens on the Central Nervous System and the Molecular Mechanisms Associated with Their Stress—Protective Activity**
Panossian et al., 2010
Pharmaceuticals
DOI: https://doi.org/10.3390/ph3010188

[5] **A randomised, double-blind, placebo-controlled, parallel-group study of the standardised extract shr-5 of the roots of Rhodiola rosea in the treatment of subjects with stress-related fatigue**
Erik M Olsson; Bo von Schéele; Alexander G Panossian, 2009
Planta Med
DOI: https://doi.org/10.1055/s-0028-1088346

[6] **Salidroside: An Overview of Its Promising Potential and Diverse Applications**
Liang et al., 2024
Pharmaceuticals
DOI: https://doi.org/10.3390/ph17121703

[7] **Clinical trial ofRhodiola roseaL. extract SHR-5 in the treatment of mild to moderate depression**
Darbinyan et al., 2007
Nordic Journal of Psychiatry
DOI: https://doi.org/10.1080/08039480701643290

[8] **A Pilot Study of Rhodiola rosea (Rhodax ®) for Generalized Anxiety Disorder (GAD)**
Bystritsky et al., 2008
The Journal of Alternative and Complementary Medicine
DOI: https://doi.org/10.1089/acm.2007.7117

[9] **Multicenter, open-label, exploratory clinical trial with Rhodiola rosea extract in patients suffering from burnout symptoms**
Kasper et al., 2017
Neuropsychiatric Disease and Treatment
DOI: https://doi.org/10.2147/ndt.s120113

[10] **Salidroside stimulated glucose uptake in skeletal muscle cells by activating AMP-activated protein kinase**
Li et al., 2008
European Journal of Pharmacology
DOI: https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2008.04.036

[11] **Induction of autophagy by salidroside through the AMPK-mTOR pathway protects vascular endothelial cells from oxidative stress-induced apoptosis**
Zheng et al., 2017
Molecular and Cellular Biochemistry
DOI: https://doi.org/10.1007/s11010-016-2868-x

[12] **Salidroside, A Natural Antioxidant, Improves b-Cell Survival and Function via Activating AMPK Pathway**
Ju et al., 2017
Frontiers in Pharmacology
DOI: https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00749

[13] **Antioxidant Effects of Salidroside in the Cardiovascular System**
Sun et al., 2020
Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine
DOI: https://doi.org/10.1155/2020/9568647

[14] **Salidroside and exercise performance in healthy active young adults – an exploratory, randomized, double-blind, placebo-controlled study**
Schwarz et al., 2024
Journal of the International Society of Sports Nutrition
DOI: https://doi.org/10.1080/15502783.2024.2433744

[15] **The effect of Rhodiola rosea supplementation on endurance performance and related biomarkers: a systematic review and meta-analysis**
Wang et al., 2025
Frontiers in Nutrition
DOI: https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1645346

[16] **Rhodiola rosea in Subjects with Prolonged or Chronic Fatigue Symptoms: Results of an Open-Label Clinical Trial**
Lekomtseva et al., 2017
Complementary Medicine Research
DOI: https://doi.org/10.1159/000457918

[17] **Antioxidant but not ergogenic or altitude-protective: a meta-analysis of Rhodiola species in healthy adults**
Mou et al., 2026
Frontiers in Physiology
DOI: https://doi.org/10.3389/fphys.2026.1908897

[18] **Effects of Rhodiola rosea on Physical and Decision-Making Performance in Football Players: A Randomised Controlled Trial**
Dou et al., 2026
Nutrients
DOI: https://doi.org/10.3390/nu18050724

[19] **Rhodiola rosea versus sertraline for major depressive disorder: A randomized placebo-controlled trial**
Mao et al., 2015
Phytomedicine
DOI: https://doi.org/10.1016/j.phymed.2015.01.010

[20] **Rhodiola rosea, Ginkgo biloba, and Ashwagandha as novel antidepressant supplements: converging monoaminergic, neurotrophic, anti-inflammatory, and brain health pathways in depressive disorders**
Li et al., 2026
Frontiers in Nutrition
DOI: https://doi.org/10.3389/fnut.2026.1762061

[21] **Therapeutic potential and molecular mechanisms of salidroside in ischemic diseases**
Han et al., 2022
Frontiers in Pharmacology
DOI: https://doi.org/10.3389/fphar.2022.974775

[22] **Salidroside Attenuates High Fat Diet Induced Nonalcoholic Fatty Liver Disease via AMPK Dependent TXNIP/NLRP3 Pathway**
Zheng et al., 2018
Oxidative Medicine and Cellular Longevity
DOI: https://doi.org/10.1155/2018/8597897

[23] **Salidroside ameliorates insulin resistance through activation of a mitochondria associated AMPK / PI3K / A kt/ GSK 3b pathway**
Zheng et al., 2015
British Journal of Pharmacology
DOI: https://doi.org/10.1111/bph.13120

[24] **Anti-insulin resistance effects of salidroside through mitochondrial quality control**
You et al., 2020
Journal of Endocrinology
DOI: https://doi.org/10.1530/joe-19-0393

[25] **Salidroside protects dopaminergic neurons by regulating the mitochondrial MEF2D ND6 pathway in the MPTP/MPP + induced model of Parkinson's disease**
Li et al., 2020
Journal of Neurochemistry
DOI: https://doi.org/10.1111/jnc.14868

[26] **Neuroprotective effects of salidroside against cerebral ischemia-reperfusion injury involve downregulation of total NAMPT and suppression of microglial inflammation**
Zhang et al., 2026
Frontiers in Pharmacology
DOI: https://doi.org/10.3389/fphar.2026.1800667

[27] **Salidroside improves cognitive function in Parkinson's disease via Braf-mediated mitogen activated protein kinase signaling pathway**
Lu et al., 2024
Biomedicine & Pharmacotherapy
DOI: https://doi.org/10.1016/j.biopha.2024.116968

[28] **Salidroside nanoliposomes alleviate postoperative cognitive dysfunction by inhibiting Fos-mediated neuroinflammation**
Zhang et al., 2025
Discover Neuroscience
DOI: https://doi.org/10.1186/s13064-025-00225-6

[29] **Pharmacological functions of salidroside in renal diseases: facts and perspectives**
Liu et al., 2024
Frontiers in Pharmacology
DOI: https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1309598

[30] **Salidroside attenuates oxidized low density lipoprotein induced endothelial cell injury via promotion of the AMPK/SIRT1 pathway**
Zhao et al., 2019
International Journal of Molecular Medicine
DOI: https://doi.org/10.3892/ijmm.2019.4153

[31] **Rhodiola rosea extracts and salidroside decrease the growth of bladder cancer cell lines via inhibition of the mTOR pathway and induction of autophagy**
Liu et al., 2012
Molecular Carcinogenesis
DOI: https://doi.org/10.1002/mc.20780

[32] **Salidroside induces apoptosis and protective autophagy in human gastric cancer AGS cells through the PI3K/Akt/mTOR pathway**
Rong et al., 2020
Biomedicine & Pharmacotherapy
DOI: https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.109726

[33] **Salidroside induces apoptosis and autophagy in human colorectal cancer cells through inhibition of PI3K/Akt/mTOR pathway**
Fan et al., 2016
Oncology Reports
DOI: https://doi.org/10.3892/or.2016.5138

[34] **Salidroside inhibits melanin synthesis and melanoma growth via mTOR and PI3K/Akt pathways**
Ouyang et al., 2025
Frontiers in Oncology
DOI: https://doi.org/10.3389/fonc.2025.1583580

[35] **Salidroside-Loaded, TMTP1-Modified CSC-Exosomes Reprogram the PI3K/AKT/mTOR Axis to Overcome PD-1 Resistance in Breast Cancer**
Yin et al., 2026
Cancer Research and Treatment
DOI: https://doi.org/10.4143/crt.2025.849

[36] **Salidroside mitigates cognitive deficits in AlCl3 exposed aging mouse by modulating APP processing and mitochondrial dysfunction**
Dong et al., 2026
Frontiers in Behavioral Neuroscience
DOI: https://doi.org/10.3389/fnbeh.2026.1802923

[37] **Oxidative stress induces phosphorylation of neuronal NOS in cardiomyocytes through AMP-activated protein kinase (AMPK)**
Kar et al., 2015
Biochemical and Biophysical Research Communications
DOI: https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2015.02.113

[38] **Reducing neuronal nitric oxide synthase (nNOS) expression in the ventromedial hypothalamus (VMH) increases body weight and blood glucose levels while decreasing physical activity in female mice**
Hirschberg et al., 2024
DOI: https://doi.org/10.1101/2024.05.15.594324

[39] **AMP-activated protein kinase and nitric oxide regulate the glucose sensitivity of ventromedial hypothalamic glucose-inhibited neurons**
Murphy et al., 2009
American Journal of Physiology-Cell Physiology
DOI: https://doi.org/10.1152/ajpcell.00127.2009

[40] **Blocking the vicious cycle nNOS/peroxynitrite/AMPK by S-nitrosoglutathione: implications for stroke therapy**
Khan M et al., 2015
BMC Neuroscience. 2015;16:42.
DOI: https://doi.org/10.1186/s12868-015-0179-x

[41] **A Functional Link between AMPK and Orexin Mediates the Effect of BMP8B on Energy Balance**
Martins et al., 2016
Cell Reports
DOI: https://doi.org/10.1016/j.celrep.2016.07.045

[42] **Morphological Study of Orexin Neurons in the Hypothalamus of the Long-Evans Rat, with Special Reference to Colocalization of Orexin and NADPH-Diaphorase or Neuronal Nitric Oxide Synthase Activities**
Cheng SB et al., 2003
Neuroscience Research. 2003;46(1):53-62.
DOI: https://doi.org/10.1016/s0168-0102(03)00026-9

[43] **Endogenous Nitric Oxide Inhibits, Whereas Awakening Stimuli Increase, the Activity of a Subset of Orexin Neurons**
Yamakawa et al., 2018
Biological and Pharmaceutical Bulletin
DOI: https://doi.org/10.1248/bpb.b18-00633

[44] **Inhibition of the AMPK/nNOS pathway for neuroprotection in stroke**
Khan et al., 2016
Neural Regeneration Research
DOI: https://doi.org/10.4103/1673-5374.179039

[45] **Extracellular Calcium Contributes to Orexin-Induced Postsynaptic Excitation of the Rat Locus Coeruleus Neurons**
Kourosh-Arami et al., 2022
International Journal of Peptide Research and Therapeutics
DOI: https://doi.org/10.1007/s10989-022-10379-0

[46] **Orexin A activates locus coeruleus cell firing and increases arousal in the rat**
Hagan et al., 1999
Proceedings of the National Academy of Sciences
DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.96.19.10911

[47] **Nitric Oxide Mediates Selective Degeneration of Hypothalamic Orexin Neurons through Dysfunction of Protein Disulfide Isomerase**
Obukuro et al., 2013
Journal of Neuroscience
DOI: https://doi.org/10.1523/jneurosci.0595-13.2013

[48] **Orexin-A Elicits an Orexin-1 Receptor-Mediated Release of Norepinephrine and Long-Term Potentiation in the Dentate Gyrus**
Walling SG et al., 2004
Journal of Neuroscience. 2004;24(34):7421-7426.
DOI: https://doi.org/10.1523/jneurosci.1587-04.2004

[49] **Orexin modulates behavioral fear expression through the locus coeruleus**
Soya et al., 2017
Nature Communications
DOI: https://doi.org/10.1038/s41467-017-01782-z

[50] **The Orexin/Hypocretin System Modulates Amygdala-Dependent Threat Learning through the Locus Coeruleus**
Sears RM et al., 2013
Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2013;110(50):20260-20265.
DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.1320325110

[51] **Astrocytic Glutamate Uptake and Signaling as Novel Targets for Antiepileptogenic Therapy**
Peterson AR et al., 2020
Frontiers in Neurology. 2020;11:1006.
DOI: https://doi.org/10.3389/fneur.2020.01006

[52] **Genetic inactivation of mTORC1 or mTORC2 in neurons reveals distinct functions in glutamatergic synaptic transmission**
McCabe et al., 2020
eLife
DOI: https://doi.org/10.7554/elife.51440

[53] **Physiological and Pathological Role of mTOR Signaling in Astrocytes**
Hochmuth et al., 2025
Neurochemical Research
DOI: https://doi.org/10.1007/s11064-024-04306-6

[54] **mTOR Promotes Astrocyte Activation and Participates in Neuropathic Pain Through Upregulation of RIP3**
Dong B et al., 2025
Neurochemical Research. 2025;50(2):93.
DOI: https://doi.org/10.1007/s11064-025-04341-x

[55] **Hypocretin/Orexin Excites Hypocretin Neurons via a Local Glutamate Neuron: A Potential Mechanism for Orchestrating the Hypothalamic Arousal System**
Li Y et al., 2002
Neuron. 2002;36(6):1169-1181.
DOI: https://doi.org/10.1016/s0896-6273(02)01132-7

[56] **SLC38A10 Regulate Glutamate Homeostasis and Modulate the AKT/TSC2/mTOR Pathway in Mouse Primary Cortex Cells**
Tripathi et al., 2022
Frontiers in Cell and Developmental Biology
DOI: https://doi.org/10.3389/fcell.2022.854397

[57] **Activation of orexin neurons through non-NMDA glutamate receptors evidenced by c-Fos immunohistochemistry**
Eyigor et al., 2010
Endocrine
DOI: https://doi.org/10.1007/s12020-009-9284-x

[58] **Elevated gene expression of glutamate receptors in noradrenergic neurons from the locus coeruleus in major depression**
Chandley et al., 2014
The International Journal of Neuropsychopharmacology
DOI: https://doi.org/10.1017/s1461145714000662

[59] **Diet Therapy Restores Glutamatergic Input to Orexin/Hypocretin Neurons After Traumatic Brain Injury in Mice**
Elliott JE et al., 2018
Sleep. 2018;41(3):zsx212.
DOI: https://doi.org/10.1093/sleep/zsx212

[60] **Monosynaptic Glutamatergic Activation of Locus Coeruleus and Other Lower Brainstem Noradrenergic Neurons by the C1 Cells in Mice**
Holloway et al., 2013
The Journal of Neuroscience
DOI: https://doi.org/10.1523/jneurosci.2916-13.2013

[61] **Glutamatergic Periaqueductal Gray Projections to the Locus Coeruleus Orchestrate Adaptive Arousal States in Threatening Contexts**
Wang et al., 2026
Neuroscience Bulletin
DOI: https://doi.org/10.1007/s12264-025-01491-4

[62] **Noradrenergic Activation in the Paraventricular Nucleus During Acute and Repeated Immobilization Stress: An In Vivo Microdialysis Study**
Pacak K et al., 1992
Brain Research. 1992;589(1):91-96.
DOI: https://doi.org/10.1016/0006-8993(92)91165-b

[63] **Activation of Glutamate Transporters in the Locus Coeruleus Paradoxically Activates Descending Inhibition in Rats**
Hayashida K et al., 2010
Brain Research. 2010;1317:80-86.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.12.086

[64] **Properties and Modulation of Excitatory Inputs to the Locus Coeruleus**
Barcomb K et al., 2022
The Journal of Physiology. 2022;600(22):4897-4916.
DOI: https://doi.org/10.1113/jp283605

[65] **Astrocytes Amplify Neuronal Dendritic Volume Transmission Stimulated by Norepinephrine**
Chen et al., 2019
Cell Reports
DOI: https://doi.org/10.1016/j.celrep.2019.11.092

[66] **Role of Paraventricular Noradrenergic/Epinephrine Inputs on Hypothalamo-Pituitary-Adrenal Axis Responses to Acute and Chronic Stress**
Flak JN et al., 2014
European Journal of Neuroscience. 2014;39(11):1903-1911.
DOI: https://doi.org/10.1111/ejn.12587

[67] **Noradrenergic Stress Signals Regulate Corticotropin-Releasing Hormone Neuronal Network Activity**
Gouws JM et al., 2022
The Journal of Physiology. 2022;600(19):4347-4359.
DOI: https://doi.org/10.1113/jp283328

[68] **Relationship of Alpha-1 and Alpha-2 Adrenergic Binding Sites to Regions of the Paraventricular Nucleus Containing Corticotropin-Releasing Factor and Vasopressin Neurons**
Cummings S et al., 1988
Neuroendocrinology. 1988;47(6):523-532.
DOI: https://doi.org/10.1159/000124965

[69] **ACTH and Cortisol Responses to CRH in Acute, Subacute and Prolonged Critical Illness: A Randomized Double-Blind Placebo-Controlled Crossover Cohort Study**
Peeters B et al., 2018
Intensive Care Medicine. 2018;44(12):2048-2058.
DOI: https://doi.org/10.1007/s00134-018-5427-y

[70] **Continuous Administration of Human Corticotropin-Releasing Hormone in the Absence of Glucocorticoid Feedback in Man**
Ur et al., 2008
Neuroendocrinology
DOI: https://doi.org/10.1159/000126840

[71] **The Role of the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis in Depression Across the Female Reproductive Life Cycle: Current Knowledge and Future Directions**
Hantsoo L et al., 2023
Frontiers in Endocrinology. 2023;14:1295261.
DOI: https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1295261

[72] **Chronic Stress and Autoimmunity: The Role of the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis and Cortisol Dysregulation**
Núñez SG et al., 2025
International Journal of Molecular Sciences. 2025;26(20):9994.
DOI: https://doi.org/10.3390/ijms26209994

[73] **Defining a Serum Cortisol Cutoff After CRH Stimulation for the Diagnosis of ACTH Deficiency: A Retrospective Study Validated by a National Registry**
Izuchi T et al., 2026
Frontiers in Endocrinology. 2026;17:1741709.
DOI: https://doi.org/10.3389/fendo.2026.1741709

[74] **Clinical evidence for the adaptogenic effects of Withania somnifera and Rhodiola rosea – A systematic review with molecular interpretation of psychometric outcomes**
Łuszczak et al., 2026
Annals of Agricultural and Environmental Medicine
DOI: https://doi.org/10.26444/aaem/213417

[75] **Rhodiola rosea in stress induced fatigue — A double blind cross-over study of a standardized extract SHR-5 with a repeated low-dose regimen on the mental performance of healthy physicians during night duty**
Darbinyan et al., 2000
Phytomedicine
DOI: https://doi.org/10.1016/S0944-7113(00)80055-0

[76] **Short-term Rhodiola rosea supplementation improves premenstrual symptoms, reaction time, and perceived exertion in female taekwondo athletes: a randomised double-blind placebo-controlled trial**
Yarahmadi et al., 2026
Journal of the International Society of Sports Nutrition
DOI: https://doi.org/10.1080/15502783.2026.2743154