

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 324**

51 Int. Cl.:
C07C 29/56 (2006.01)
C07C 33/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09715609 .5**
96 Fecha de presentación: **27.02.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2257513**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.12.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA LA ISOMERIZACIÓN DE ALCOHOLES OLEFÍNICAMENTE INSATURADOS.**

30 Prioridad:
28.02.2008 DE 102008011767

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.12.2011

73 Titular/es:
BASF SE
67056 LUDWIGSHAFEN, DE

72 Inventor/es:
LIMBACH, Michael;
TELES, Joaquim Henrique;
ABDALLAH, Radwan;
MÄURER, Torsten;
JOHANN, Thorsten y
DANZ, Manuel

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 371 324 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la isomerización de alcoholes olefínicamente insaturados

La presente invención se refiere a un procedimiento para la isomerización de alcoholes olefínicamente insaturados en una atmósfera que contiene oxígeno sobre un catalizador soportado. Además la invención se refiere al uso de catalizadores soportados para la isomerización de alcoholes olefínicamente insaturados.

La isomerización de alcoholes olefínicamente insaturados, por ejemplo, de 3-metilbut-3-en-1-ol (isoprenol) para dar 3-metilbut-2-en-1-ol (prenol) en fase líquida ya se ha descrito. En todos los casos se lleva a cabo la reacción bajo una corriente reducida de hidrógeno para aumentar la vida útil del catalizador (S. B. Kogan, M. Kalya, N. Froumin, Appl. Cata/. A: General 2006, 27, 231-236). Según las indicaciones de este documento, los catalizadores de metales nobles descritos se desactivan en ausencia de hidrógeno de manera especialmente rápida e irreversible. Incluso en las condiciones óptimas según este documento, el rendimiento logrado con estos catalizadores es relativamente reducido, si quieren lograrse selectividades elevadas con respecto al prenol. En el caso de rendimientos reducidos, para que se pueda explotar económicamente el proceso, debe separarse el isoprenol sin reaccionar y utilizarse de nuevo. La utilización de hidrógeno en la isomerización de isoprenol es a menudo desventajosa, dado que especialmente en catalizadores de metales nobles soportados sobre sílice se observan reacciones secundarias tales como la hidrogenación del doble enlace que lleva al sistema saturado. Esto intenta evitarse mediante la costosa estabilización de los centros de paladio catiónicos mediante dopado con selenio o cerio.

El documento US 4.117.016 describe entre otros la isomerización de alcoholes insaturados en fase líquida en presencia de cantidades catalíticas de un complejo de hidruro de rutenio homogéneo en presencia de un ligando y excluye expresamente la presencia incluso de trazas de oxígeno, para garantizar la estabilidad del catalizador. La isomerización de isoprenol para dar prenol bajo nitrógeno en las condiciones mencionadas en este documento se consigue sólo con rendimientos reducidos y poco interesantes desde el punto de vista económico.

El documento WO 2008/037693 A1 describe entre otros la isomerización de 3-metil-3-buten-1-ol (isoprenol) sobre un catalizador de metales nobles heterogéneo para dar 3-metil-2-buten-1-ol (prenol) en presencia de hidrógeno. El catalizador trimetálico está compuesto por Pd, Se y Te inmovilizados sobre sílice. En este caso, debido a la hidrogenación en exceso en la atmósfera de hidrógeno, se produce la formación de hasta un 2,5% de alcohol isoamílico. Su separación es económicamente compleja.

En el documento DE-A-1901709 se describe un procedimiento para la producción de buten-2-oles a partir de buten-1-oles. Como catalizadores sirven Pd elemental o compuestos de Pd en una atmósfera de hidrógeno. Sin embargo, en el caso de usar Pd puro en presencia de hidrógeno se hidrogena en gran medida el doble enlace de los productos de partida y se forma el compuesto saturado correspondiente.

La hidrogenación del doble enlace no es deseable, dado que en el caso de algunos butenoles sólo hay pequeñas diferencias en el punto de ebullición entre el producto de partida sin reaccionar y el producto de hidrogenación. Así el punto de ebullición del 3-metil-but-3-en-1-ol se encuentra a 131,5°C (101325 Pa o 1020 mbar) y el del producto de hidrogenación correspondiente a 130,9°C (101325 Pa o 1020 mbar).

Por el documento DE-A 2751766 y el documento US 4.310.709 paralelo se conoce que en el caso de la isomerización de 3-buten-2-oles para dar los 2-buten-1-oles correspondientes en presencia de un contacto heterogéneo a base de Pd y Se sobre carbono en presencia de hidrógeno se forman porcentajes elevados de compuestos de bajo punto de ebullición tales como isopreno y butenos en el sentido de una retroreacción de Prins.

Por el documento EP-A 841090 se conoce que la isomerización de 3-buten-1-oles para dar 2-buten-1-oles en presencia de hidrógeno sólo se consigue con una formación reducida de compuestos de bajo punto de ebullición o productos de hidrogenación, si el catalizador de Pd heterogéneo se dopa con el 0,001-0,2% en peso de Se, Te o con una mezcla de ambos metales. Así pueden alcanzarse selectividades de hasta el 94% con un rendimiento del 55%.

Por Can. J. Chem. 1968, 46, 2225-2232 se conoce la isomerización térmica de alcoholes insaturados sin catalizador. A las elevadas temperaturas necesarias se observa una resinificación parcial de los compuestos de partida.

Según la enseñanza del documento JP-A-8268939 se isomeriza prenol en fase gaseosa en presencia de cantidades catalíticas de MgO para dar isoprenol. Las temperaturas son con 150-300°C muy elevadas y conducen a la descomposición de los productos y eductos lábiles. Por motivos de seguridad la reacción se lleva a cabo expresamente bajo gas protector (nitrógeno). Pueden alcanzarse selectividades de hasta el 98% con rendimientos del 64%.

A pesar de los diversos procedimientos conocidos para la isomerización de alcoholes insaturados, en particular

también de isoprenol para dar prenol, existía por tanto la necesidad de poner a disposición un procedimiento correspondiente, que por un lado pueda realizarse de manera sencilla desde el punto de vista de la técnica del procedimiento y por otro lado conlleve buenos rendimientos y selectividades con respecto a los productos deseados.

5 Este objetivo se soluciona con el procedimiento según la invención según la reivindicación 1. Formas de realización preferidas resultan de las reivindicaciones dependientes y de la descripción y los ejemplos a continuación.

Según el procedimiento según la invención se isomerizan alcoholes olefínicamente insaturados, realizándose la isomerización sobre un catalizador soportado que contiene metales pesados en una atmósfera que contiene oxígeno.

10 Como metales nobles se utilizan preferiblemente Au, Cu, Ag, Pd, Pt, Rh, Ru, W u Os, prefiriéndose especialmente paladio (Pd) u oro (Au) o mezclas de Au o Pd y de los otros metales nobles mencionados.

En el caso de la isomerización de isoprenol para dar prenol han resultado ser especialmente ventajosos como metales nobles Pd o Au o mezclas de Pd y Au.

15 Como material de soporte del catalizador utilizado en el procedimiento según la invención se usa un material a base de carbono. Sólo a modo de ejemplo se mencionan para tales materiales diferentes tipos de carbón o diferentes tipos de grafito, tal como los conoce el experto y se describen en la bibliografía.

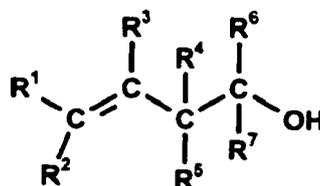
20 Básicamente son adecuados como materiales de soporte a base de carbono preferidos todos los materiales de carbono conocidos por el experto para tales usos. Los materiales de soporte pueden utilizarse preferiblemente en forma de cuerpos moldeados, gránulos, barras, microgránulos, gravilla, pastillas o perlas. La superficie de los materiales de soporte según BET (25°C) se encuentra habitualmente en el intervalo de desde 1 hasta 10000, preferiblemente desde 10 hasta 5000 m²/g, pero en la mayoría de los casos no es crítica para el procedimiento según la invención.

En los últimos tiempos han resultado ventajosas para algunas reacciones también nanofibras de carbono como soportes de catalizador, tal como las conoce el experto y se describen en la bibliografía.

25 Según el procedimiento según la invención pueden isomerizarse en particular alcoholes beta,gamma (β,γ)-insaturados para dar α,β-alcoholes insaturados. En este caso puede representarse esquemáticamente la reacción de la siguiente manera:



A modo de ejemplo se mencionan en este caso como alcoholes β,γ-insaturados adecuados aquéllos de fórmula general I

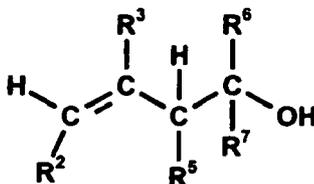


30 pudiendo representar los sustituyentes R¹ a R⁷ independientemente entre sí en cada caso hidrógeno, un grupo alquilo C₁-C₈, un grupo cicloalquilo C₃-C₈ dado el caso sustituido o un grupo arilo C₆-C₁₈ dado el caso sustituido.

35 Como sustituyentes en los grupos cicloalquilo o arilo se tienen en cuenta preferiblemente restos alquilo C₁-C₆ o restos alcoxilo C₁-C₆. A modo de ejemplo de alcoholes correspondientes se mencionan 3-buten-1-ol, 3-penten-1-ol, 3-metilbut-3-en-1-ol, 3-hexen-1-ol, 3-metilpent-3-en-1-ol, 3-etilbut-3-en-1-ol y 4-metilpent-3-en-1-ol.

Un grupo preferido de alcoholes, que pueden isomerizarse ventajosamente según el procedimiento según la

invención, son los compuestos de 3-buten-1-ol de fórmula general II



en la que R^2 , R^3 , R^5 , R^6 y R^7 presentan el significado mencionado anteriormente.

- 5 Preferiblemente los restos R^2 , R^3 , R^5 , R^6 y R^7 son restos alquilo con 1-6 átomos de C, que pueden estar sustituidos con un grupo hidroxilo, alcoxilo o carboxilo, de manera especialmente preferible hidrógeno o metilo. R^6 puede representar también un resto cicloalifático, aralifático o aromático. Como representantes de este grupo se mencionan en este caso 3-buten-1-ol, 3-metil-3-buten-1-ol (isoprenol), 4-formil-3-buten-1-ol, 1,2,3-trimetil-3-buten-1-ol, 2-isobutil-3-buten-1-ol 3 (2'-hidroxietil)-3-buten-1-ol, 1-hexil-3-buten-1-ol, 1-metilen-2-metil-ciclohexan-3-ol, 1-metilen-2-etil-ciclopentan-3-ol, 1-metilenciclohexan-3-ol y 1-metilen-cicloheptan-3-ol.
- 10 La isomerización según el procedimiento según la invención se realiza preferiblemente en fase líquida. No se necesita obligatoriamente un disolvente, puede trabajarse también en disoluciones del alcohol de partida puro o de mezclas de diferentes alcoholes de partida.
- Cuando se utiliza un disolvente separado, han dado buen resultado, por ejemplo, o- u p-xileno o éteres, tales como, por ejemplo, difenil éter.
- 15 De manera especialmente preferible el procedimiento según la invención es adecuado para la isomerización de 3-metilbut-3-en-1-ol (isoprenol) para dar 3-metilbut-2-en-1-ol (prenol). En este caso puede realizarse la isomerización preferiblemente en isoprenol puro o en una mezcla de isoprenol y otro alcohol (también prenol) o en una mezcla de isoprenol y un aldehído (por ejemplo 3-metil-but-2-en-1-al o prenol).
- 20 El procedimiento puede realizarse tanto en un modo de funcionamiento discontinuo como continuo. Preferiblemente el procedimiento se lleva a cabo a presiones inferiores a 10 MPa (10^7 Pa), preferiblemente inferiores a 1 MPa (10^6 Pa). Las temperaturas de reacción preferidas se encuentran a de 0 a 150, preferiblemente de 10 a 100 y en particular en el caso de la isomerización de isoprenol según el procedimiento según la invención a de 20 a 80°C.
- 25 Como subproducto principal en la isomerización de isoprenol según el procedimiento según la invención se genera 3-metilbut-2-en-1-al (MBA o prenol), que se genera por la oxidación de prenol en condiciones oxidantes. El prenol puede separarse y es un precursor para citral, un producto comercialmente importante.
- 30 Según la invención se realiza la reacción en una atmósfera que contiene oxígeno. Como agente correspondiente pueden usarse a este respecto preferiblemente oxígeno puro así como gases que contienen oxígeno libre, en particular aquellos gases o mezclas de gases con un contenido en oxígeno en el intervalo del 2-50% en volumen, preferiblemente del 3-40% en volumen y de manera especialmente preferible del 7-18% en volumen. También puede utilizarse aire como medio de oxidación fácilmente accesible. Alternativamente también es adecuado como agente oxidante el peróxido de hidrógeno.
- 35 Sorprendentemente con los catalizadores que contienen metales nobles, con un material de soporte a base de carbono, utilizados en el procedimiento según la invención, sólo se consiguen buenos rendimientos y selectividades en condiciones oxidantes, lo que según las enseñanzas inequívocas del estado de la técnica era sorprendente y no era de esperar. Sin oxígeno o en condiciones inertes tal como se requiere según el estado de la técnica, no se observa con estos catalizadores soportados ninguna isomerización en una medida económicamente interesante.
- 40 Según la invención se utiliza como catalizador soportado, es decir aplicado sobre un soporte, un catalizador que pueden contener un metal noble seleccionado de Cu, Ag, Pd, Pt, Rh, Ru, W u Os. El uso de paladio u oro o mezclas de paladio y oro o mezclas de paladio u oro con otros metales nobles ha demostrado ser ventajoso a este respecto en algunos casos. En particular en el caso de la producción preferida de 3-metilbut-2-en-1-ol pueden llevarse a cabo temperaturas de reacción inferiores a 80°C, lo que es ventajoso para la calidad del producto y reduce las reacciones secundarias no deseadas.
- La razón molar de paladio y/u oro con respecto a los otros metales nobles no está sometido a este respecto a ninguna limitación especial y puede seleccionarse libremente.

En el caso de la isomerización de 3-metilbut-3-en-1-ol (isoprenol) ha dado buen resultado el uso de catalizadores soportados, que además de paladio u oro contienen un metal noble seleccionado de Pt o Ru.

5 El contenido en metales nobles de los catalizadores soportados que se utilizan en el procedimiento según la invención no está sometido en sí a ninguna limitación especial y puede encontrarse en el intervalo de desde el 0,1 hasta el 10% en peso, preferiblemente en el intervalo de desde el 0,4 hasta el 5% en peso y de manera especialmente preferible en el intervalo de desde el 0,6 hasta el 3% en peso.

Como material de soporte para el catalizador son adecuados los materiales de soporte a base de carbono que se describen en la bibliografía y conocidos en sí por el experto, que ya se describieron anteriormente.

10 La producción de los catalizadores soportados usados según la invención puede tener lugar según procedimientos en sí conocidos por el experto y descritos en la bibliografía. Así se describe, por ejemplo, en el documento EP-A 172 565 o el documento EP-A 357 292 un procedimiento para la producción de catalizadores de plata soportados, que adaptado de manera correspondiente también puede usarse para la producción de los catalizadores de la presente invención. Además debe mencionarse en este caso la producción de los catalizadores de soporte utilizados en el procedimiento según la invención a través del denominado procedimiento de pulverización a la llama (descripción de la tecnología, por ejemplo, en Army Engineering Manual EM 1110-2-3401) o si no una producción basándose en el procedimiento descrito en Angew. Chem. Int. Ed. 2007, 47, 138-141.

Debido al sencillo modo de producción, se prefieren los catalizadores según el procedimiento descrito en el último documento de la bibliografía.

20 Según una forma de realización adicional la presente invención se refiere al uso de catalizadores soportados que contienen metales nobles con un soporte a base de carbono para la isomerización de alcoholes olefínicamente insaturados, preferiblemente alcoholes β,γ -insaturados para dar alcoholes α,β -insaturados, de manera especialmente preferible de isoprenol para dar prenil, en una atmósfera que contiene oxígeno.

Debido a detalles con respecto a los catalizadores adecuados y a los alcoholes isomerizables se remite en este caso a las realizaciones correspondientes anteriores en relación con el procedimiento según la invención.

25 Sorprendentemente pueden isomerizarse según el procedimiento según la invención alcoholes olefínicamente insaturados, en particular alcoholes β,γ -insaturados, en condiciones oxidantes con buen rendimiento y selectividad. El estado de la técnica ha considerado para isomerizaciones de este tipo hasta la fecha siempre la exclusión de oxígeno como esencial, es decir, debía trabajarse en condiciones inertes o reductoras, lo que desde el punto de vista de la técnica del procedimiento es más complejo y por consiguiente económicamente desventajoso.

30 Los siguientes ejemplos representan formas de realización preferidas de la presente invención y sirven para explicar adicionalmente las mismas.

Ejemplo 1

35 A un autoclave de vidrio se le añadieron isoprenol (103,8 g, 1,21 moles) y el catalizador (2,40 g, Pd al 5,0% en peso/carbón), se introdujeron a presión 500 kPa (5 bar) de aire y se cambió de manera continua a 80°C la fase gaseosa (30 l/h). Se agitó intensamente durante 0,5 h. La separación del catalizador y el análisis del residuo dieron como resultados la siguiente composición: el 4,32% en peso de prenil, el 38,3% en peso de isoprenol, el 50,9% en peso de prenil, correspondiente a un rendimiento del 61,7%, una selectividad del 83,4% (prenil), una selectividad del 7,1% (prenil) y una selectividad del 90,5% para productos de valor.

Ejemplo 2

40 A un autoclave de vidrio se le añadieron isoprenol (103,8 g, 1,21 moles) y el catalizador (2,40 g, Pd al 5,0% en peso/carbón), se introdujeron a presión 500 kPa (5 bar) de aire y se cambió de manera continua a 60°C la fase gaseosa (30 l/h). Se agitó intensamente durante 4,4 h. La separación del catalizador y el análisis del residuo dieron como resultado la siguiente composición: el 8,39% en peso de prenil, el 27,1% en peso de isoprenol, el 56,2% en peso de prenil, correspondiente a un rendimiento del 72,9%, una selectividad del 78,0% (prenil), una selectividad del 11,6% (prenil) y una selectividad del 89,6% para productos de valor.

Ejemplo 3

A un autoclave de vidrio se le añadieron isoprenol (103,8 g, 1,21 moles) disuelto en difenil éter (60 ml), de modo que se obtuvo como resultado una concentración del 40% en peso de isoprenol. Se añadió el catalizador (2,40 g, 5,0% en peso de Pd/carbón), se introdujeron a presión 500 kPa (5 bar) de aire y se cambió de manera continua a 80°C la

fase gaseosa (30 l/h). Se agitó intensamente durante 4,5 h. La separación del catalizador y el análisis del residuo dieron como resultado la siguiente composición: el 10,4% en peso de prenal, el 8,5% en peso de isoprenol, el 17,5% en peso de prenal, correspondiente a un rendimiento del 78,7%, una selectividad del 56,4% (prenol), una selectividad del 33,6 % (prenal) y una selectividad del 90,0% para productos de valor.

5 Ejemplo 4

10 A un autoclave de vidrio se le añadieron isoprenol (103,8 g, 1,21 moles) y el catalizador (2,40 g, Pd al 5,0% en peso/carbón), se introdujeron a presión 100 kPa (1 bar) de aire y se cambió de manera continua a 80°C la fase gaseosa (30 l/h). Se agitó intensamente durante 4,45 h. La separación del catalizador y el análisis del residuo dieron como resultado la siguiente composición: el 8,22% en peso de prenal, el 28,1% en peso de isoprenol, el 56,9% en peso de prenal, correspondiente a un rendimiento del 71,9%, una selectividad del 80,0% (prenol), una selectividad del 11,6% (prenal) y una selectividad del 91,6% para productos de valor.

Ejemplo 5

15 A un autoclave de vidrio se le añadieron isoprenol (103,8 g, 1,21 moles) y el catalizador (2,40 g, Pd al 3,4% en peso/carbón), se introdujo a presión oxígeno (200 kPa (2 bar)) y se agitó intensamente a 80°C durante 4,5 h. La separación del catalizador y el análisis del residuo dieron como resultado la siguiente composición: el 5,67% en peso de prenal, el 35,7% en peso de isoprenol, el 53,8% en peso de prenal, correspondiente a un rendimiento del 64,3%, una selectividad del 84,5% (prenol), una selectividad del 8,9% (prenal) y una selectividad del 93,4% para productos de valor.

Ejemplo 6 (ejemplo comparativo)

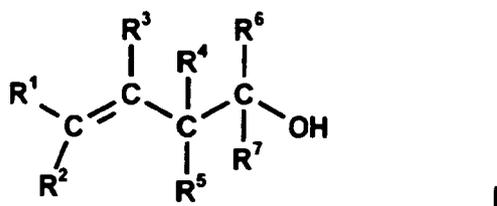
20 A un autoclave de vidrio se le añadieron isoprenol (103,8 g, 1,21 moles) y el catalizador (2,40 g, Pd al 3,4% en peso/carbón), se introdujeron a presión 500 kPa (5 bar) de nitrógeno y se cambió de manera continua a 80°C la fase gaseosa (30 l/h). Se agitó intensamente durante 5 h. La separación del catalizador y el análisis del residuo dieron como resultado la siguiente composición: el 0,56% en peso de prenal, el 96,14% en peso de isoprenol, el 0,47% en peso de prenal, correspondiente a un rendimiento del 3,9%, una selectividad del 12,2% (prenol), una selectividad del 14,6% (prenal) y una selectividad del 26,8% para productos de valor.

Ejemplo 7 (ejemplo comparativo)

30 A un autoclave de vidrio se le añadieron isoprenol (2,40 g, 27,9 mmoles) disuelto en p-xileno (120 ml), de modo que se obtuvo como resultado una concentración del 2,3% en peso de isoprenol. Entonces se añadió el catalizador (2,40 g, Pd,Se/SiO₂), se introdujeron a presión 500 kPa de aire (5 bar) y se agitó intensamente a 110°C durante 1,1 h. La separación del catalizador y el análisis del residuo dieron como resultado la siguiente composición: el 0,01% en peso de prenal, el 2,40% en peso de isoprenol, el 0,01% en peso de prenal, correspondiente a un rendimiento del 11,9%, una selectividad del 4,8% (prenol), una selectividad del 4,8% (prenal) y una selectividad del 9,6% para productos de valor.

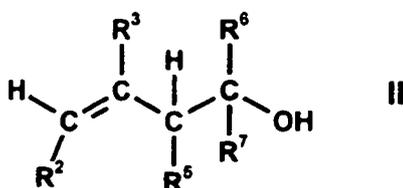
REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la isomerización de alcoholes olefínicamente insaturados sobre catalizadores soportados que contienen metales nobles con un soporte a base de carbono, caracterizado porque la isomerización se realiza con un catalizador soportado que contiene metales pesados en una atmósfera que contiene oxígeno y porque se isomerizan alcoholes β,γ -insaturados de fórmula general I para dar los alcoholes α,β -insaturados correspondientes

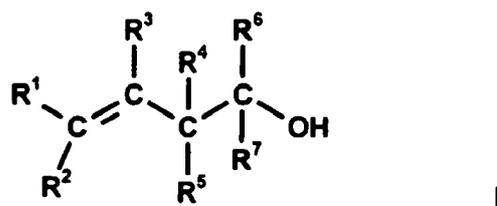


pudiendo representar los sustituyentes independientemente entre sí en cada caso hidrógeno, un grupo alquilo $\text{C}_1\text{-C}_8$, un grupo cicloalquilo $\text{C}_6\text{-C}_8$ dado el caso sustituido o un grupo arilo $\text{C}_6\text{-C}_{18}$ dado el caso sustituido.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque como metal noble se utiliza Au, Cu, Ag, Pd, Pt, Rh, Ru, W, Os o una mezcla de estos metales.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque como metal noble se utiliza Pd o Au o una mezcla de Pd o Au y Cu, Ag, Pd, Pt, Ru, Rh, W u Os.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque como atmósfera que contiene oxígeno se utiliza oxígeno, aire o una mezcla de gases que contiene oxígeno.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque se isomerizan compuestos de 3-buten-1-ol de fórmula general II



6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque se isomeriza 3-metil-but-3-en-1-ol (isoprenol) para dar 3-metil-but-2-en-1-ol (prenol).
7. Uso de un catalizador soportado que contiene metales nobles con un soporte a base de carbono para la isomerización de alcoholes olefínicamente insaturados en una atmósfera que contiene oxígeno, caracterizado porque se isomerizan alcoholes β,γ -insaturados de fórmula general I para dar los alcoholes α,β -insaturados correspondientes



8. Uso según la reivindicación 7, en el que se isomeriza 3-metil-but-3-en-1-ol para dar 3-metil-but-2-en-1-ol.