(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **1 330 522**

(21) Número de solicitud: 202630169

(51) Int. Cl.:

C10M 105/00 (2006.01)
C10M 105/56 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD U

(22) Fecha de presentación:

27.01.2026

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

16.07.2026

(71) Solicitantes:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA (100,00%)
Ed. "La Milagrosa" Plaza Cronista Isidoro Valverde, s/n
30202 CARTAGENA (Murcia) ES

(72) Inventor/es:

AVILÉS GONZÁLEZ, María Dolores;
MOSTAZA UCEDO DÍAZ, Paloma y
CARRIÓN VILCHES, Francisco José

(74) Agente/Representante:

ABRIL ABOGADOS, S.L.P.

(54) Título: **Lubricantes avanzados con disolventes eutécticos profundos basados en lisinato de colina**

ES 1 330 522 U

DESCRIPCIÓN

LUBRICANTES AVANZADOS CON DISOLVENTES EUTÉCTICOS PROFUNDOS BASADOS EN LISINATO DE COLINA

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se encuadra en el sector de la tribología y la ingeniería de lubricación, y más concretamente en el desarrollo de composiciones lubricantes basadas en disolventes eutécticos profundos (DES). En particular, la invención se refiere al empleo de mezclas eutécticas profundas que comprenden lisinato de colina combinado con glicerol o etilenglicol, como lubricantes o aditivos de lubricantes, con el objetivo de mejorar las propiedades tribológicas frente a los lubricantes convencionales, ofreciendo, además, una alternativa más respetuosa con el medio ambiente en aplicaciones industriales.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

El aumento del consumo energético global, junto con las pérdidas económicas derivadas de la fricción y el desgaste en componentes mecánicos, ha impulsado la investigación y desarrollo de tecnologías tribológicas orientadas a la mejora de la eficiencia energética y la sostenibilidad. En este contexto, los lubricantes convencionales, formulados a partir de aceites minerales, presentan limitaciones significativas asociadas a su escasa biodegradabilidad, elevada ecotoxicidad y baja compatibilidad con normativas ambientales emergentes.

En este marco, los disolventes eutécticos profundos (*Deep Eutectic Solvents*, DES) han emergido como una clase de compuestos líquidos formados por una sustancia aceptora de enlaces de hidrógeno (HBA) y un donante de enlaces de hidrógeno (HBD), cuya combinación en proporciones molares adecuadas genera una mezcla eutéctica con propiedades ajustables (Abbot, 2001). Estos compuestos destacan por su bajo coste, fácil preparación, nula toxicidad relativa, y posibilidad de modificar sus propiedades fisicoquímicas mediante selección racional de componentes.

Tradicionalmente, los DES han sido empleados en procesos como medios de reacción (ES2765453T3), agentes de extracción (CL2023000745A1, ES2813774B2,

ES2870232T3) o electrolitos en aplicaciones electroquímicas (ES2808869T3, Puttaswamy, 2022).

Por ejemplo, la patente US8022014B2 describe el uso de DES en operaciones de perforación subterránea, destacando su capacidad para disolver polímeros celulósicos. Aunque no se centra específicamente en la lubricación, los DES propuestos (basados en compuestos de amonio cuaternario como el cloruro de colina y aminas, amidas, ácidos carboxílicos, alcoholes y haluros metálicos) presentan propiedades fisicoquímicas que podrían ser aprovechadas en aplicaciones tribológicas. El documento WO2022/099399A1 también recoge el empleo de disolventes eutécticos profundos como fluidos de perforación.

La patente US8247198B2 se enfoca en el procesamiento enzimático en medios DES, utilizando combinaciones de sales de amonio cuaternario y donantes de enlaces de hidrógeno. Aunque su objetivo principal es la biocatálisis, los sistemas descritos comparten características con los lubricantes verdes, como la estabilidad térmica y la compatibilidad ambiental.
Por su parte, WO2012145522A2 propone sistemas DES basados en betaína y urea o ácidos, con aplicaciones generales en química verde. No obstante, no se menciona su uso como lubricantes ni se exploran propiedades tribológicas específicas.

Más recientemente, se ha comenzado a explorar su uso como lubricantes base o como aditivos, debido a características como baja volatilidad, capacidad para formar películas lubricantes estables, y comportamiento tribológico favorable (Abbot, 2014, García, 2019, Sernaglia, 2025). La mayoría de los estudios se han centrado en sistemas basados en cloruro de colina (ChCl) combinado con urea, glicerol o ácidos orgánicos.

Sin embargo, los DES basados en aminoácidos representan una evolución significativa en esta tecnología, al incorporar componentes biocompatibles y renovables. En particular, se ha demostrado que algunos aminoácidos como la prolina, la betaína, la arginina y la lisina pueden formar DES estables en combinación con donantes de enlaces de hidrógeno como el glicerol o el etilenglicol (Meredith, 2024, Bryant, 2025). Estos sistemas presentan propiedades fisicoquímicas únicas, como alta viscosidad, baja tensión superficial y estabilidad térmica, que los hacen atractivos para aplicaciones tribológicas.

Por otro lado, se ha investigado la estructura y comportamiento de DES acuosos formados por sales de aminoácidos y colina, como el acetato de colina combinado con aspartato, mostrando una red compleja y estable de enlaces de hidrógeno (Miao, 2021). Estas investigaciones abren la puerta a nuevas aplicaciones en biotecnología, procesamiento de biomasa y más recientemente en lubricación.

Hasta la fecha no se ha descrito el uso de disolventes eutécticos profundos formados por lisinato de colina —un líquido iónico derivado de un aminoácido básico como la lisina— como lubricantes o aditivos de lubricantes. Esta combinación representa una innovación técnica relevante, al aprovechar las propiedades tribológicas del sistema y su origen renovable y respetuoso con el medio ambiente.

El lisinato de colina sólo posee en su composición carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno, por lo que está libre de elementos potencialmente corrosivos o contaminantes a diferencia de otros DES empleados como lubricantes que presentan cloruros en su formulación. Además, presenta baja toxicidad, posee una elevada estabilidad térmica y capacidad para formar enlaces de hidrógeno fuertes con el HBD, lo que contribuye a la estabilidad estructural del DES y a su comportamiento tribológico.

Los DES según la presente invención presentan una combinación única de propiedades lubricantes, estabilidad térmica y compatibilidad ambiental, lo que los hace especialmente adecuados para aplicaciones donde se requiere un lubricante biodegradable y no tóxico. Hasta la fecha, no se ha encontrado en el estado de la técnica una formulación similar que utilice específicamente lisinato de colina como componente clave del disolvente eutéctico profundo con fines lubricantes.

REFERENCIAS

1. Abbott et al, 2001; Abbott, A. P., Capper, G., Davies, D. L., Munro, H. L., Rasheed, R. K., Tambyrajah, V. Preparation of novel, moisture-stable, Lewis-acidic ionic liquids containing quaternary ammonium salts with functional side chains. Chemical Communications, 2001; 2010-2011. https://doi.org/10.1039/B106357J.

2. Puttaswamy, 2022; Puttaswamy, R., Mondal, C., Mondal, D., Ghosh, D. An account on the deep eutectic solvents-based electrolytes for rechargeable batteries and supercapacitors, Sustainable Materials and Technologies, 2022. https://doi.org/10.1016/j.susmat.2022.e00477.
3. Abbot, 2014; Abbott, A. P., Ahmed, E. I., Harris, R. C., Ryder, K. S. Evaluating water miscible deep eutectic solvents (DESs) and ionic liquids as potential lubricants. Green Chemistry, 2014; 4156-4161. http://dx.doi.org/10.1039/C4GC00952E.
4. García, 2019; Garcia, I., Guerra, S., de Damborenea, J., Conde, A. Reduction of the Coefficient of Friction of Steel-Steel Tribological Contacts by Novel Graphene-Deep Eutectic Solvents (DESs) Lubricants. Lubricants 2019; 37. https://doi.org/10.3390/lubricants7040037.
5. Sernaglia, 2025; Sernaglia, M., Bartolomé, M., Viesca, J.L., González, R., Hernández Battez, A. Application of deep eutectic solvents in lubrication: A review. Journal of Molecular Liquids, 2025; 127464.https://doi.org/10.1016/j.molliq.2025.127464.
6. Meredith, 2024; Meredith, L., Elbourne, A., Greaves, T. L., Bryant, G., Bryant, S. J. Physico-chemical characterisation of glycerol- and ethylene glycol-based deep eutectic solvents, Journal of Molecular Liquids, 2024; 123777. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2023.123777.
7. Bryant, 2025; Bryant, S.J., Bryant, G., Drummond, C.J., Greaves, T.L. Physico-Chemical Characterization of Amino Acid-Based Deep Eutectic Solvents. Molecules 2025; 818. https://doi.org/10.3390/molecules30040818.
8. Miao, 2021; Miao, S., Jiang, H. J., Imberti, S., Atkin, R., Warr, G. Aqueous Choline amino acid deep eutectic solvents. The Journal of Chemical Physics 2021; 214504. https://doi.org/10.1063/5.0052479.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En la presente especificación, excepto si se indica lo contrario, los rangos incluyen los valores superiores e inferiores de los mismos, por ejemplo, un rango de proporciones molares de 1:1 a 1:2 incluye los valores específicos 1:1 y 1:2.

Cualquier rango numérico incluye números y fracciones de números dentro del rango. Por ejemplo, el rango “1:1 a 1:4” se debe interpretar para incluir específicamente los números enteros entre 1:1 y 1:4 (es decir, 1:1, 1:2, 1:3 y 1:4) y los números no-enteros (1:1,1; 1:1,2; 1:1,3; …; 1:3,9).

La presente invención se refiere a una composición lubricante que comprende un disolvente eutéctico profundo que comprende:

un aceptor de enlaces de hidrógeno: el líquido iónico lisinato de colina

un donante de enlaces de hidrógeno seleccionado entre glicerol y etilenglicol.

En una realización particular de la presente invención el disolvente eutéctico profundo consiste en

un aceptor de enlaces de hidrógeno: el líquido iónico lisinato de colina

un donante de enlaces de hidrógeno seleccionado entre glicerol y etilenglicol

donde el disolvente eutéctico profundo no comprende ningún otro componente.

La proporción molar entre el lisinato de colina y el etilenglicol o el glicerol puede ser variable dependiendo de la viscosidad y la aplicación deseada.

En una realización preferente de la presente invención la proporción molar entre el lisinato de colina y el donante de enlaces de hidrógeno es de entre 2:1 y 1:3.

En una realización preferente de la presente invención la proporción molar entre el lisinato de colina y el donante de enlaces de hidrógeno es de entre 2:1 y 1:2.

En una realización preferente de la presente invención la proporción molar entre el lisinato de colina y el donante de enlaces de hidrógeno es de entre 1,5:1 y 1:1,5.

En una realización preferente de la presente invención la proporción molar entre el lisinato de colina y el donante de enlaces de hidrógeno es de 1:1.

En una realización preferente de la presente invención la proporción molar entre el lisinato de colina y el donante de enlaces de hidrógeno es de entre 1:1 y 1:3.

En una realización preferente de la presente invención la proporción molar entre el lisinato de colina y el donante de enlaces de hidrógeno es de entre 1:1,5 y 1:2,5.

En una realización preferente de la presente invención la proporción molar entre el lisinato de colina y el donante de enlaces de hidrógeno es de 1:2.

En una realización preferente de la presente invención el donante de enlaces de hidrógeno es glicerol.

En una realización preferente de la presente invención el donante de enlaces de hidrógeno es etilenglicol.

En una realización preferente de la presente invención el donante de enlaces de hidrógeno es glicerol y la proporción molar entre el lisinato de colina y el glicerol es de 1:1.

En una realización preferente de la presente invención el donante de enlaces de hidrógeno es glicerol y la proporción molar entre el lisinato de colina y el glicerol es de 1:2.

En una realización preferente de la presente invención el donante de enlaces de hidrógeno es etilenglicol y la proporción molar entre el lisinato de colina y el etilenglicol es de 1:1.

En una realización preferente de la presente invención el donante de enlaces de hidrógeno es etilenglicol y la proporción molar entre el lisinato de colina y el etilenglicol es de 1:2.

Las composiciones más preferentes corresponden a una relación molar 1:1 o 1:2 de lisinato de colina con glicerol o etilenglicol.

La composición lubricante de la presente invención se emplea como agente lubricante, como composición lubricante o como aditivo en composiciones lubricantes convencionales, preferentemente en contactos metal-cerámico o en contactos metal-metal.

El disolvente eutéctico profundo de la invención se puede obtener mediante la mezcla directa de los componentes bajo agitación y temperatura controlada a 60ºC hasta obtener un líquido homogéneo y estable a temperatura ambiente.

Los DES resultantes presentan una elevada capacidad para formar películas lubricantes sobre superficies metálicas, así como una alta compatibilidad química con materiales utilizados en componentes mecánicos que lo hacen adecuado tanto para su uso como lubricante funcional, como para ser empleado como aditivo en fluidos lubricantes basados en agua, aceites minerales, sintéticos o vegetales.

Esta invención representa una alternativa técnica a los lubricantes tradicionales, con potencial para reducir el impacto ambiental gracias al uso de componentes fácilmente biodegradables, disponibles en el mercado y con una síntesis sencilla, al tiempo que mejora el rendimiento tribológico en aplicaciones específicas.

La presente invención se aplica en sistemas mecánicos donde se requiere reducir la fricción y el desgaste entre superficies, preferiblemente en contactos metal/cerámico o metal/metal, tales como cojinetes, engranajes, válvulas o mecanismos de precisión. Los disolventes eutécticos profundos formulados a partir de lisinato de colina combinado con glicerol o etilenglicol, pueden aplicarse mediante técnicas convencionales de lubricación, como aspersión, goteo o circulación, y son aptos para condiciones de operación tanto moderadas como severas, en función de la formulación específica empleada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Figura 1.- Gráfica que muestra una comparativa del coeficiente de fricción con la distancia para un DES ya empleado como lubricante obtenido a partir de cloruro de colina y glicerol (a), y el DES derivado del lisinato de colina de la presente invención (b). También se representa el factor de desgaste obtenido en ambos casos.

Figura 2.- Gráfica que muestra una comparativa del coeficiente de fricción con la distancia para un lubricante convencional (a) y para un lubricante convencional modificado por la adición del DES derivado del lisinato de colina de la presente invención

(b). También se representa el factor de desgaste obtenido en ambos casos.

Figura 3.- Gráfica que muestra una comparativa de la evolución del coeficiente de fricción con la distancia para dos DES ya empleados como lubricantes, derivados del acetato de colina con etilenglicol (a) y con glicerol (b) y los DES objeto de la presente invención, obtenidos a partir de lisinato de colina y glicerol (c) y lisinato de colina y etilenglicol (d) en proporciones 1:1 y en el contacto metal-cerámico.

EJEMPLOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCIÓN

Ejemplo 1: Uso como lubricante de contacto cerámico-metal

Se empleó una composición compuesta por lisinato de colina y glicerol en proporción molar 1:2. Los componentes se agitaron durante 30 minutos a 60ºC hasta obtener un líquido homogéneo.

Este fluido se utilizó como lubricante del contacto acero inoxidable AISI 316L/zafiro en configuración punzón sobre disco en deslizamiento lineal oscilatorio bajo una carga de 1 N y frecuencia de 2 Hz. En la Figura 1 se compara la evolución del coeficiente de fricción del DES objeto de la invención (b), con un disolvente eutéctico profundo derivado del cloruro de colina (a), ya empleado como lubricante y que sirve de referencia. Se observa una reducción del coeficiente de fricción superior al 42% y del factor de desgaste del 83%.

Ejemplo 2: Composición para su uso como aditivo lubricante a un fluido de corte convencional.

La composición compuesta por el DES formado por lisinato de colina y etilenglicol, en proporción molar 1:2, se empleó como aditivo, con una concentración de 1% en peso de DES, a una base convencional como es el agua para actuar como fluido de corte (b). En el contacto metal-cerámico empleado, el metal era acero inoxidable AISI 316L y el material cerámico el zafiro, en configuración punzón sobre disco y con una carga aplicada de 1 N y una velocidad de giro de 0,1 m/s. Se observó una reducción del coeficiente de fricción en este caso del 87% y del factor de desgaste del 73% con respecto al agua (a).

Ejemplo 3: Uso como lubricantes de las formulaciones en proporción 1:1.

Se emplearon las composiciones compuestas por los DES lisinato de colina y glicerol

(c) y lisinato de colina y etilenglicol (d) ambas en proporción molar 1:1. En la Figura 3 se presenta la evolución del coeficiente de fricción con la distancia tras ensayos en el contacto cerámico-metal (zafiro / AISI 316L) y en configuración punzón sobre disco con deslizamiento lineal oscilatorio bajo carga de 1 N y frecuencia de 2 Hz. Se compara la evolución del coeficiente de fricción de los DES objeto de invención con dos disolventes eutécticos profundos derivados de acetato de colina, uno con etilenglicol (a) y otro con glicerol (b) también en proporción 1:1. Se observó una reducción del COF del 36,2% al emplear el DES derivado del aminoácido lisinato de colina y etilenglicol y de un 46,2 % para el que posee glicerol con respecto a sus homólogos derivados del acetato de colina.

REIVINDICACIONES

1. Composición lubricante que comprende un disolvente eutéctico profundo, el cual comprende:

   un aceptor de enlaces de hidrógeno: el líquido iónico lisinato de colina y

   un donante de enlaces de hidrógeno seleccionado entre glicerol y etilenglicol.

2. Composición lubricante según la reivindicación 1 en la que la proporción molar entre el lisinato de colina y el donante de enlaces de hidrógeno es de entre 2:1 y 1:3.

3. Composición lubricante según la reivindicación 2 en la que la proporción molar entre el lisinato de colina y el donante de enlaces de hidrógeno es de entre 2:1 y 1:2.

4. Composición lubricante según cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3 en la que la proporción molar entre el lisinato de colina y el donante de enlaces de hidrógeno es de entre 1,5:1 y 1:1,5.

5. Composición lubricante según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4 en la que la proporción molar entre el lisinato de colina y el donante de enlaces de hidrógeno es de 1:1.

6. Composición lubricante según la reivindicación 2 en la que la proporción molar entre el lisinato de colina y el donante de enlaces de hidrógeno es de entre 1:1 y 1:3.

7. Composición lubricante según cualquiera de las reivindicaciones 2 y 6 en la que la proporción molar entre el lisinato de colina y el donante de enlaces de hidrógeno es de entre 1:1,5 y 1:2,5.

8. Composición lubricante según cualquiera de las reivindicaciones 2, 6 y 7 en la que la proporción molar entre el lisinato de colina y el donante de enlaces de hidrógeno es de 1:2.

9. Composición lubricante según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en la que el donante de enlaces de hidrógeno es glicerol.

10. Composición lubricante según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en la que el donante de enlaces de hidrógeno es etilenglicol.

11. Composición lubricante según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 y 9 en la que el donante de enlaces de hidrógeno es glicerol y la proporción molar entre el lisinato de colina y el glicerol es de 1:1.

12. Composición lubricante según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, y 6 a 9 en la que el donante de enlaces de hidrógeno es glicerol y la proporción molar entre el lisinato de colina y el glicerol es de 1:2.

13. Composición lubricante según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 y 10 en la que el donante de enlaces de hidrógeno es etilenglicol y la proporción molar entre el lisinato de colina y el etilenglicol es de 1:1.

14. Composición lubricante según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 6 a 8 y 10 en la que el donante de enlaces de hidrógeno es etilenglicol y la proporción molar entre el lisinato de colina y el etilenglicol es de 1:2.

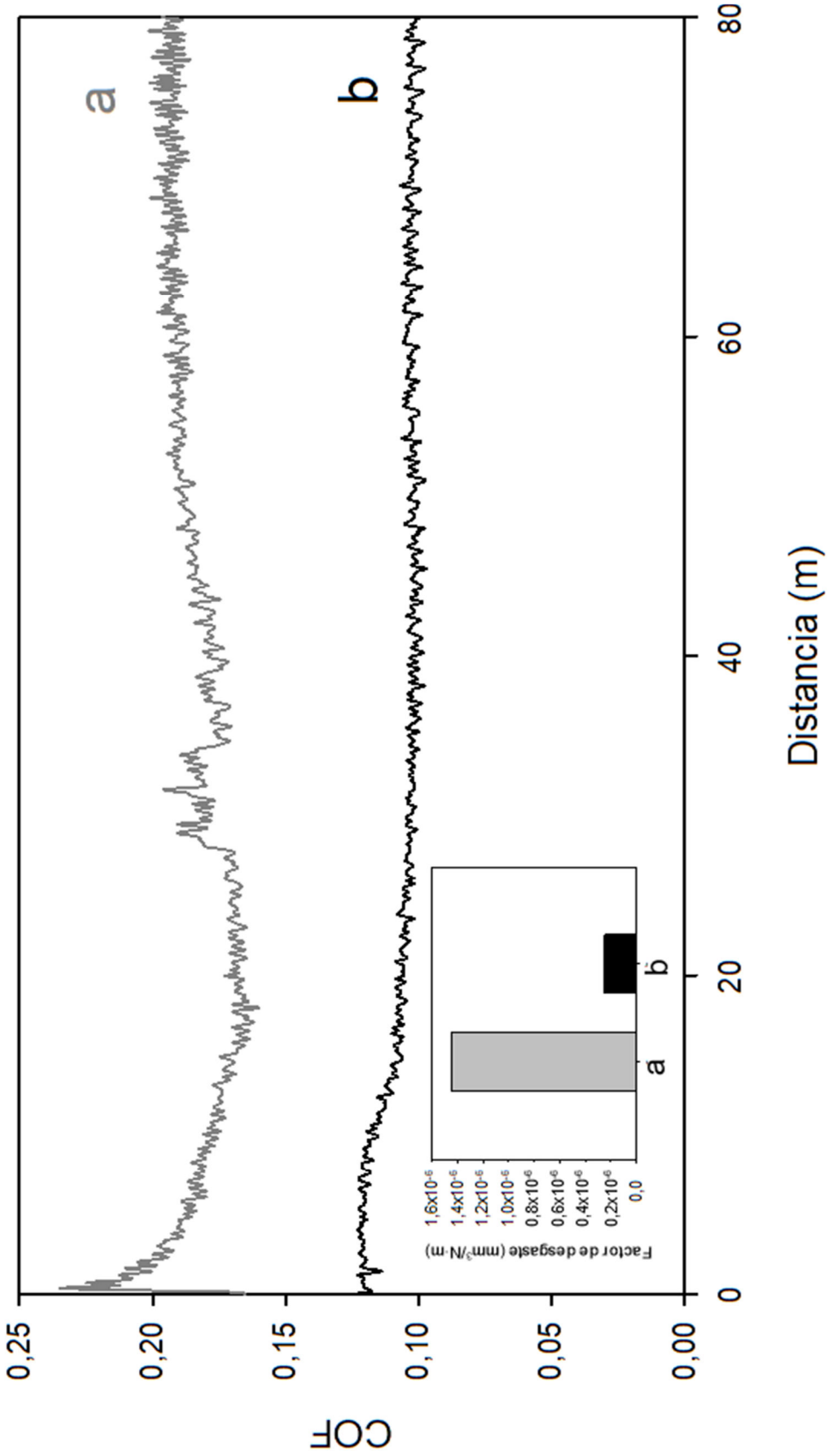
COF
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
0
20
40
60
80
Distancia (m)
a
b
Factor de desgaste (mm³/N·m)
1,6x10⁻⁵
1,4x10⁻⁵
1,2x10⁻⁵
1,0x10⁻⁵
0,8x10⁻⁶
0,6x10⁻⁶
0,4x10⁻⁶
0,2x10⁻⁶
0,0
a
b

Figura 1

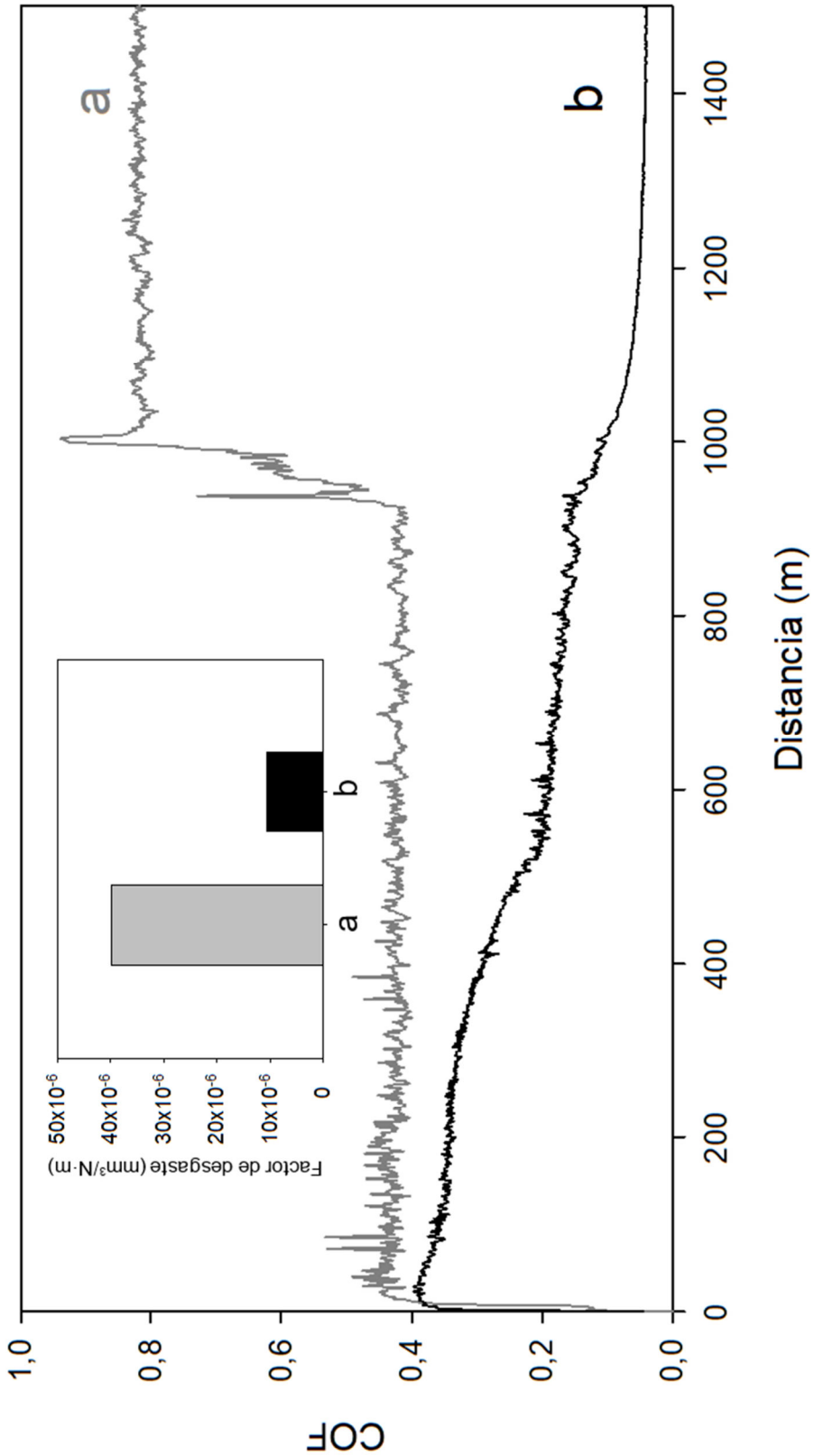
COF
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
Distancia (m)
a
b
Factor de desgaste (mm³/N·m)
50x10⁻⁶
40x10⁻⁶
30x10⁻⁶
20x10⁻⁶
10x10⁻⁶
0
a
b

Figura 2

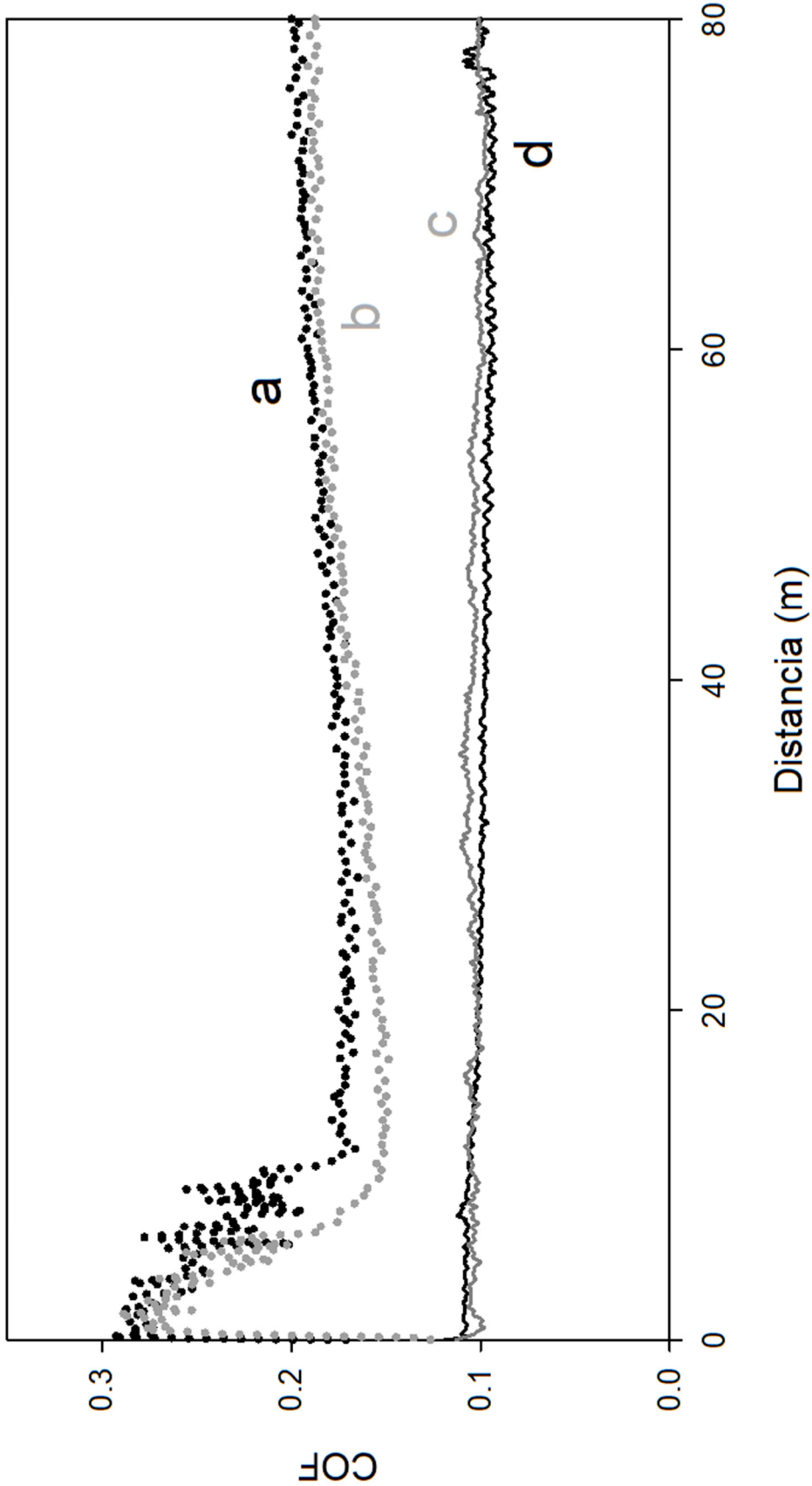

Figura 3