

# Explorando la habitabilidad de planetas circumbinarios en sistemas estelares triples

**Contexto:** Más del 50% de las estrellas en la galaxia pertenecen a sistemas múltiples, lo que convierte la búsqueda de exoplanetas habitables en estos sistemas en un tema de gran interés. Los planetas circumbinarios enfrentan desafíos particulares relacionados con la estabilidad orbital y la irradiación estelar, lo que influye en su habitabilidad. La zona de habitabilidad circumbinaria es más estrecha y sus órbitas estables se desplazan hacia regiones más lejanas debido a las perturbaciones gravitacionales de la binaria, típicamente entre 2 y 4 veces la separación de las estrellas (Holman & Wiegert, 1999; Georgakarakos, 2024). La adición de una tercera estrella complica aún más la dinámica, pero también puede extender la zona de habitabilidad hacia las regiones exteriores al aportar energía radiante adicional a las zonas externas del sistema binario. Aunque se han estudiado planetas circumbinarios en sistemas triples (e.g., Buseti, F et al., 20218), hasta la fecha no se ha confirmado ningún caso observacional. En un trabajo previo (Gianuzzi et al., en revisión en A&A), analizamos la estabilidad de estos planetas en sistemas triples reales, identificando configuraciones orbitales estables, lo que representa un primer paso hacia la evaluación de su habitabilidad.

**Métodos:** En este trabajo, utilizamos simulaciones de N-cuerpos para modelar la dinámica de sistemas triples con planetas circumbinarios, explorando parámetros orbitales como excentricidad, inclinación y semieje mayor, con el fin de identificar configuraciones estables. A partir de estas órbitas, generamos mapas de irradiación usando las luminosidades estelares para estimar a través de la ley de Stefan-Boltzmann, la temperatura efectiva en cada punto del espacio, delimitando la zona de habitabilidad según el concepto clásico (Kasting et al., 1993).

**Resultados:** Encontramos que las configuraciones estables para planetas circumbinarios en sistemas triples se encuentran principalmente en órbitas con baja excentricidad planetaria tanto para órbitas prógradas como retrógradas, y alineación coplanar. En general las órbitas coplanares ofrecen una mayor estabilidad a largo plazo, mientras que las excéntricas resultan más inestables. Al superponer los mapas de irradiación sobre estas configuraciones, identificamos regiones que coinciden con la zona de habitabilidad. En particular, notamos que configuraciones cercanas a la coplanar, la tercera estrella extiende radialmente la zona de habitabilidad, alcanzando también regiones circumtriples.

**Interpretación:** La combinación de configuraciones estables y mapas de irradiación revela que es posible la existencia de planetas estables dentro de la zona de habitabilidad en sistemas triples. La irradiación adicional de la tercera estrella puede ampliar la zona habitable, pero las variaciones gravitacionales y las perturbaciones podrían afectar la rotación planetaria y la estabilidad climática. Además, la irradiación variable intrínseca de estos sistemas puede generar ciclos climáticos complejos, lo que influiría en la habitabilidad de los planetas.

**Conclusión:** Nuestros resultados indican que existen regiones estables y potencialmente habitables para planetas circumbinarios en sistemas triples. Este estudio resalta la importancia de integrar la dinámica orbital y las condiciones de irradiación para evaluar la habitabilidad en estos entornos. Aunque este trabajo constituye un primer paso hacia la búsqueda de condiciones de habitabilidad en sistemas con configuraciones gravitacionales y radiativas complejas, factores adicionales, como las mareas, la rotación planetaria y la física atmosférica, podrían revelar aspectos cruciales que influyan en la habitabilidad de estos planetas.

## Referencias:

- Holman, M. J., & Wiegert, P. A. 1999, *AJ*, 117, 621, doi: 10.1086/300695  
Busetti, F., Beust, H., & Harley, C. 2018, *A&A*, 619, A91  
Georgakarakos N., Ettl S., Ali-Dip M., Dobbs-Dixon I., 2024, arXiv preprint arXiv:2404.13746  
Kasting, J. F., Whitmire, D. P., & Reynolds, R. T. 1993, *Icarus*, 101, 108  
Gianuzzi, Sucerquia, Cuello & Giuppone, Submitted to *Astronomy and Astrophysics*.

## Nivel de formación

Investigador

**Autor primario:** SUCERQUIA, Mario (Université Grenoble Alpes)

**Coautor:** Dr. CUELLO, Nicolás (Université Grenoble Alpes)

**Presentador:** SUCERQUIA, Mario (Université Grenoble Alpes)

**Clasificación de la sesión:** Posters