

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 913 496**

51 Int. Cl.:

D04H 1/587 (2012.01)

D04H 1/64 (2012.01)

D04H 1/4218 (2012.01)

B27N 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.06.2017 PCT/US2017/036060**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.12.2017 WO17214083**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2017 E 17810818 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2022 EP 3464698**

54 Título: **Sistema aglutinante**

30 Prioridad:

06.06.2016 US 201662345885 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

02.06.2022

73 Titular/es:

**OWENS CORNING INTELLECTUAL CAPITAL,
LLC (100.0%)**

**One Owens Corning Parkway
Toledo, OH 43659, US**

72 Inventor/es:

**ALBANI, BRYAN, ALAN;
HERNANDEZ-TORRES, JESUS, M.;
MENDEZ-ANDINO, JOSE y
SCHWEIGER, SCOTT, WILLIAM**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 913 496 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

Sistema aglutinante

5 **Campo**

La presente invención se refiere en general al aislamiento fibroso y esteras no tejidas, y más particularmente, a un aglutinante para su uso en la fabricación de aislamiento fibroso y esteras no tejidas.

10 **Antecedentes**

Las fibras convencionales como la fibra de vidrio, la lana mineral y el basalto son útiles en una variedad de aplicaciones que incluyen refuerzos, textiles y materiales aislantes acústicos y térmicos. El aislamiento fibroso generalmente se fabrica fibrizando una composición fundida de polímero, vidrio u otros minerales e hilando fibras finas desde un aparato de fibrización, como una hiladora giratoria. Para formar un producto aislante, las fibras producidas por la hiladora giratoria son arrastradas hacia abajo desde la hiladora hacia un transportador mediante un soplador. A medida que las fibras se mueven hacia abajo, se aplica un material aglutinante mediante pulverización o inmersión de las fibras. A continuación, las fibras se recogen en una manta de fibras largas continuas en el transportador. El material aglutinante le da al producto de aislamiento la resiliencia para la recuperación después del empaquetamiento y proporciona rigidez y manejabilidad para que el producto de aislamiento se pueda manipular y aplicar según sea necesario, por ejemplo, en las cavidades de aislamiento de los edificios. La composición aglutinante también proporciona protección a las fibras frente a la abrasión entre filamentos y promueve la compatibilidad entre las fibras individuales.

La manta que contiene las fibras recubiertas con aglutinante se pasa a continuación a través de un horno de curado y el aglutinante se cura para fijar la manta al espesor deseado. Después de que el aglutinante se haya curado, el aislamiento de fibra se puede cortar en trozos para formar productos de aislamiento individuales, y los productos de aislamiento se pueden empaquetar para enviarlos a las ubicaciones de los clientes. Un producto de aislamiento típico producido es un bloque o manta de aislamiento, que es adecuado para su uso como aislamiento de paredes en viviendas residenciales o como aislamiento en las cavidades de aislamiento de áticos y pisos en edificios. Otro tipo de producto aislante es un tablero aislante. Los tableros aislantes se pueden usar de manera similar a los bloques o mantas aislantes, pero son más rígidos y generalmente más densos.

Las esteras no tejidas, como las que se utilizan en los tableros acústicos de techo, pueden formarse mediante procesos convencionales de depósito en húmedo. En uno de esos procesos, las fibras cortadas en húmedo se dispersan en una suspensión de agua que contiene tensioactivos, modificadores de la viscosidad, agentes antiespumantes y/u otros agentes químicos. A continuación, se agita la suspensión que contiene las fibras cortadas para que las fibras se dispersen más uniformemente por toda la suspensión. La suspensión que contiene las fibras se deposita en una pantalla móvil donde se elimina una parte sustancial del agua para formar una tela. A continuación, se aplica un aglutinante y la estera resultante se seca para eliminar cualquier resto de agua y curar el aglutinante. La estera no tejida formada es un conjunto de filamentos de vidrio individuales y dispersos.

Las esteras no tejidas también se pueden preparar a partir de fibras cortadas en seco y/o filamentos continuos. Por ejemplo, las fibras se distribuyen desde un casquillo y se cortan a la longitud deseada. Las fibras pueden o no tener ciertos agentes químicos aplicados antes del corte. A continuación, las fibras cortadas se aplican a una superficie, por ejemplo, una cinta transportadora para formar una estera. El aglutinante se aplica a la estera que se transporta a un horno de curado.

En el contexto de los productos de fibra de filamento continuo, se dispensa una fibra a una superficie (ya sea con o sin agentes químicos aplicados primero) y se deja formar una estera. A continuación, se aplica una composición aglutinante a la estera que, a continuación, se transporta a un horno para su curado. Generalmente, la estera curada se compone por tanto de menos fibras que una estera de fibras cortadas.

Se han hecho varios intentos para reducir las emisiones indeseables de formaldehído de las resinas a base de formaldehído, como las resinas fenólicas. Por ejemplo, se han añadido varios eliminadores de formaldehído, como amoníaco y urea, a la resina a base de formaldehído en un intento por reducir la emisión de formaldehído del producto de aislamiento.

Los aglutinantes de ácido poliacrílico ofrecen algunos beneficios sobre las resinas fenólicas. Sin embargo, un aglutinante formado principalmente por ácido poliacrílico tiene inherentemente problemas debido a su acidez y la corrosión asociada de las piezas de la máquina. Además, los aglutinantes de ácido poliacrílico tienen alta viscosidad, altas temperaturas de curado y altos costes de curado asociados. También se conocen ciertos sistemas de base natural, pero sufren de sus propios inconvenientes particulares. Por ejemplo, los productos a base de almidón/carbohidratos (o aquellos que se basan en la reacción de Maillard) pueden tener un color marrón oscuro indeseable después del curado. Asimismo, el uso de grandes cantidades de amoníaco necesario para fabricar el aglutinante presenta un riesgo de seguridad y posibles problemas de emisiones.

También se han propuesto sistemas aglutinantes poliméricos alternativos a los descritos anteriormente para productos de fibra de vidrio. Sin embargo, estos sistemas aglutinantes poliméricos alternativos siguen siendo problemáticos en ciertos casos. Por ejemplo, los aglutinantes de bajo peso molecular, de baja viscosidad que permiten la máxima expansión vertical del paquete de aislamiento en la zona de transferencia generalmente se curan para formar una matriz plástica no rígida en el producto terminado, reduciendo de este modo la recuperación de altura vertical alcanzable del producto de aislamiento terminado cuando se instala. Por el contrario, los aglutinantes de alta viscosidad, que generalmente se curan para formar una matriz rígida en el producto terminado, no permiten la expansión vertical máxima deseada del paquete revestido, sin curar.

Además de los componentes que reaccionan para unir las fibras entre sí, la mayoría de los sistemas de aglutinantes convencionales comprenden una serie de otros componentes para ajustar varias propiedades del producto terminado (por ejemplo, antipolvo, antiestático). Cada uno de estos componentes individuales debe ser verificado como seguro y compatible con los otros componentes, además de no interferir con la unión final de las fibras. El documento WO 2005/087837 desvela una composición aglutinante acuosa que comprende un poliol para tratar una estera aislante de fibra de vidrio.

En vista de los problemas existentes con los aglutinantes actuales, sigue existiendo la necesidad en la técnica de un sistema aglutinante que no corroa las piezas de la máquina, no incluya formaldehído añadido, sea respetuoso con el medio ambiente, sea estable después de la producción, sea más simple en términos de ingredientes totales requeridos para producir un producto terminado y/o proporcione ventajas de procesamiento.

Sumario

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a una composición aglutinante para su uso en la formación de aislamiento, tableros de aislamiento, esteras no tejidas, productos de fibra de carbono, y para su uso en productos como aglutinante de fibras orgánicas como la celulosa y las fibras a base de madera, como se ha descrito. El aglutinante incluye una sal metálica y un poliol. La sal metálica y el poliol están presentes en la composición aglutinante en una relación en peso de 1:20 a 1:1.

Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a un producto aislante fibroso que incluye una pluralidad de fibras de vidrio y una composición aglutinante aplicada a al menos una parte de las fibras, como se describe en la reivindicación 6. El aglutinante incluye una sal metálica y un poliol en una relación en peso de 1:20 a 1:1.

Un tercer aspecto de la presente invención se refiere a una estera no tejida formada por una pluralidad de fibras de vidrio en forma de una estera que tiene una primera superficie principal y una segunda superficie principal y una composición aglutinante que recubre al menos parcialmente la primera superficie principal de la estera, como se describe en la reivindicación 12. El aglutinante incluye una sal metálica y un poliol. La sal metálica y el poliol están presentes en una relación en peso de 1:20 a 1:1. Puede usarse cualquier fibra adecuada. En ciertas realizaciones, las fibras son fibras de vidrio. Las fibras tienen un diámetro promedio dentro del intervalo de 6,5 micrómetros a 24 micrómetros. En ciertas realizaciones, las fibras son fibras de lana mineral. La composición aglutinante está presente en la estera no tejida en una cantidad del 1 % al 25 % de pérdida por ignición.

Un cuarto aspecto de la invención se refiere a un método para fabricar un producto de aislamiento fibroso, como se describe en la reivindicación 15. El método comprende formar una manta fibrosa que incluye una pluralidad de fibras de vidrio, aplicar una composición aglutinante a al menos una parte de las fibras de vidrio, comprendiendo la composición aglutinante una sal metálica y un poliol en una relación en peso de 1:20 a 1:1, pasar la manta fibrosa a través de un horno para curar al menos parcialmente el aglutinante sobre las fibras y formar un producto aislante, en donde la composición aglutinante está presente en el producto de aislamiento fibroso en una cantidad del 1 % al 25 % de pérdida por ignición.

Varias realizaciones de la invención presentarán típicamente una o más de las siguientes características ilustrativas.

Es una característica de la invención que la composición aglutinante inventiva esté libre de formaldehído añadido.

Es una característica de la invención que la composición aglutinante inventiva requiere menos ingredientes para generar un producto satisfactorio.

Es una característica de los conceptos generales inventivos que los productos aislantes y las esteras no tejidas que utilizan la composición aglutinante inventiva pueden fabricarse usando cantidades actuales de agua añadida y curarse a las temperaturas/tiempos actuales o por debajo de ellos. Esto se debe a la sorprendente capacidad de las composiciones aglutinantes inventivas para "eliminar" el exceso de agua de una manera que no se ve con los sistemas aglutinantes convencionales, permitiendo que se añada agua adicional a las composiciones aglutinantes (para facilitar el procesamiento), si es necesario, sin aumentar sustancialmente el tiempo o el coste de producción y sin afectar sustancialmente al rendimiento.

Es una característica de la invención que un producto de aislamiento final elaborado con las composiciones aglutinantes acuosas ilustrativas proporcionadas en el presente documento tiene un color claro a los niveles deseados de pérdida por ignición (LOI) que permite el uso de tintes, pigmentos u otros colorantes para producir una variedad de colores para el producto de aislamiento.

5 Es una característica de la invención que las composiciones aglutinantes inventivas aglutinan lana mineral en condiciones ácidas. En términos generales, los aglutinantes que requieren un ambiente ácido para reticularse/curarse correctamente son ineficaces o tienen un rendimiento reducido al aglutinar lana mineral. Sorprendentemente, se encontró que los aglutinantes inventivos descritos en el presente documento eran efectivos
10 para aglutinar lana mineral para formar un bloque aislante a un pH de 1 a 4,5, incluyendo un pH de 2.5 a 3.

En ciertas realizaciones, la composición aglutinante inventiva se puede curar a una temperatura más baja que las composiciones aglutinantes convencionales. Una composición aglutinante que comprende un poliol y una sal metálica puede permitir que el agua se libere más fácilmente del producto precurado. Por lo tanto, el contenido de
15 agua reducido requiere menos calor para expulsar el exceso de agua del producto durante el proceso de curado.

Es una característica de la invención que la composición aglutinante puede formar una mezcla acuosa que se puede aplicar mediante aplicadores de aglutinantes convencionales, incluyendo aplicadores de pulverización.

20 También es una característica de la invención que la composición aglutinante inventiva puede ser útil para fabricar esteras que contienen refuerzos compuestos.

Los anteriores y otros objetos, características y ventajas de la invención aparecerán más detalladamente a continuación en el presente documento a partir de una consideración de la descripción detallada que sigue. Debe entenderse expresamente, sin embargo, que los dibujos tienen fines ilustrativos y no deben interpretarse como que
25 definen los límites de la invención.

Breve descripción de los dibujos

30 Varias ventajas ilustrativas de esta invención serán evidentes al considerar la siguiente divulgación detallada de la invención, especialmente cuando se toma junto con los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 es un gráfico que muestra la resistencia a la tracción dividida por la LOI corregida (resistencia a la tracción/LOI corr.) para muestras de hojas de prueba hechas con varias composiciones aglutinantes.
35 La figura 2 es un gráfico que muestra la resistencia a la tracción dividida por la LOI corregida (resistencia a la tracción/LOI corr.) para muestras de hojas de prueba hechas con varios aglutinantes que incluyen composiciones aglutinantes inventivas que comprenden alcohol polivinílico/cloruro de aluminio y alcohol polivinílico/nitrato de aluminio.
La figura 3 es un gráfico que muestra el análisis mecánico dinámico de varias composiciones aglutinantes que incluyen un aglutinante inventivo que comprende alcohol polivinílico/nitrato de aluminio.
40 La figura 4 es un gráfico que muestra el análisis mecánico dinámico de varias composiciones aglutinantes que incluyen un aglutinante inventivo que comprende alcohol polivinílico/cloruro de aluminio.
La figura 5 es un gráfico que muestra el análisis mecánico dinámico de varias composiciones aglutinantes que comprenden alcohol polivinílico/nitrato de aluminio.
45 La figura 6 es un gráfico que muestra el análisis mecánico dinámico de varias composiciones aglutinantes que comprenden alcohol polivinílico/sulfato de aluminio.
La figura 7 es un gráfico que muestra el porcentaje de recuperación de varias composiciones aglutinantes de alcohol polivinílico y nitrato de aluminio.
La figura 8 es un gráfico que muestra el porcentaje de recuperación para varias composiciones aglutinantes.
50 La figura 9 es un gráfico que muestra la carga máxima (corregida en cuanto a LOI) para placas de laboratorio fabricadas con composiciones aglutinantes inventivas que comprenden alcohol polivinílico/nitrato de aluminio.
La figura 10 es un gráfico que muestra la LOI corregida para las composiciones aglutinantes inventivas que comprenden alcohol polivinílico/nitrato de aluminio.
La figura 11 es un gráfico que muestra la resistencia a la tracción de una serie de hojas de prueba utilizando
55 composiciones aglutinantes inventivas que se curaron a temperaturas entre 12,1 °C (250 °F) y 232,2 °C (450 °F).

Breve descripción de los dibujos

60 Varias ventajas ilustrativas de esta invención serán evidentes al considerar la siguiente divulgación detallada de la invención, especialmente cuando se toma junto con los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 es un gráfico que muestra la resistencia a la tracción dividida por la LOI corregida (resistencia a la tracción/LOI corr.) para muestras de hojas de prueba hechas con varias composiciones aglutinantes.
65 La figura 2 es un gráfico que muestra la resistencia a la tracción dividida por la LOI corregida (resistencia a la tracción/LOI corr.) para muestras de hojas de prueba hechas con varios aglutinantes que incluyen composiciones

aglutinantes inventivas que comprenden alcohol polivinílico/cloruro de aluminio y alcohol polivinílico/nitrato de aluminio.

5 La figura 3 es un gráfico que muestra el análisis mecánico dinámico de varias composiciones aglutinantes que incluyen un aglutinante inventivo que comprende alcohol polivinílico/nitrato de aluminio.

La figura 4 es un gráfico que muestra el análisis mecánico dinámico de varias composiciones aglutinantes que incluyen un aglutinante inventivo que comprende alcohol polivinílico/cloruro de aluminio.

10 La figura 5 es un gráfico que muestra el análisis mecánico dinámico de varias composiciones aglutinantes que comprenden alcohol polivinílico/nitrato de aluminio.

La figura 6 es un gráfico que muestra el análisis mecánico dinámico de varias composiciones aglutinantes que comprenden alcohol polivinílico/sulfato de aluminio.

15 La figura 7 es un gráfico que muestra el porcentaje de recuperación de varias composiciones aglutinantes de alcohol polivinílico y nitrato de aluminio.

La figura 8 es un gráfico que muestra el porcentaje de recuperación para varias composiciones aglutinantes.

20 La figura 9 es un gráfico que muestra la carga máxima (corregida en cuanto a LOI) para placas de laboratorio fabricadas con composiciones aglutinantes inventivas que comprenden alcohol polivinílico/nitrato de aluminio.

25 La figura 10 es un gráfico que muestra la LOI corregida para las composiciones aglutinantes inventivas que comprenden alcohol polivinílico/nitrato de aluminio.

La figura 11 es un gráfico que muestra la resistencia a la tracción de una serie de hojas de prueba utilizando composiciones aglutinantes inventivas que se curaron a temperaturas entre 121 °C (250 °F) y 232,2 °C (450 °F).

30 La figura 22 es un gráfico que muestra los resultados del Ejemplo 25 ajustados para corregir en cuanto a LOI.

La figura 23 es un gráfico que muestra la resistencia a la tracción medida para hojas de prueba usando una variedad de composiciones aglutinantes.

35 La figura 24 es un gráfico que muestra la rigidez medida de una composición aglutinante inventiva en comparación con un aglutinante MDCA de control y dos aglutinantes adicionales que incluyen alcohol polivinílico, en concreto, alcohol polivinílico, ácido gálico, cloruro de aluminio (etiquetado como PVGAAl); y alcohol polivinílico, ácido gálico, nitrato de hierro (etiquetado como PVGAFe).

40 La figura 25 es un gráfico que muestra la LOI promedio para las composiciones aglutinantes ensayadas en el Ejemplo 28.

45 La figura 26 es un gráfico que muestra el porcentaje de recuperación de las composiciones aglutinantes del Ejemplo 28. El PVA1 es alcohol polivinílico y alcohol polivinílico-cloruro de aluminio, ácido gálico, cloruro de aluminio (etiquetado como PVGAAl); y alcohol polivinílico, ácido gálico, nitrato de hierro (etiquetado como PVGAFe).

La figura 27 es un gráfico que muestra el pandeo medido de bloques de lana mineral con una variedad de aglutinantes aplicados a los mismos.

50 La figura 28 es un gráfico que muestra la resistencia a la tracción medida de bloques de lana mineral con una variedad de aglutinantes aplicados a los mismos.

55 La figura 29 es un gráfico que muestra la resiliencia medida de bloques de lana mineral con una variedad de aglutinantes aplicados a los mismos.

La figura 30 es un gráfico que muestra la resistencia a la compresión medida de bloques de lana mineral con una variedad de aglutinantes aplicados a los mismos.

60 La figura 31 es un gráfico que muestra las cantidades de sólidos aglutinantes para los aglutinantes.

La figura 32 es un gráfico que muestra la resistencia a la tracción para hojas de prueba de lana mineral preparadas con sistema aglutinante PV/Al(NO₃)₃ después del almacenamiento.

65 La figura 33 es un gráfico que muestra la resistencia a la tracción para hojas de prueba de lana mineral preparadas con sistema aglutinante PV/Al(NO₃)₃ después del almacenamiento.

La figura 34 es un gráfico del análisis mecánico dinámico de una película de PV.

La figura 35 es un gráfico del análisis mecánico dinámico de un aglutinante PV/Al (NO₃)₃.

5 La figura 36 es un gráfico del análisis mecánico dinámico de un aglutinante PV/KNO₃ para comparar.

Descripción detallada

10 A menos que se definan de otro modo, todos los términos técnicos y científicos utilizados en el presente documento tienen el mismo significado que el que entiende comúnmente un experto habitual en la materia a la que pertenece la presente invención.

15 Se entenderá que cuando se hace referencia a un elemento como una capa, región, sustrato o panel como si estuviera "sobre" otro elemento, puede estar directamente sobre el otro elemento o también pueden estar presentes elementos intermedios. Asimismo, cuando se hace referencia a un elemento como "adyacente" a otro elemento, el elemento puede estar directamente adyacente al otro elemento o pueden estar presentes elementos intermedios. Los términos "superior", "inferior", "lateral", y similares se utilizan en el presente documento únicamente con fines explicativos. Los números similares que se encuentran a lo largo de las figuras indican elementos similares.

20 La terminología que se expone en el presente documento es solo para la descripción de las realizaciones ilustrativas y no debe interpretarse como una limitación de la divulgación en su conjunto. Todas las referencias a características o limitaciones de la presente divulgación en singular incluirán la característica o limitación correspondientes en plural y viceversa, a menos que el contexto en el que se hace la referencia especifique o implique claramente lo contrario. Salvo que se especifique otra cosa, "uno", "una", "el/la", y "al menos uno" se usan indistintamente. Adicionalmente, tal y como se usa en la descripción y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una", y "el/la" incluyen sus formas plurales, salvo que el contexto indique claramente otra cosa.

30 En la medida en que el término "incluye" o "incluyendo" se utilice en la descripción o en las reivindicaciones, se pretende que sea inclusivo de una manera similar a la expresión "que comprende", ya que esa expresión se interpreta cuando se emplea como una palabra de transición en una reivindicación. Adicionalmente, en la medida en que se emplee el término "o" (por ejemplo, A o B), se pretende que signifique "A o B o ambos".

35 Todos los porcentajes, partes y relaciones que se usan en el presente documento son en peso de la composición total, a menos que se especifique otra cosa. Todos los intervalos y parámetros, incluyendo, pero sin limitaciones, porcentajes, partes y relaciones, desvelados en el presente documento se entiende que abarcan todos y cada uno de los subintervalos asumidos y subsumidos en el mismo, y cada número entre los puntos finales. Por ejemplo, se debe considerar que un intervalo establecido de "1 a 10" incluye todos y cada uno de los subintervalos que comienzan con un valor mínimo de 1 o más y terminan con un valor máximo de 10 o menos (por ejemplo, 1 a 6,1 o 2,3 a 9,4) y a cada número entero (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10) contenido dentro del intervalo.

40 Cualquier combinación de etapas del método o proceso como se usa en el presente documento se puede realizar en cualquier orden, a menos que el contexto en el que se hace la combinación referenciada especifique o implique claramente lo contrario.

45 Las diversas realizaciones de las composiciones descritas en el presente documento también pueden estar sustancialmente libres de cualquier componente o característica opcional o seleccionada descrita en el presente documento, siempre que las composiciones restantes aún contengan todos los componentes o características necesarios como se describe en el presente documento. En este contexto, y a menos que se especifique otra cosa, la expresión "sustancialmente libre" significa que las composiciones aglutinantes seleccionadas contienen menos de una cantidad funcional del ingrediente opcional, normalmente menos del 1 %, incluyendo menos del 0,5 %, incluyendo menos del 0,1 %, y también incluyendo cero por ciento, en peso de tal ingrediente esencial opcional o seleccionado.

55 Las composiciones descritas en el presente documento pueden comprender, consistir en, o consistir esencialmente en los elementos esenciales de los productos y métodos descritos en el presente documento, así como cualquier elemento adicional u opcional descrito en el presente documento o de alguna otra manera útil en aplicaciones aglutinantes o aplicaciones relacionadas.

60 La presente invención se refiere a composiciones aglutinantes más respetuosas con el medio ambiente. El aglutinante es una composición acuosa de aglutinante que comprende una sal metálica y un poliol. El aglutinante se puede usar para formar productos que incluyen fibras tales como fibra de vidrio, lana mineral, fibra de carbono y fibras orgánicas, incluidas las fibras de celulosa y de madera.

65 El aglutinante inventivo incluye un poliol que es alcohol polivinílico.

En determinadas realizaciones ilustrativas, la composición aglutinante está libre de formaldehído añadido.

En determinadas realizaciones ilustrativas, los productos de aislamiento fibroso y las esteras no tejidas que utilizan la composición aglutinante inventiva pueden fabricarse utilizando líneas de fabricación existentes, ahorrando así tiempo y dinero.

En determinadas realizaciones ilustrativas, un producto de aislamiento final hecho con composiciones aglutinantes ilustrativas proporcionadas en el presente documento tiene un color claro en los niveles deseados de pérdida por ignición (LOI) que permite el uso de tintes, pigmentos u otros colorantes para producir una variedad de colores para el producto de aislamiento.

En determinadas realizaciones ilustrativas, la composición del aglutinante (por ejemplo, alcohol polivinílico con un grado de hidrólisis de al menos el 50 % y una sal de aluminio) puede formar una mezcla acuosa que puede aplicarse con aplicadores de aglutinantes convencionales, incluyendo aplicadores de pulverización.

En determinadas realizaciones ilustrativas, la composición aglutinante se utiliza en la formación de aislamiento (por ejemplo, bloques aislantes), tableros de aislamiento, esteras no tejidas, productos de fibra de carbono, y para su uso en productos como aglutinante de fibras orgánicas como la celulosa y las fibras a base de madera.

En determinadas realizaciones ilustrativas, el producto de aislamiento fibroso incluye una pluralidad de fibras y una composición aglutinante aplicada a al menos una parte de las fibras y que interconecta las fibras. En determinadas realizaciones ilustrativas, las fibras están orientadas al azar.

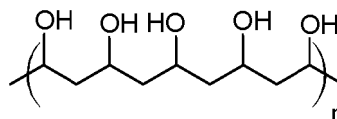
En determinadas realizaciones ilustrativas, la estera no tejida está formada por una pluralidad de fibras de vidrio orientadas aleatoriamente que han sido cortadas en una longitud discreta enredadas en forma de una estera que tiene una primera superficie principal y una segunda superficie principal y una composición aglutinante que recubre al menos parcialmente la primera superficie principal de la estera.

En determinadas realizaciones ilustrativas, la estera no tejida está formada por una pluralidad de fibras de vidrio orientadas aleatoriamente enredadas en forma de una estera que tiene una primera superficie principal y una segunda superficie principal y una composición aglutinante que recubre al menos parcialmente la primera superficie principal de la estera.

En determinadas realizaciones ilustrativas, la estera no tejida está formada por una pluralidad de fibras de lana mineral orientadas aleatoriamente en forma de una estera que tiene una primera superficie principal y una segunda superficie principal y una composición aglutinante que recubre al menos parcialmente la primera superficie principal de la estera.

La composición aglutinante comprende al menos una sal metálica. El metal se selecciona de boro, aluminio, galio, indio, estaño, bismuto, cinc, hierro, circonio y titanio. En ciertas realizaciones, la sal metálica puede comprender más de un metal, tal como, por ejemplo, una combinación o complejo de aluminio y circonio. En determinadas realizaciones ilustrativas, la sal metálica está compuesta por al menos una sal de aluminio. En determinadas realizaciones ilustrativas, la sal metálica se selecciona del grupo que consiste en cloruro de aluminio, nitrato de aluminio, sulfato de aluminio, fosfato de aluminio monobásico, aluminato de sodio y combinaciones de los mismos.

El poliol es un alcohol polivinílico soluble en agua.



Alcohol Polivinílico (PV)=

Los expertos en la materia entenderán que PV (alternativamente, PVOH) generalmente se refiere a la clase de compuestos que resultan de la hidrólisis de los grupos funcionales éster del acetato de polivinilo. Si bien se pueden usar otros materiales para formar un alcohol polivinílico, generalmente, el PV se fabrica por polimerización de acetato de vinilo a acetato de polivinilo. A continuación, el acetato de polivinilo se somete a hidrólisis para producir un PV que tenga el grado deseado de hidrólisis (en relación con el polímero de acetato de polivinilo). Por tanto, mientras que los PV que tienen diversos grados de hidrólisis se denominan alcohol polivinílico, los expertos en la materia reconocerán que el término alcohol polivinílico se refiere a un "copolímero" compuesto por restos de acetato y restos de alcohol, con la composición exacta determinada por el grado de hidrólisis.

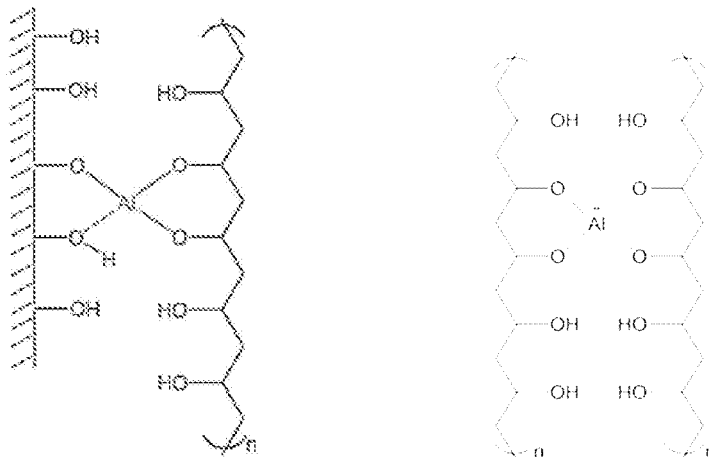
Una forma de caracterizar el PV es por referencia al grado en que se hidroliza. En ciertas realizaciones, el PV tiene un grado de hidrólisis de al menos el 50 %. En ciertas realizaciones, el PV tiene un grado de hidrólisis del 50 % al 98 % o más. En ciertas realizaciones, el PV tiene un alto grado de hidrólisis, incluyendo los polímeros hidrolizados

en un 75 %, incluyendo hidrolizados en un 80 %, incluyendo hidrolizados en un 85 %, incluyendo hidrolizados en un 90 %, incluyendo hidrolizados en un 95 %, incluyendo hidrolizados en un 98 %, incluyendo hidrolizados en un 99 % o más.

- 5 En determinadas realizaciones ilustrativas, el PV puede modificarse después de la hidrólisis. En determinadas realizaciones ilustrativas, el polioli es un PV no modificado. El PV no modificado puede considerarse un acetato de polivinilo que se ha hidrolizado para producir PV y se usa sin modificación adicional de los grupos hidroxilo del polímero. El alcohol polivinílico modificado es un PV que ha reaccionado para modificar al menos una parte de los grupos funcionales colgantes que quedan después de la hidrólisis primaria para formar el PV. El PV puede modificarse (por ejemplo, injertarse) con silanos o ácidos para formar un copolímero. En ciertas realizaciones, el polioli es un alcohol polivinílico modificado.

- 15 Otra forma de caracterizar un PV es mediante la medición de la viscosidad de una solución que contiene un determinado porcentaje del PV. La viscosidad del PV se puede medir preparando una solución al 4 % de PV y midiendo la viscosidad usando un viscosímetro de caída de bola Hoeppler a temperatura ambiente (es decir, aproximadamente 20 °C). En determinadas realizaciones ilustrativas, el PV tiene una viscosidad de 33×10^{-3} Pa.s (3 centipoises). En determinadas realizaciones ilustrativas, el PV tiene una viscosidad de 4×10^{-3} Pa.s (4 centipoises). En determinadas realizaciones ilustrativas, el PV tiene una viscosidad de 5×10^{-3} Pa.s (5 centipoises).

- 20 Sin desear quedar ligados a teoría alguna, se cree que una sal metálica puede formar un complejo de coordinación entre las funcionalidades hidroxilo de, por ejemplo, vidrio (por ejemplo, fibra de vidrio) y los grupos hidroxilo de un polioli (por ejemplo, alcohol polivinílico) como se ilustra a continuación. Además, durante el calentamiento, el ion metálico puede catalizar reacciones entre las fibras de vidrio y el polioli para formar enlaces covalentes entre los dos, o para "reticular" moléculas de polioli adyacentes. A continuación, se muestra un diagrama representativo que ilustra una posible interacción entre el aluminio, una superficie de vidrio y un polioli (por ejemplo, alcohol polivinílico). Además, el aluminio también puede interactuar con moléculas de polioli adyacentes (como se muestra abajo a la derecha) aumentando aún más la resistencia general del material fibroso.



- 30 Esta coordinación o reticulación puede ayudar en la formación de redes tridimensionales entre los componentes individuales, proporcionando fuerza de unión adicional al producto terminado (por ejemplo, bloques o tableros aislantes). El boro, que es electrónicamente similar en valencia al aluminio, forma un gel insoluble cuando se combina con PV en un medio acuoso. Se encontró sorprendentemente que la combinación de una sal de aluminio (por ejemplo, nitrato de aluminio) y PV no demostraron tal gelificación y, de hecho, dio como resultado una mezcla acuosa que era adecuada para su aplicación a fibras de vidrio y lana mineral como composición aglutinante, incluso después del almacenamiento de la mezcla durante un tiempo significativo.

- 40 A pesar del mecanismo de interacción propuesto, mientras que la discusión anterior se relaciona con la interacción entre el aglutinante inventivo y la superficie de un sustrato de vidrio, las composiciones aglutinantes inventivas pueden unir de manera similar otros materiales (por ejemplo, lana mineral o lana de escoria), incluyendo aquellos sin grupos funcionales hidroxilo en la superficie.

- 45 La sal metálica y el polioli están presentes en la composición aglutinante en una relación en peso de 1:20 a 1:1. En determinadas realizaciones ilustrativas, la sal metálica y el polioli están presentes en la composición aglutinante en una relación en peso de 1:10 a 1:1. En determinadas realizaciones ilustrativas, la sal metálica y el polioli están presentes en la composición aglutinante en una relación en peso de 1:9 a 1:1. En determinadas realizaciones ilustrativas, la sal metálica y el polioli están presentes en la composición aglutinante en una relación en peso de 1:4 a 1:1. En determinadas realizaciones ilustrativas, la sal metálica y el polioli están presentes en la composición

aglutinante en una relación en peso de 3:7 a 1:1. En determinadas realizaciones ilustrativas, la sal metálica y el poliol están presentes en la composición aglutinante en una relación en peso de 2:3 a 1:1. En determinadas realizaciones ilustrativas, la sal metálica y el poliol están presentes en la composición aglutinante en una relación en peso de 1:4 a 3:7. En determinadas realizaciones ilustrativas, la sal metálica y el poliol están presentes en la composición aglutinante en una relación en peso de 1:4 a 2:3.

La composición aglutinante está presente en el producto de aislamiento fibroso o estera no tejida en una cantidad del 1 % al 25 % de pérdida por ignición (LOI). El término pérdida por ignición se refiere a un proceso de calentamiento de un producto para pirolizar un aglutinante, expulsando los materiales que son combustibles. Por ejemplo, se puede preparar un producto de aislamiento fibroso de acuerdo con ciertos métodos descritos en el presente documento. A continuación, el producto se somete a altas temperaturas para eliminar cualquier material pirolizable, dejando atrás, por ejemplo, un sustrato de fibra de vidrio y cualquier material que no se espere que se pirolíce. La cantidad de peso perdido durante este proceso se informa como un porcentaje del peso original del producto (es decir, la LOI). En determinadas realizaciones ilustrativas, el valor de pérdida por ignición se corrige después de la medición primaria para tener en cuenta los materiales no combustibles, como sales metálicas del aglutinante.

En determinadas realizaciones ilustrativas, la composición aglutinante puede comprender opcionalmente componentes adicionales que incluyen, pero sin limitación, uno o más de una composición aglutinante secundaria, un agente de reticulación, un agente de acoplamiento, un agente resistente a la humedad, un agente de supresión de polvo, un catalizador, un ácido o una base inorgánicos y un ácido o una base orgánicos. La composición aglutinante está libre de formaldehído añadido y, por tanto, es generalmente más ecológica que un aglutinante similar que contiene formaldehído.

Además, en determinadas realizaciones ilustrativas, el aglutinante puede contener opcionalmente aditivos convencionales tales como, pero sin limitación, uno o más de los inhibidores de corrosión, tintes, pigmentos, cargas, colorantes, estabilizadores de UV, estabilizadores térmicos, agentes antiespumantes, antioxidantes, emulsionantes, conservantes (por ejemplo, benzoato de sodio), biocidas y fungicidas. Se pueden añadir otros aditivos a la composición aglutinante para mejorar el rendimiento del proceso y/o del producto. Tales aditivos incluyen lubricantes, agentes humectantes, tensioactivos, agentes antiestáticos y/o agentes hidrófugos. Los aditivos pueden estar presentes en la composición aglutinante desde cantidades traza (tales como < aproximadamente un 0,1 % en peso de la composición aglutinante) hasta aproximadamente un 10 % en peso de los sólidos totales en la composición aglutinante. En ciertas realizaciones, los aditivos están presentes en una cantidad desde aproximadamente el 0,1 % hasta aproximadamente el 5 % en peso de los sólidos totales en la composición aglutinante, desde aproximadamente el 1 % hasta aproximadamente el 4 % en peso, o desde aproximadamente el 1,5 % hasta aproximadamente el 3 % en peso.

Las composiciones aglutinantes incluyen además agua para disolver o dispersar los sólidos activos para su aplicación sobre las fibras. Se puede añadir agua en una cantidad suficiente para diluir la composición aglutinante acuosa hasta una viscosidad que sea adecuada para su aplicación a las fibras y para conseguir el contenido de sólidos deseado en las fibras. En particular, la composición aglutinante puede contener agua en una cantidad desde aproximadamente el 50 % hasta aproximadamente el 98 % en peso de la composición aglutinante. En determinadas realizaciones ilustrativas, la composición aglutinante comprende agua en una cantidad superior al 60 % en peso de la composición aglutinante. En determinadas realizaciones ilustrativas, la composición aglutinante comprende agua en una cantidad superior al 70 % en peso de la composición aglutinante. En determinadas realizaciones ilustrativas, la composición aglutinante comprende agua en una cantidad superior al 80 % en peso de la composición aglutinante. En determinadas realizaciones ilustrativas, la composición aglutinante comprende agua en una cantidad superior al 90 % en peso de la composición aglutinante, incluyendo del 90 % al 97 % en peso de la composición aglutinante.

En una realización ilustrativa, la composición aglutinante se usa para formar un producto aislante. En general, los productos aislantes fibrosos están formados por fibras inorgánicas apelmazadas (por ejemplo, fibra de vidrio) unidas entre sí por un material polimérico termoestable curado. Los ejemplos de fibras inorgánicas adecuadas incluyen lana de vidrio, lana de roca, lana de escoria, lana mineral y cerámica. Opcionalmente, otras fibras de refuerzo tales como fibras naturales y/o fibras sintéticas (por ejemplo, fibras de carbono, poliéster, polietileno, tereftalato de polietileno, polipropileno, poliamida, fibras de aramida y/o poliaramida) pueden estar presentes en el producto de aislamiento además de, o en lugar de, las fibras de vidrio o lana mineral, por ejemplo. La expresión "fibra natural", como se usa en el presente documento, se refiere a fibras vegetales extraídas de cualquier parte de una planta, incluyendo, pero sin limitación, el tallo, semillas, hojas, raíces o floema. Los productos de aislamiento pueden estar formados completamente por un tipo de fibra, o pueden estar formados por una combinación de dos o más tipos diferentes de fibras. Por ejemplo, el producto aislante puede estar formado por combinaciones de varios tipos de fibras de vidrio o varias combinaciones de diferentes fibras inorgánicas y/o fibras naturales dependiendo de la aplicación deseada para el aislamiento. Las realizaciones descritas en el presente documento se refieren a productos de aislamiento formados completamente por fibras de vidrio.

La fabricación de aislamientos de fibra de vidrio puede realizarse en un proceso continuo fibrizando vidrio fundido, formando inmediatamente un bloque de fibra de vidrio en un transportador en movimiento, y curando un aglutinante aplicado sobre el bloque de fibra de vidrio para formar una manta aislante. El vidrio puede fundirse en un tanque y suministrarse a un dispositivo de formación de fibras, como una hiladora de fibrización. La hiladora gira a altas velocidades. La fuerza centrífuga hace que el vidrio fundido pase a través de orificios en las paredes laterales circunferenciales de la hiladora de formación de fibras para formar fibras de vidrio. Las fibras de vidrio de longitudes aleatorias pueden atenuarse desde la hiladora de fibrización y soplarse generalmente hacia abajo mediante sopladores colocados dentro de una cámara de formación. Los sopladores giran las fibras hacia abajo para formar un bloque fibroso. Los expertos en la materia comprenderán que las fibras de vidrio pueden tener una variedad de diámetros en función del uso previsto del producto final.

Las fibras de vidrio, mientras están en tránsito en la cámara de formación y mientras aún están calientes por la operación de estirado, se pulverizan con la composición aglutinante acuosa inventiva. También se puede aplicar agua a las fibras de vidrio en la cámara de formación.

Las fibras de vidrio que tienen adherido el aglutinante resinoso sin curar pueden juntarse y formar un paquete de aislamiento sin curar en un transportador de formación dentro de la cámara de formación con la ayuda de un vacío aspirado a través del paquete fibroso desde debajo del transportador de formación.

El paquete fibroso revestido, que está en un estado comprimido debido al flujo de aire a través del paquete en la cámara de formación, se transfiere a continuación fuera de la cámara de formación a una zona de transferencia donde el paquete se expande verticalmente debido a la resiliencia de las fibras de vidrio. A continuación, el paquete de aislamiento expandido se calienta en un horno de curado donde se sopla aire caliente a través del paquete de aislamiento para evaporar el agua restante en el aglutinante, curar el aglutinante y aglutinar rígidamente las fibras entre sí. El paquete de aislamiento puede comprimirse para formar una manta aislante fibrosa. Debe apreciarse que la manta aislante tiene una superficie superior y una superficie inferior. En ciertas realizaciones, el paquete se puede comprimir a cualquiera de una variedad de densidades.

A continuación, se puede colocar un material de revestimiento sobre la manta aislante para formar una capa de revestimiento. Los ejemplos no limitantes de materiales de revestimiento adecuados incluyen papel Kraft, un laminado de papel Kraft de malla metálica, papel reciclado y papel calandrado. El material de revestimiento se puede adherir a la superficie de la manta aislante mediante un agente de unión para formar un producto aislante revestido. Los agentes de unión adecuados incluyen adhesivos, resinas poliméricas, asfalto y materiales bituminosos que se pueden recubrir o aplicar de otro modo al material de revestimiento. El aislamiento fibroso revestido se puede enrollar posteriormente para su almacenamiento y/o transporte. En ciertas realizaciones, el aislamiento fibroso revestido se puede cortar en longitudes predeterminadas mediante un dispositivo de corte antes del empaquetamiento. Dichos productos aislantes revestidos pueden utilizarse, por ejemplo, como paneles en sistemas de acabado de sótanos, como envoltura de conductos, tablero para conductos, como aislamiento para residencial revestido y como aislamiento de tuberías.

En una realización ilustrativa, la composición aglutinante inventiva se puede usar para formar una estera no tejida. En particular, el aglutinante se añade durante la formación de una estera de hebras cortadas en una línea de procesamiento de estera depositada en húmedo. Las fibras de vidrio cortadas se pueden proporcionar a un aparato de transporte desde un contenedor de almacenamiento para su transporte a un tanque de mezcla que contiene varios tensioactivos, modificadores de la viscosidad, agentes antiespumantes y/u otros agentes químicos con agitación para dispersar las fibras y formar una suspensión de fibra de vidrio cortada. La suspensión de fibra de vidrio se puede transferir a una caja de entrada donde la suspensión se deposita en un aparato de transporte, como una pantalla móvil o un transportador perforado, y una parte sustancial del agua de la suspensión se elimina para formar una tela (estera) de fibras enredadas. En determinadas realizaciones ilustrativas, el agua puede eliminarse de la tela mediante un sistema convencional de vacío o succión de aire. Debe apreciarse que si bien en el presente documento se hace referencia a fibras de vidrio o lana de vidrio, la estera podría estar formada por, o incluir, fibras que no sean de vidrio, como la lana mineral. Los expertos en la materia apreciarán que, mientras que los productos de aislamiento que comprenden materiales distintos de las fibras de vidrio tendrán ciertos cambios necesarios en los detalles de formación de un producto de aislamiento, estos cambios seguirán estando dentro de los conceptos inventivos generales descritos en el presente documento.

El aglutinante inventivo se aplica a la tela mediante un aplicador de aglutinante adecuado, como un aplicador de pulverización o un aplicador de cortina. Una vez que se ha aplicado el aglutinante a la estera, la estera recubierta con aglutinante se pasa a través de al menos un horno de secado para eliminar cualquier resto de agua y curar la composición aglutinante. La estera no tejida formada que emerge del horno es un conjunto de fibras de vidrio individuales orientadas al azar y dispersadas. La estera de hebras cortadas se puede enrollar en un rollo de recogida para almacenamiento para su uso posterior. Los usos ilustrativos de la estera no tejida, incluyen pero no se limitan a, techumbre, aplicaciones en suelos, aplicaciones en techos, aplicaciones en paredes, como filtros, en vehículos terrestres y en aeronaves.

Habiendo descrito generalmente la invención, se puede obtener una comprensión adicional por referencia a ciertos ejemplos específicos ilustrados a continuación que se proporcionan solo con fines ilustrativos y que no se pretende que estén todos incluidos o que sean limitantes a menos que se especifique otra cosa.

5 Ejemplos

Ejemplo 1:

Una composición aglutinante que comprende una mezcla de alcohol polivinílico (PV) y cloruro de aluminio (AlCl_3) (junto con PVAI) en una relación en peso de 90:10 se comparó con una composición aglutinante de control que comprende una mezcla de maltodextrina y ácido cítrico en una relación en peso de 70:30 (MDCA) (que incluye hipofosfito de sodio al 3,5 %). Salvo que se indique otra cosa, los sólidos totales se mantienen constantes a través de las composiciones aglutinantes. Los aglutinantes se utilizaron para formar hojas de prueba de la manera descrita en detalle a continuación. Las hojas de prueba de fibra de vidrio no tejidas se secaron y curaron durante tres minutos a 246,1 °C (475 °F). La resistencia a la tracción, la LOI, y la resistencia a la tracción dividida por la LOI corregida (resistencia a la tracción/LOI corr.) para cada muestra se determinaron en condiciones ambientales y en calor/húmedo y los resultados se muestran en la figura 1. La LOI de las fibras de refuerzo es la reducción en el peso del producto de fibra de vidrio después de calentarlas a una temperatura suficiente para quemar o pirolizar la parte orgánica del aglutinante de las fibras. La LOI corregida corrige la presencia de sales de aluminio del aglutinante que no se esperaría que pirolizaran. Las condiciones en calor/húmedo incluyen colocar las muestras en un autoclave a 32,2 °C (90 °F) y 90 % de humedad durante 30 minutos. A partir de estos resultados, se demostró que el aglutinante inventivo que comprende alcohol polivinílico y cloruro de aluminio podría producir un aglutinante de fibra de vidrio eficaz.

25 Ejemplo 2:

La figura 2 muestra los resultados de las mediciones de la resistencia a la tracción de hojas de prueba con varias composiciones aglutinantes. El gráfico muestra los resultados del primer y segundo aglutinante de control en la parte superior e inferior del gráfico. Un PV y AlCl_3 (90:10) se comparó con varios aglutinantes, incluidos el alcohol polivinílico y el nitrato de aluminio $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ (es decir, 90:10, 85:15 y 80:20). Las hojas de prueba se curaron durante tres minutos a 204,4 °C (400 °F). A continuación, las muestras se analizaron de acuerdo con los procedimientos descritos en el Ejemplo 1. A partir de los datos expuestos en la figura 2, se concluyó que las composiciones aglutinantes que combinan alcohol polivinílico y sales de aluminio lograron un buen rendimiento en hojas de papel.

35 Ejemplo 3:

La figura 3 es un gráfico que muestra el análisis mecánico dinámico del alcohol polivinílico solo (PVOH) y un aglutinante que comprende PV y $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ en una relación en peso de 70:30 (70-30 PVAI), en comparación con un aglutinante de MDCA de control (que incluye hipofosfito de sodio al 3,5 %). Puede verse en el gráfico que el aglutinante inventivo funciona mucho mejor que el alcohol polivinílico solo y es similar al aglutinante de control. A partir de los datos expuestos en la figura 3, se concluyó que las composiciones aglutinantes que combinan alcohol polivinílico y sales de aluminio lograron un buen rendimiento para el análisis mecánico dinámico.

Ejemplo 4:

La figura 4 es un gráfico que muestra el análisis mecánico dinámico de un aglutinante que comprende PV y AlCl_3 en una relación en peso de 70:30 (etiquetado como cloruro 70-30) en comparación con un aglutinante de MDCA de control. Puede verse en el gráfico que el aglutinante inventivo se comporta de manera similar al aglutinante de control.

Ejemplo 5:

La figura 5 es un gráfico que muestra el análisis mecánico dinámico de tres composiciones aglutinantes que comprenden PV y $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ en relaciones en peso de 70:30, 80:20 y 90:10, respectivamente. El gráfico muestra una mejora en el módulo de almacenamiento con el aumento del contenido de $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$.

Ejemplo 6:

La figura 6 es un gráfico que muestra el análisis mecánico dinámico de tres composiciones aglutinantes que comprenden PV y sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) en una relación en peso de 70:30, 80:20 y 90:10. El gráfico muestra una mejora en el módulo de almacenamiento con el aumento del contenido de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Ejemplo 7:

La figura 7 muestra el porcentaje de recuperación de dos composiciones aglutinantes que comprenden PV y $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ (PVAI) en relaciones en peso de 90:10 y 80:20, respectivamente, en comparación con el alcohol polivinílico

solo (etiquetado como 100 PV) y un aglutinante de MDCA de control. El porcentaje de recuperación se determinó en condiciones ambientales y en condiciones en calor/húmedo. Las condiciones en calor/húmedo incluyen colocar las muestras en una cámara de humedad a 32,2 °C (90 °F) y 90 % de humedad durante 7 días. El porcentaje de recuperación para los aglutinantes que contenían PV fue similar o mejor que el aglutinante de control en condiciones ambientales. El aumento del contenido de sal de aluminio mejoró el rendimiento en calor/húmedo.

Ejemplo 8:

La figura 8 muestra el porcentaje de recuperación de las composiciones aglutinantes que comprenden PV en combinación con varias sales de aluminio en comparación con un aglutinante de MDCA de control, en condiciones ambientales y en calor/húmedo. Las sales de aluminio son cloruro de aluminio (relaciones en peso de PV:Al de 70:30), nitrato de aluminio (relaciones en peso de PV:A1 de 80:20 y 70:30) y sulfato de aluminio (relaciones en peso de 80:20 y 70:30). El porcentaje de recuperación se determinó en condiciones ambientales y en condiciones en calor/húmedo. Las condiciones en calor/húmedo incluyen colocar las muestras en una cámara de humedad a 32,2 °C (90 °F) y 90 % de humedad durante 7 días. A partir de los datos expuestos en la figura 8, se concluyó que estas formulaciones aglutinantes lograron un buen rendimiento para el porcentaje de recuperación.

Ejemplo 9:

La corrosión de la maquinaria que se utiliza para formar, por ejemplo, un producto de aislamiento fibroso es un factor importante a considerar cuando se comparan sistemas aglutinantes. El pH de un sistema aglutinante es indicativo de su potencial para corroer la maquinaria metálica. Además, el pH de un sistema aglutinante puede cambiar durante el calentamiento (curado) ya que los componentes (por ejemplo, el ácido del aglutinante) pueden consumirse durante el proceso de curado, conduciendo así a una composición final menos ácida. La Tabla 1 muestra el pH medido de varios sistemas aglutinantes por triplicado. El pH inicial es el pH de la solución aglutinante antes de la pulverización en el proceso de aplicación. El pH final es el pH de la solución resultante de remojar en agua el material piloto después del curado. El curado menos ácido para los sistemas aglutinantes inventivos es indicativo de un menor potencial de corrosión de la máquina.

Tabla 1

Aglutinante	Muestra	pH	pH promedio
Alcohol polivinílico (pH inicial 5,76)	1	9,73	9,70
	2	9,75	
	3	9,63	
90:10 de PVAI(NO ₃) ₃ (pH inicial 3,45)	1	8,02	8,04
	2	8,06	
	3	8,04	
80:20 de PVAI(NO ₃) ₃ (pH inicial 3,36)	1	8,02	8,04
	2	8,05	
	3	8,05	

Ejemplo 10:

La figura 9 es un gráfico que muestra la capacidad de carga máxima medida, ajustada para LOI corregida, para dos sistemas aglutinantes inventivos. La carga máxima se determinó en condiciones ambientales y en condiciones en calor/húmedo (como se describe en el Ejemplo 1). Los sistemas aglutinantes inventivos incluyen PVAI(NO₃)₃ en relaciones en peso de 90:10 y 80:20, respectivamente. Las composiciones aglutinantes inventivas se comparan con una resina fenólica de control (etiquetada como PUF) y alcohol polivinílico solos. Todos los sistemas aglutinantes están normalizados para sólidos totales. La relación en peso 80:20 de PVAI(NO₃)₃ tuvo un rendimiento tan bueno o mejor que los sistemas aglutinantes de control.

Ejemplo 11:

La figura 10 es un gráfico que muestra la LOI corregida para los sistemas aglutinantes que se utilizaron en el Ejemplo 10.

Ejemplo 12:

Las hojas de prueba se formaron usando una relación en peso de 70:30 de dos aglutinantes de sal de aluminio PV. Las hojas de prueba se formaron con aglutinantes que incluyen Al(NO₃)₃ o Al₂(SO₄)₃ y se curaron a temperaturas de 121,1 °C (250 °F), 148,9 °C (300 °F), 176,7 °C (350 °F), 204,4 °C (400 °F) y 232,2 °C (450 °F). La figura 11 muestra las medidas de resistencia a la tracción de las hojas de prueba en condiciones ambientales y en calor/húmedo (como se describe para el Ejemplo 1).

Ejemplo 13:

La figura 12 muestra la resistencia a la tracción medida para las hojas de prueba descritas en el ejemplo 12, con la resistencia a la tracción corregida en cuanto a LOI medida.

Ejemplo 14:

La figura 13 es un gráfico que muestra la LOI medida para las hojas de prueba descritas en el Ejemplo 12. A partir de los datos expuestos en la figura 12, figura 13 y la figura 14, se llegó a la conclusión de que estas formulaciones aglutinantes lograron un buen rendimiento en hojas de prueba a temperaturas más bajas que las que se usan normalmente en procesos de fabricación ilustrativos.

Ejemplo 15:

La figura 14 es un gráfico que muestra el porcentaje de recuperación para dos sistemas aglutinantes a diferentes temperaturas de curado. Una composición aglutinante que comprende $\text{PVAI}(\text{NO}_3)_3$ en una relación en peso de 70:30 se curó a temperaturas de 148,9 °C (300 °F), 176,7 °C (350 °F) y 204,4 °C (400 °F). Los aglutinantes inventivos se compararon con un aglutinante de MDCA de control curado a 148,9 °C (300 °F), 176,7 °C (350 °F) y 204,4 °C (400 °F). El porcentaje de recuperación se midió en condiciones ambientales y en calor/húmedo. Las condiciones en calor/húmedo incluyen colocar las muestras en una cámara de humedad a 32,2 °C (90 °F) y 90 % de humedad durante 3 días.

Ejemplo 16:

La figura 15 muestra el porcentaje de recuperación de los aglutinantes ensayados en el Ejemplo 14 con el porcentaje de recuperación normalizado por peso del área.

Ejemplo 17:

La figura 16 muestra la LOI corregida para los aglutinantes ensayados en el Ejemplo 14. A partir de los datos expuestos en la figura 14, figura 15 y la figura 16, se concluyó que estas formulaciones de aglutinante lograron un buen rendimiento en porcentaje de recuperación incluso cuando se corrigió en cuanto a LOI a temperaturas de curado bajas (148,9 °C (300 °F)) y altas (204,4 °C (400 °F)), mientras que MDCA solo mantuvo el rendimiento a alta temperatura de curado.

Ejemplo 18:

Los bloques aislantes R-15 se fabricaron usando varias composiciones aglutinantes de una manera conocida por los expertos en la materia. La figura 17 es un gráfico que muestra la rigidez medida (desviación angular) de los bloques aislantes en condiciones ambientales y en calor/húmedo. Las condiciones en calor/húmedo incluyen colocar las muestras en un autoclave a 32,2 °C (90 °F) y 90 % de humedad durante 3 días. Las composiciones aglutinantes se curaron a alta temperatura (212,8-218,3 °C (415-425 °F) medido en el bloque) o baja temperatura (176,7-182,2 °C (350-360 °F) medido en el bloque) con una LOI objetivo del 4,65 %. Las composiciones aglutinantes inventivas se compararon con un aglutinante de MDCA de control, una mezcla de PAG (poliacrilato/glicerol) y $\text{PVAI}_2(\text{SO}_4)_3$, y una mezcla de PAG (poliacrilato/glicerol) y $\text{PVAI}_2(\text{SO}_4)_3$.

Ejemplo 19:

Se midió la fuerza de unión de los bloques aislantes hechos con las composiciones aglutinantes descritas en el Ejemplo 18. Los resultados se muestran en la Figura 18. La fuerza de unión se midió en condiciones ambientales y en calor/húmedo. Las condiciones en calor/húmedo incluyen colocar las muestras en un autoclave a 32,2 °C (90 °F) y 90 % de humedad durante 3 días.

Ejemplo 20:

La figura 19 es un gráfico que muestra la resistencia a la tracción medida de bloques aislantes fabricados con las composiciones aglutinantes descritas en el Ejemplo 18. La resistencia a la tracción se midió en condiciones ambientales y en calor/húmedo. Las condiciones en calor/húmedo incluyen colocar las muestras en un autoclave a 32,2 °C (90 °F) y 90 % de humedad durante 3 días.

Ejemplo 21:

Se midió el porcentaje promedio de pérdida por ignición y se corrigió en cuanto al peso de la sal de aluminio para los bloques aislantes descritos en el Ejemplo 18. Los resultados se muestran en la tabla 2. La LOI objetivo fue del 4,65 %.

Tabla 2

Composición del aglutinante	% de LOI promedio (LOI es LOI corregida para aglutinantes que incluyen una sal metálica)
MDCA 70:30 (Control n.º 1)	4,71
PAG:Al ₂ (SO ₄) ₃ 80:20 a alta temperatura.	3,62
PAG:PVOH:Al ₂ (SO ₄) ₃ 60:20:20 a alta temperatura,	3,59
PVOH:Al ₂ (SO ₄) ₃ 70:30 a atemperatura,	4,03
PVOH:Al(NO ₃) ₃ 70:30 a alta temperatura,	4,21
PVOH:Al(NO ₃) ₃ 70:30 a baja temperatura,	4,26
PVOH:Al(NO ₃) ₃ 80:20 a baja temperatura,	4,51
PVOH:Al ₂ (SO ₄) ₃ 70:30 a baja temperatura,	4,07
PVOH:Al ₂ (SO ₄) ₃ 80:20 a baja temperatura,	4,27
MDCA 70:30 (Control n.º 2)	4,40

Ejemplo 22:

- 5 La cantidad de humedad que absorbe un producto de aislamiento fibroso es una medida importante para determinar la pérdida de capacidad aislante con el tiempo. Se midió la absorción de humedad para los bloques aislantes descritos en el Ejemplo 18. La sorción de humedad medida para las muestras se muestra en la Tabla 3. Todas las muestras estaban por debajo del valor objetivo del 5 % de sorción de humedad.

10

Tabla 3

Composición del aglutinante	% de sorción de humedad
MDCA 70:30 (Control n.º 1)	2,90
PAG:Al ₂ (SO ₄) ₃ 80:20 alta temperatura.	2,12
PAG:PVOH:Al ₂ (SO ₄) ₃ 60:20:20 alta temperatura.	1,68
PVOH:Al ₂ (SO ₄) ₃ 70:30 alta temperatura.	1,33
PVOH:Al(NO ₃) ₃ 70:30 alta temperatura.	1,83
PVOH:Al(NO ₃) ₃ 70:30 baja temp.	2,21
PVOH:Al(NO ₃) ₃ 80:20 a baja temp.	2,07
PVOH:Al ₂ (SO ₄) ₃ 70:30 baja temp.	1,49
PVOH:Al ₂ (SO ₄) ₃ 80:20 baja temp.	1,59
MDCA 70:30 (Control n.º 2)	1,83

Ejemplo 23:

- 15 Se realizaron pruebas de corrosión en las muestras de bloque aislante descritas en el Ejemplo 18 a través de un método ASTM C665. De acuerdo con esta norma, las tres composiciones aglutinantes de PVOH:Al(NO₃)₃ demostraron un rendimiento aceptable frente a la corrosión. De los datos presentados en los ejemplos 18-23, se concluyó que las composiciones aglutinantes inventivas podrían curarse en condiciones de fabricación típicas y lograr un buen rendimiento del producto como aglutinantes para productos aislantes fibrosos.

Ejemplo 24:

- 20 Las hojas de prueba se hicieron utilizando una variedad de composiciones aglutinantes. La composición aglutinante inventiva que comprende PV y cloruro de aluminio (etiquetado como PVA) en una relación en peso de 90:10 se comparó con una composición aglutinante de MDCA de control. Las hojas de prueba de fibra de vidrio no tejidas se
 25 secaron y curaron durante tres minutos a 246,1 °C (475 °F). La resistencia a la tracción de cada muestra se determinó en condiciones ambientales y en calor/húmedo y los resultados se muestran en la figura 20. Las condiciones en calor/húmedo incluyen colocar las muestras en un autoclave a 32,2 °C (90 °F) y 90 % de humedad durante 30 minutos.

Ejemplo 25:

- 30 Se prepararon y curaron a una variedad de temperaturas hojas de prueba usando una composición aglutinante que comprende PV y cloruro de aluminio (etiquetado como PVA) en una relación en peso de 90:10. La resistencia a la tracción de cada muestra se determinó en condiciones ambientales y en calor/húmedo. Las condiciones en
 35 calor/húmedo incluyen colocar las muestras en un autoclave a 32,2 °C (90 °F) y 90 % de humedad durante 30 minutos. Los resultados se ilustran en la figura 21.

Ejemplo 26:

Los resultados del Ejemplo 25 se ajustaron para corregir la LOI. Los resultados de la resistencia a la tracción/LOI medida se muestran en la figura 22.

Ejemplo 27:

Las hojas de prueba se hicieron utilizando una variedad de composiciones aglutinantes. La composición aglutinante inventiva que comprende PV y cloruro de aluminio (etiquetado como PVA) en una relación en peso de 90:10 se comparó con una composición aglutinante de MDCA de control. Otras formulaciones incluyen MDCAPV = maltodextrina, ácido cítrico y alcohol polivinílico, PVCA = alcohol polivinílico y ácido cítrico, PVSi = alcohol polivinílico y silicato de sodio. Las hojas de prueba de fibra de vidrio no tejidas se secaron y curaron durante tres minutos a 218,3 °C (425 °F). La resistencia a la tracción de cada muestra se determinó en condiciones ambientales y en calor/húmedo. A continuación, la resistencia a la tracción se corrigió en cuanto a LOI. Las condiciones en calor/húmedo incluyen colocar las muestras en un autoclave a 32,2 °C (90 °F) y 90 % de humedad durante 30 minutos. Los resultados se muestran en la Figura 23.

Ejemplo 28:

La figura 24 es un gráfico que muestra la rigidez medida de una composición aglutinante inventiva en comparación con un aglutinante de MDCA de control y dos aglutinantes adicionales que incluyen alcohol polivinílico, a saber, alcohol polivinílico, ácido gálico y cloruro de aluminio (etiquetado como PVGAAl) y alcohol polivinílico, ácido gálico, nitrato de hierro (etiquetado como PVGAFe)

Ejemplo 29:

La LOI promedio para las composiciones aglutinantes ensayadas en el Ejemplo 28 se muestra en la figura 25.

Ejemplo 30:

El porcentaje de recuperación de los aglutinantes descritos en el Ejemplo 28 se muestra en la figura 26.

Ejemplos 31-38

Se prepararon una serie de formulaciones aglutinantes para ensayar una variedad de propiedades en paralelo. Los aglutinantes se aplicaron a lana mineral para producir bloques de baja densidad (es decir, 0,048-0,064 g/cm³ (3-4 libras/pie³). La Tabla 4 muestra la composición de los aglutinantes y el caudal de los respectivos aglutinantes durante la aplicación.

Tabla 4

Aglutina nte	Descripción
SP1	PUF Control 1
SP2	70:30 PVOH:Al(NO ₃) ₃ (flujo 10,5)
SP3	70:30 PVOH:Al(NO ₃) ₃ (flujo 9,5)
SP4	70:30 PVOH:Al(NO ₃) ₃ (flujo 10,5, vent. aum.)
SP5	70:30 PVOH:Al(NO ₃) ₃ (flujo 10,5, vent. aum., 10 °C (50 °F) de temperatura en las zonas del horno 1 y 2)
SP6	70:30 PVOH:Al(NO ₃) ₃ + Aditivo A
SP6A	70:30 PVOH:Al(NO ₃) ₃ + Aditivo B
SP7	PUF Control 2

El flujo se refiere a la tasa de agua inyectada durante el punto establecido (galones/minuto, 1 galón = 4,5462 litros). vent. aum. se refiere a un aumento en la velocidad del flujo de aire a través del paquete de aislamiento durante el curado; 50 °F = 10 °C. El Aditivo A y el Aditivo B están incluidos en SP6 y SP6A, respectivamente, como coadyuvantes de procesamiento para mejorar el procesamiento y el flujo de la formulación aglutinante.

Ejemplo 31:

La figura 27 es un gráfico que muestra el pandeo medido de los ocho bloques de lana mineral descritos en la Tabla 4. Las dimensiones de los bloques son las siguientes: longitud = 121,92 cm (48"), anchura = 40,64 cm (16"), espesor = 7,62 cm (3"). El pandeo se determina apoyando el bloque en cada extremo y midiendo la desviación (pulgadas) del punto medio del bloque. Las condiciones en calor/húmedo son 3 días a 32,2 °C (90 °F) y 90 % de humedad relativa.

Ejemplo 32:

La resistencia a la tracción es una medición de la fuerza requerida para separar un bloque curado. La figura 28 es un gráfico que muestra la resistencia a la tracción medida de los ocho bloques de lana mineral descritos en la Tabla 4.

Ejemplo 33:

La resiliencia se determina midiendo el espesor del bloque, comprimiendo con una determinada carga durante un período de tiempo determinado en condiciones ambientales o en calor/húmedo, se retira la carga y se vuelve a medir el espesor. El espesor después de la compresión se divide por el espesor inicial y se multiplica por 100 para dar un % de resiliencia. La resiliencia es similar a la recuperación pero para bloques de baja densidad. La figura 29 es un gráfico que muestra la resiliencia medida de los ocho bloques de lana mineral descritos en la Tabla 4.

Ejemplo 34:

La resistencia a la compresión es la cantidad de fuerza requerida para comprimir un bloque en un 10 % de su altura (lbs/ft²). La figura 30 es un gráfico que muestra la resistencia a la compresión medida de los ocho bloques de lana mineral descritos en la Tabla 4.

Ejemplo 35:

La figura 31 es un gráfico que muestra las cantidades de sólidos aglutinantes para los ocho aglutinantes descritos en la Tabla 4.

Ejemplo 36:

Se sabe que ciertos sistemas aglutinantes funcionan de manera diferente durante el almacenamiento. A menudo, se sabe que las premezclas de aglutinantes tienen una vida útil relativamente corta. La figura 32 es un gráfico que muestra la resistencia a la tracción de hojas de prueba de lana mineral preparadas con un sistema aglutinante de 70:30 de PV/Al(NO₃)₃ aplicado al 20 % y al 25 %, después del almacenamiento. Como puede verse en el gráfico, después de dos meses, el sistema aglutinante inventivo mostró poca o ninguna reducción en el rendimiento.

Ejemplo 37:

La figura 33 es un gráfico que muestra la resistencia a la tracción de hojas de prueba de lana mineral preparadas con el sistema aglutinante de PV/Al(NO₃)₃, después del almacenamiento. La resistencia a la tracción se corrige en cuanto a la cantidad de aglutinante (medida por la pérdida por ignición).

Ejemplo 38:

El análisis mecánico dinámico (DMA) de una película formada a partir de una formulación de aglutinante es una herramienta útil para estimar la temperatura de transición vítrea (Tg) de una película. Un cambio en la Tg a una temperatura más alta es indicativo de la reticulación. La figura 34 es un gráfico del DMA de una película formada solo a partir de PVOH. La figura 35 es un gráfico del DMA de un aglutinante de PV/Al(NO₃)₃. La adición del Al(NO₃)₃ cambia la Tg de la película a una temperatura más alta. La figura 36 es un gráfico del DMA de un PV/KNO₃. La sustitución del aluminio por potasio da como resultado una Tg más cercana a la película de PVOH. Se realizó una medición similar añadiendo ácido fosfórico para imitar las condiciones ácidas. Esto tampoco funcionó tan bien como el sistema aglutinante de PV/Al(NO₃)₃. Ambos resultados indican un papel necesario para el aluminio en el rendimiento general del sistema aglutinante.

Como puede verse a partir de los ejemplos, las composiciones aglutinantes inventivas son capaces de producir productos aislantes con un rendimiento que, en ciertos casos, cumple o supera la de un sistema aglutinante convencional. En ciertos casos, la disminución de la temperatura de curado proporcionó al producto mejoras cualitativas, pero no demostró cambios de rendimiento estadísticamente significativos. La adición de coadyuvantes de procesamiento como polietilenglicol y glicerol mejoró el rendimiento del producto en ciertos ensayos. Generalmente, el sistema aglutinante inventivo no sacrificó el rendimiento cuando se ensayó en condiciones en calor/húmedo.

La invención se ha descrito anteriormente de manera genérica y con respecto a realizaciones específicas. Aunque la invención se ha expuesto en lo que se cree que son algunas realizaciones preferidas, se puede seleccionar una amplia variedad de alternativas conocidas por los expertos en la materia dentro de la divulgación más amplia. La invención no está limitada de otra manera, excepto por la enumeración de las reivindicaciones expuestas a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Una composición aglutinante para su uso en la formación de aislamiento fibroso y esteras no tejidas, comprendiendo la composición aglutinante:

agua;
una sal metálica; y
un poliol;

en donde la sal metálica y el poliol están presentes en una relación en peso de 1:20 a 1:1, en donde la sal metálica se selecciona del grupo que consiste en boro, aluminio, galio, indio, estaño, hierro, cinc, titanio, bismuto, circonio y combinaciones de los mismos, y en donde el poliol es alcohol polivinílico.

2. La composición aglutinante acuosa de la reivindicación 1, en donde la sal metálica es una sal de aluminio.

3. La composición aglutinante acuosa de la reivindicación 2, en donde la sal metálica se selecciona del grupo que consiste en cloruro de aluminio, nitrato de aluminio, sulfato de aluminio, fosfato de aluminio monobásico, aluminato de sodio y combinaciones de los mismos.

4. La composición aglutinante acuosa de la reivindicación 1, en donde el alcohol polivinílico tiene una viscosidad de 3×10^{-3} - 5×10^{-3} Pa·s (3-5 centipoises) medida usando un viscosímetro de caída de bola Hoeppler a 20 °C.

5. La composición aglutinante acuosa de la reivindicación 4, en donde el alcohol polivinílico está hidrolizado al menos en un 50 %.

6. Un producto de aislamiento fibroso que comprende:

una pluralidad de fibras de vidrio; y
una composición aglutinante aplicada a al menos una parte de las fibras, comprendiendo la composición aglutinante:

agua;
una sal metálica; y
un poliol;

en donde la relación en peso de la sal metálica al poliol está en el intervalo de 1:20 a 1:1; en donde la sal metálica se selecciona del grupo que consiste en boro, aluminio, galio, indio, estaño, hierro, cinc, titanio, bismuto, circonio, y combinaciones de los mismos, en donde el poliol es alcohol polivinílico; y

en donde la composición aglutinante está presente en el producto de aislamiento fibroso en una cantidad del 1 % al 25 % de pérdida por ignición.

7. El producto de aislamiento fibroso de la reivindicación 6, en donde la sal metálica es una sal de aluminio.

8. El producto de aislamiento fibroso de la reivindicación 7, en donde la sal metálica se selecciona del grupo que consiste en cloruro de aluminio, nitrato de aluminio, sulfato de aluminio, fosfato de aluminio monobásico, aluminato de sodio y combinaciones de los mismos.

9. El producto de aislamiento fibroso de la reivindicación 6, en donde el alcohol polivinílico tiene una viscosidad de 3×10^{-3} - 5×10^{-3} Pa·s (3-5 centipoises) medida usando un viscosímetro de caída de bola Hoeppler a 20 °C.

10. El producto de aislamiento fibroso de la reivindicación 9, en donde el alcohol polivinílico está hidrolizado al menos en un 50 %.

11. El producto de aislamiento fibroso de la reivindicación 6, en donde el producto de aislamiento está libre de formaldehído añadido.

12. Una manta no tejida que comprende:

una pluralidad de fibras de vidrio en forma de estera que tiene una primera superficie principal y una segunda superficie principal; y
una composición aglutinante que recubre al menos parcialmente dicha primera superficie principal de dicha estera, comprendiendo dicha composición aglutinante:

agua;
una sal metálica; y
un poliol;

5 en donde la relación en peso de la sal metálica al poliol está en el intervalo de 1:20 a 1:1; en donde la sal metálica se selecciona del grupo que consiste en boro, aluminio, galio, indio, estaño, hierro, cinc, titanio, bismuto, circonio, y combinaciones de los mismos, en donde el poliol es alcohol polivinílico; y en donde la composición aglutinante está presente en la estera no tejida en una cantidad del 1 % al 25 % de pérdida por ignición.

10 13. La estera no tejida de la reivindicación 12, en donde las fibras de vidrio tienen un diámetro promedio dentro del intervalo de 6,5 micrómetros a 24 micrómetros.

15 14. La estera no tejida de la reivindicación 12, en donde el alcohol polivinílico tiene una viscosidad de 3×10^{-3} - 5×10^{-3} Pa·s (3-5 centipoises) medida usando un viscosímetro de caída de bola Hoeppler a 20 °C.

15. Un método para fabricar un producto de aislamiento fibroso que comprende:

20 formar una manta fibrosa que incluye una pluralidad de fibras de vidrio;
aplicar una composición aglutinante a al menos una parte de dichas fibras, comprendiendo dicha composición aglutinante:

25 agua;
una sal metálica; y
un poliol;

en donde la relación en peso de la sal metálica al poliol está dentro del intervalo de 1:20 a 1:1;

30 pasar la manta fibrosa a través de un horno para curar al menos parcialmente el aglutinante sobre la manta fibrosa y formar un producto aislante,
en donde la sal metálica se selecciona del grupo que consiste en boro, aluminio, galio, indio, estaño, hierro, cinc, titanio, bismuto, circonio, y combinaciones de los mismos, en donde el poliol es alcohol polivinílico; y

35 en donde la composición aglutinante está presente en el producto de aislamiento fibroso en una cantidad del 1 % al 25 % de pérdida por ignición.

16. El método de la reivindicación 15, en donde el alcohol polivinílico tiene una viscosidad de 3×10^{-3} - 5×10^{-3} Pa·s (3-5 centipoises) medida usando un viscosímetro de caída de bola Hoeppler a 20 °C.

Gráfico de intervalos de tracción/LOI corr.
95 % de CI para la media

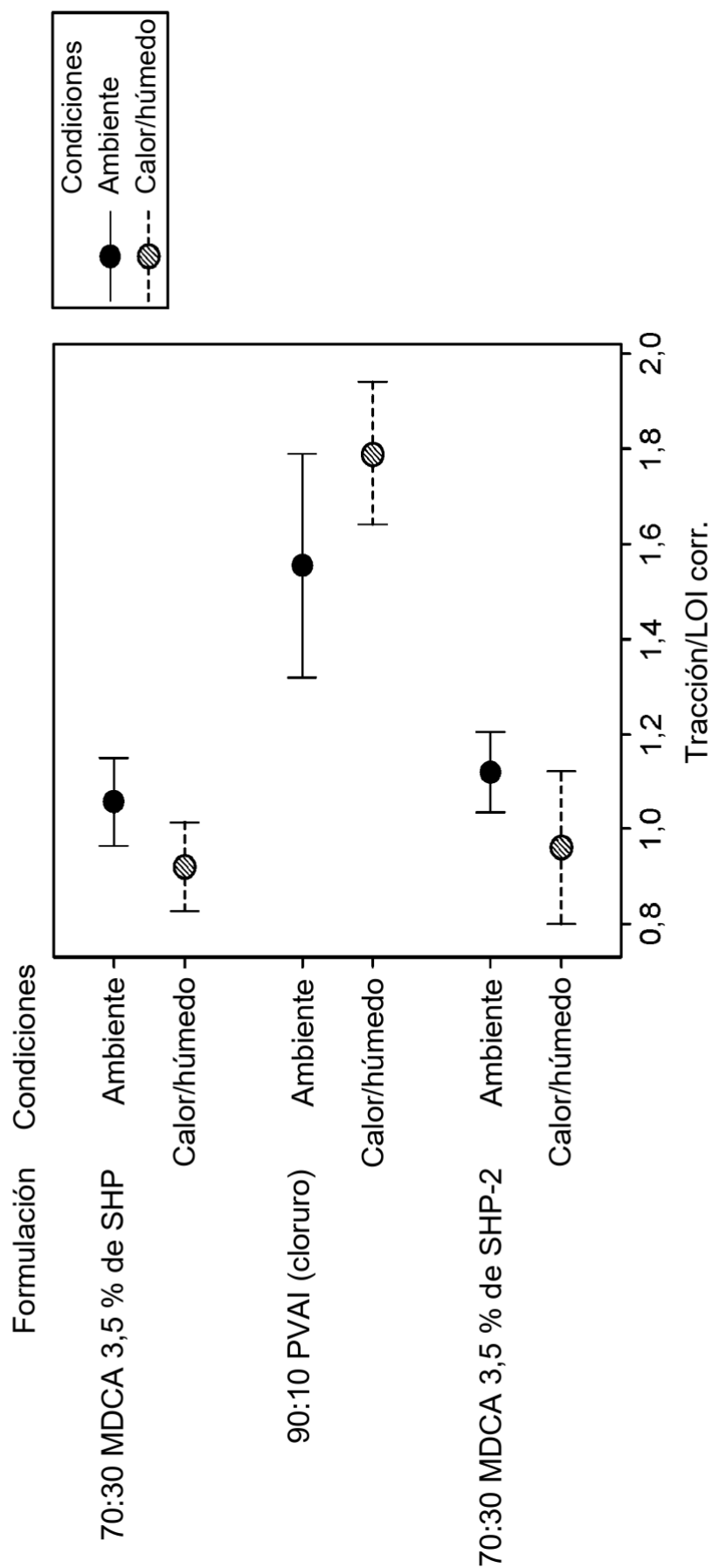


FIG. 1

Gráfico de intervalos de tracción/LOI corr.
95 % de CI para la media

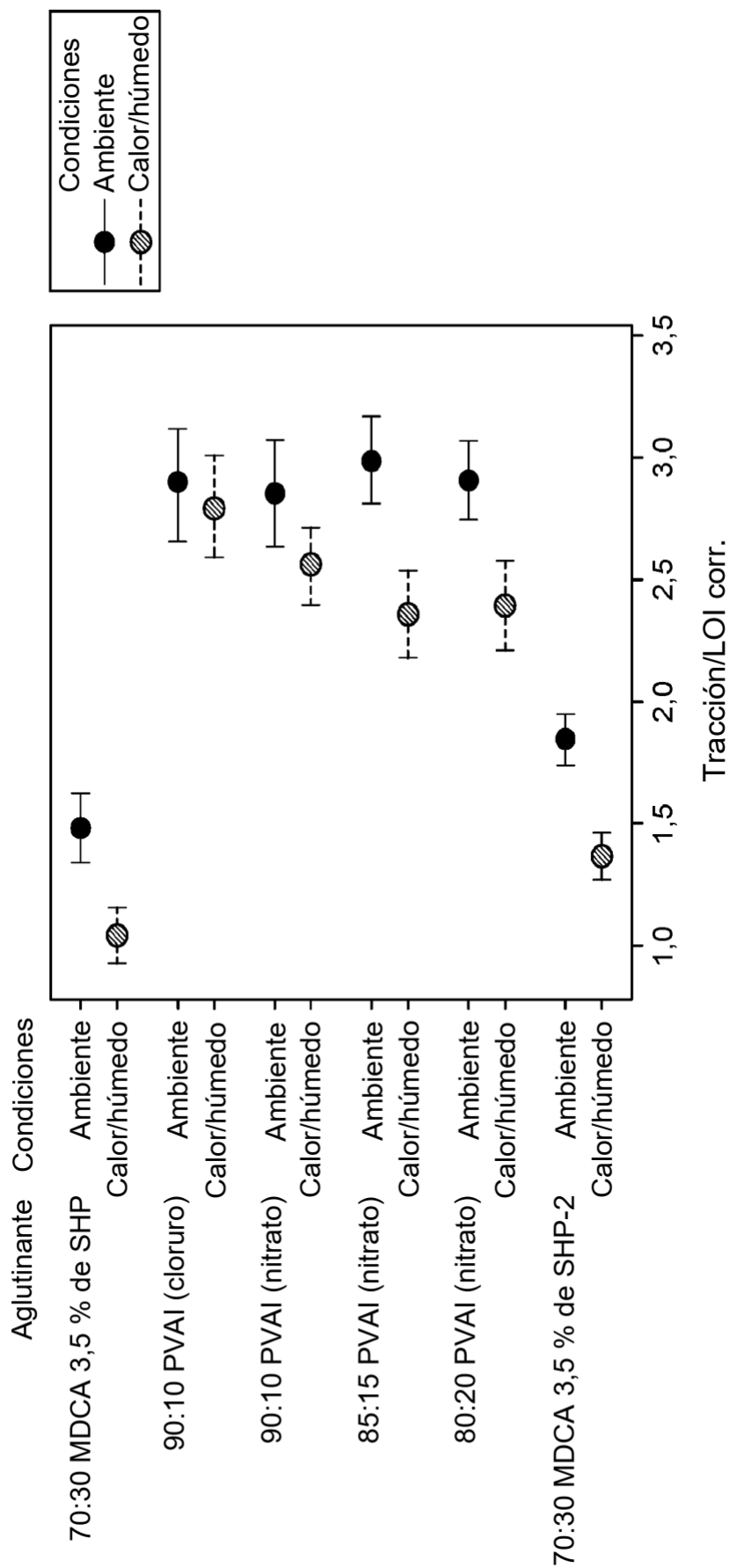


FIG. 2

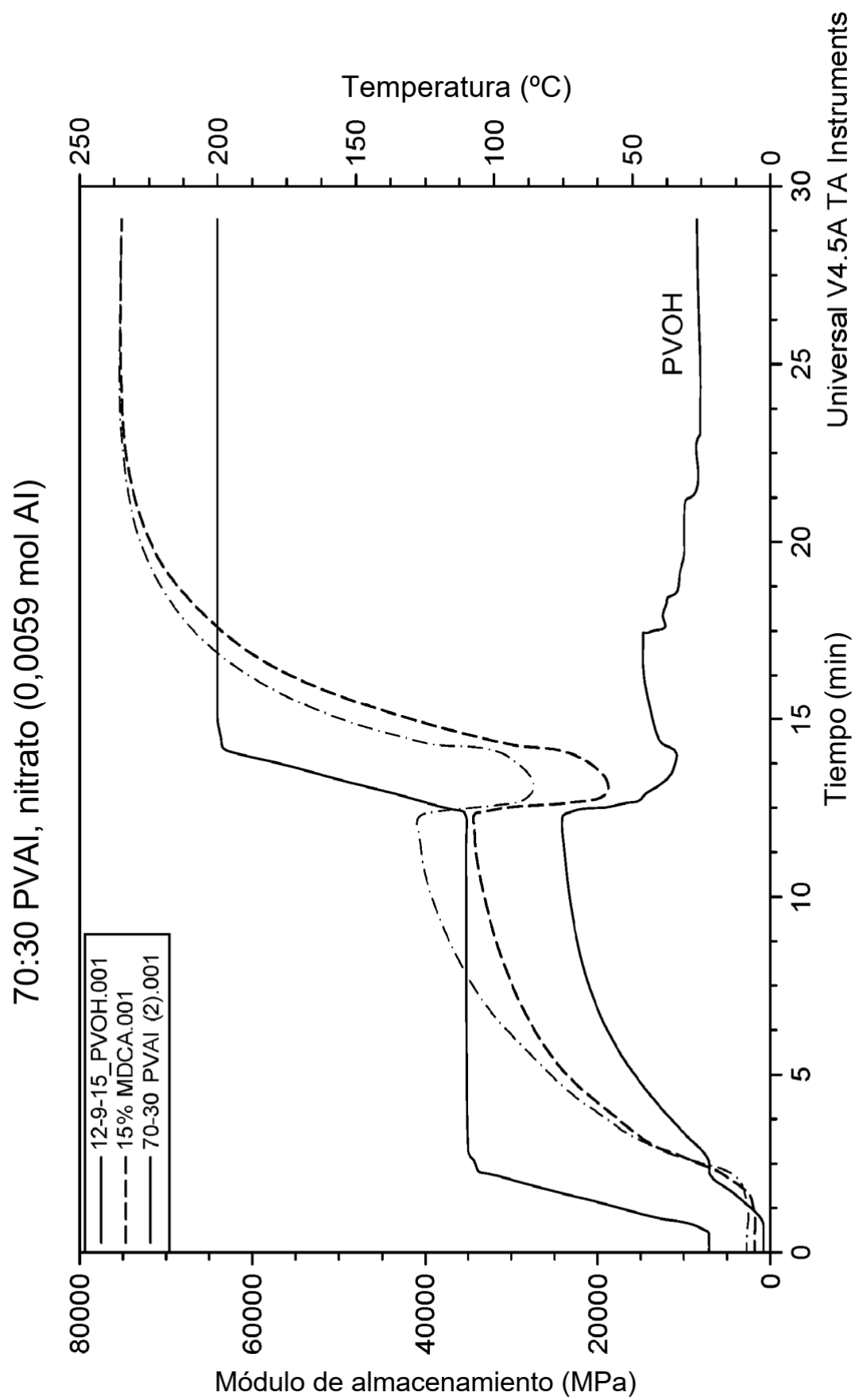


FIG. 3

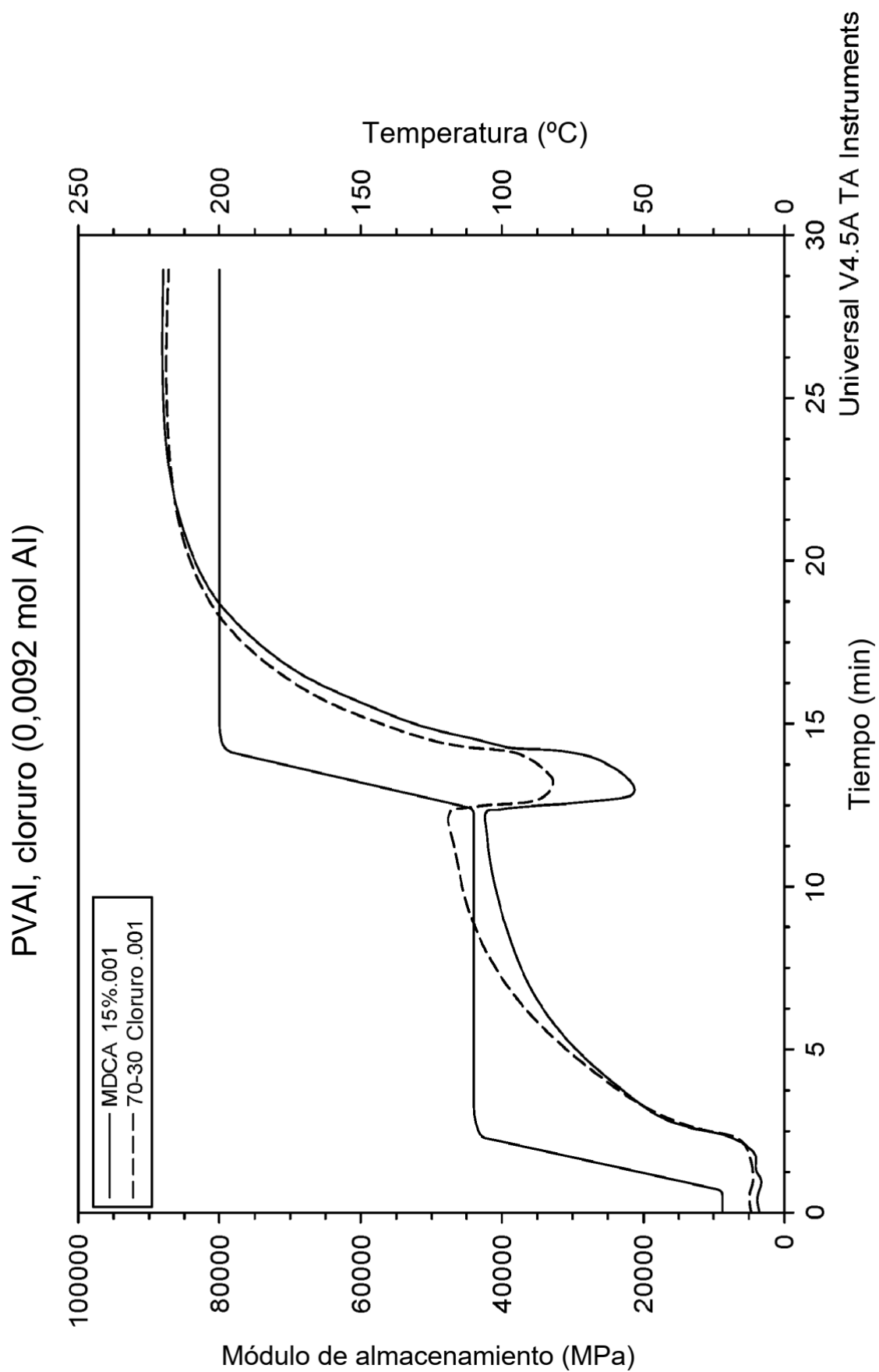


FIG. 4

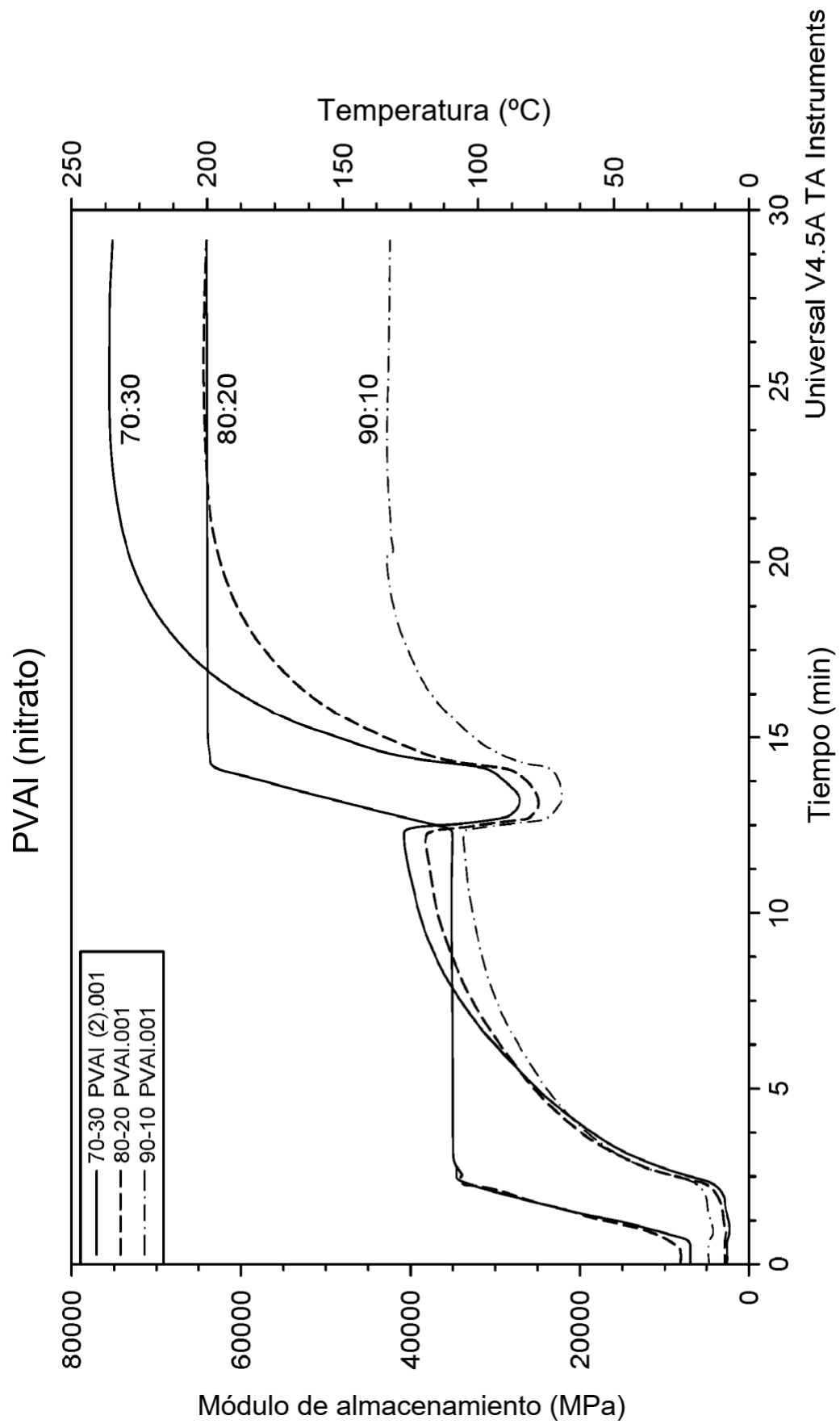


FIG. 5

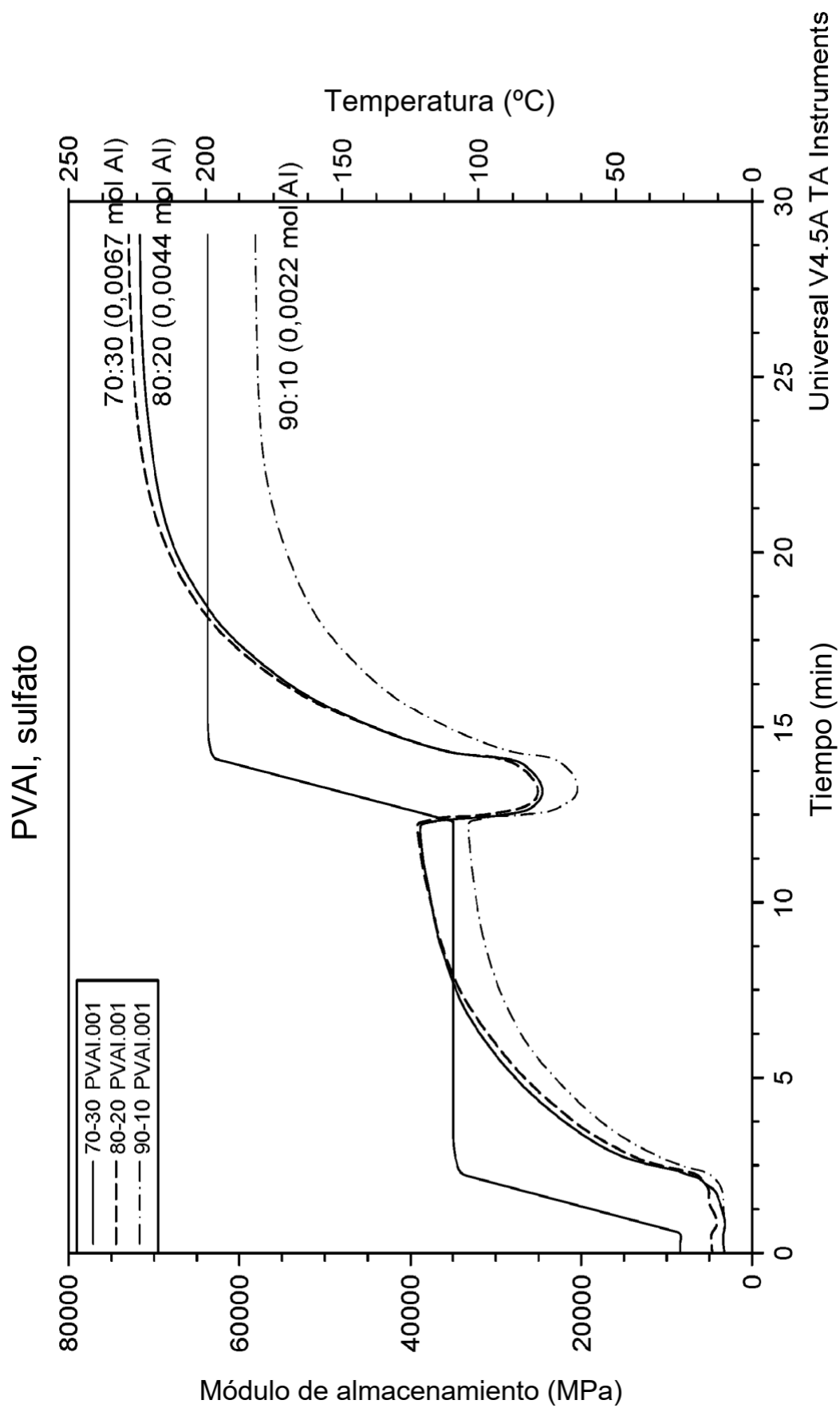


FIG. 6

Gráfico de intervalos de % de recuperación
95 % de CI para la media

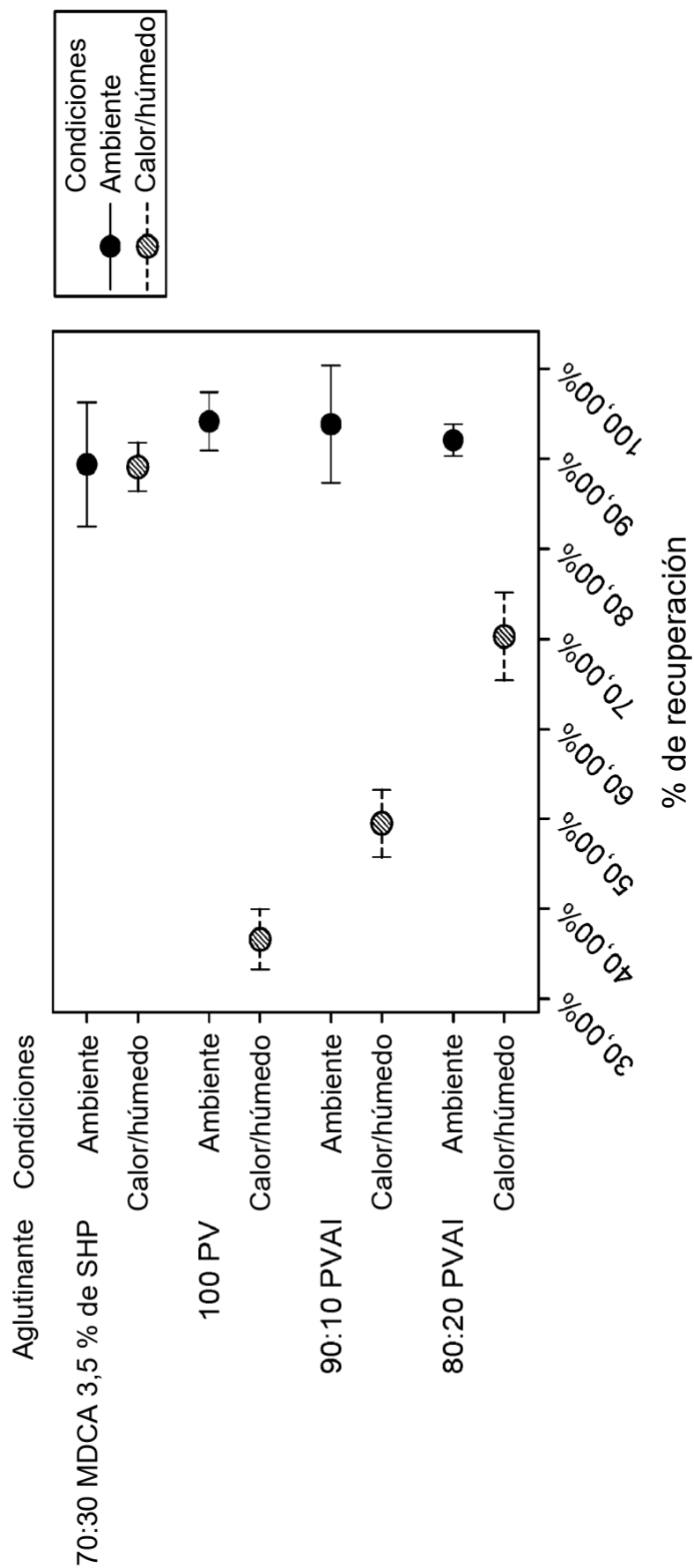


FIG. 7

Gráfico de intervalos de % de recuperación
95 % de CI para la media

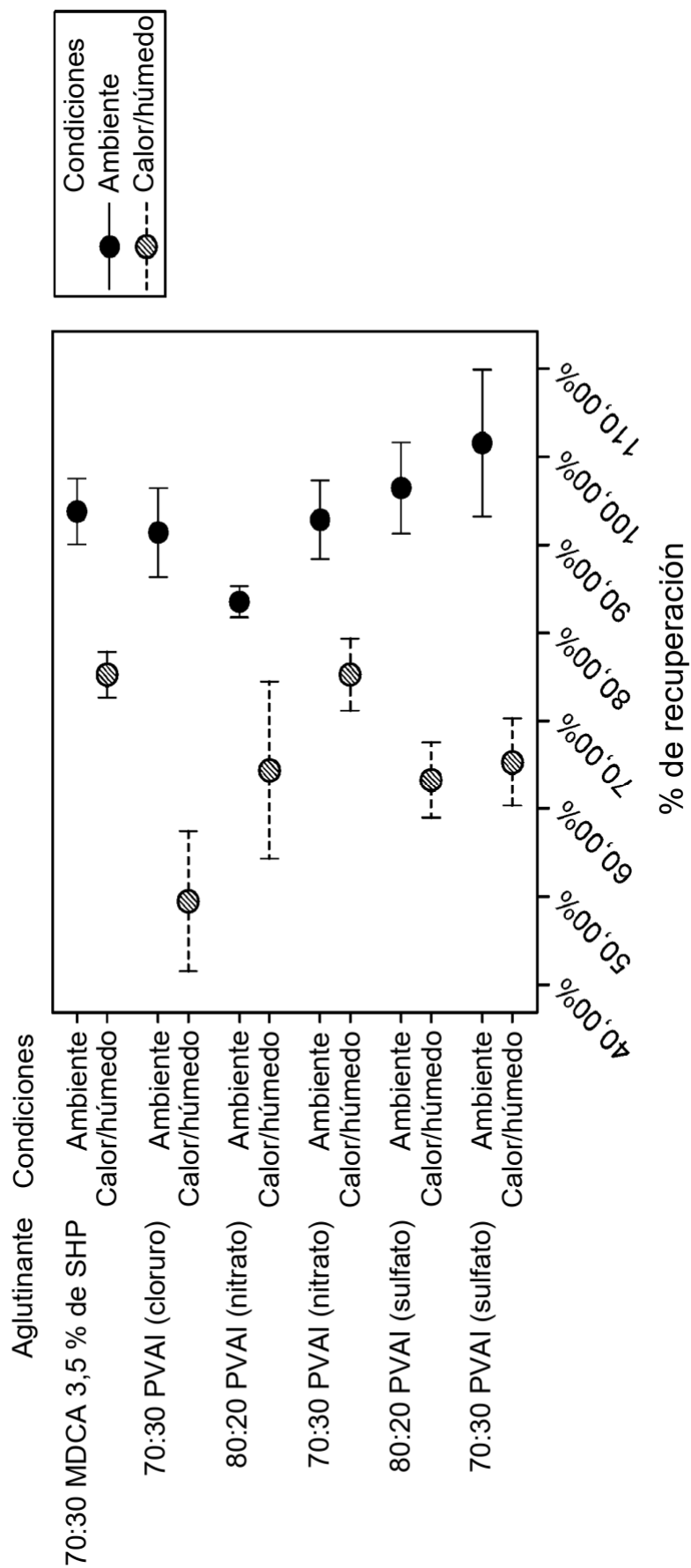


FIG. 8

Gráfico de intervalos de carga máx./LOI corr.
95 % de CI para la media

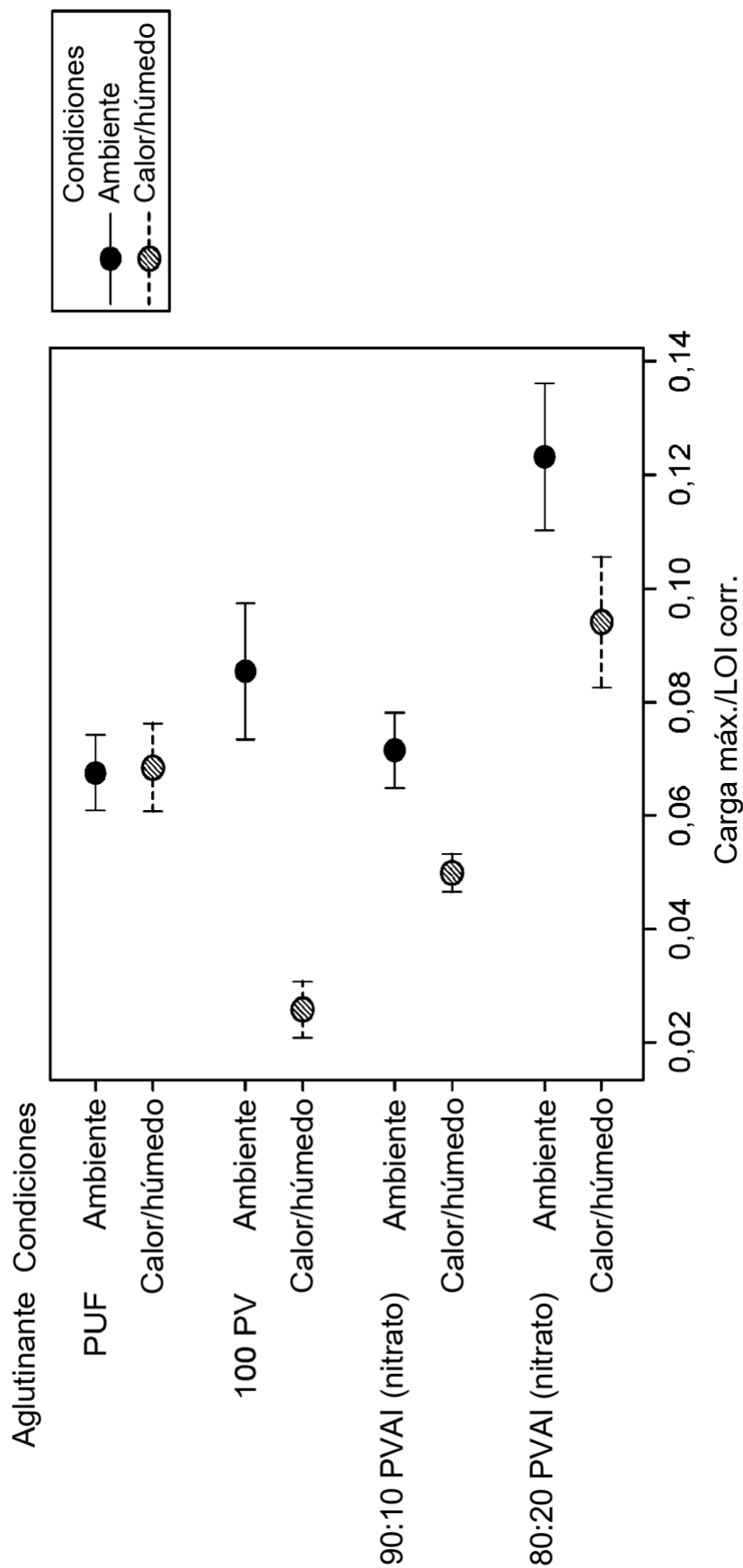


FIG. 9

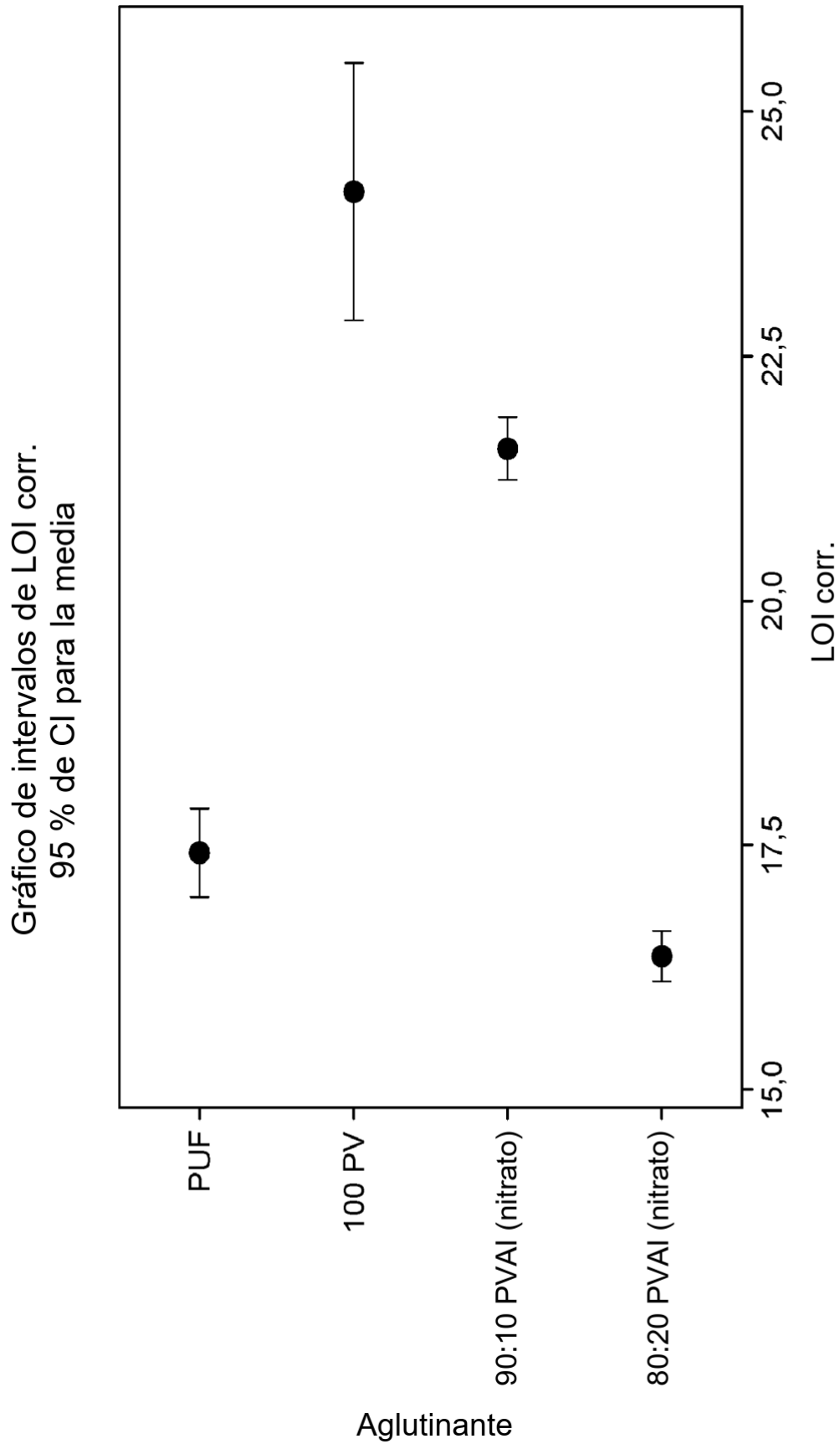


FIG. 10

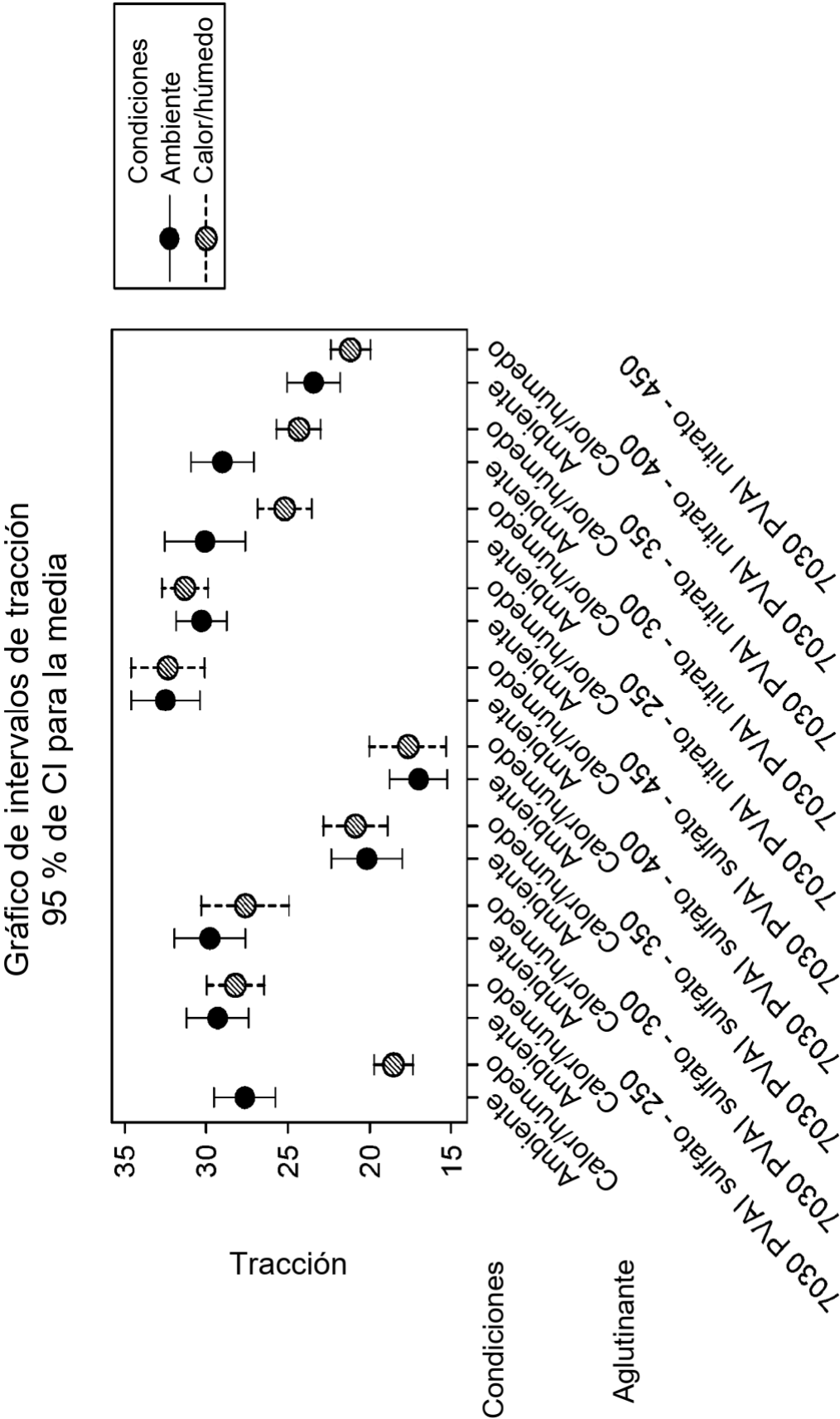


FIG. 11

Gráfico de intervalos de tracción/LOI
95 % de CI para la media

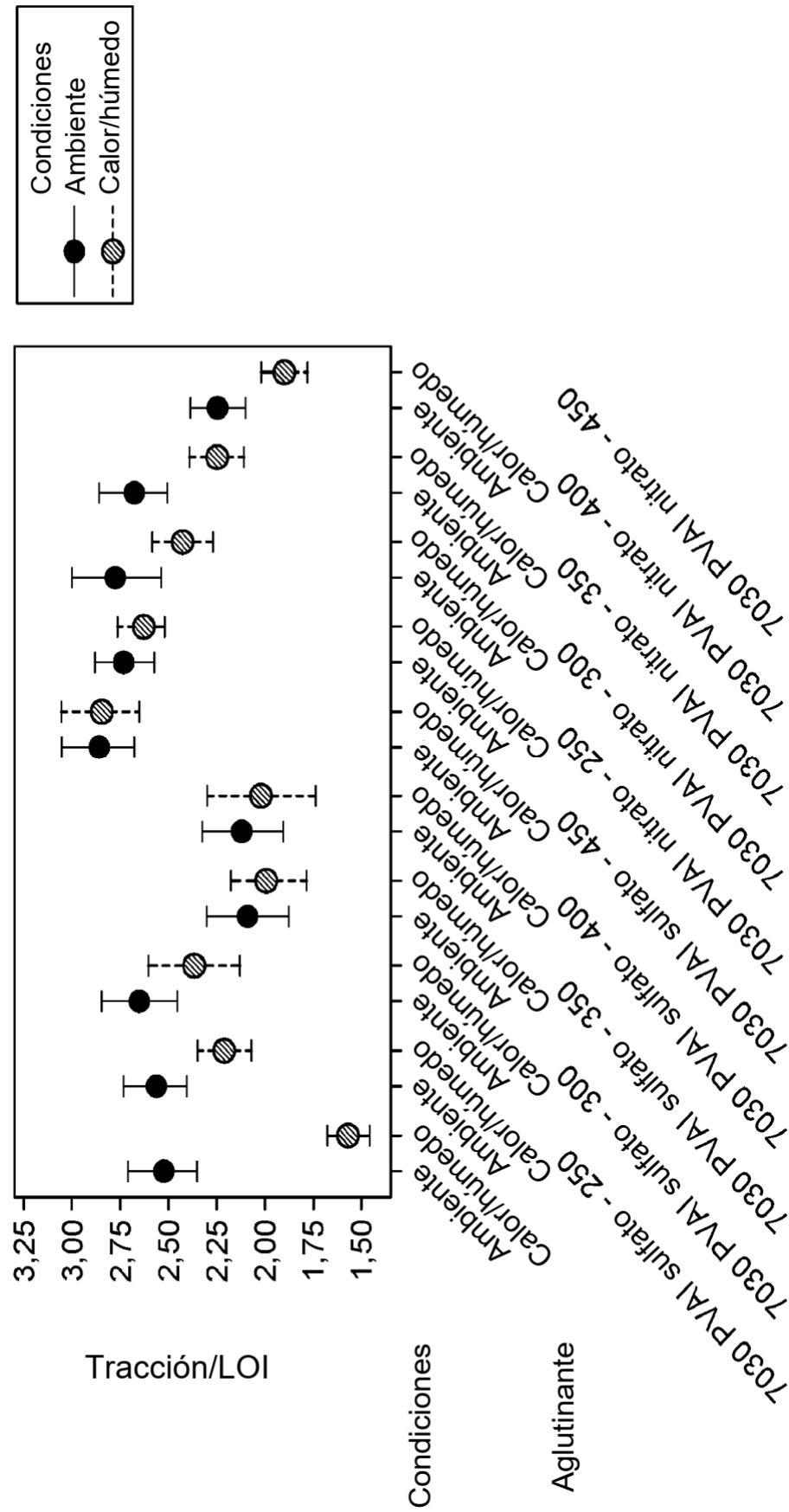


FIG. 12

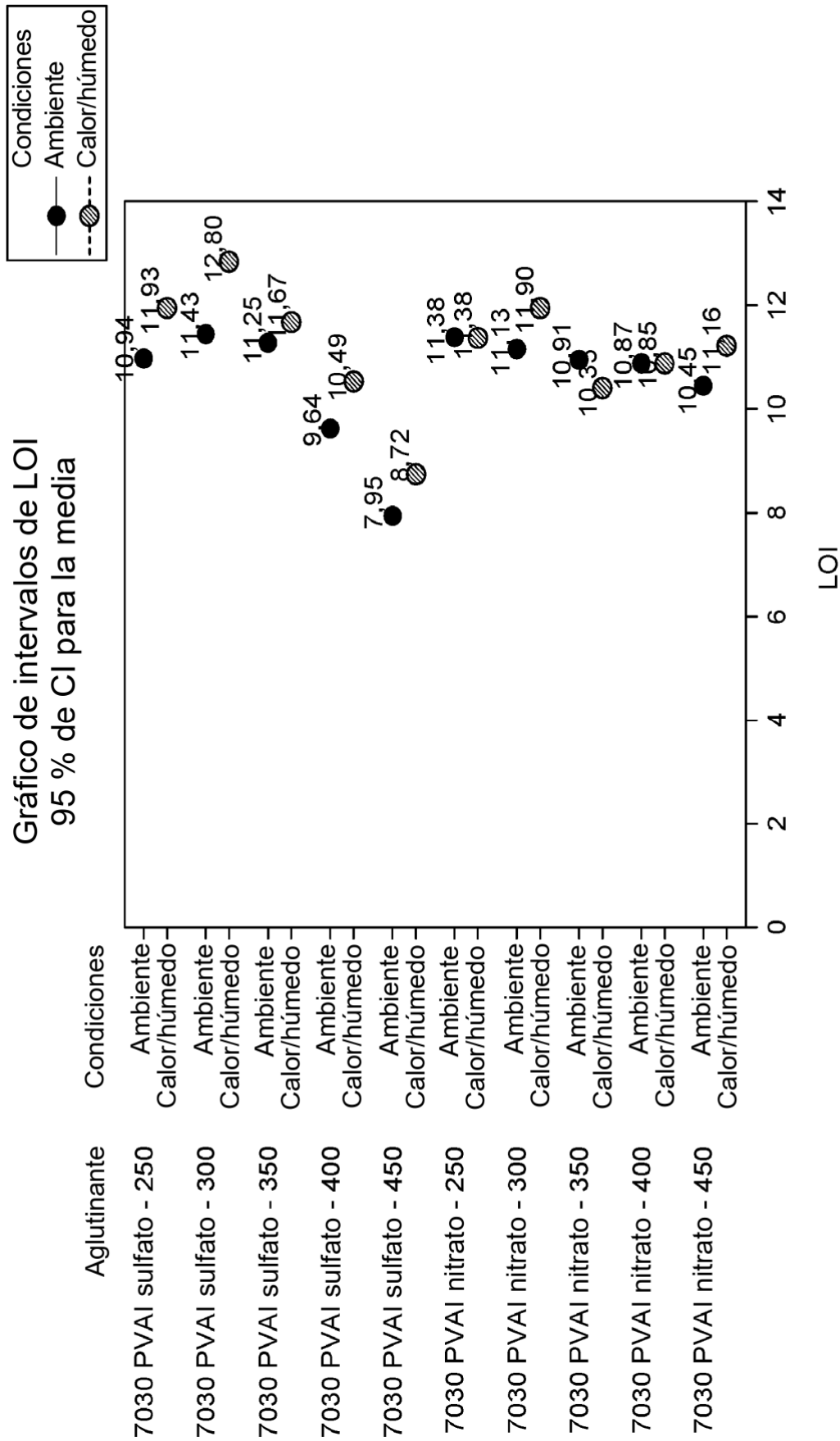


FIG. 13

Gráfico de intervalos de % de recuperación
95 % de CI para la media

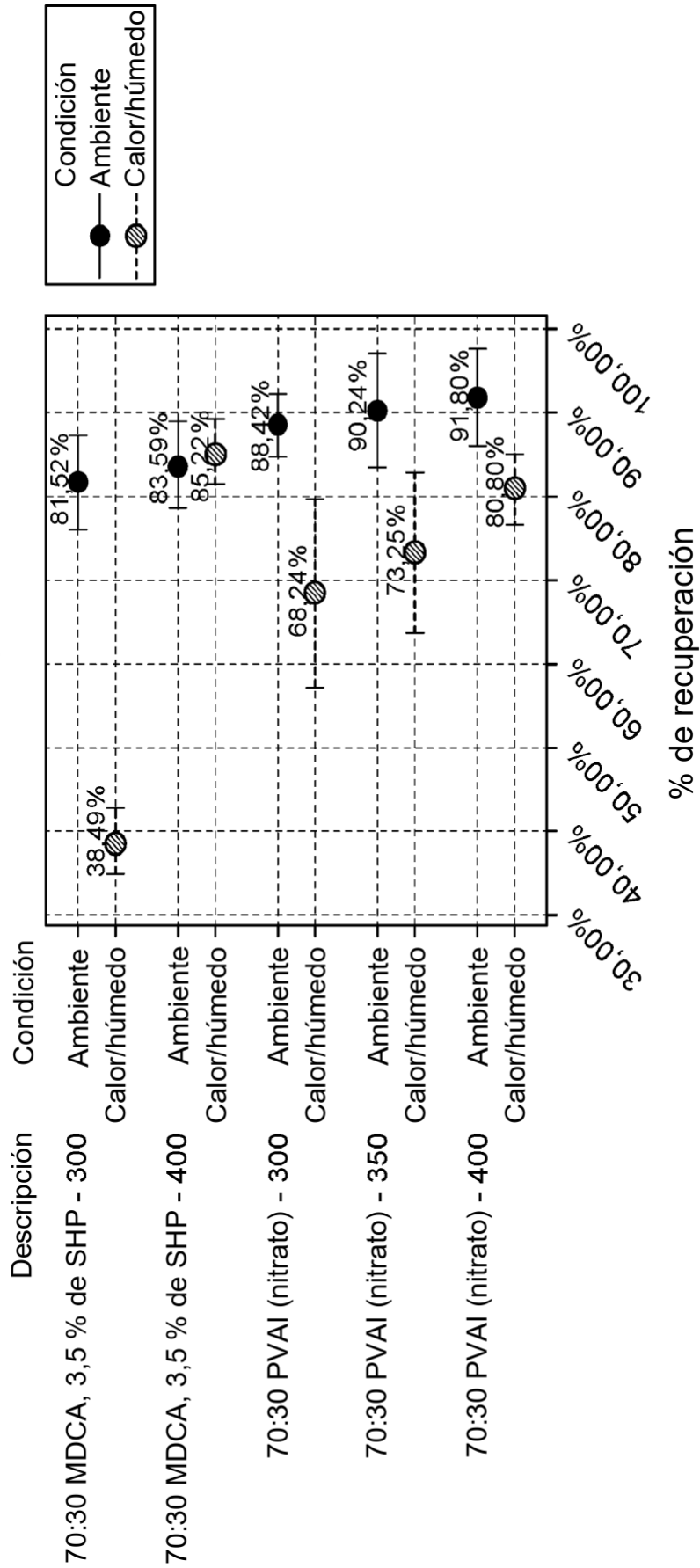


FIG. 14

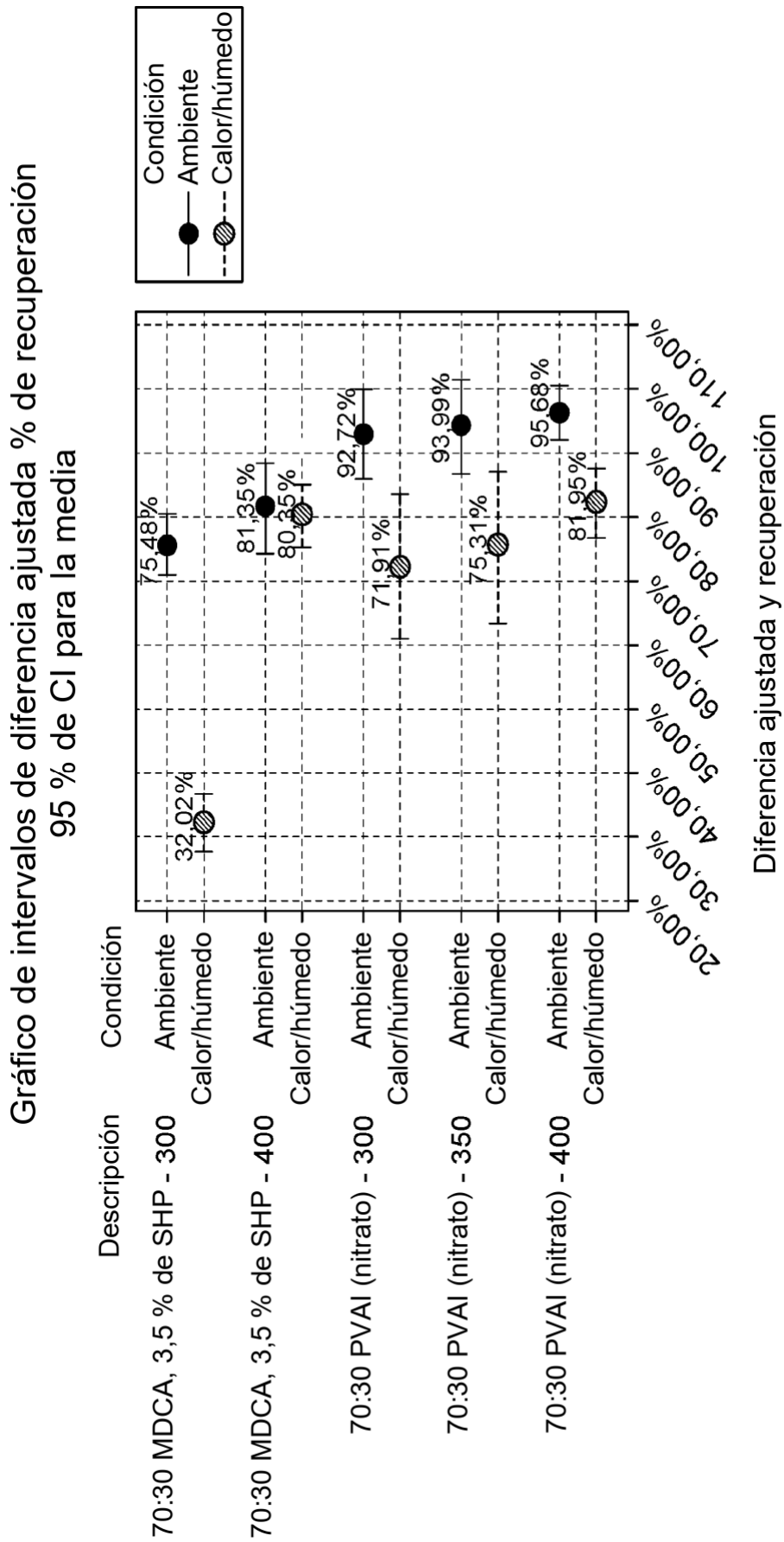


FIG. 15

Gráfico de intervalos de LOI corr.
95 % de CI para la media

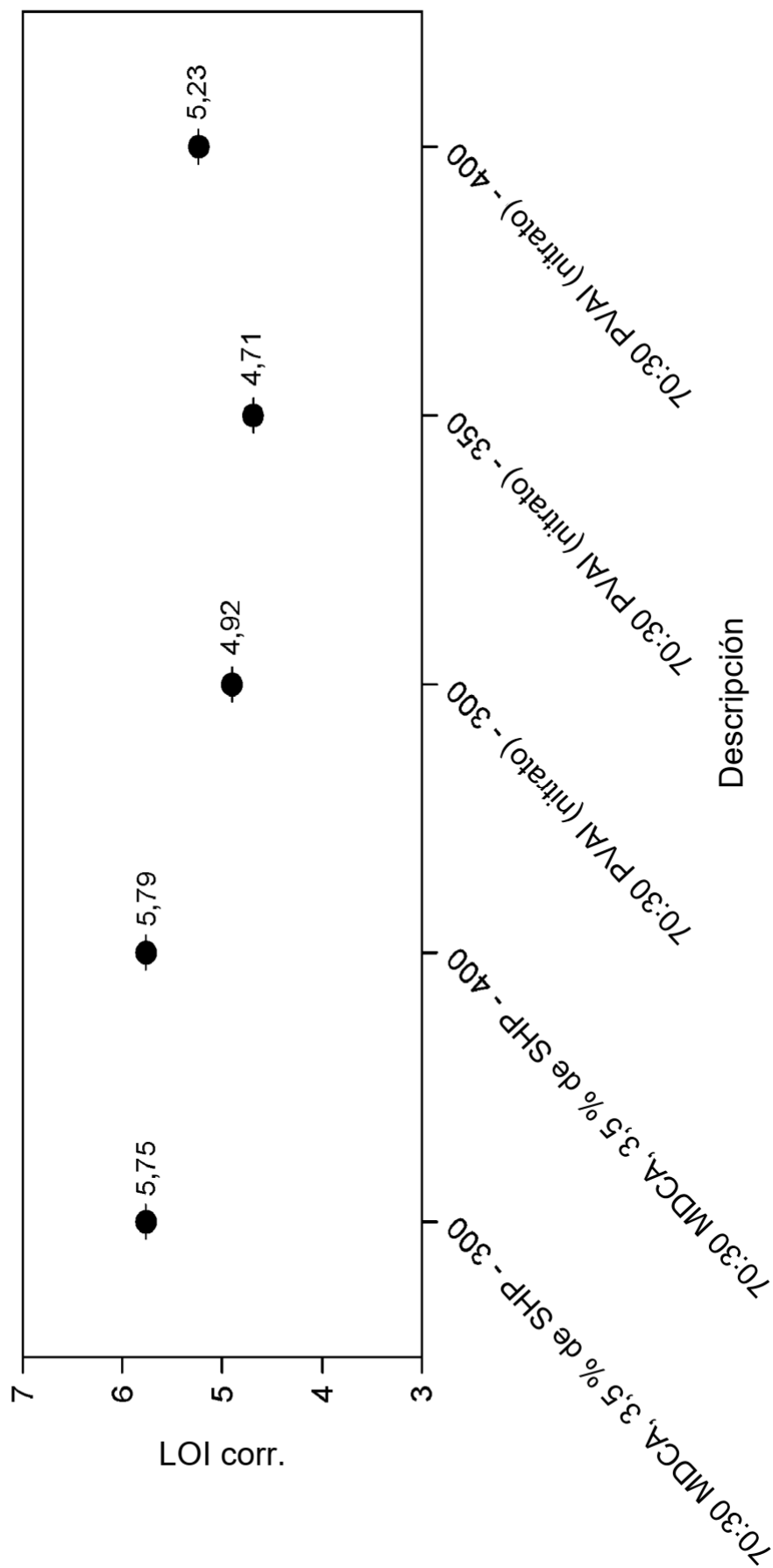


FIG. 16

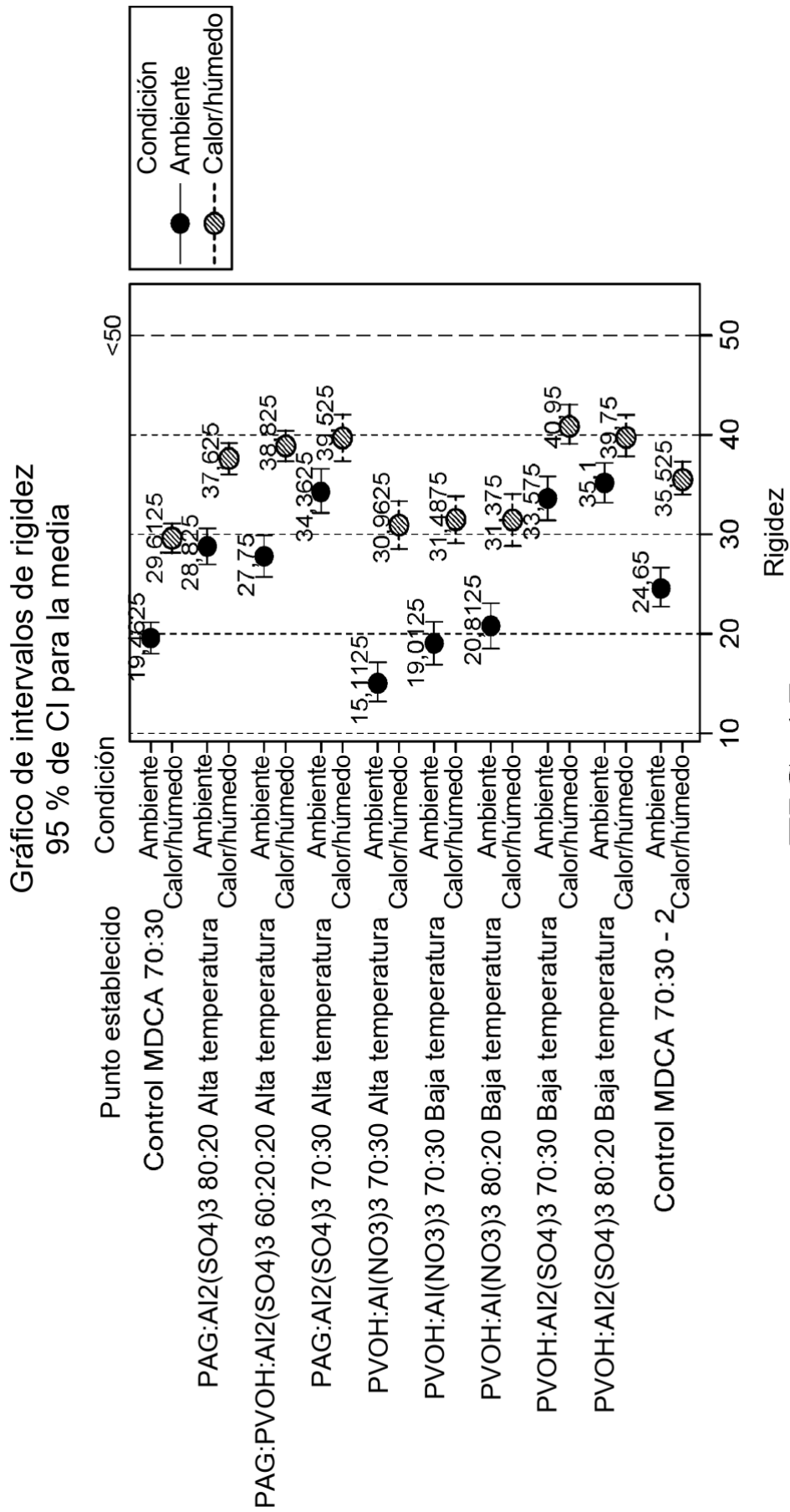


FIG. 17

Gráfico de intervalos de resistencia a la unión
95 % de CI para la media

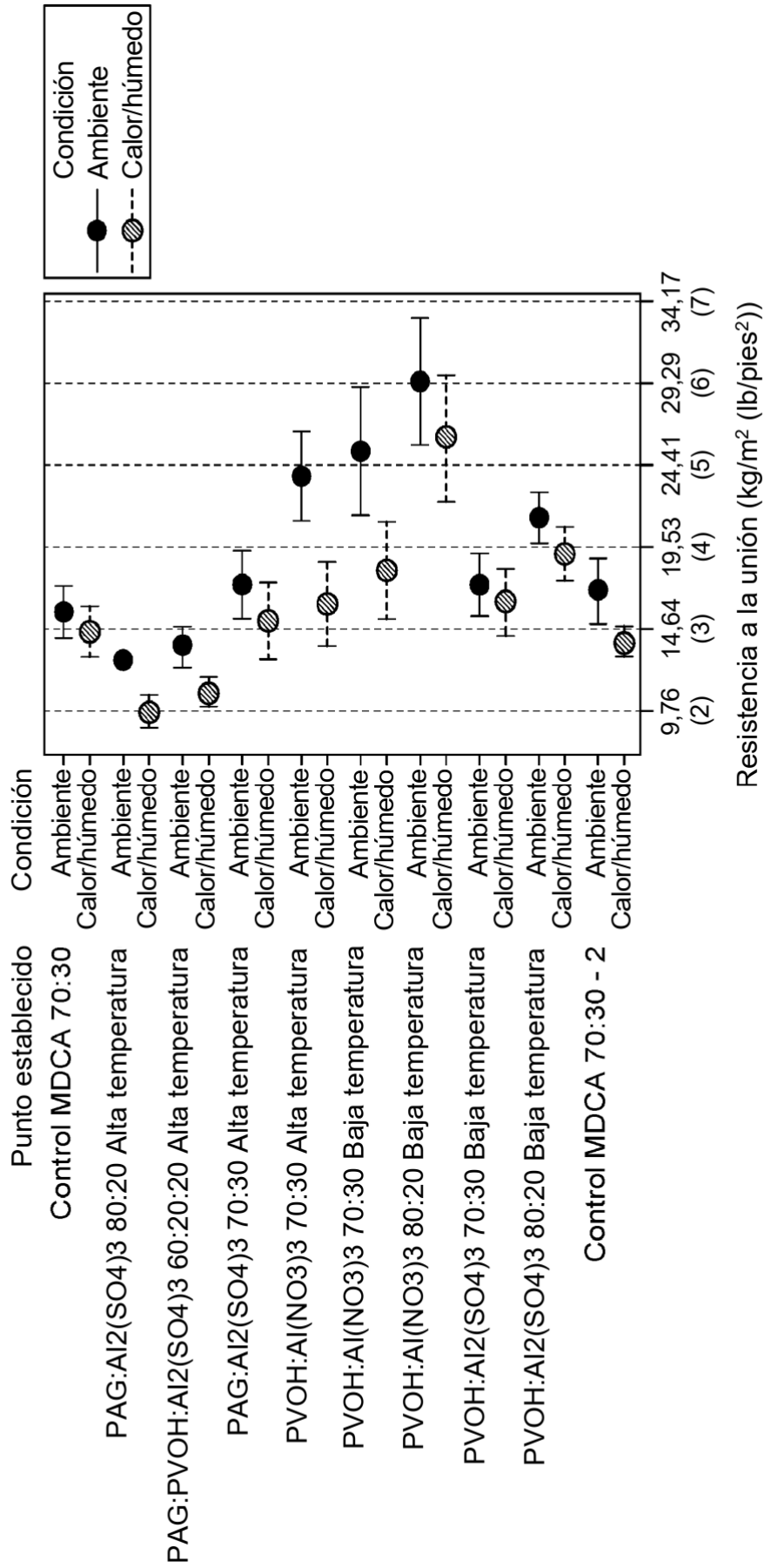


FIG. 18

Gráfico de intervalos de tracción
95 % de CI para la media

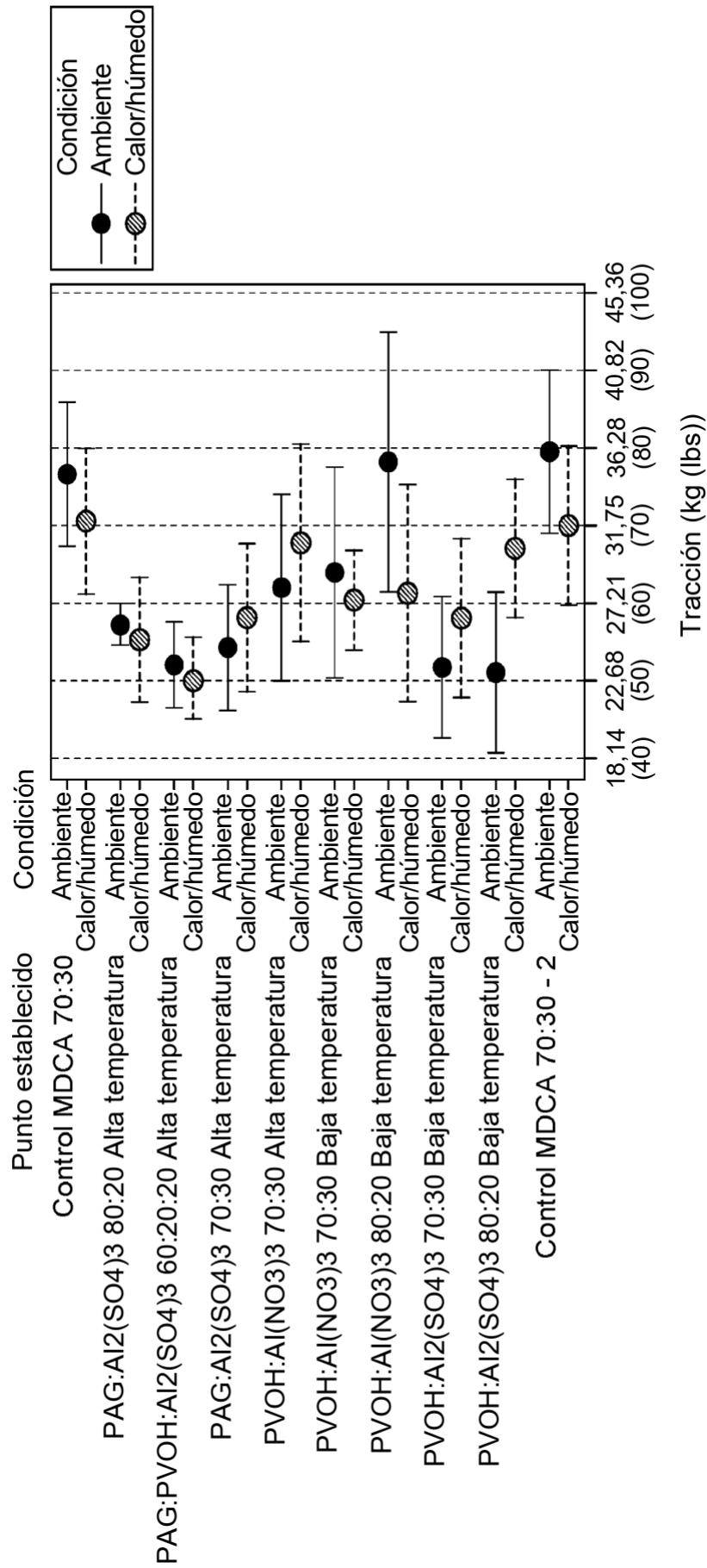


FIG. 19

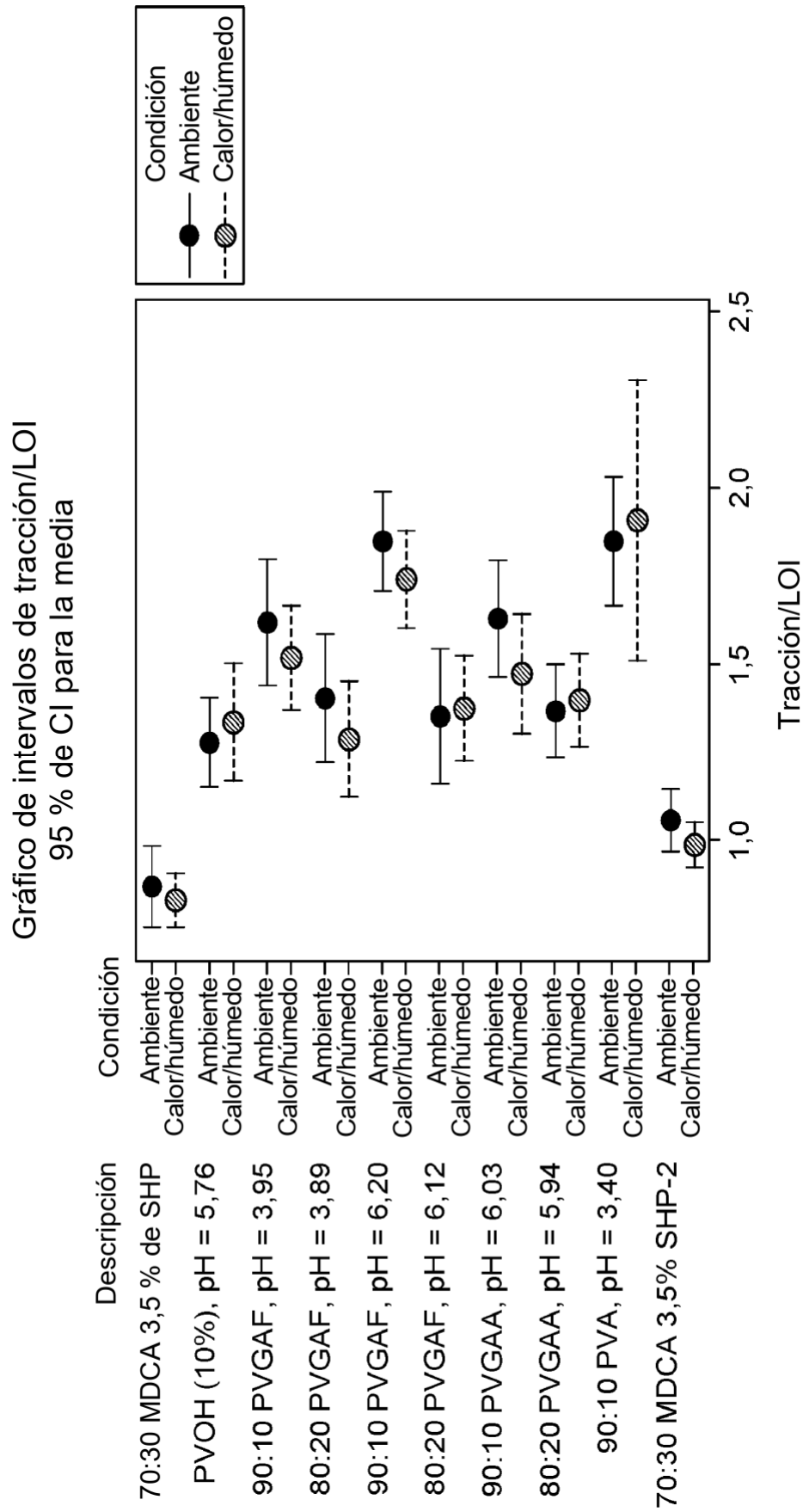


FIG. 20

Gráfico de intervalos de tracción de PVA, 90:10 pH = 3,45
95 % de CI para la media

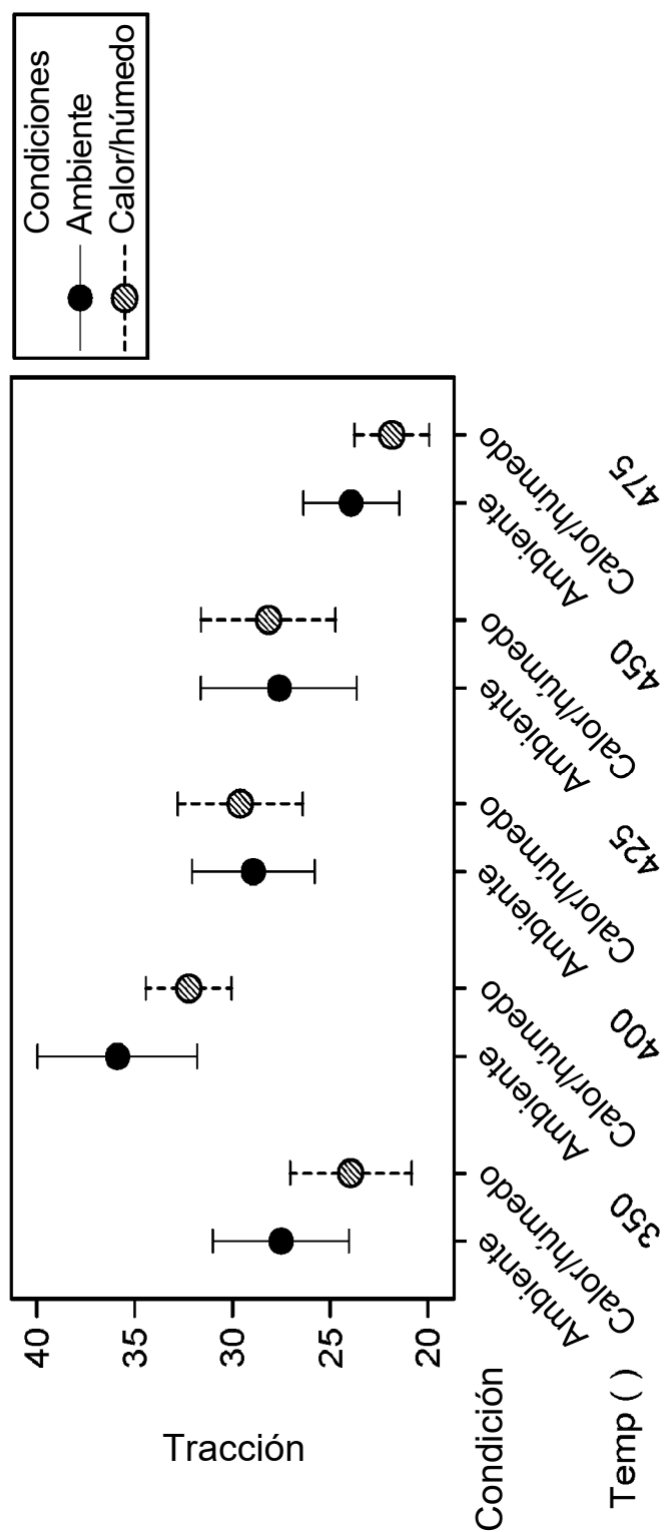


FIG. 21

Gráfico de intervalos de tracción/LOI: PVA, 90:10
95 % de CI para la media

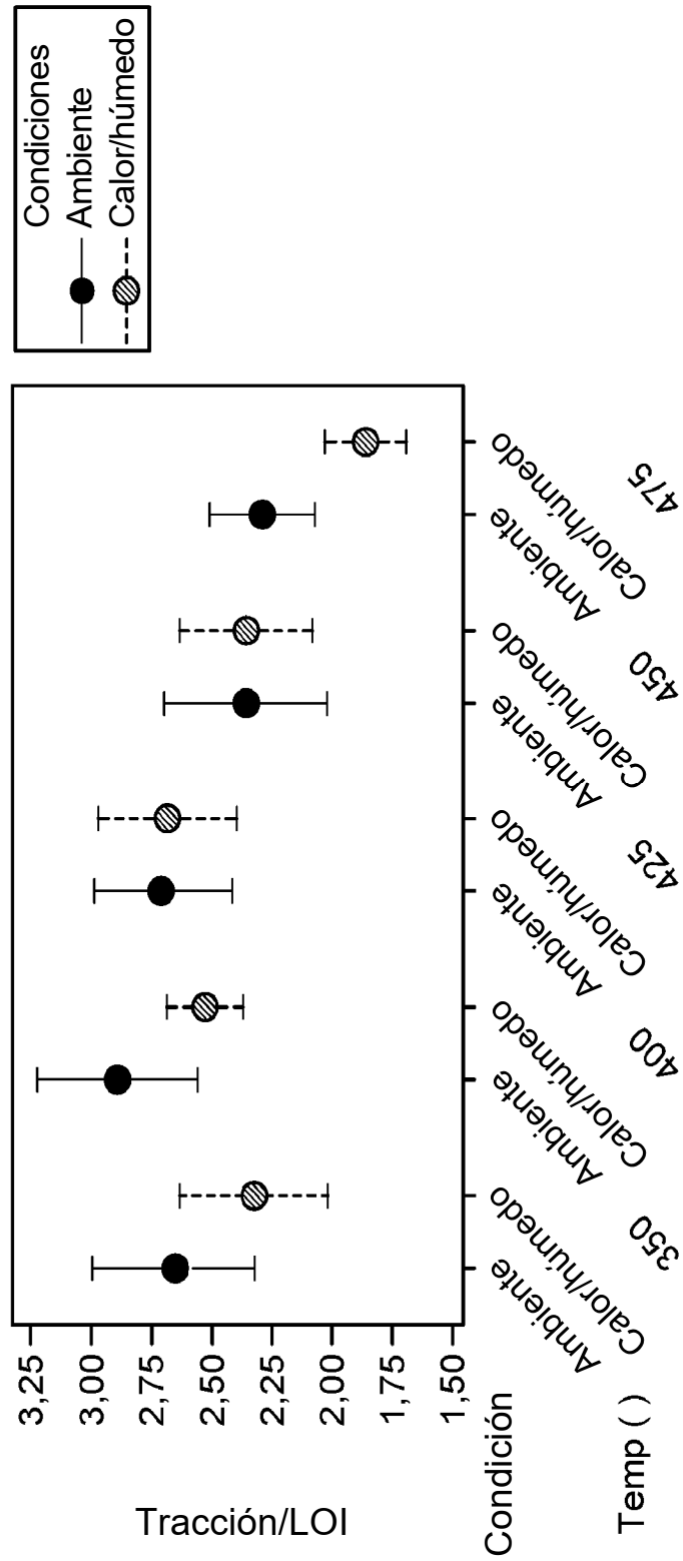


FIG. 22

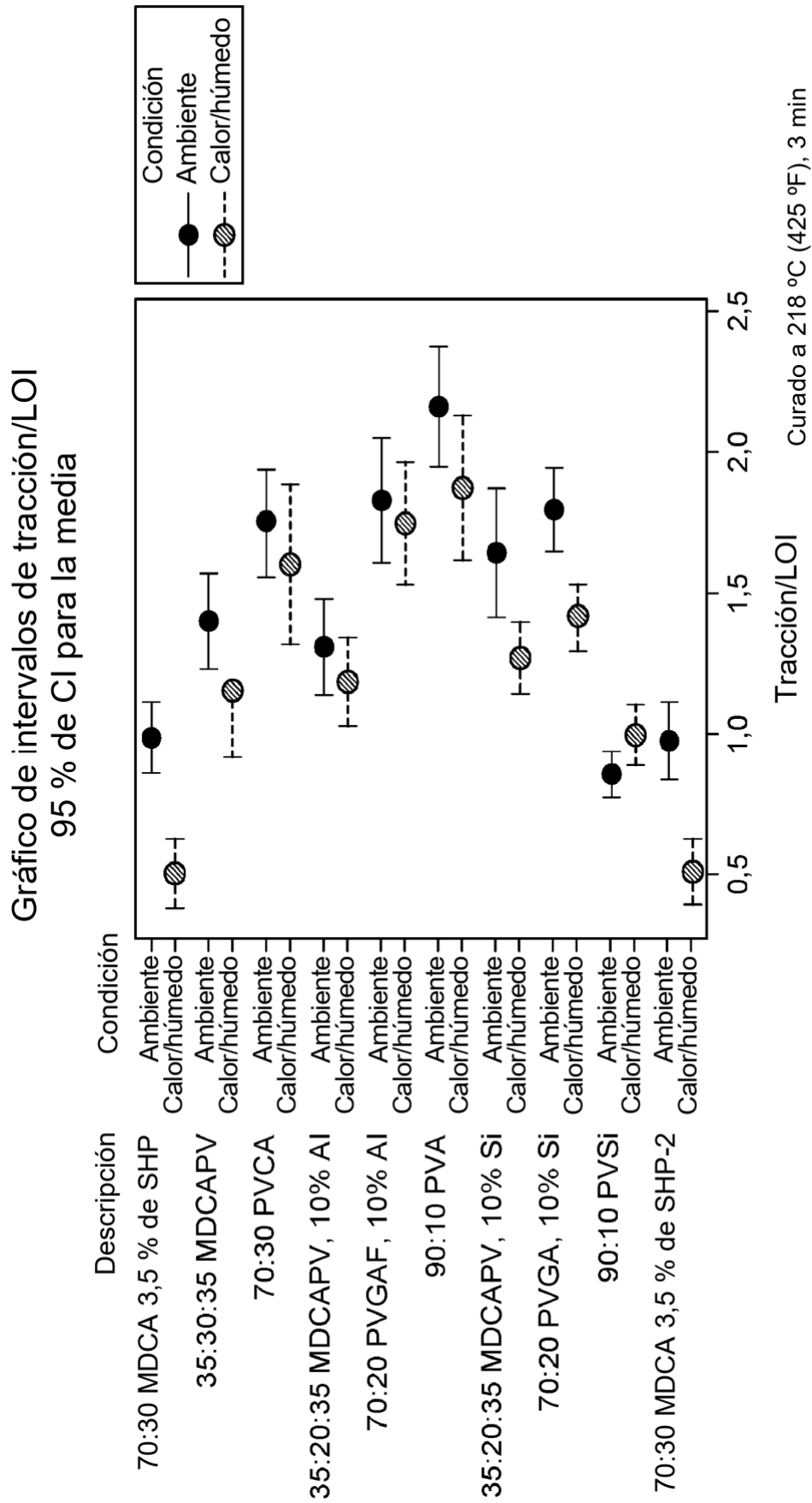


FIG. 23

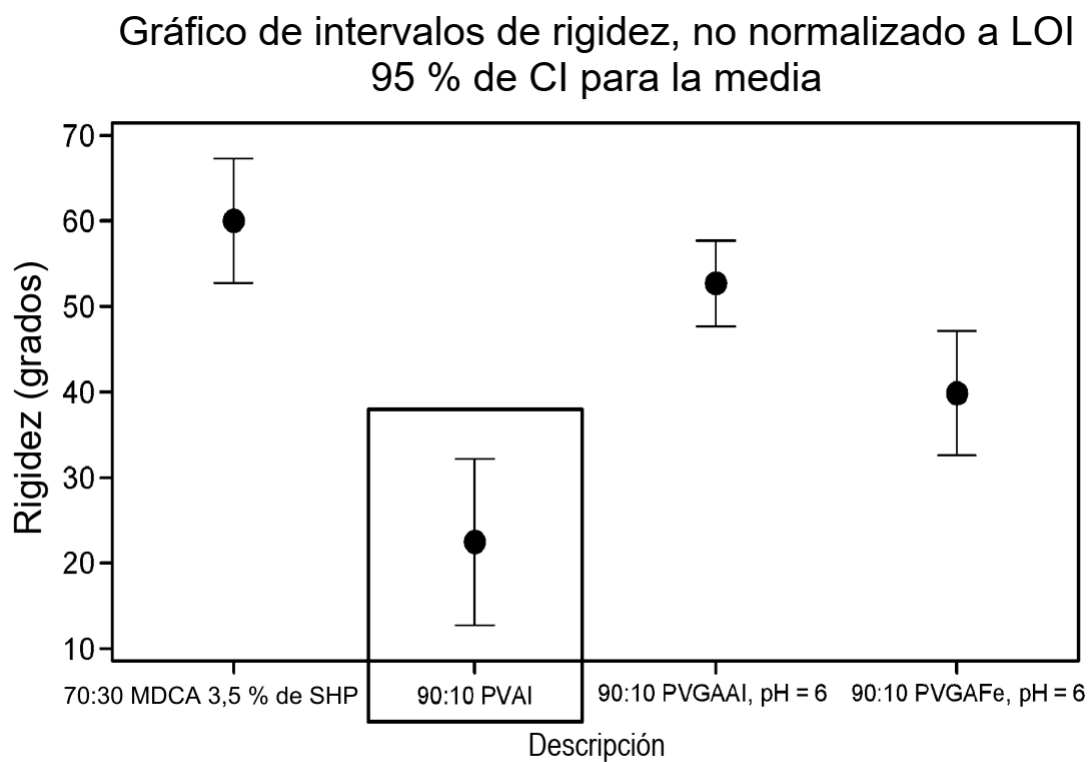


FIG. 24

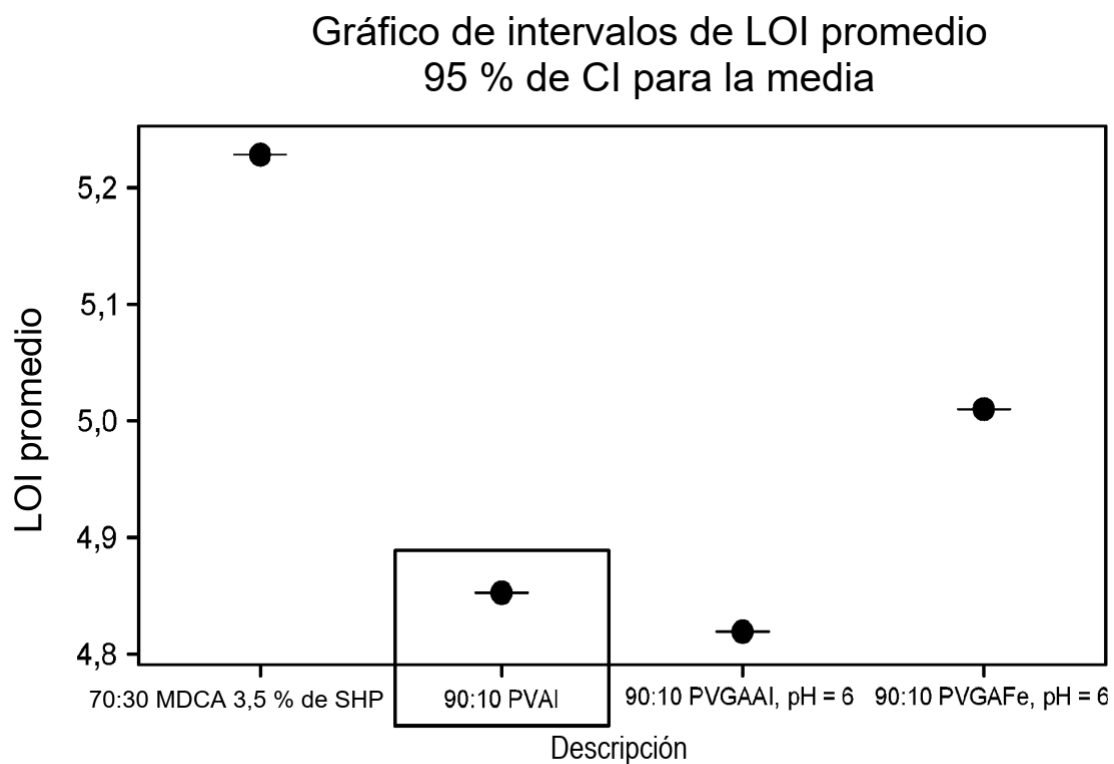


FIG. 25

Gráfico de intervalos de ambiente % de recuperación
95 % de CI para la media

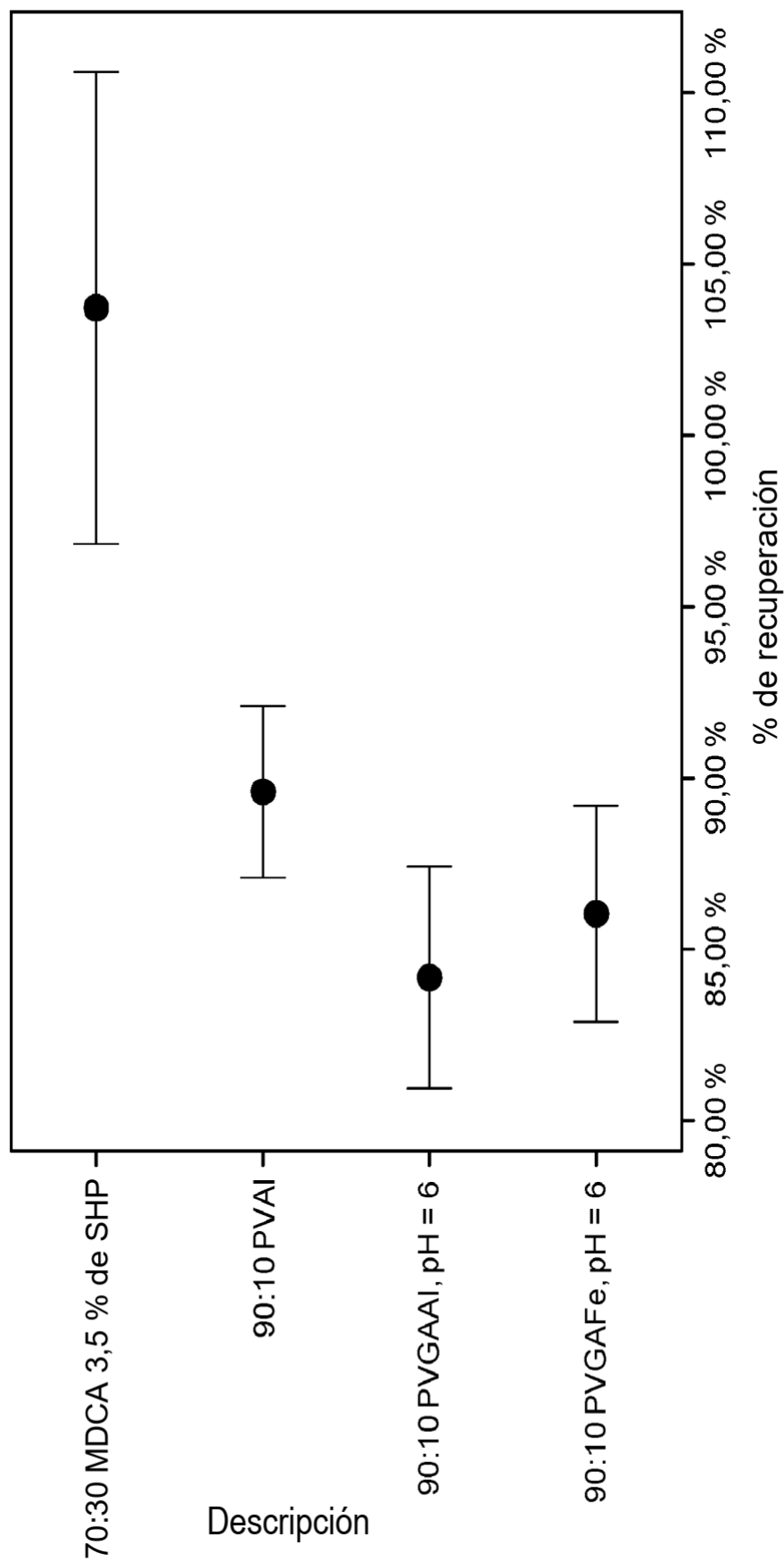
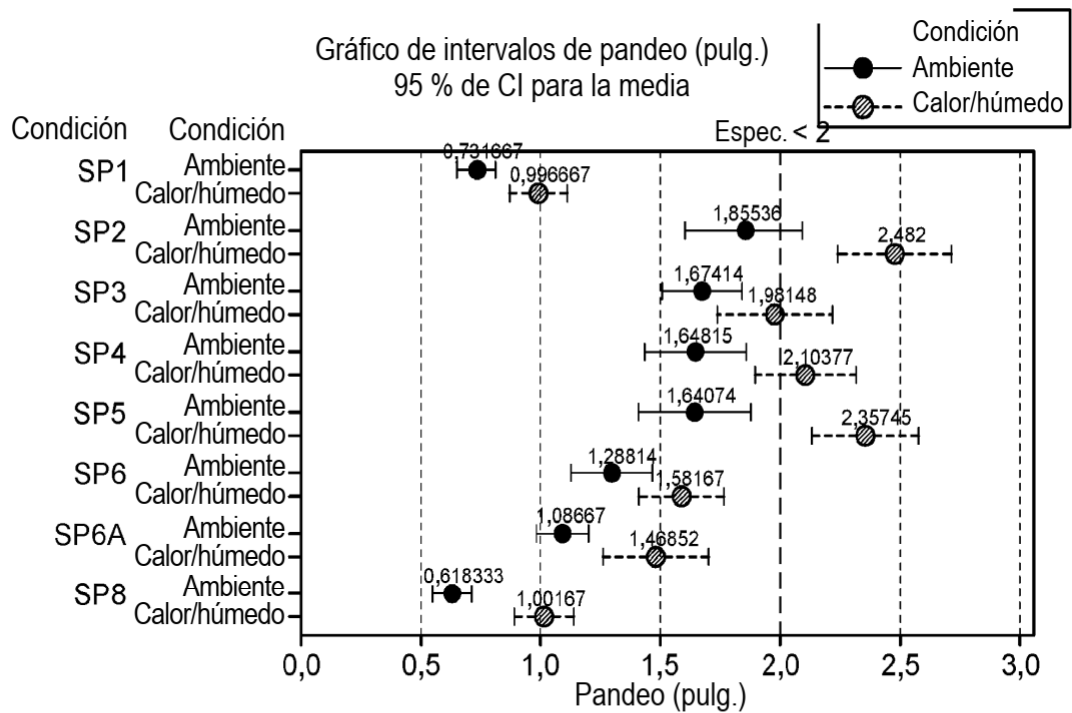
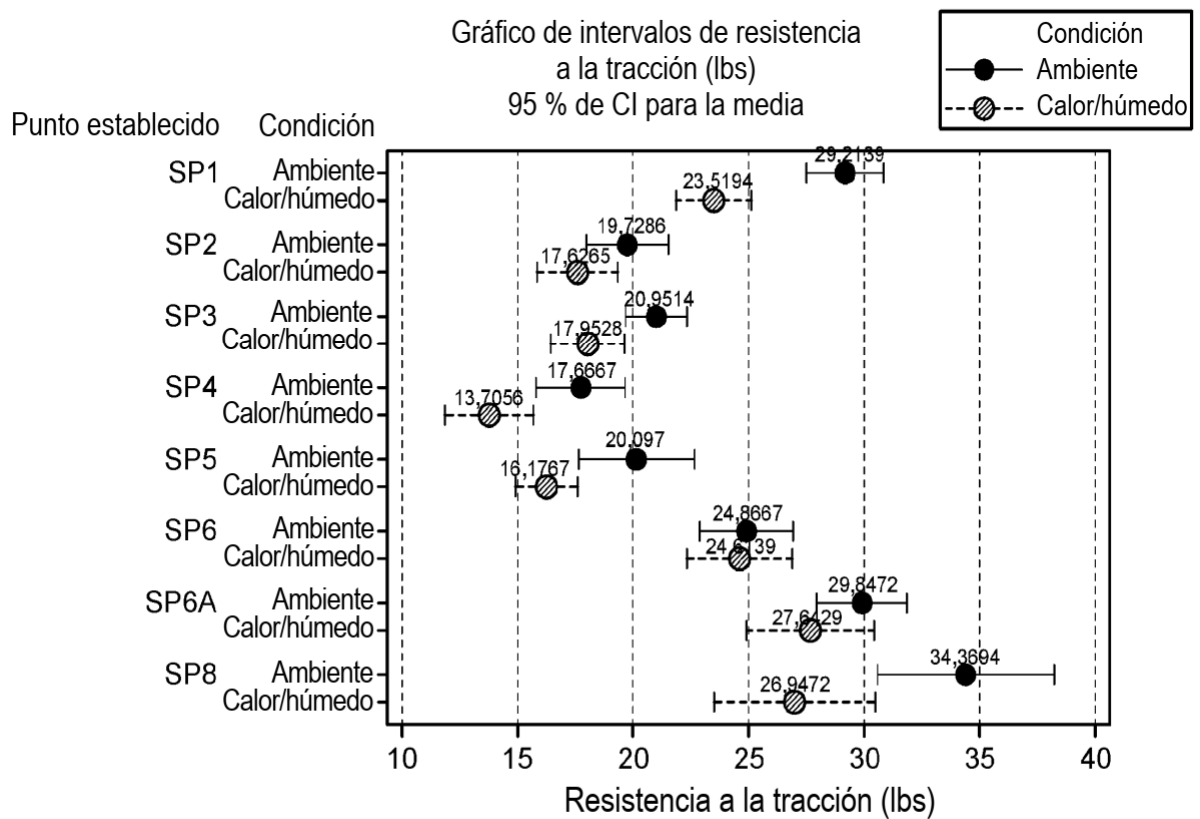


FIG. 26



Las desviaciones estándar individuales se utilizan para calcular los intervalos.

FIG. 27



Las desviaciones estándar individuales se utilizan para calcular los intervalos.

FIG. 28

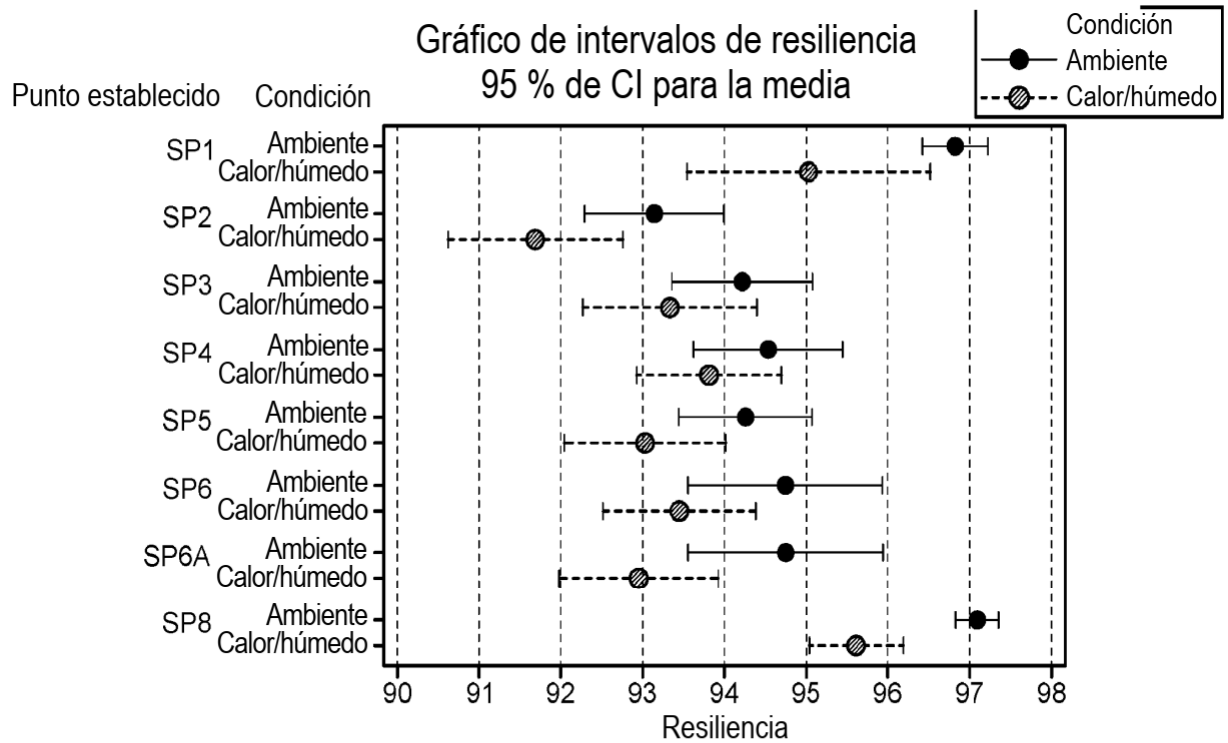


FIG. 29

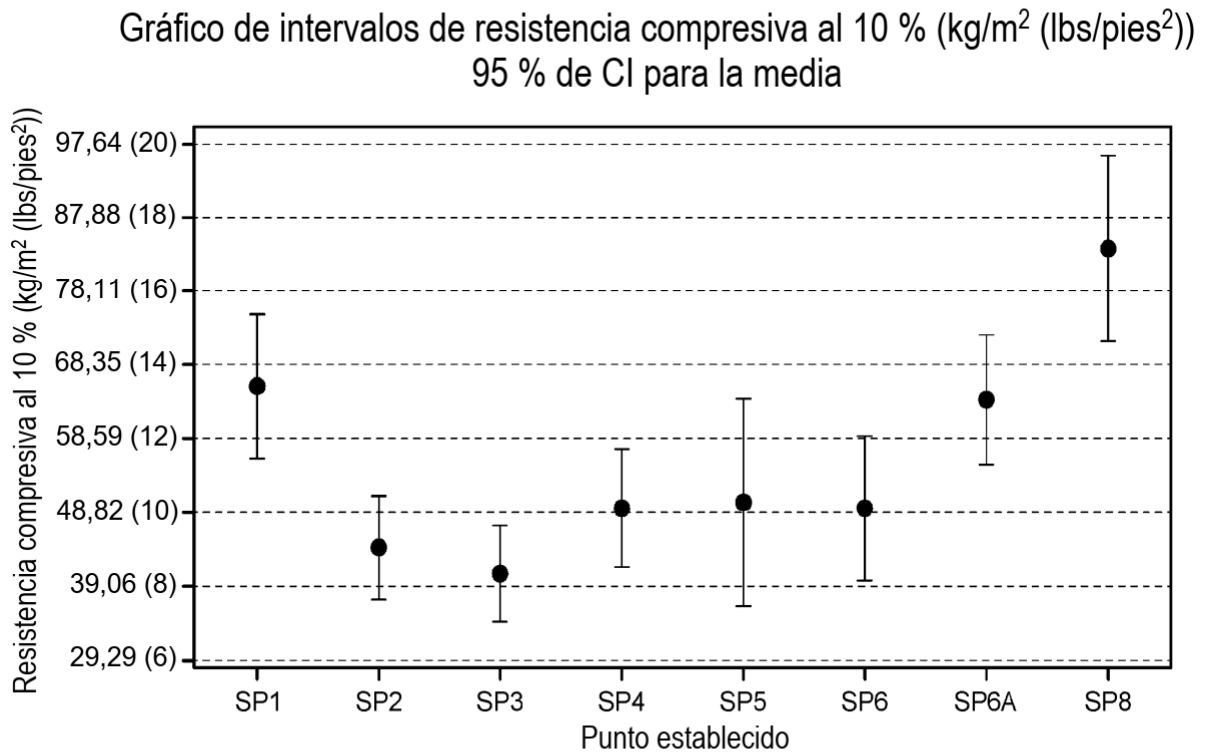
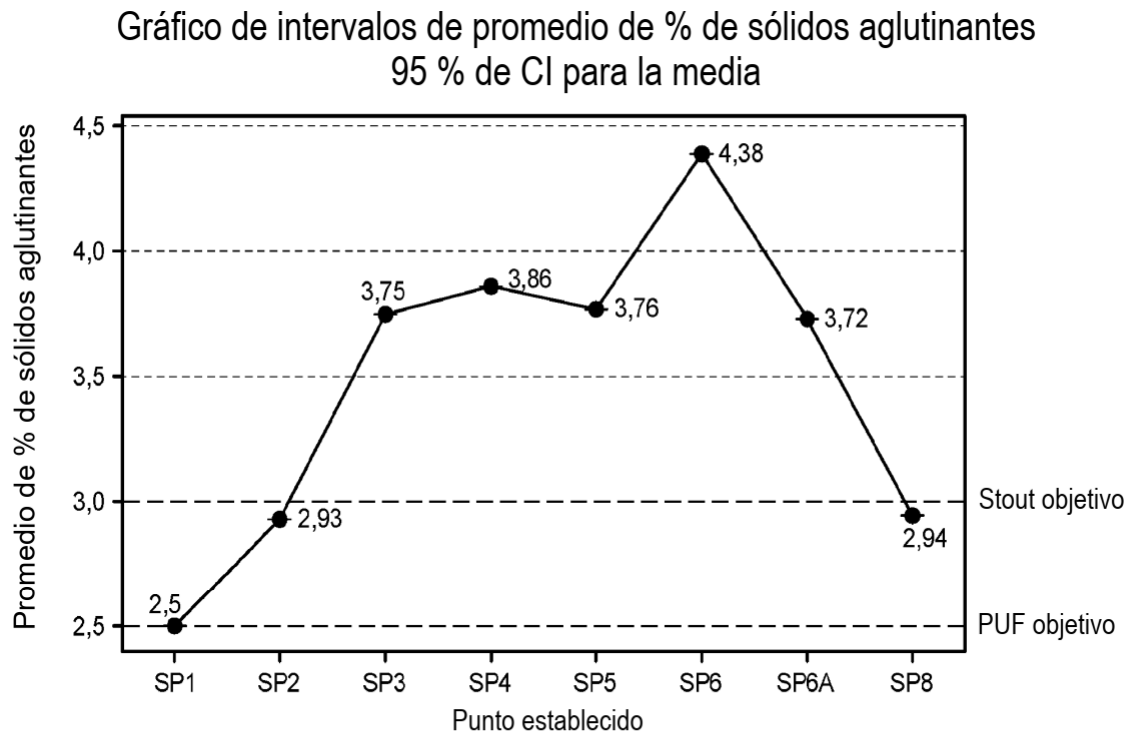
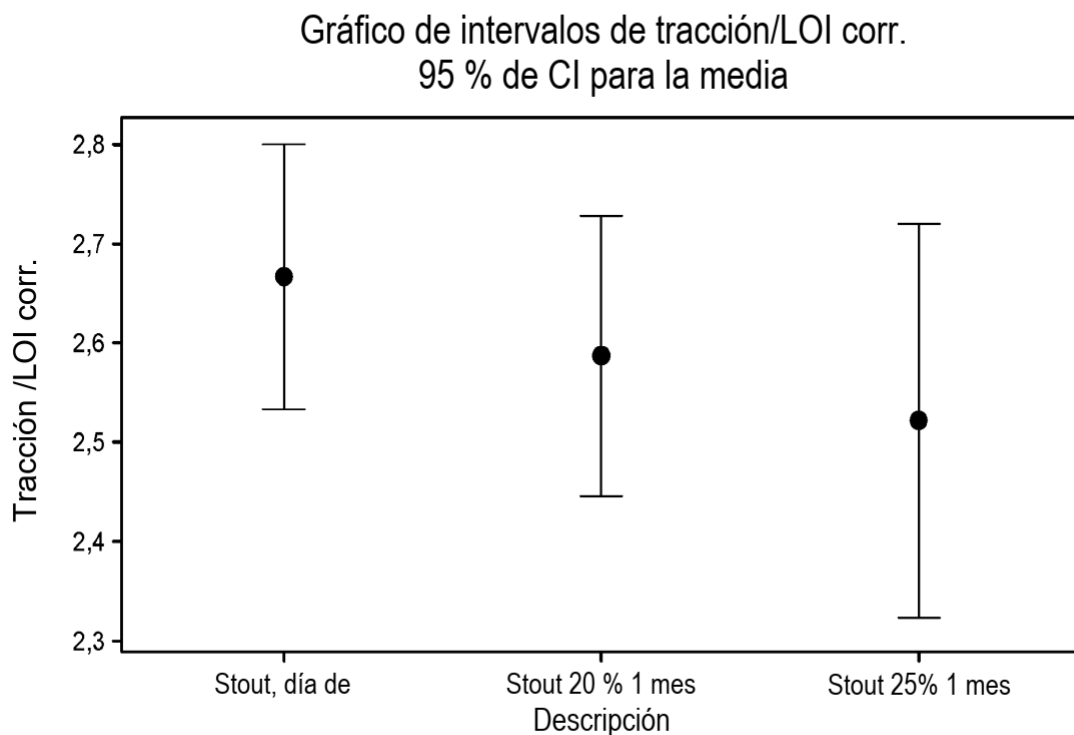


FIG. 30



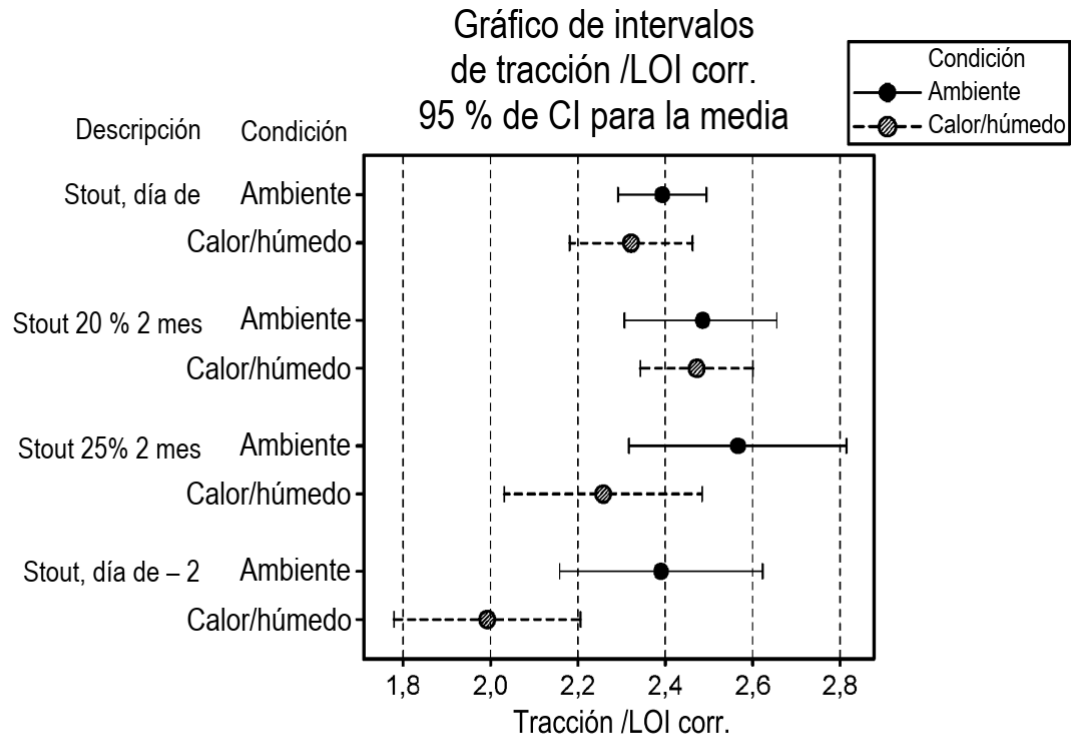
Las desviaciones estándar individuales se utilizan para calcular los intervalos.

FIG. 31



Las desviaciones estándar individuales se utilizan para calcular los intervalos. Curado a 204,44 °C (400 °F)

FIG. 32



Las desviaciones estándar individuales se utilizan para calcular los intervalos.

FIG. 33

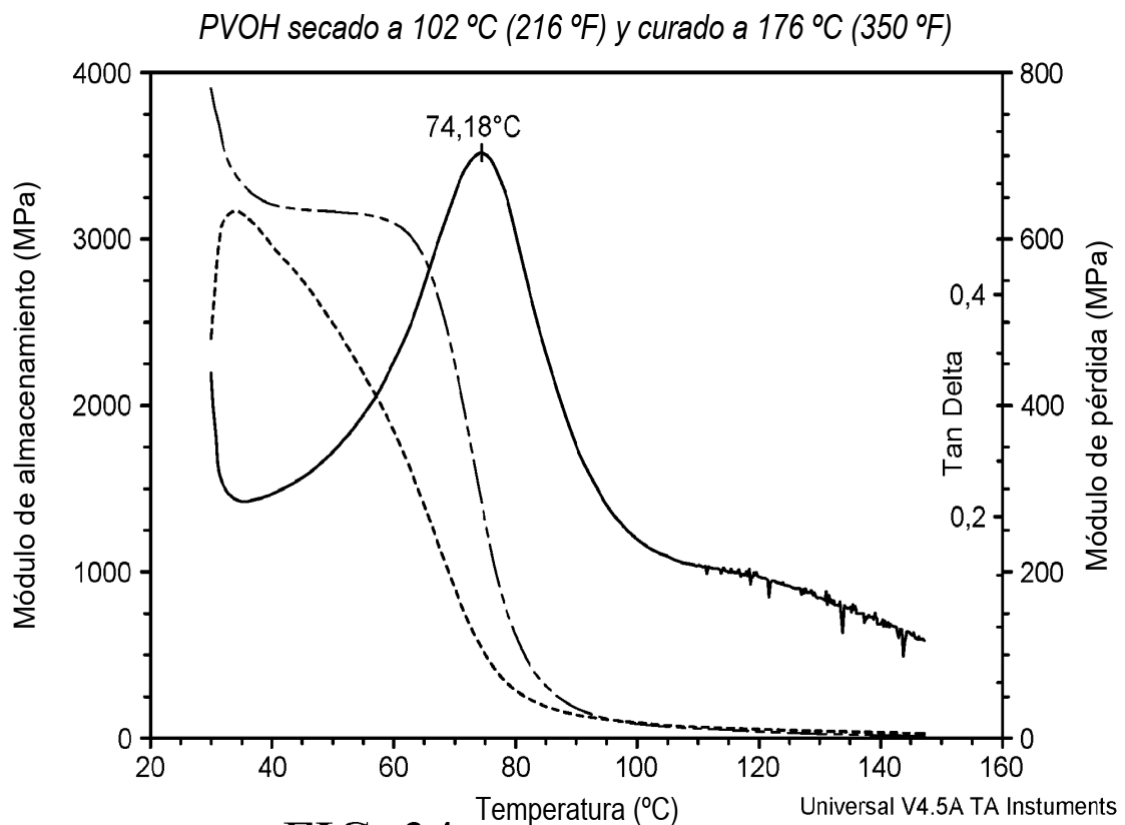


FIG. 34

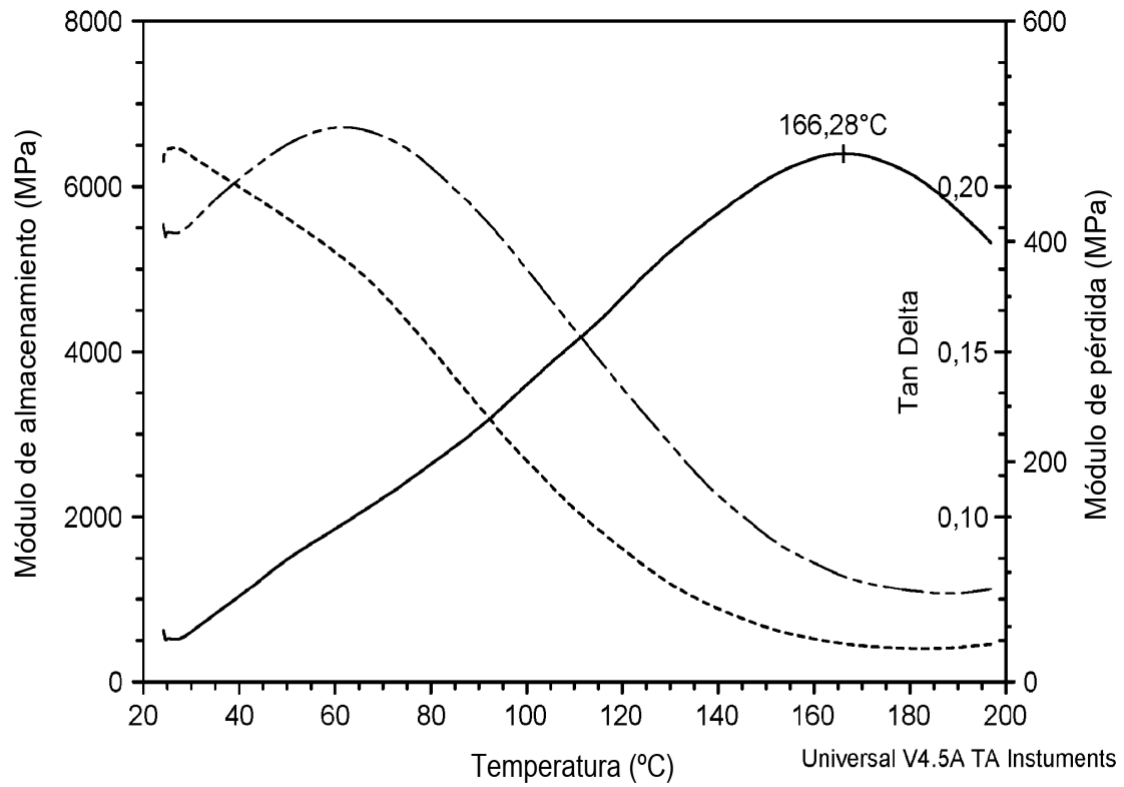


FIG. 35

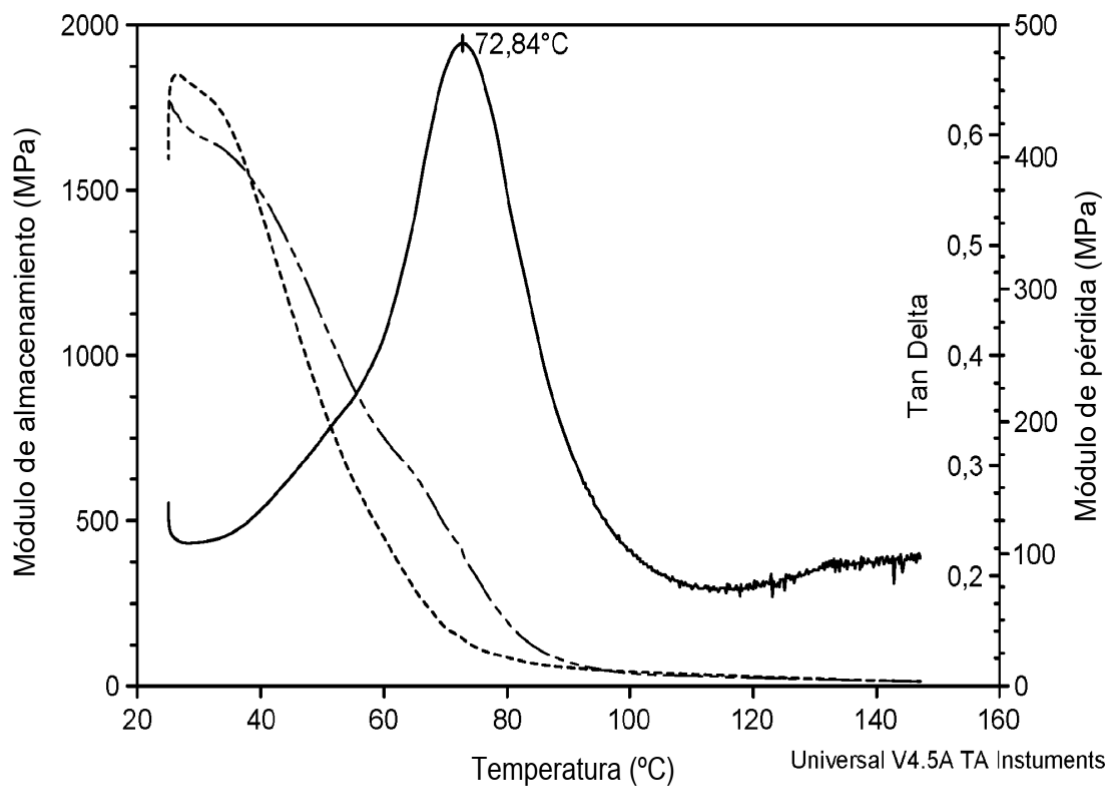


FIG. 36