



Superintendencia de  
Industria y Comercio



JUNIO 2024

BOLETÍN TECNOLÓGICO

# Técnicas de edición génica y su uso en el sector agrícola colombiano

Sistemas CRISPR-Cas





**Superintendencia de  
Industria y Comercio**



Luis Antonio Silva Rubio,  
Coordinador  
Andrea Bermúdez Huertas

o

**Investigación y preparación:**

Paola Mojica G.  
Sergio Cuéllar

**Edición:**

Juan Sebastián Cruz Camacho

**Diseño y diagramación:**

Nathalia Rodríguez González

**Fotografías y vectores:**

© www.freepik.com

**Colaboración de:**

Daniel F. Rojas Tapias  
Ximena Benavides Salazar  
Maria Hersilia Bonilla C.

**AGROSAVIA**

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

**Nota Legal**

Todos los contenidos, referencias, comentarios, descripciones y datos incluidos o mencionados en el presente boletín se ofrecen únicamente en calidad de información.





PRÓLOGO

4

PRESENTACIÓN

6

TENDENCIAS

10

CONTEXTO

40

FUTURO EN EL AHORA

52

ANEXOS

64



# PRÓLOGO

La Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), a través del Centro de Información Tecnológica y Apoyo a la Gestión de la Propiedad Industrial (CIGEPI), periódicamente publica boletines tecnológicos que contienen información detallada sobre las novedades y avances que se presentan en diferentes sectores tecnológicos. El objetivo de los documentos es ofrecer una visión clara y amplia sobre la evolución reciente de los sectores productivos, en los cuales la propiedad industrial se ha convertido en una estrategia empresarial clave.

La divulgación de información sobre las tendencias tecnológicas a nivel mundial llevada a cabo por el CIGEPI procura fortalecer la toma de decisiones de los innovadores nacionales frente a nuevas oportunidades de desarrollo e incentivar la innovación para generar productos y servicios con valor agregado que destaquen en el mercado y aumenten la competitividad y sostenibilidad de las empresas.

Este boletín tecnológico, titulado *Técnicas de edición génica y su uso en el sector agrícola colombiano. Sistemas CRISPR — Cas*, ofrece información puntual e informada sobre los avances y novedades en la materia, establece el estado de la técnica y busca generar soluciones a problemas tecnológicos e identificar tendencias, posibles líneas

de investigación y tecnologías de uso libre. En esta entrega, el uso de tecnologías de edición génica en la agricultura colombiana tiene especial relevancia y aporta información clave para las diferentes entidades encargadas de ejecutar las acciones de los objetivos de la *Política nacional de reindustrialización (CONPES 4129)*, así como las metas presentes en el *Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026* relacionadas con soberanía alimentaria, pues brinda información actualizada y confiable sobre cómo la edición génica (mediante la tecnología CRISPR-Cas) puede contribuir a la modernización y competitividad de la agricultura

nacional. Además, dado el análisis técnico de patentes y tendencias emergentes, este boletín constituye un referente para los actores del sector agrícola responsables de la formulación de políticas, ya que podrán basarse en lo aquí expuesto para orientar futuras regulaciones, identificar la importancia de generar alianzas y aumentar la inversión en investigación al comprender el potencial transformador de la edición génica en el contexto de la reindustrialización agrícola colombiana.

Si desea consultar otros boletines tecnológicos puede acceder a la página web de la SIC en el siguiente link:

<http://www.sic.gov.co/boletines-tecnologicos>

# PRESENTACIÓN



## Revolución en la edición génica: los sistemas CRISPR-Cas

**La edición génica, proceso que se lleva a cabo en laboratorio mediante técnicas de biología molecular, es la modificación de la información genética (ADN) de un organismo para obtener una o varias características deseadas.**

Además de resultar una herramienta poderosa para la investigación básica, ya que ayuda a comprender cómo operan los sistemas vivos, la edición génica ha recibido una gran atención debido a su potencial en los sectores de salud, dado su potencial en la cura de enfermedades; agricultura, dado que sirve para aumentar la productividad

y resistencia ambiental de los cultivos; y desarrollo de compuestos, ya que es útil para producir antibióticos, insulina y demás materiales con alto valor de bacterias y hongos. En los Estados Unidos, por ejemplo, se aprobó la terapia génica basada en CRISPR-Cas9 para tratar la anemia de células falciformes en humanos, que hasta ahora se consideraba incurable. Así mismo, en Israel, investigadores de la Universidad de Tel Aviv generaron una variedad de tomate con mayor eficiencia en el uso del agua; esta variedad presentó rendimientos y propiedades organolépticas similares a las de la variedad de tomate parental.

Si bien la edición génica ha estado en el radar científico y médico mundial

desde hace unos 40 años, lo que ha incrementado significativamente su interés a nivel global en la última década ha sido el desarrollo de las técnicas basadas en CRISPR-Cas (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* en inglés; o Repeticiones Palindrómicas Cortas Interespeciadas Agrupadas Regularmente en español). A diferencia las tecnologías precedentes, como las nucleasas de dedos de zinc o las proteínas TALEN, las técnicas basadas en CRISPR-Cas ofrecen un control y una facilidad de operación sin precedentes en el campo. La facilidad práctica y la precisión dadas por el uso de estos sistemas han tenido un impacto determinante en el desarrollo de nuevas biotecnologías con

aplicaciones en salud humana y animal, agricultura e industria.

Las técnicas CRISPR-Cas se basan en un mecanismo bacteriano de inmunidad adaptativa que previene la infección de las células con ADN foráneo. Actualmente se reconocen diferentes tipos de sistemas CRISPR-Cas, siendo CRISPR-Cas9, CRISPR-Cas12 y CRISPR-Cas13 un ejemplo de los más utilizados a nivel biotecnológico. Y aunque de forma general estos sistemas cumplen una función similar, no son iguales con respecto a sus mecanismos. Para comprender su estrategia de inmunidad, enfoquémonos en el sistema CRISPR-Cas9 y establezcamos: 1) qué es un arreglo CRISPR y 2) cuál es la función de la proteína Cas9. El término CRISPR designa una región de ADN del genoma bacteriano en la cual se intercalan secuencias variables con secuencias conservadas y repetitivas. El elemento variable del arreglo CRISPR determina la identidad de los elementos

de ADN ante los cuales se tiene inmunidad, mientras que el elemento repetitivo proporciona la base estructural del complejo que se formará con la proteína Cas9. La proteína Cas9 es una tijera molecular que corta el ADN bajo la guía de esos elementos variables; con fines clínicos y biotecnológicos, podemos manipular estas secuencias variables en el laboratorio con esta herramienta de alta precisión.

El sistema CRISPR-Cas9 permite cortar el ADN en la posición que deseemos y, dado que este corte siempre será reparado por las células, en dicho proceso se efectuarán los cambios necesarios para lograr las características deseadas en la secuencia de ADN. Notablemente, luego de que la modificación del ADN ocurre, el sistema CRISPR-Cas9 se elimina de las células para siempre. Este tipo de modificaciones, por lo tanto, no son transgénicas, pues no implican adición permanente alguna al ADN celular.

Actualmente se vienen desarrollando técnicas aún más precisas que el sistema original CRISPR-Cas9, tales como las variantes dCas9 (Cas9 catalíticamente inactiva), CRISPR activador (CRISPRa) o CRISPR de interferencia (CRISPRi), las cuales afectan la expresión de genes sin modificar en lo absoluto la secuencia de ADN. Además, el sistema de conversión de bases de ADN funciona sin la necesidad de cortes, lo cual facilita la corrección de mutaciones específicas en el ADN. Estos avances en la tecnología CRISPR-Cas9 han ampliado considerablemente las aplicaciones de la edición génica y han abierto nuevas posibilidades para la investigación biomédica y el desarrollo de terapias innovadoras. En resumen: la facilidad práctica y la precisión de uso de los sistemas CRISPR-Cas han tenido un impacto determinante en el desarrollo de nuevas biotecnologías.





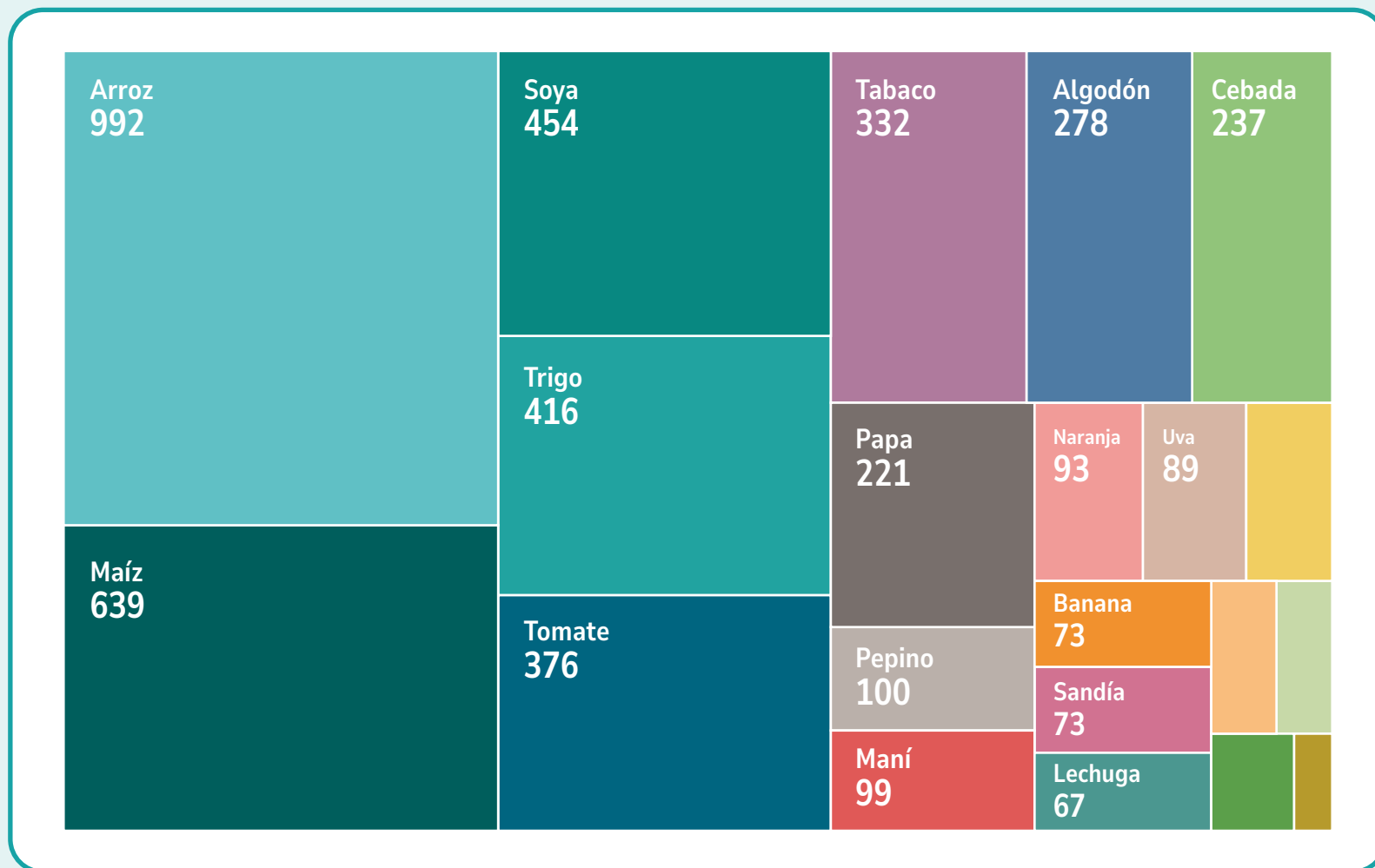
# TENDENCIAS



## Cultivos más importantes en patentes relacionadas con CRISPR-Cas



Según los datos, el cultivo con mayor número de familias de patentes es el arroz, con 992. Esto no sorprende, dado que es un alimento básico para una gran parte de la población mundial y mejorarlo usando CRISPR-Cas podría impactar significativamente la seguridad alimentaria global. Otro cultivo con alto número de familias de patentes es el maíz, con 639, seguido por la soya con 454 y el tomate con 376. Estos cultivos son clave en muchos productos alimenticios humanos y animales, por lo cual mejorarlos es de gran interés.



**Número de invenciones por cultivo**

Fuente: Derwent Innovation, 2024

**FIGURA 1**

Cultivos como el algodón (278 familias), el trigo (416 familias) y la papa (221 familias) también tienen un número considerable de patentes relacionadas con CRISPR-Cas. El algodón es un cultivo industrial importante,

mientras que el trigo y la papa son alimentos básicos en muchas partes del mundo. Las mejoras en estos cultivos podrían tener implicaciones para la industria textil y alimentaria.

Otros cultivos con una alta actividad inventiva incluyen frutas como la naranja (93 familias), la sandía (73 familias), la banana (73 familias) y la uva (89 familias); vegetales como el pepino (100 familias), la lechuga (67 familias), la coliflor (74 familias), la berenjena (48 familias), el brócoli (38 familias) y la zanahoria (41 familias); y otros como el maní (99 familias), la cebada (237 familias) y los champiñones (18 familias).

### Cultivos por año

1. La actividad inventiva en el campo de la tecnología CRISPR-Cas aplicada a cultivos ha experimentado un

crecimiento significativo en los últimos años.

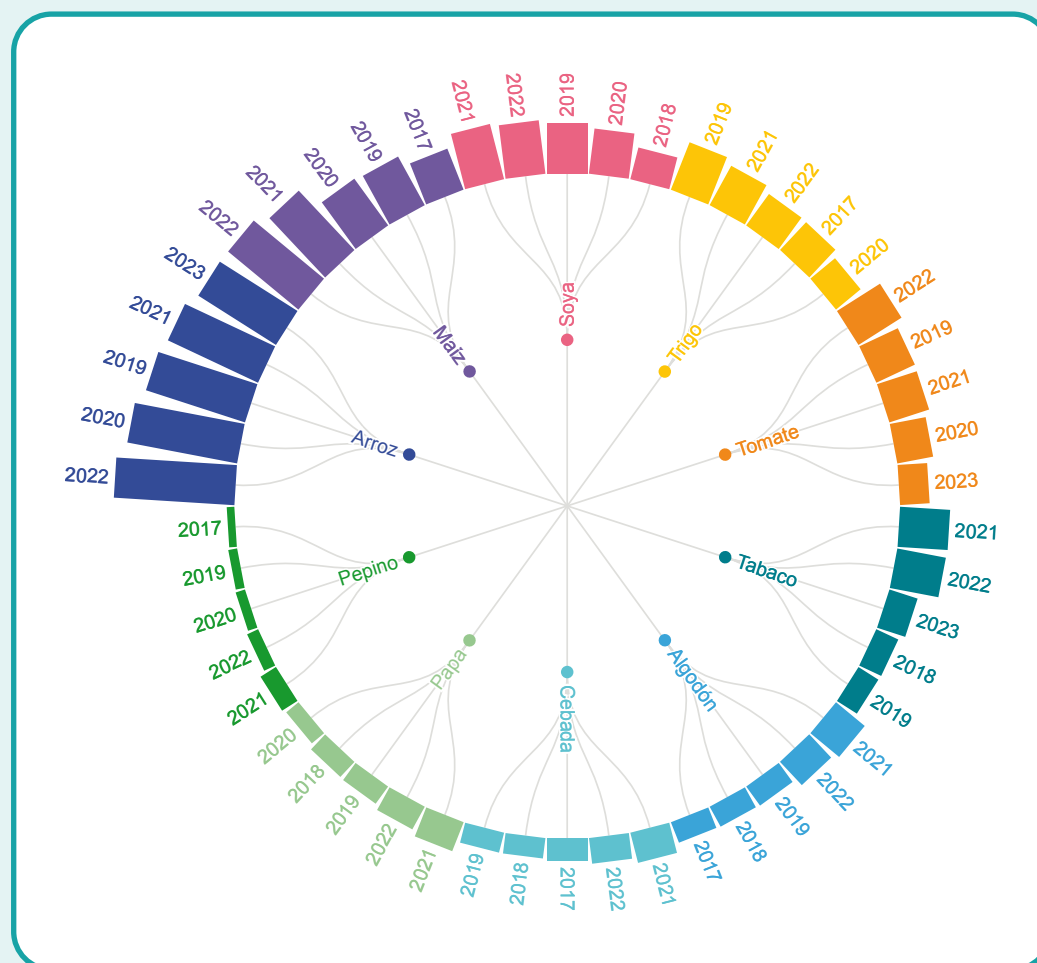
2. El arroz es el cultivo con mayor desarrollo tecnológico, ya que cuenta con la mayor cantidad de invenciones durante el período analizado: 159 en 2022, 147 en 2020, 137

en 2019, 131 en 2021 y 121 en 2023. Esto sugiere que la investigación y el desarrollo de nuevas variedades de arroz utilizando la tecnología CRISPR-Cas han sido un foco importante para los investigadores y las empresas del sector.

FIGURA 2

Número de invenciones solicitadas por año

Fuente: Derwent Innovation, 2024



**3.** Otros cultivos que han mostrado un desarrollo tecnológico notable son el maíz y la soya. El maíz tuvo 120 invenciones en 2022, 107 en 2021, 76 en 2020 y 73 en 2019; por su parte, la soya presentó 75 invenciones en 2021, 71 en 2022, 67 en 2019 y 60 en 2020. El impulso reciente de estos cultivos probablemente se deba a su importancia económica y su potencial para mejorar características agronómicas clave.

**4.** En cuanto a los cultivos con una gran cantidad de invenciones en el pasado, el trigo y el tabaco se destacan. El trigo tuvo 67 invenciones en 2019, 59 en 2021, 51 en 2022 y 50 en 2017; mientras, el tabaco presentó 66 invenciones en 2021, 65 en 2022 y 32 en 2018. Sin embargo, su actividad inventiva parece haber disminuido ligeramente en los últimos años en comparación con otros cultivos. Esto podría indicar que la investigación y el desarrollo relacionados con

estos cultivos han alcanzado cierta madurez o que el enfoque se ha desplazado hacia otros cultivos más prometedores.

**5.** El tomate, el algodón, la cebada y la papa se encuentran entre los cultivos emergentes. El tomate tuvo 67 invenciones en 2022, 55 en 2021 y 48 en 2020; el algodón presentó

49 invenciones en 2021 y 42 en 2022; la cebada tuvo 41 invenciones en 2021 y 34 en 2022; y la papa mostró 41 invenciones en 2021 y 34 en 2022. Esto sugiere que la aplicación de la tecnología CRISPR-Cas en estos cultivos está ganando interés y que podrían convertirse en áreas de enfoque para en el futuro próximo.



## Principales aplicaciones biotecnológicas y agrícolas de CRISPR-Cas

La información analizada demuestra que las invenciones relacionadas con CRISPR-Cas en la agricultura se están enfocando principalmente en las siguientes **áreas**:

**1. Resistencia a plagas y enfermedades:** las patentes revelan un enfoque significativo en la introducción de genes de resistencia y la modificación de genes susceptibles para mejorar la resistencia de los cultivos al estrés biótico.

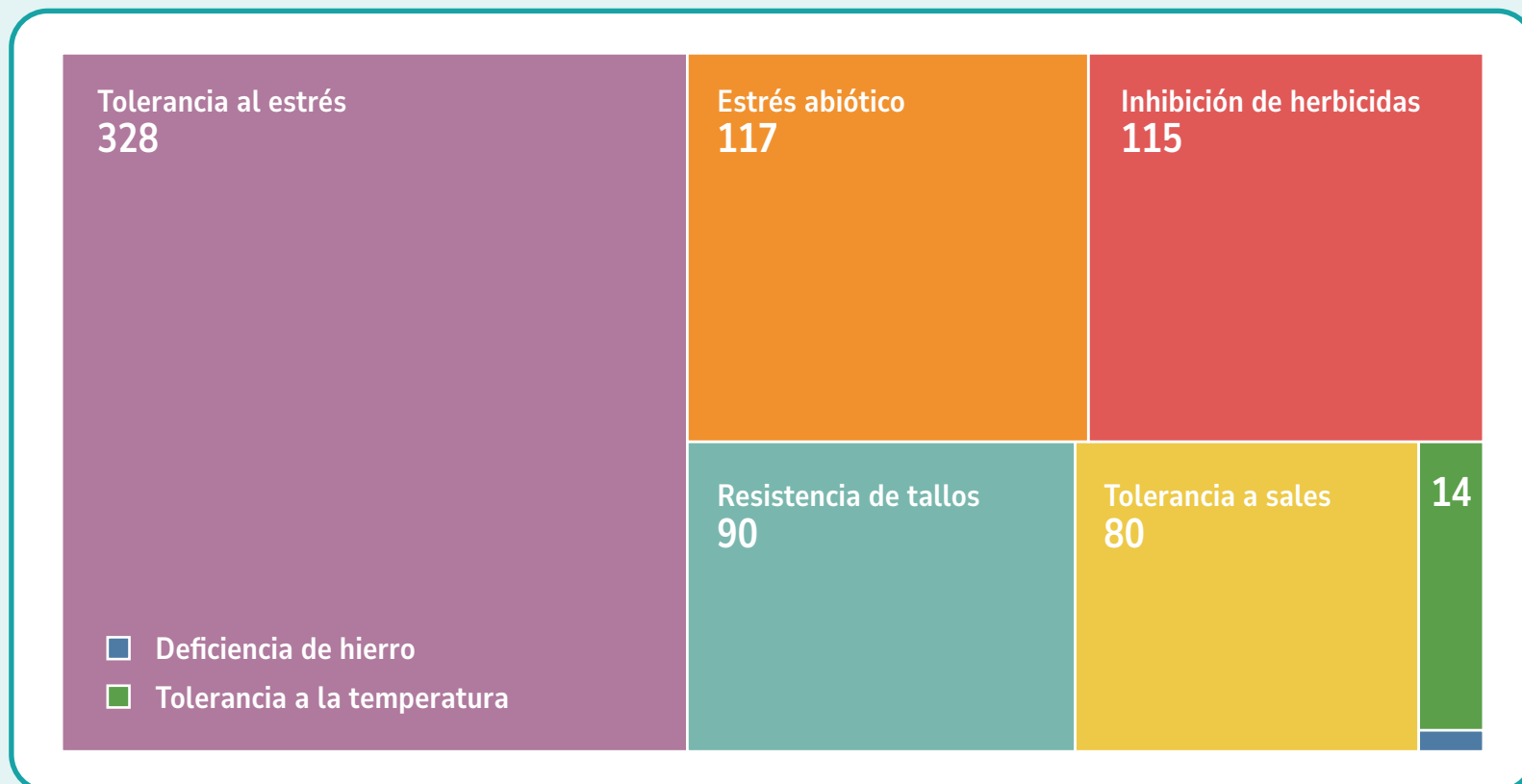
**2. Tolerancia a estrés abióticos:** las patentes muestran el uso de CRISPR-Cas para manipular genes relacionados con la respuesta al estrés, lo que resulta en variedades adaptadas a condiciones ambientales adversas, tales como sequía, salinidad y temperaturas extremas.

**3. Mejora de características agronómicas y de calidad:** Las patentes demuestran el interés en aspectos como el aumento del rendimiento, la eficiencia en el uso de nutrientes, la modificación de la composición nutricional y la optimización de características deseables para el procesamiento y el consumo.

**4. Desarrollo de plantas transgénicas:** se están creando variedades con características novedosas para utilizarse en la fabricación de compuestos farmacéuticos y productos industriales.

**5. Aplicaciones en cultivos específicos:** priman el mejoramiento del rendimiento y la calidad de los cultivos de importancia agrícola, como soja, maíz, arroz, trigo, tomate y papa.

La mayor cantidad de invenciones está relacionada con la tolerancia al estrés, con un total de 328 invenciones, lo que demuestra un enfoque significativo en esta área. Le sigue estrés abiótico, con 117 invenciones, y después inhibición de herbicidas con 115 invenciones. Además, encontramos 90 invenciones en resistencia de tallos, 80 en tolerancia de sales y 14 en tolerancia a la temperatura, lo que indica un interés considerable en mejorar la resistencia de las plantas a diferentes tipos de estrés ambiental. La siguiente distribución resalta las áreas clave donde se concentran los esfuerzos innovadores para mejorar la resistencia y adaptación de las plantas.



### Aplicaciones principales de CRISPR-Cas en agricultura

Fuente: Derwent Innovation, 2024

#### FIGURA 3

Estos son los principales **cluster temáticos** relacionadas con CRISPR-Cas y agricultura:

#### Clúster 1: técnicas de edición genética y mejoramiento de cultivos

Las principales tendencias aquí incluyen la edición de genes, el desarrollo de plantas transgénicas y la

modificación genética para obtener rasgos deseados. También se mencionan técnicas como el *knockout* de genes y la mutagénesis dirigida. Los principales temas de edición genómica son:

- Edición y regulación genómica
- Resistencia a sequías
- Resistencia a la temperatura



### Clúster 2: mejoramiento genético de plantas

Predominan aspectos como la generación de plantas modificadas genéticamente, la mejora de la resistencia a enfermedades y la tolerancia a estreses abióticos. También se abordan temas relacionados con la expresión génica y la regeneración de plantas. Principales temas:

- Modificación genética
- Uso de nitrógeno

Los términos relacionados con usos agrícolas fueron: tolerancia a sequías y sales, así como resistencia a herbicidas.

### Clúster 3: desarrollo de plantas transgénicas

Priman temas como la introducción de genes foráneos, el cultivo de plantas transgénicas y la generación de plantas con características mejoradas. También se

mencionan aspectos regulatorios y de bioseguridad relacionados con las plantas transgénicas. Principales temas:

- Plantas transgénicas
- Cassetes de expresión

Términos relacionados con usos agrícolas: tolerancia a herbicidas, resistencia a insectos, resistencia al estrés, mejora de la producción.

### Clúster 4: aplicaciones agrícolas de CRISPR-Cas

Destacan aspectos como la mejora de la resistencia a enfermedades, la tolerancia a herbicidas y la mejora de características agronómicas. También se discuten temas relacionados con la edición de genomas de plantas y la generación de variación genética. Principales temas:

- Plantas editadas
- Enfermedades fúngicas
- Predación de insectos
- Estrés abiótico

Términos relacionados con usos agrícolas: enfermedades fúngicas, estrés abiótico, resistencia a herbicidas, tolerancia a sequías.

### Clúster 5: mejoramiento de cultivos y resistencia a enfermedades

Se mencionan temas como la introducción de genes de resistencia, la mejora de la tolerancia a estreses bióticos y abióticos, así como el desarrollo de variedades mejoradas en su respuesta a las enfermedades. También se discuten aspectos relacionados con la calidad y el rendimiento de los cultivos. Principales temas:

- Resistencia al desplazamiento de tallos
- Deficiencia de hierro
- Tolerancia a pesticidas

### Clúster 6: mejoramiento de características agronómicas y de calidad

Se mencionan aspectos como la mejora del rendimiento, la calidad nutricional, la resistencia a plagas y enfermedades, así como la adaptación a condiciones ambientales adversas. También se abordan la modificación de rutas

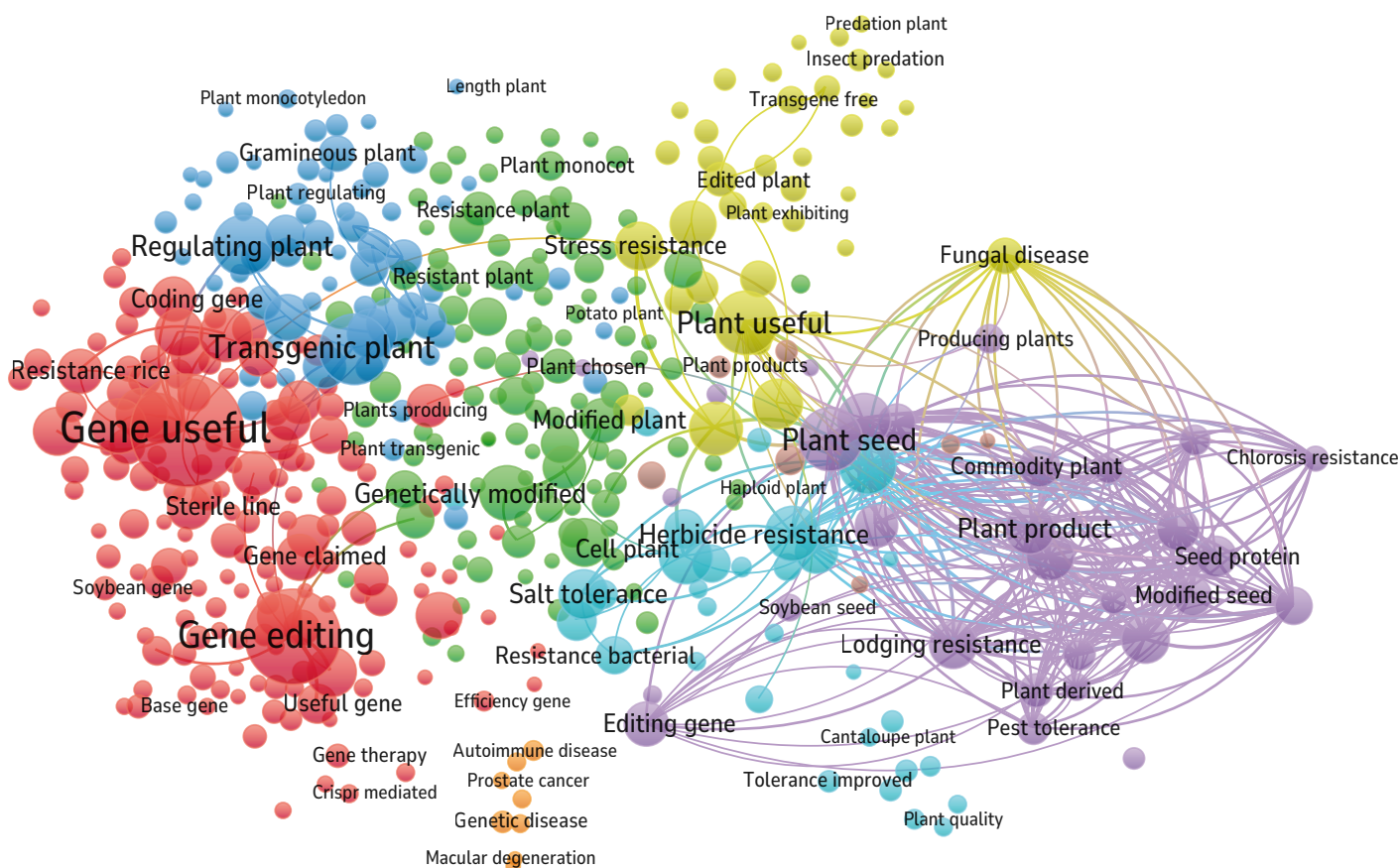
metabólicas y la biofortificación de cultivos. Principales temas:

- Semillas
- Componentes nutricionales
- Tolerancia a herbicidas
- Incremento de azúcares
- Tolerancia a estrés abiótico
- Resistencia a insectos

**FIGURA 4**

**Cluster temáticos relacionadas con CRISPR-Cas y agricultura**

Fuente: Derwent Innovation, 2024



## Aplicaciones vs cultivos

La siguiente tabla presenta la relación entre las aplicaciones y cultivos teniendo como base el número de patentes en el que se encuentra esta relación.

### Relación aplicaciones con cultivos

Fuente: Derwent Innovation, 2024

**TABLA 1**

Aplicación	Algodón	Arroz	Banana	Berenjena	Brócoli	Cebada	Champiñón	Coliflor	Lechuga	Maíz	Maní	Naranja	Papa	Pepino	Sandía	Soya	Tabaco	Tomate	Trigo	Uva	Zanahoria
Deficiencia de hierro	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0
Estrés abiótico	36	56	21	3	5	42	0	4	5	62	4	5	32	22	17	50	31	37	55	23	4
Inhibición de herbicidas	38	49	16	2	0	31	0	4	6	54	4	4	31	21	21	65	26	29	48	19	4
Resistencia de tallos	4	18	3	1	2	9	1	2	3	20	1	4	5	8	4	48	5	13	11	5	3
Tolerancia a la temperatura	1	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	2	10	1	1	0
Tolerancia a sales	5	34	4	1	2	7	0	1	5	20	0	1	2	2	2	11	4	9	10	1	2
Tolerancia al estrés	67	142	32	10	7	61	3	11	17	121	18	9	50	28	28	86	61	83	93	35	11

Según los datos presentados en la tabla, las patentes relacionadas con la tolerancia al estrés abiótico y la inhibición de herbicidas son las más comunes en la mayoría de los cultivos clave, por lo cual también se puede concluir que concentran la investigación y el desarrollo.

Sin embargo, la distribución de las patentes varía considerablemente entre los diferentes cultivos. Algunos de estos, como el maíz, el arroz, la soya y el trigo, tienen un gran número de patentes en múltiples categorías, lo que indica un enfoque más amplio en la mejora de estos. Por ejemplo, el maíz tiene 62 patentes relacionadas con el estrés abiótico, 54 patentes sobre la inhibición de herbicidas y 20 patentes sobre la resistencia de tallos. Esto sugiere que la investigación en maíz abarca una amplia gama de características deseables.

Por otro lado, algunos cultivos tienen un enfoque más específico en ciertas áreas, como la soya, que tiene un número especialmente alto de patentes relacionadas con la inhibición de herbicidas (65) en comparación con otras categorías, lo que sugiere que la resistencia a los herbicidas es una prioridad clave en la mejora de este cultivo. De manera similar, el tomate tiene un número relativamente alto de patentes relacionadas con la tolerancia al estrés (83) y la tolerancia a la temperatura (10), lo que en este cultivo indica el predominio de invenciones relacionadas con enfrentar condiciones adversas.

Además de los cultivos mencionados anteriormente, la tabla también proporciona información sobre las patentes relacionadas con otros cultivos importantes. El algodón, por ejemplo, demuestra la prioridad de patentes relacionadas con el estrés abiótico (36) y la inhibición de herbicidas (38).

La cebada y el trigo también muestran un patrón similar, con un enfoque en el estrés abiótico (42 y 55 patentes, respectivamente) y la inhibición de herbicidas (31 y 48 patentes, respectivamente). Esto indica que la investigación en estos cereales se centra en mejorar su capacidad para hacer frente a condiciones ambientales adversas y en desarrollar variedades resistentes a los herbicidas.

Los cultivos de frutas y hortalizas —como la banana, la berenjena, el brócoli, la coliflor, la lechuga, la naranja, la papa, el pepino, la sandía, la uva y la zanahoria— tienen un número relativamente menor de patentes en comparación con los cultivos principales como el maíz, el arroz y la soya. Sin embargo, estos cultivos tienen patentes en varias categorías, lo que sugiere que sus características también interesan en la investigación y el desarrollo.

Es significativo observar que algunos cultivos tienen un enfoque más específico en ciertas áreas. Por ejemplo: la papa tiene un número notable de patentes relacionadas con el estrés abiótico (32) y la inhibición de herbicidas (31), mientras que la uva tiene un mayor énfasis en el estrés abiótico (23) en comparación

con otras categorías. El tabaco, aunque no es un cultivo alimentario, también tiene un número significativo de patentes, especialmente en las áreas de estrés abiótico (31), inhibición de herbicidas (26) y tolerancia al estrés (61). Esto sugiere que la investigación en tabaco se centra en mejorar su resistencia a factores

ambientales y en desarrollar variedades resistentes a los herbicidas.

## CRISPR-Cas9

Los datos demuestran que el sistema CRISPR-Cas9 es el más ampliamente utilizado en todas las categorías, con un número



significativamente mayor de invenciones en comparación con otros tipos de Cas; tiene el mayor número de invenciones relacionadas con la tolerancia al estrés (210), seguido de la inhibición de herbicidas (73) y el estrés abiótico (67). Esto indica que el sistema Cas9 es la herramienta preferida para la investigación y el desarrollo de cultivos mejorados con una mayor resistencia a factores ambientales adversos y a los herbicidas.

Otros sistemas CRISPR-Cas, como Cas1, Cas2, Cas3, Cas4, Cas5, Cas6, Cas7 y Cas8 también se utilizan en diversas aplicaciones, pero en una medida mucho menor en comparación con Cas9. Por ejemplo: Cas1 tiene el segundo mayor número de invenciones después de Cas9, con 21 invenciones relacionadas con la tolerancia al estrés, 15 sobre la inhibición de herbicidas y 11 sobre el estrés abiótico. Esto implica que, aunque Cas9 es el sistema predominante, otros

sistemas Cas también tienen un papel en la investigación y el desarrollo de cultivos mejorados.

Por su parte, algunos sistemas Cas, como Cas10 y Cas11, tienen un número muy limitado de invenciones asociadas; son los sistemas menos explorados o menos adecuados para las aplicaciones de mejora de cultivos. Además,

la tabla muestra que ciertas aplicaciones, como la deficiencia de hierro, no tienen patentes asociadas con ningún tipo de sistema Cas. Esto puede indicar que la investigación y el desarrollo en esta área específica aún no han aprovechado la tecnología CRISPR-Cas o que se están utilizando enfoques alternativos.



Aplicación	cas1	cas2	cas3	cas4	cas5	cas6	cas7	cas8	cas9	cas10	cas11	cas12	cas13
Deficiencia de hierro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estrés abiótico	11	4	5	4	4	4	4	4	67	2	0	9	3
Inhibición de herbicidas	15	5	6	5	5	6	5	5	73	5	0	12	0
Resistencia de tallos	3	1	1	1	1	1	1	1	66	1	0	2	1
Tolerancia a la temperatura	2	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	2	0
Tolerancia a sales	5	2	2	2	2	2	2	2	53	0	0	3	2
Tolerancia al estrés	21	9	11	9	9	9	9	9	210	7	0	16	5

### Sistema Cas vs aplicaciones

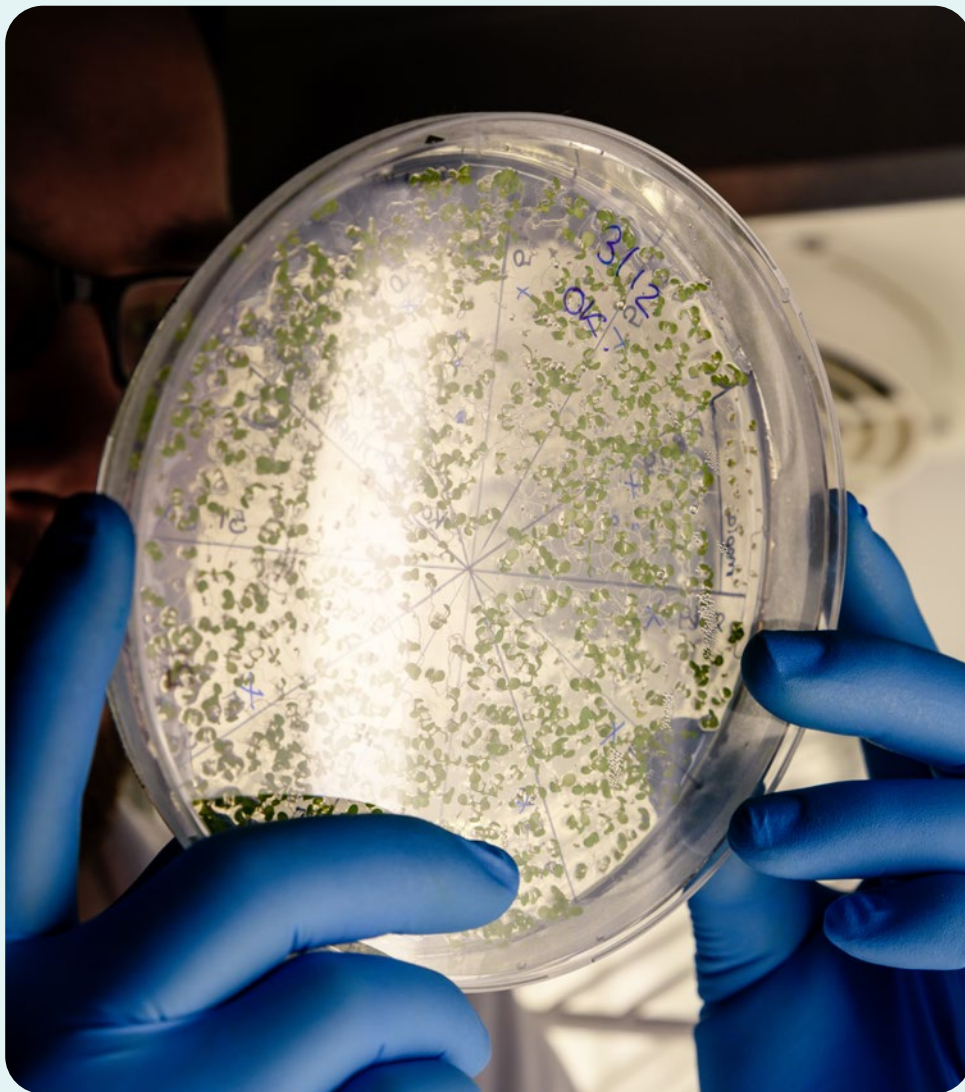
Fuente: Derwent Innovation, 2024

**TABLA 2**

Se puede observar que el sistema CRISPR-Cas9 es el más ampliamente utilizado en todos los cultivos, con un número significativamente mayor de invenciones en comparación con otros tipos de Cas. El arroz, además, tiene el mayor número de invenciones asociadas con Cas9 (790), seguido por el maíz (438), la soya (312), el

trigo (263) y el tomate (257). Esto permite concluir que el sistema Cas9 es la herramienta preferida para la investigación y el desarrollo de mejoras en estos cultivos importantes.

Otros cultivos, como el algodón, la papa, la cebada y el tabaco, también tienen un número considerable de invenciones



relacionadas con Cas9, el sistema más ampliamente utilizado. Otros sistemas Cas también tienen un papel en la investigación y el desarrollo de cultivos mejorados, como Cas1 y Cas12, que tienen el segundo y tercer mayor número de invenciones después de Cas9 en la mayoría de los cultivos.

También observamos que algunos cultivos —como el champiñón, la berenjena, la sandía y la uva— tienen un número relativamente menor de invenciones asociadas con los sistemas CRISPR-Cas en comparación con otros cultivos. Esto puede indicar que la investigación y el desarrollo en estos cultivos específicos están menos avanzados o que se están utilizando enfoques alternativos.

Base de datos internacional:

<https://1drv.ms/x/s!Ar8SBmCzFgQWhzkyv9WzE1IMEGhH?e=PNWohD>

### TABLA 3

#### Cultivos vs Cas

Fuente: Derwent Innovation, 2024



Cultivos	cas1	cas2	cas3	cas4	cas5	cas6	cas7	cas8	cas9	cas10	cas11	cas12	cas13
Algodón	44	11	16	11	13	12	14	14	170	13	1	34	12
Arroz	84	8	13	8	10	10	12	12	790	8	1	71	21
Banana	10	3	3	2	2	2	2	1	30	1	0	8	1
Berenjena	10	2	2	1	1	1	1	1	27	1	0	9	1
Brócoli	12	2	4	2	3	3	3	3	23	2	0	6	4
Cebada	34	5	11	5	7	5	8	8	126	7	1	28	8
Champiñón	4	2	2	2	2	1	2	2	14	2	0	2	0
Coliflor	14	2	2	2	2	2	2	2	49	2	0	10	3
Lechuga	17	4	4	3	3	3	3	3	37	3	0	16	5
Maní	19	4	8	3	4	4	6	5	70	5	0	16	4
Maíz	69	13	20	13	16	16	18	19	438	14	2	54	18
Naranja	22	3	5	3	3	1	4	3	59	3	0	18	9
Papa	42	9	15	9	10	9	11	11	137	10	0	34	12
Pepino	21	5	5	5	5	5	5	5	54	5	0	17	5
Sandía	13	2	2	1	1	1	1	1	38	1	0	12	1
Soya	57	13	19	14	16	16	18	18	312	13	1	44	16
Tabaco	36	8	12	7	8	8	9	9	244	9	1	28	17
Tomate	47	13	21	12	14	11	15	16	257	13	1	34	12
Trigo	54	10	18	10	13	13	15	15	263	12	1	43	15
Uva	10	1	3	2	2	2	2	2	41	1	0	9	4
Zanahoria	12	3	2	2	2	2	2	2	25	2	0	9	4

## Tendencias a nivel nacional

Analizadas las 74 solicitudes de patentes identificadas a nivel nacional, encontramos que estas se enfocan en:

- Mejoramiento de las características agronómicas y de calidad (domesticación de algunas especies de plantas; mejora de fenotipos para aumentar características como la fijación de nitrógeno, tamaño o calidad de las semillas, entre otras).
- Composiciones de herbicida para controlar la vegetación no deseada, plantas dañinas o proteger las plantas de hongos y bacterias.
- Resistencia contra plagas como la de *Coleoptera*,

*Lepidoptera*, *Hemiptera* y *Thysanopteran* o enfermedades como las presentes en la soja.

- Las aplicaciones específicas para *Cannabis*, cebada, arroz, tabaco, maíz, soja y banano.
- Desarrollo de plantas transgénicas.

### Base de datos nacional:

<https://1drv.ms/x/s!Ar8SBmCzFgQWhzjhyXB6vng6eyVc?e=VN7p1a>

Mejora de características agronómicas y de calidad  
**24**

Herbicidas y control de plagas  
**24**

Resistencia a herbicidas, plagas y enfermedades  
**18**

Desarrollo de plantas transgénicas  
**13**

### FIGURA 5

### Tendencias a nivel nacional

Fuente: Derwent Innovation, 2024

## Patentes clave

Patente 1	CN113337536
Hipervínculo	<a href="https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=20210903&amp;CC=CN&amp;NR=113337536A&amp;KC=A">https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=20210903&amp;CC=CN&amp;NR=113337536A&amp;KC=A</a>
Título original	<b>Application of RS2Z32 gene as plant immunity negative regulation factor in improvement of crop resistance</b>
Título en español	<b>Aplicación del gen RS2Z32 como factor de regulación negativa de la inmunidad de las plantas en la mejora de la resistencia de los cultivos</b>
Oficina destino	China
Estado	Dominio público en Colombia
Solicitante	Nanjing Agricultural University (China)
Tendencia	Desarrollo de plantas transgénicas
Contenido técnico	Aplicación de un gen RS2Z32 como factor de regulación negativa asociado a la inmunidad de las plantas para mejorar la resistencia de los cultivos. El gen RS2Z32 puede mejorar significativamente la inmunidad de las plantas y mejorar su resistencia a la <i>Phytophthora infestans</i> . El gen RS2Z32 se elimina de plantas como <b>tomates, patatas, tabaco, arroz, trigo, maíz, soja, algodón y similares</b> mediante el uso de CRISPR-Cas9 y otras tecnologías de edición de genes.
Opinión del experto	El gen RS2Z32 pertenece a la familia de proteínas ricas en arginina y serina que actúan como factores de regulación de <i>splicing</i> alternativo en diferentes especies vegetales. Según la literatura, este gen responde diferencialmente a diversas condiciones de estrés, por lo cual está potencialmente involucrado en este tipo de respuestas celulares. En esta patente, los autores emplean la tecnología CRISPR-Cas9 y otras para generar variantes de diversos tipos de plantas que carecen de RS2Z32. Ellos sostienen que la delección de este gen tiene un efecto positivo tanto en la resistencia del <b>tomate</b> a la infección con <i>P. infestans</i> como en la resistencia a diversos estreses bióticos.

Patente 2	AR124149
Hipervínculo	<a href="https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=20230222&amp;CC=AR&amp;NR=124149A1&amp;KC=A1">https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=20230222&amp;CC=AR&amp;NR=124149A1&amp;KC=A1</a>
Título original	<b>Method for producing browning-suppressed potato plant using crispr/cas9 system</b>
Título en español	<b>Método para producir plantas de papa con pardeamiento suprimido mediante el sistema CRISPR- Cas9</b>
Oficina destino	China, Corea del Sur, Argentina, OMPI y EPO
Estado	Dominio público en Colombia
Solicitante	Toolgen Inc (Corea del Sur)
Tendencia	Mejoramiento de características agronómicas y de calidad
Contenido técnico	Método para producir una planta de <b>papa</b> con genoma editado mediante pardeamiento suprimido a través de la transfección de un protoplasto de <b>papa</b> con un complejo de RNP (ribonucleoproteína) que contiene sgRNA dirigido al gen StPPO2 (polifenol oxidasa 2 de <i>Solanum tuberosum</i> ). Dado que este método no implica la inserción de un gen extraño e incluye solo una pequeña mutación que apenas se distingue de la natural, se espera que —a diferencia de los cultivos GMO (organismos modificados genéticamente), que requieren una gran cantidad de costo y tiempo para evaluar la seguridad y los impactos medioambientales negativos— ahorre costos y tiempo.

## Patente 2

## AR124149

Opinión del  
experto

Las polifenol oxidasas catalizan la conversión de diversos sustratos fenólicos, los cuales son antioxidantes naturales para sus respectivas quinonas. Notablemente, la producción de estas quinonas suele estar acompañada de la formación de precipitados de color oscuro, los cuales pueden ocurrir tanto en **frutas** como en **vegetales**. Este proceso se conoce como pardeamiento enzimático y es la causa de cambios en las propiedades organolépticas de diversos productos vegetales. Los autores de esta patente reportan un método para generar plantas de **papa** con menor pardeamiento enzimático a través de la inactivación del gen StPPO2 empleando la tecnología CRISPR-Cas9. El método consiste en la transfección de un protoplasto que alberga el complejo de la proteína Cas9 con un RNA guía con complementariedad a la secuencia de ADN del gen StPPO2. El resultado esperado es la inactivación del gen StPPO2 y en consecuencia la generación de plantas con menor pardeamiento enzimático. En la industria la prevención del pardeamiento enzimático se realiza empleando tratamientos físicos y químicos que pueden afectar las propiedades organolépticas de los alimentos y también representar un potencial riesgo para la salud humana.

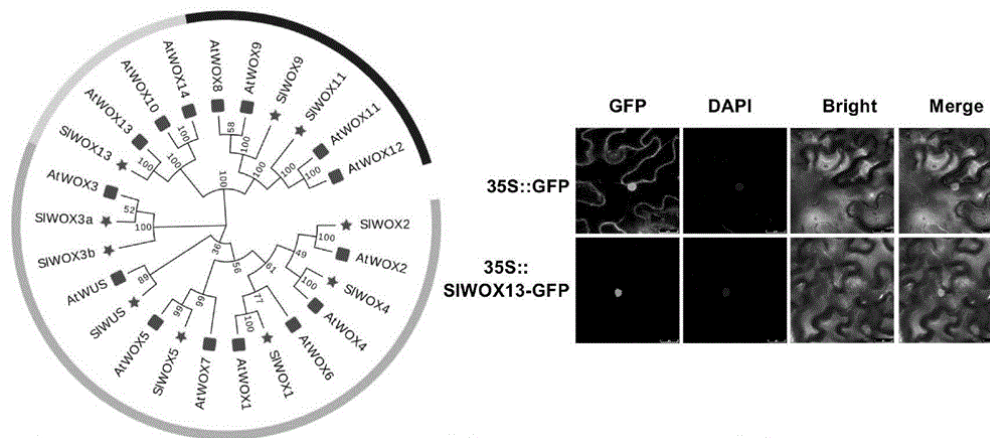
<b>Patente 3</b>	<b>CN115873086</b>
<b>Hipervínculo</b>	<a href="https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EP&amp;ODOC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=20230331&amp;CC=CN&amp;NR=115873086A&amp;KC=A">https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EP&amp;ODOC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=20230331&amp;CC=CN&amp;NR=115873086A&amp;KC=A</a>
<b>Título original</b>	<b>Tomato transcription factor SlWOX13 gene and protein and application thereof</b>
<b>Título en español</b>	<b>El gen y la proteína del factor de transcripción SlWOX13 del tomate y su aplicación</b>
<b>Oficina destino</b>	China
<b>Estado</b>	Dominio público en Colombia
<b>Solicitante</b>	South China Botanical Garden (China)
<b>Tendencia</b>	Técnicas de edición genética y mejoramiento de cultivos
<b>Contenido técnico</b>	<p>Gen del factor de transcripción de tomate SlWOX13 que puede responder a una señal de etileno y participa en la regulación del proceso de maduración de frutos. El análisis de localización subcelular muestra que el gen está localizado en el núcleo de una célula y tiene actividad de activación transcripcional. La sobreexpresión del gen en frutos de <b>tomate</b> encuentra que la expresión de genes relacionados con la síntesis de etileno y la transducción de señales promueve la maduración de los frutos. El gen se elimina mediante el uso de una tecnología Crispr-Cas9, de modo que la expresión del gen relacionado se regula negativamente y se retrasa la maduración de la fruta. Por lo tanto, el gen SlWOX13 puede regular y controlar el tiempo de maduración de los frutos.</p>

## Patente 3

## CN115873086

Opinión del  
experto

SlWOX13 es un gen que codifica para un factor de transcripción en plantas de **tomate**. Un factor de transcripción es una proteína con la capacidad de efectuar diversos procesos celulares mediante la activación o inactivación de uno o varios genes. En tomate, SlWOX13 tiene un rol fundamental en el proceso de desarrollo y maduración del fruto. Los autores de esta patente describen el gen SlWOX13 y los fenotipos asociados con su sobreexpresión e inactivación mediante la tecnología CRISPR-Cas9, y las perspectivas del uso de esta tecnología en el mejoramiento del **tomate**. Las plantas en las cuales se estimula el gen SlWOX13 se caracterizan por un rápido proceso de maduración, mientras que las plantas en las cuales se inactiva permanecen verdes por más tiempo.



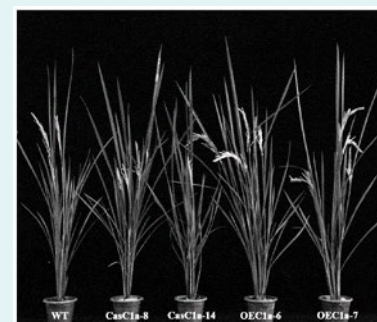
<b>Patente 4</b>	<b>CN115558671</b>
<b>Hipervínculo</b>	<a href="https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=20230103&amp;CC=CN&amp;NR=115558671A&amp;KC=A">https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=20230103&amp;CC=CN&amp;NR=115558671A&amp;KC=A</a>
<b>Título original</b>	<b>Gene for promoting maturation of tomato fruits and regulation and control method thereof</b>
<b>Título en español</b>	<b>Gen que promueve la maduración de los frutos de tomate y método de regulación y control del mismo</b>
<b>Oficina destino</b>	China
<b>Estado</b>	Dominio público en Colombia
<b>Solicitante</b>	Hefei University of Technology (China)
<b>Tendencia</b>	Aplicaciones agrícolas de CRISPR-Cas
<b>Contenido técnico</b>	Gen para promover la maduración del fruto de <b>tomate</b> y un método de regulación y control del mismo. Según la invención, se obtiene una secuencia codificante completa del gen SlDCC2 del <b>tomate</b> , se diseña un punto objetivo que se conecta a un portador CRISPR-Cas9 y se transforma la planta utilizando un método de infección por <i>agrobacterium</i> , una edición de genes. Se obtiene la planta, se analiza la edición genética y el resultado muestra que la maduración del fruto del <b>tomate</b> se puede acelerar mediante la edición genética.
<b>Opinión del experto</b>	El gen SlDCC2 codifica para la enzima D-cisteína desulfidrasa que produce ácido sulfídrico a partir del aminoácido D-cisteína. El ácido sulfídrico está involucrado en múltiples procesos durante el desarrollo y crecimiento de la planta. Análisis de la expresión del gen SlDCC2 han mostrado que este aumenta durante la maduración del fruto. Estudios genéticos muestran que la inactivación de SlDCC2 acelera el proceso de maduración de la fruta. Los autores de la patente reportan la secuencia completa del gen SlDCC2, un método para su inactivación basado en la tecnología CRISPR-Cas9, y demuestran cuáles variantes de la planta con SlDCC2 inactivado presentan una mayor rapidez en la maduración del fruto.



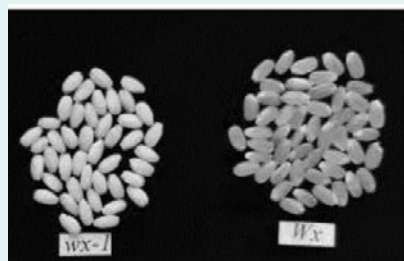
<b>Patente 5</b>	<b>CO20190002363</b>
<b>Hipervínculo</b>	<a href="https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&amp;date=20190531&amp;DB=EPODOC&amp;locale=en_EP&amp;CC=CO&amp;NR=2019002363A2&amp;KC=A2&amp;ND=4">https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&amp;date=20190531&amp;DB=EPODOC&amp;locale=en_EP&amp;CC=CO&amp;NR=2019002363A2&amp;KC=A2&amp;ND=4</a>
<b>Título original</b>	<b>Constructos de ADN recombinante que codifican arn moduladores de la expresión de oxidasas de ácido giberélico en monocotiledóneas</b>
<b>Oficina destino</b>	<b>Brasil, Canadá, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Japón, Corea del Sur, México, Filipinas, Rusia, Ucrania, Estados Unidos, Uruguay y EPO</b>
<b>Estado</b>	En trámite
<b>Solicitante</b>	Monsanto Technology LLC (Estados Unidos)
<b>Tendencia</b>	Mejoramiento de características agronómicas y de calidad
<b>Contenido técnico</b>	Composiciones y métodos para alterar el contenido de giberelina (GA) en plantas de <b>maíz u otro cereal</b> . También se proporcionan métodos y composiciones para alterar la expresión de genes relacionados con la biosíntesis de la giberelina mediante la supresión, mutagenésis y/o edición de los subtipos específicos del gen de GA20 o GA3 oxidasas.
<b>Opinión del experto</b>	Las giberelinas son hormonas vegetales que regulan múltiples procesos en el desarrollo de las plantas (incluyendo crecimiento, germinación y desarrollo floral, entre otros). La concentración de giberelinas en los tejidos está determinada por las dinámicas de su síntesis y degradación. Los autores de esta patente describen métodos para alterar la expresión de los genes involucrados en la síntesis de giberelinas en las plantas. En particular, se enfocan en la alteración de los genes GA20 y GA3, los cuales codifican para las enzimas oxidasas que catalizan los últimos pasos en la formación de giberelinas activas (GA) mediante la oxidación secuencial de GA53 a GA20 y posteriormente de GA20 a la molécula activa GA1, respectivamente.

Patente 6	CO20190014469
Hipervínculo	<a href="https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&amp;date=20200117&amp;DB=EPODOC&amp;locale=en_EP&amp;CC=CO&amp;NR=2019014469A2&amp;KC=A2&amp;ND=4">https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&amp;date=20200117&amp;DB=EPODOC&amp;locale=en_EP&amp;CC=CO&amp;NR=2019014469A2&amp;KC=A2&amp;ND=4</a>
Título original	<b>Método para aumentar la vida útil del banano que comprende editar un gen involucrado en la ruta de biosíntesis de etileno</b>
Oficina destino	<b>Australia, Brasil, Canadá, China, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Israel, Japón, Filipinas, Estados Unidos y EPO</b>
Estado	Concedida
Solicitante	Tropic Biosciences UK Limited (Reino Unido)
Tendencia	Mejoramiento de características agronómicas y de calidad
Contenido técnico	Una planta de <b>banano</b> que incluye una mutación de pérdida de función en una secuencia de ácido nucleico codificando un componente en una ruta de biosíntesis de etileno. También provee un método de incrementar la vida útil del <b>banano</b> .
Opinión del experto	El etileno es una molécula señalizadora involucrada en el proceso de maduración del fruto, la apertura de flores y la caída de hojas. En esta patente se reporta una planta de <b>banano</b> cuyo genoma contiene una mutación que altera la síntesis de etileno. Esto incrementa la vida útil del <b>banano</b> .

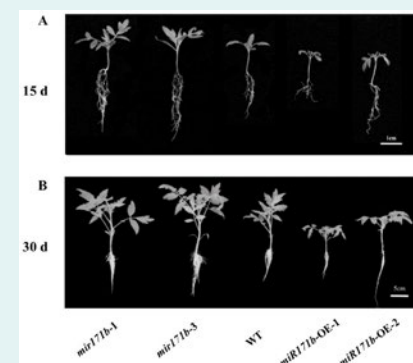
<b>Patente 7</b>	<b>CN115873892</b>
<b>Hipervínculo</b>	<a href="https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPOD&amp;CC=CN&amp;NR=115873892A&amp;KC=A">https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPOD OC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=2023033 1&amp;CC=CN&amp;NR=115873892A&amp;KC=A</a>
<b>Título original</b>	<b>Application of rice OsHsfC1a gene in regulation and control of heading stage of rice</b>
<b>Título en español</b>	<b>Aplicación del gen OsHsfC1a de arroz en la regulación y control de la etapa de espigado del arroz</b>
<b>Oficina destino</b>	China
<b>Estado</b>	Dominio público en Colombia
<b>Solicitante</b>	South China Agricultural University (China)
<b>Tendencia</b>	Técnicas de edición genética y mejoramiento de cultivos
<b>Contenido técnico</b>	La invención describe la aplicación de un gen OsHsfC1a de <b>arroz</b> en la regulación y control de su etapa de crecimiento. El período de espigamiento del <b>arroz</b> se puede prolongar inhibiendo el gen OsHsfC1a mediante la mutación del gen OsHsfC1a del arroz; también se puede acortar mediante la sobreexpresión del gen OsHsfC1a. Por lo tanto, el gen OsHsfC1a puede usarse para retrasar o acelerar el periodo de crecimiento del arroz. Comparado con un arroz mutante obtenido mediante mutagénesis química y física, este método tiene mayor intencionalidad, menor daño al genoma y evita riesgos asociados a la transgenosis.
<b>Opinión del experto</b>	El gen OsHsfC1a puede usarse de manera eficaz para el mejoramiento genético de <b>arroz</b> , retrasando o acelerando su periodo de crecimiento.



<b>Patente 8</b>	<b>CN115850417</b>
<b>Hipervínculo</b>	<a href="https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EP&amp;ODOC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=20230328&amp;CC=CN&amp;NR=115850417A&amp;KC=A">https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EP&amp;ODOC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=20230328&amp;CC=CN&amp;NR=115850417A&amp;KC=A</a>
<b>Título original</b>	<b>Method for creating glutinous rice</b>
<b>Título en español</b>	<b>Método para crear arroz glutinoso</b>
<b>Oficina destino</b>	China
<b>Estado</b>	Dominio público en Colombia
<b>Solicitante</b>	Mudanjiang Normal University (China)
<b>Tendencia</b>	Técnicas de edición genética y mejoramiento de cultivos
<b>Contenido técnico</b>	Se utiliza un sistema CRISPR/Cas9 para editar un gen Wx en arroz. El gen se somete a una desactivación específica de sitio objetivo para obtener un material mutante de <b>arroz</b> ceroso con un contenido de amilosa del 0%.
<b>Opinión del experto</b>	Los genes Wx codifican para una sintasa de almidón unida a gránulos que desempeñan un rol clave en la síntesis de amilosa en <b>arroz</b> y otras especies vegetales. La actividad de este gen está correlacionada con la cantidad de amilosa producida. En esta patente, los autores describen un método para desactivar el gen Wx mediante la tecnología CRISPR-Cas9 y así obtener un <b>arroz</b> con un contenido de amilosa nulo. Este desarrollo tiene un alto potencial para el mejoramiento de variedades de <b>arroz</b> ceroso.



<b>Patente 9</b>	<b>CN111321165</b>
<b>Hipervínculo</b>	<a href="https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EP&amp;ODOC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=20200623&amp;CC=CN&amp;NR=111321165A&amp;KC=A">https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EP&amp;ODOC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=20200623&amp;CC=CN&amp;NR=111321165A&amp;KC=A</a>
<b>Título original</b>	<b>Method for promoting growth and development of solanum lycopersicum</b>
<b>Título en español</b>	<b>Método para promover el crecimiento y desarrollo de Solanum lycopersicum (tomate)</b>
<b>Oficina destino</b>	China
<b>Estado</b>	Dominio público en Colombia
<b>Solicitante</b>	Zhejiang University (China)
<b>Tendencia</b>	Técnicas de edición genética y mejoramiento de cultivos
<b>Contenido técnico</b>	Método para promover el crecimiento y desarrollo de <i>Solanum lycopersicum</i> . Opera inhibiendo la expresión de un gen miR171b, lo que genera una planta mutante que promueve su crecimiento y desarrollo.
<b>Opinión del experto</b>	Los microARNs (miARN) tienen un rol clave en el proceso de desarrollo de las plantas de <b>tomate</b> . Los miARN constituyen una clase mayor de ARNs pequeños endógenos que median la represión postransduccional de uno o varios ARN mensajeros mediante complementariedad de secuencias. Los autores describen un método para desactivar el miARN miR171b en tomate mediante el uso del sistema CRISPR-Cas9; sostienen que esta desactivación tiene el potencial para promover el rendimiento del <b>tomate</b> y mejorar su germinación.

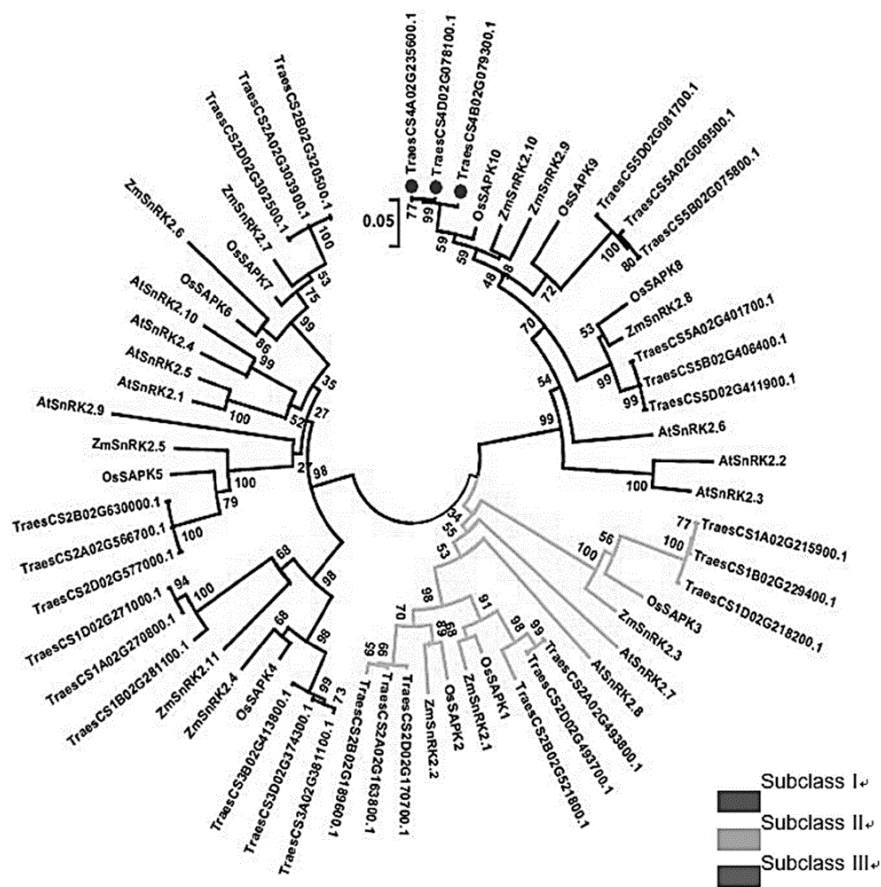


<b>Patente 10</b>	<b>CN115786346</b>
<b>Hipervínculo</b>	<a href="https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=20230314&amp;CC=CN&amp;NR=115786346A&amp;KC=A">https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&amp;II=0&amp;ND=3&amp;adjacent=true&amp;locale=en_EP&amp;FT=D&amp;date=20230314&amp;CC=CN&amp;NR=115786346A&amp;KC=A</a>
<b>Título original</b>	<b>Application of increasing tiller number, grain number per ear and grain width of wheat by knocking out TaSnRK2.10</b>
<b>Título en español</b>	<b>Aplicación de eliminar TaSnRK2.10 para aumentar el número de macollos, el número de panículas y el ancho del grano en trigo</b>
<b>Oficina destino</b>	China
<b>Estado</b>	Dominio público en Colombia
<b>Solicitante</b>	Shandong University (China)
<b>Tendencia</b>	Técnicas de edición genética y mejoramiento de cultivos
<b>Contenido técnico</b>	Método que elimina el TaSnRK2.10 mediante edición genética para aumentar el número de macollos, granos por espiga y ancho de grano del <b>trigo</b> . Comprende los siguientes pasos: diseñar sgRNA de un gen TaSnRK2.10 objetivo, construir un pBUE411-TaSnRK2.10 vector recombinante binario que contiene el sgRNA, infectar un callo inducido por embriones inmaduros de trigo mediante agrobacteria, transferir el sgRNA y un elemento Cas9 al trigo para obtener trigo transgénico con la desactivación del gen TaSnRK2.10. La invención proporciona un método factible para mejorar rápidamente el trigo y aumentar su rendimiento; tiene un valor de aplicación de mejoramiento importante y una amplia perspectiva de aplicación en el mercado.

**Patente 10**      **CN115786346**

**Opinión del experto**

El gen TaSnRK2.10 codifica una proteína quinasa que participa en el proceso de señalización en la respuesta a estrés por sequía en plantas de **trigo**; también está involucrada en el rendimiento y tamaño de las espigas. En esta invención se describe la eliminación de TaSnRK2.10 mediante la tecnología CRISPR-Cas9 y el método de mutagénesis. La inactivación de esta quinasa tiene el potencial de aumentar el número de macollamientos y granos en la espiga, así como el ancho del grano.



# CONTEXTO





Al analizar la actividad inventiva en el campo de CRISPR-Cas por países, y teniendo en cuenta índice h, el número de invenciones y las citas recibidas, llegamos a las conclusiones que presentamos a continuación.

## Países solicitantes

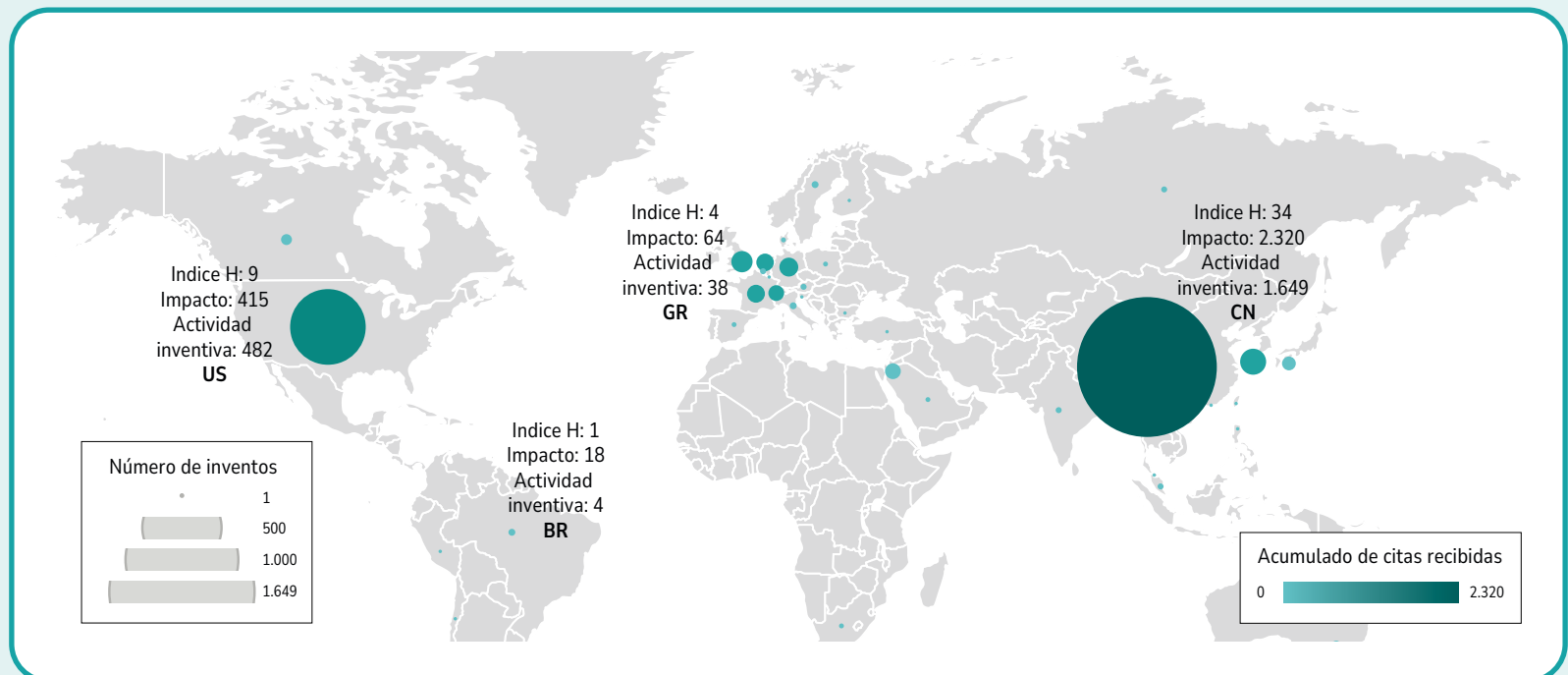
### Países líderes por todos los indicadores

1. **China (CN):** con un índice h de 34, 1649 invenciones y 2320 citas recibidas, China es el líder indiscutible en la investigación y desarrollo de CRISPR-Cas.

### FIGURA 6

#### Países clave por solicitud de patentes

Fuente: Derwent Innovation, 2024



**2. Estados Unidos (US):** con un índice h de 9, 482 invenciones y 415 citas recibidas, Estados Unidos es el segundo país más activo en el campo de CRISPR-Cas.

#### Países líderes por índice h

**1. China (CN):** con un índice h de 34, China tiene la mayor calidad y cantidad de invenciones en CRISPR-Cas.

**2. Estados Unidos (US):** con un índice h de 9, Estados Unidos tiene una alta calidad y cantidad de invenciones en CRISPR-Cas.

**3. Reino Unido (GB):** con un índice h de 4, el Reino Unido ocupa el primer lugar de los países europeos en materia de CRISPR-Cas.

**4. Alemania (DE), Francia (FR), Israel (IL) y Países Bajos (NL):** con un índice h de 3, estos países tienen su lugar en las invenciones relacionadas con CRISPR-Cas.

#### Países líderes por citas recibidas

**1. China (CN):** con 2320 citas recibidas, China tiene el mayor impacto y reconocimiento en la investigación de CRISPR-Cas.

**2. Estados Unidos (US):** con 415 citas recibidas, Estados Unidos tiene un alto impacto y reconocimiento en la investigación de CRISPR-Cas.

**3. Reino Unido (GB):** con 64 citas recibidas, el Reino Unido destaca en la investigación de CRISPR-Cas.

**4. Israel (IL):** con 41 citas recibidas, Israel cierra el grupo de líderes por impacto de sus invenciones en CRISPR-Cas.

Canadá (CA), Suiza (CH), India (IN), Japón (JP), Corea del Sur (KR) y Singapur (SG) tienen un índice h de 1 o 2, un número moderado de invenciones y citas recibidas, lo que sugiere que son seguidores en este tema.

#### Países con actividad inventiva emergente

**1.** Argentina (AR), Austria (AT), Bélgica (BE), Brasil (BR), Hong Kong (HK), Italia (IT), Malasia (MY), Rusia (RU), Arabia Saudita (SA) y Vietnam (VN) tienen un índice h de 1, un número limitado de invenciones y un número variable de citas recibidas, lo que sugiere potencial de crecimiento en la investigación de CRISPR-Cas.

#### Países de protección de las invenciones

##### Los mercados líderes en protección de invenciones de CRISPR-Cas son:

**1. China (CN):** con 1824 presentaciones, China es el mercado más atractivo para la protección de invenciones de CRISPR-Cas. Esto sugiere un gran interés en el potencial comercial de esta tecnología en dicho país.

**2. Estados Unidos (US):** con 593 presentaciones, Estados Unidos es el segundo mercado más importante para la protección de invenciones de CRISPR-Cas, lo que manifiesta su papel como segundo líder mundial en investigación y desarrollo biotecnológico en materia de CRISPR-Cas.

**3. Oficina Europea de Patentes (EP):** con 310 presentaciones, la Oficina Europea de Patentes es el tercer mercado más atractivo, lo que indica interés en la protección de invenciones de CRISPR-Cas en Europa.

**Mercados importantes en protección de invenciones relacionadas con CRISPR-Cas**

**1. Canadá (CA):** con 257 presentaciones, Canadá emerge como un mercado importante para la protección de invenciones de CRISPR-Cas en América del Norte.

**2. Australia (AU):** con 160 presentaciones, Australia es

un mercado creciente para la protección de invenciones de CRISPR-Cas en la región Asia-Pacífico.

**3. Brasil (BR):** con 158 presentaciones, Brasil se destaca como el mercado más importante para la protección de invenciones de CRISPR-Cas en América Latina.

**4. Japón (JP):** con 147 presentaciones, Japón es un mercado relevante para la protección de invenciones de CRISPR-Cas en Asia.

**5. Corea del Sur (KR):** con 141 presentaciones, Corea del Sur también se perfila como un mercado atractivo para la protección de invenciones de CRISPR-Cas en Asia.

**Mercados emergentes en protección de invenciones de CRISPR-Cas**

**1.** Argentina (AR), México (MX), Israel (IL), Reino Unido (GB), Sudáfrica (ZA), Rusia

(RU), Singapur (SG) y Hong Kong (HK) tienen entre 10 y 99 presentaciones, lo que sugiere un interés creciente en la protección de invenciones de CRISPR-Cas y un potencial de crecimiento en estos mercados.

**Mercados con actividad de presentación limitada**

**1.** Países con menos de 10 presentaciones —como Chile (CL), Colombia (CO), Costa Rica (CR), Dinamarca (DK), España (ES), Filipinas (PH), Polonia (PL), Taiwán (TW)— tienen una actividad de presentación limitada hasta el momento, lo que puede indicar un menor atractivo o un desarrollo incipiente del mercado para la protección de invenciones de CRISPR-Cas.

Es importante destacar que la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WO) ha recibido un gran número de presentaciones (683), lo que manifiesta el interés en la protección internacional de invenciones de CRISPR-Cas.

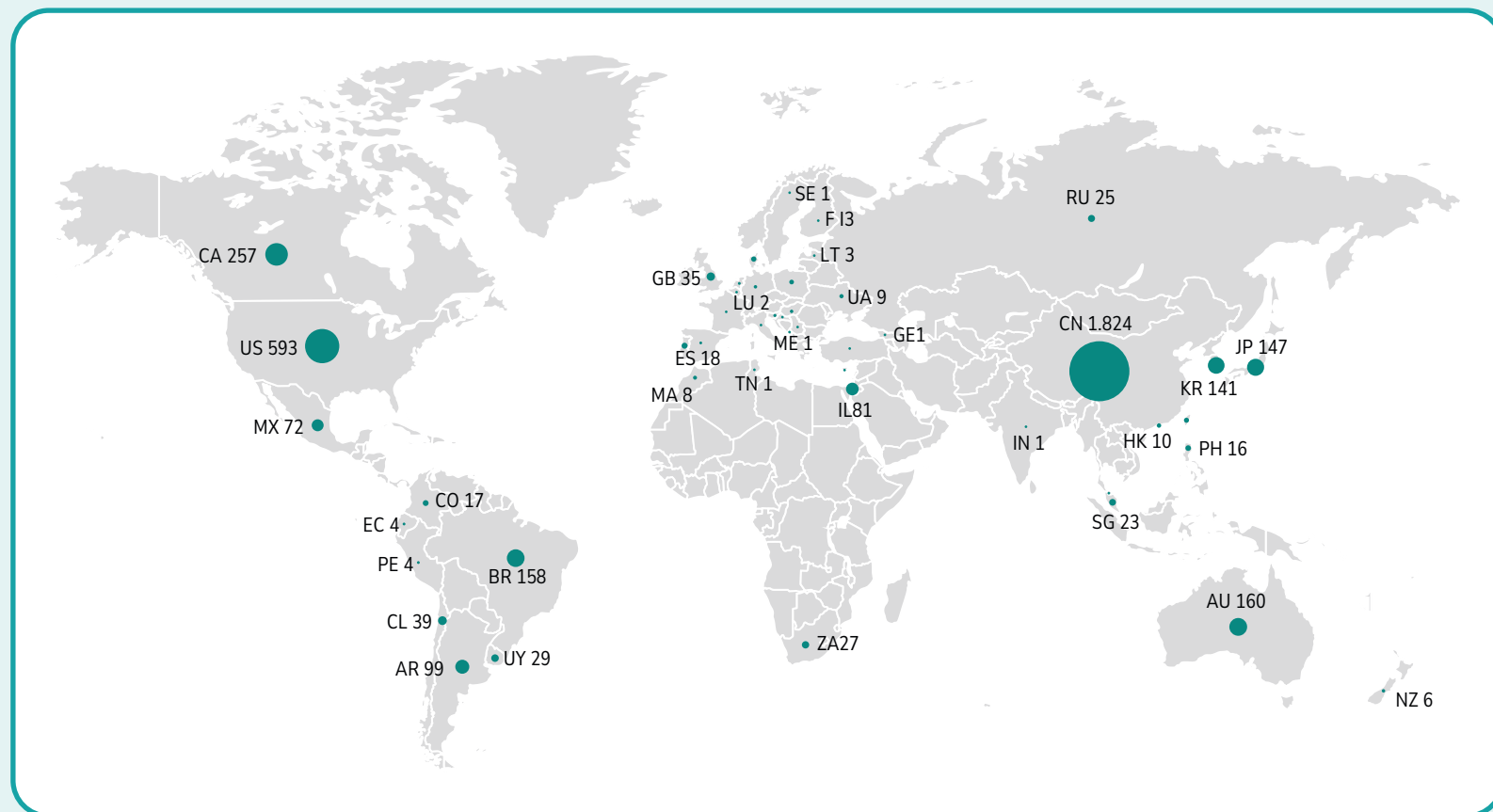
**En resumen:** China, Estados Unidos y la Oficina Europea de Patentes lideran como los mercados más atractivos para la protección de invenciones de CRISPR-Cas, seguidos por mercados importantes como Canadá, Australia, Brasil,

Japón y Corea del Sur. Además, ciertos países muestran un potencial de crecimiento como mercados emergentes, mientras que otros tienen una actividad de presentación limitada hasta el momento.

## FIGURA 7

### Países de presentación

Fuente: Derwent Innovation, 2024



## Países de solicitud y presentación

Analizamos la relación entre el país de solicitud y el país de presentación de invenciones relacionadas con CRISPR-Cas teniendo en cuenta los flujos de presentación, las estrategias de protección de los principales países solicitantes y la cantidad total de países en los que se busca protección. En adelante presentamos los resultados.

Principales flujos de presentación de invenciones de CRISPR-Cas

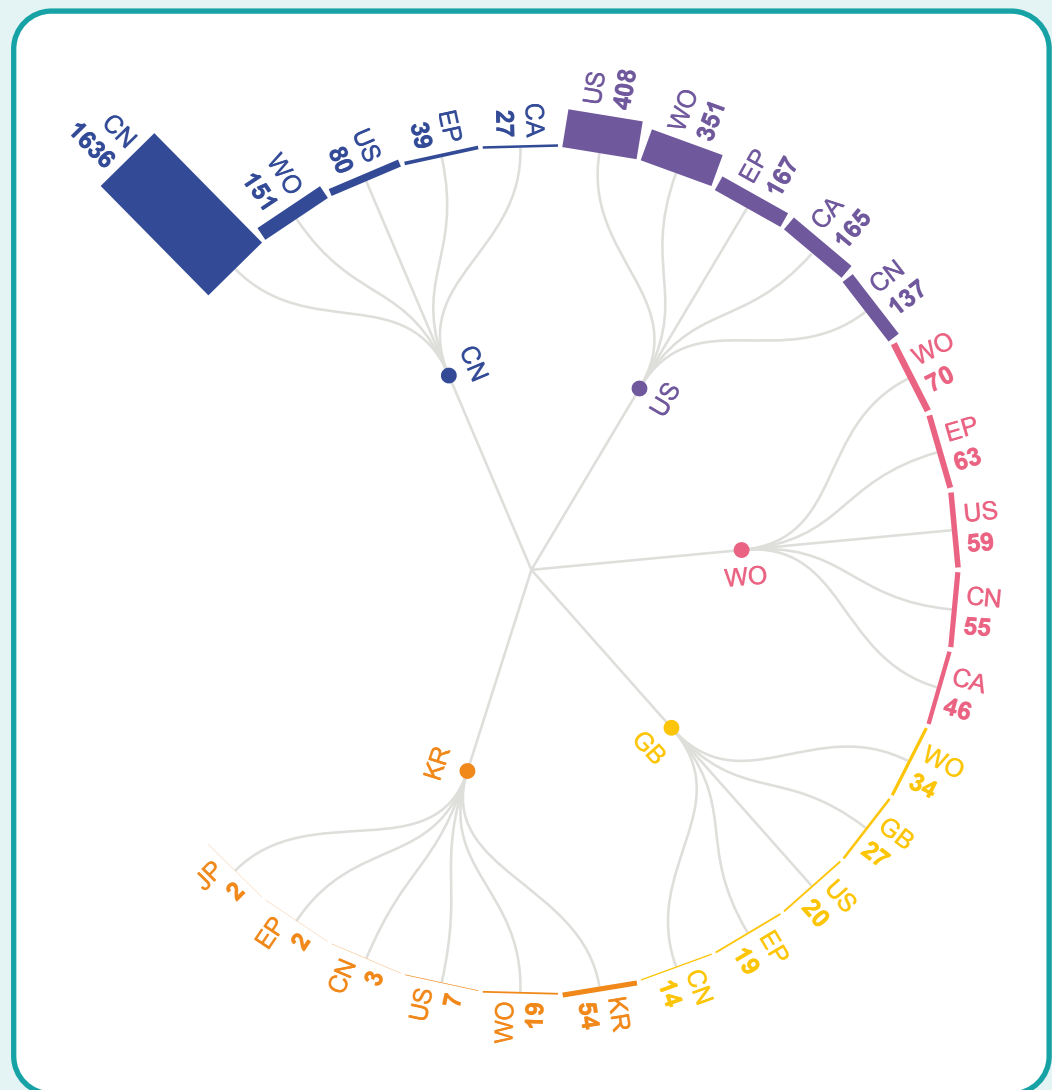
### 1. China (CN)

Las solicitudes chinas se presentan principalmente en China (1636 invenciones), seguido de la OMPI (WO) (151 invenciones), Estados Unidos (80 invenciones), la Oficina Europea de Patentes (EP) (39 invenciones) y Canadá (27 invenciones). Lo anterior indica que los solicitantes chinos privilegian su mercado

FIGURA 8

País de solicitud vs país de protección

Fuente: Derwent Innovation, 2024



nacional y después buscan mercados consolidados (Estados Unidos, Europa, Canadá). En total, se han presentado solicitudes chinas en cinco países.

## 2. Estados Unidos (US)

Las solicitudes de Estados Unidos se presentan principalmente en Estados Unidos (408 invenciones), seguido de la OMPI (WO) (351 invenciones), la Oficina Europea de Patentes (EP) (167 invenciones), Canadá (165 invenciones) y China (137 invenciones). Esto indica que los solicitantes estadounidenses prefieren la protección internacional, no solo en su mercado nacional; sumadas, las solicitudes foráneas (en la OMPI, Canadá y China) son más del doble que las nacionales en el caso estadounidense, sino también a través de la OMPI y en mercados importantes como Europa, Canadá y China. Al igual que en el caso chino, los estadounidenses han presentado solicitudes en cinco países.

## 3. Reino Unido (GB)

Las solicitudes del Reino Unido se presentan principalmente en la OMPI (WO) (34 invenciones), seguido del Reino Unido (27 invenciones), Estados Unidos (20 invenciones), la Oficina Europea de Patentes (EP) (19 invenciones) y China (14 invenciones). Lo anterior nos lleva a concluir que los solicitantes del Reino Unido buscan protección internacional a través de la OMPI, en su mercado nacional y en mercados importantes como Estados Unidos y China. En total, los solicitantes

británicos han presentado solicitudes en cinco países.

## 4. Corea del Sur (KR)

Las solicitudes provenientes de Corea del Sur se presentan en su propio país (54 invenciones), seguido de la OMPI (WO) (19 invenciones), Estados Unidos (7 invenciones), China (3 invenciones) y la Oficina Europea de Patentes (EP) y Japón (2 invenciones cada uno). Los solicitantes surcoreanos han presentado invenciones en seis países distintos.



## Solicitantes

Identificamos los principales solicitantes mediante clústeres y teniendo en cuenta el número de invenciones y las citas recibidas. Además, los clasificamos en cuatro categorías según su desempeño: líderes tecnológicos, empresas a seguir, inversores en I+D y empresas con potencial de crecimiento.

### Clúster azul

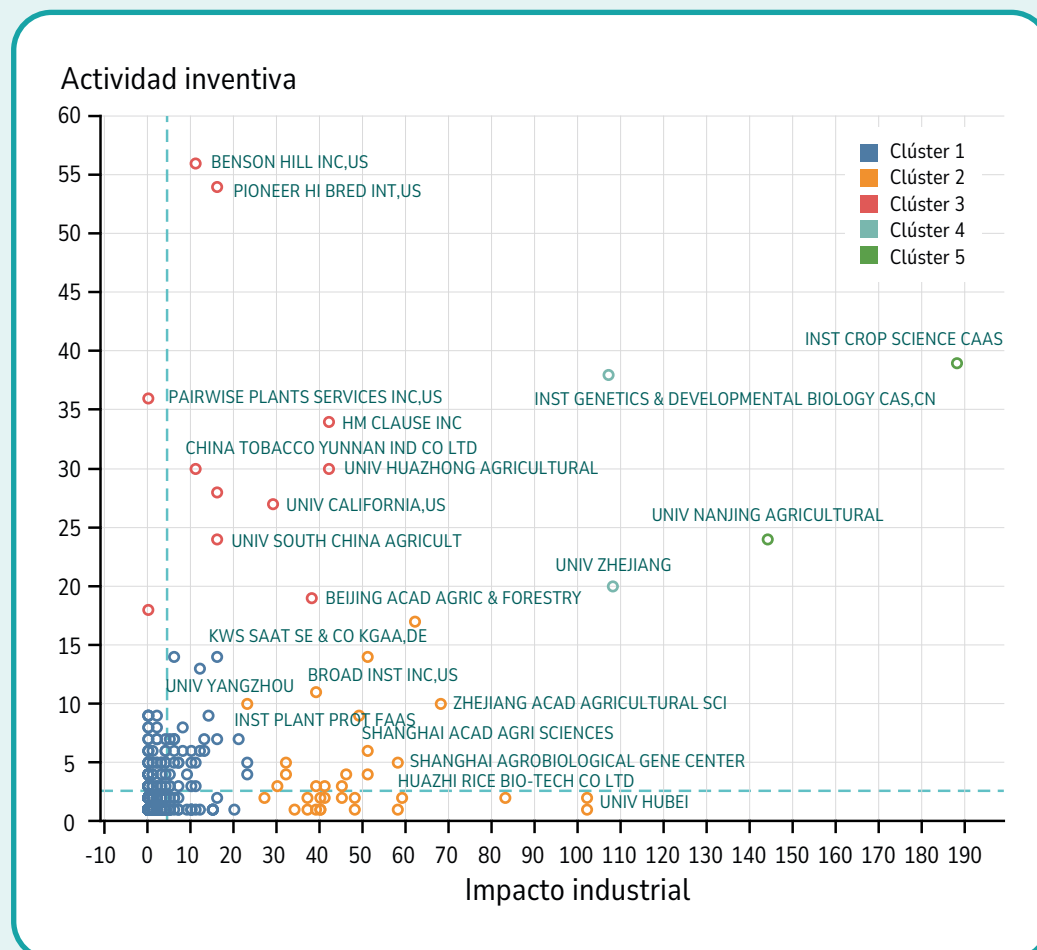
El clúster azul incluye una amplia variedad de solicitantes de diferentes países con un número relativamente bajo de invenciones y citas recibidas. La mayoría de los solicitantes en este clúster (aproximadamente 400) se encuentran en la categoría de empresas con potencial de crecimiento. Algunos de los solicitantes más destacados en este clúster son:

1. Syngenta Biotechnology China Co. Ltd. (China): 14 invenciones, 9 citas recibidas.
2. Keygene N. V. (Países Bajos): 11 invenciones, 5 citas recibidas.

### Solicitantes clave

Fuente: Derwent Innovation, 2024

FIGURA 9



**3.** Charles Fulco (Estados Unidos): 10 invenciones, 1 cita recibida.

**4.** Eric S. Lander (Estados Unidos): 10 invenciones, 1 cita recibida.

**5.** Rice Research Institute Anhui Academy of Agricultural Sciences (China): 7 invenciones, 5 citas recibidas.

## Clúster naranja

El clúster naranja está dominado por instituciones académicas y empresas chinas y norteamericanas enfocadas en la investigación agrícola. Este clúster cuenta con aproximadamente 50 solicitantes, y los principales son:

**1.** University of Hubei (China): 102 invenciones, 2 citas recibidas (inversor en I+D).

**2.** Pennsylvania State Research Foundation (Estados Unidos): 102 invenciones, 1 cita recibida (inversor en I+D).

**3.** Jiangsu Sanshu Biotechnology Co. Ltd. (China): 83 invenciones, 2 citas recibidas (inversor en I+D).

**4.** Zhejiang Academy of Agricultural Sciences (China): 68 invenciones, 10 citas recibidas (Inversor en I+D).

**5.** Northeast Agricultural University (China): 62 invenciones, 17 citas recibidas (inversor en I+D).

## Clúster rojo

El clúster rojo está dominado por empresas y universidades norteamericanas y chinas enfocadas en mejora de cultivos y biotecnología agrícola. Este clúster cuenta con aproximadamente 20 solicitantes, y los principales son:

**1.** Pioneer Hi-Bred International (Estados Unidos): 16 invenciones, 54 citas recibidas (líder tecnológico).

**2.** Pairwise Plants Services Inc. (Estados Unidos): 0 invenciones, 36 citas recibidas (empresa a seguir).

**3.** HM Clause Inc. (Estados Unidos): 42 invenciones, 34 citas recibidas (líder tecnológico).

**4.** University of California (Estados Unidos): 29 invenciones, 27 citas recibidas (líder tecnológico).

**5.** University of China Agricultural (China): 16 invenciones, 28 citas recibidas (líder tecnológico).

## Clúster azul claro

El clúster cuatro está dominado por el Institute of Genetics & Developmental Biology de la Academia China de Ciencias (CAS), con 107 invenciones y 38 citas recibidas (inversor en I+D). Este instituto es el principal solicitante en este clúster, que cuenta con un único solicitante.



## Clúster verde

El Clúster verde está dominado por el Institute of Crop Science de la Academia China de Ciencias Agrícolas (CAAS), con 188 invenciones y 39 citas recibidas (inversor en I+D). Este instituto es el principal solicitante en este clúster, que cuenta con un único solicitante

## Alianzas estratégicas en I+D

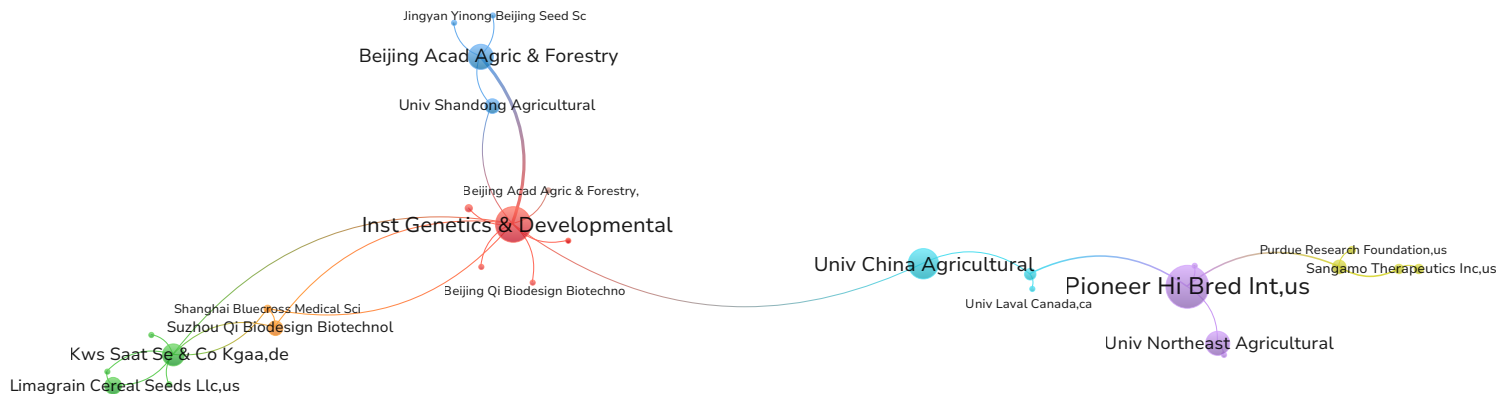
En la red de colaboración en CRISPR para la agricultura, varias organizaciones destacan por su influencia basada en el total de enlaces. En el clúster rojo, el Instituto de Genética y Biología del Desarrollo de la Academia China de Ciencias (China) es el más importante con 11 enlaces; en el clúster verde, KWS Saat SE & Co. KGaA (Alemania) lidera con 7 enlaces; la Academia de Ciencias Agrícolas de Beijing

es prominente en el clúster azul con 4 enlaces; en el clúster amarillo, Corteva Agriscience LLC (Estados Unidos) se destaca con 3 enlaces; Pioneer Hi Bred International (Estados Unidos) es esencial en el violeta con 4 enlaces; Du Pont (Estados Unidos) lidera el clúster azul claro con 3 enlaces; en el clúster naranja, el Instituto de Ciencias Médicas Shanghai Bluecross (China) es destacado con 3 enlaces.

FIGURA 10

### Red de cosolicitudes en agricultura y CRISPR-Cas

Fuente: Derwent Innovation, 2024



## Contexto nacional

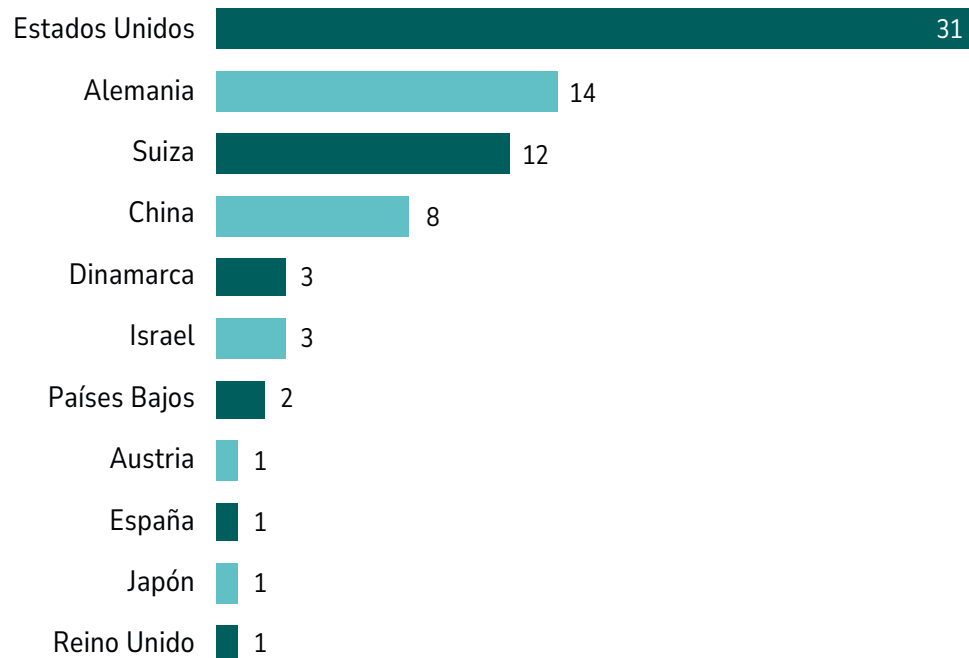
En la base de datos de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) identificamos 74 solicitudes relacionadas con CRISPR-Cas. Los solicitantes de estas tecnologías, en su mayoría son estadounidenses, con 31 solicitudes, seguidos por los alemanes con 14 solicitudes, los suizos con 12 y los chinos con 8. Entre los solicitantes no se encuentran organizaciones colombianas o de Latinoamérica (figura 11).

Las empresas con mayor número de solicitudes son: Monsanto Technology de Estados Unidos con 19 solicitudes, seguida por BASF SE de Alemania con 14 y Syngenta Crop Protection AG de Suiza con 10. También encontramos dos universidades estadounidenses: North Carolina State University y University of Georgia Research Foundation, Inc. (figura 12).

Además, identificamos que las solicitudes se enfocan en invenciones relacionadas con las tendencias de mejorar las características agronómicas y de calidad, resistencia a plagas y enfermedades, aplicaciones en cultivos específicos y el desarrollo de plantas transgénicas.

Finalmente, de las 74 solicitudes, 53 se encuentran en trámite, 15 han sido concedidas y 6 se encuentran en dominio público. Para mayor información, sugerimos consultar la base de datos en el siguiente link: <https://1drv.ms/x/s!Ar8SBmCzFgQWhzjhyXB6vng6eyVc?e=VN7p1a>

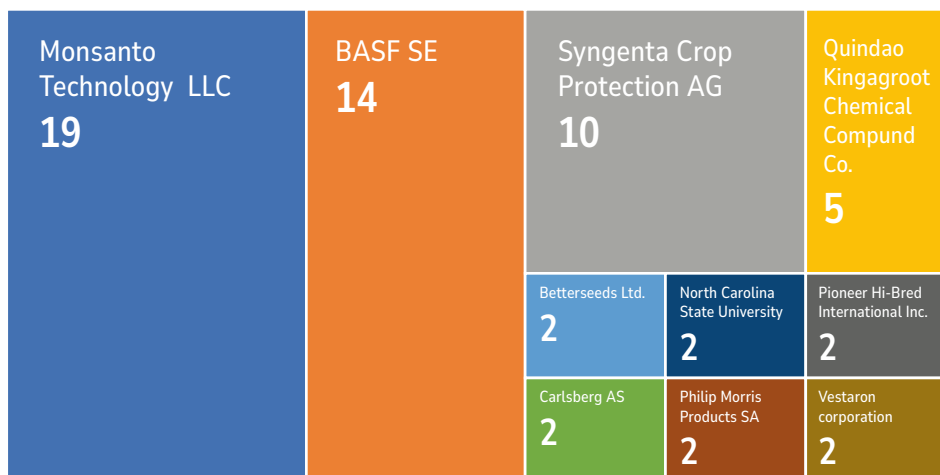




**FIGURA 11**

Países de solicitantes en solicitudes presentadas en Colombia

Fuente: Derwent Innovation, 2024



**FIGURA 12**

Organizaciones con mayor número de solicitudes en Colombia

Fuente: Derwent Innovation, 2024

# FUTURO EN EL AHORA



## Es evidente que la tecnología CRISPR-Cas llegó para quedarse, dada su precisión sin precedentes para investigadores y desarrolladores.

Esta tecnología, aplicable a la agricultura, la biotecnología y la salud, permite realizar cambios específicos en el ADN y hacer correcciones genéticas con alta eficiencia, versatilidad y facilidad. Recientemente, por ejemplo, la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA) aprobó la primera terapia génica para tratar la leucodistrofia metacromática (MLD), una patología genética mortal poco común (Cardozo, 2024). La velocidad y precisión con la que se han obtenido los resultados de I+D+i (investigación, desarrollo e innovación)

asociados a esta tecnología, por lo tanto, representa altos beneficios en términos de tiempo y oportunidad en el mejoramiento de plantas. Los desarrollos en materia génica han demostrado ser mucho más expeditos que los correspondientes al fitomejoramiento convencional.

En países emergentes, la implementación de la tecnología CRISPR-Cas en la agricultura enfrenta tanto oportunidades como barreras significativas;

a pesar de su eficiencia y precisión, existen desafíos para su adopción, tales como cuestiones regulatorias y éticas (dado su impacto en el medio ambiente y la salud humana), limitaciones en la capacidad técnica e infraestructural, así como preocupaciones sobre la seguridad alimentaria y la aceptación pública. Son necesarios marcos normativos claros y procesos de aprobación eficientes para garantizar la seguridad y aceptación de los cultivos editados genéticamente





en estos países (Ahmad *et al.*, 2021), además de conocimientos especializados, equipamiento de laboratorio avanzado y acceso a recursos genómicos, lo cual implica un desafío en entornos con recursos limitados (Adhikari & Poudel, 2020).

En cuanto a la seguridad alimentaria y la aceptación pública de los cultivos editados genéticamente, es necesario abordar las inquietudes sobre la inocuidad de los alimentos modificados genéticamente y comunicar de manera efectiva los beneficios de la tecnología CRISPR-Cas a los agricultores y consumidores en países emergentes (Prabhukarthikeyan *et al.*, 2020).


Dado lo anterior, ahora presentamos una revisión de factores decisivos en el uso y adopción de esta tecnología mediante el análisis del entorno político, económico, social, tecnológico, ecológico, ambiental y legal.







Entorno	Oportunidades	Retos
 <p>Político</p>	<p>A nivel global, las herramientas de edición genética están demostrando su eficiencia para solucionar problemas actuales como cambio climático, seguridad alimentaria, medio ambiente y salud.</p>	<p>Existen preocupaciones éticas, así como de eficacia y seguridad, particularmente cuando se habla del genoma humano (González Angulo &amp; Díaz Amado, 2021), y también con la limitación del uso de tecnologías patentadas. Por tanto, es indispensable que el Gobierno colombiano formule políticas públicas que brinden los marcos estratégicos necesarios para su adopción.</p>
	<p>El país cuenta con la oportunidad de llevar a cabo trabajos interdisciplinarios que involucren a científicos, abogados, centros de investigación e instituciones educativas, con el objetivo de diseñar alternativas técnicas y jurídicas que permitan el uso equitativo de esta tecnología enfocada en la obtención de productos agrícolas comerciales.</p>	<p>Es necesario resolver cuestiones como el financiamiento de la investigación, cooperación, recurso humano y todo lo relacionado con el derecho de propiedad intelectual.</p>
	<p>La <i>Política nacional de reindustrialización (CONPES 4129)</i>, aprobada el 21 de diciembre de 2023 (Departamento Nacional de Planeación, 2023), en su objetivo 1 establece: “Fortalecer las capacidades del talento humano; el uso y adopción de tecnologías; el acceso a capital y financiamiento; y la infraestructura física y digital para aumentar la eficiencia en producción de bienes y servicios y cerrar las brechas de productividad”, e incluyó como acción: “Diseñar e implementar un programa para promover el desarrollo, uso y apropiación de herramientas de edición genética como tecnologías habilitantes para la implementación de las apuestas de la agroindustria, la bioeconomía y soberanía alimentaria” (denominado de aquí en adelante como Programa), la cual está liderada por AGROSAVIA. Esto implica que el país está comprometido con la adopción y uso de tecnologías genéticas avanzadas, tales como CRISPR-Cas en sectores clave, con el objetivo de fortalecer la competitividad y sostenibilidad.</p>	


Entorno	Oportunidades	Retos
 <p><b>Político</b></p>	<p>Las instituciones que promueven la propiedad intelectual han propuesto apoyar a los investigadores y entidades investigativas no solo en materia de financiación para la protección de sus inventos, sino también en capacitación para la gestión de patentes, contratos de licencia, gestión y comercialización de resultados de investigación (CONPES 3533/2009) (Dirección Nacional de Planeación, 2008)</p>	<p>Resulta importante apoyar desarrollos en etapas de investigación con enfoque comercial, ya que estos resultan inherentes a los derechos de propiedad intelectual.</p> <p>La obtención de licencias para el uso de las tecnologías patentadas, como CRISPR-Cas, implica negociaciones complejas debido a los diferentes conceptos que se deben acordar: el alcance de la licencia, las regalías, la duración y las condiciones de uso. Esto puede ser particularmente difícil cuando las normativas legales de los países involucrados son diferentes.</p> <p>Una baja implementación y seguimiento a las acciones planteadas en políticas públicas podría afectar de forma directa la investigación y el desarrollo de productos comerciales basados en estas herramientas de edición genética, lo que a mediano o largo plazo derivaría en un detrimento del desarrollo científico y socioeconómico del país, lo cual aumentaría tanto la brecha tecnológica como de productos mejorados entre países desarrollados y países en desarrollo.</p>
		<p>En las últimas décadas, Colombia ha atravesado periodos de inestabilidad política debido a diferentes factores. Esta inestabilidad impacta directamente los procesos de I+D+i, ya que influye en la inversión en investigación y desarrollo, pues reduce la confianza y aumenta tanto la incertidumbre como los riesgos de los inversores. La inestabilidad política retrasa la adopción de tecnologías disruptivas como CRISPR-Cas.</p>



Entorno	Oportunidades	Retos
 <p><b>Económico</b></p>	<p>Colombia enfrenta importantes desafíos económicos relacionados con la inversión, la crisis climática y los niveles de consumo. Dada la definición de bioeconomía acogida en el CONPES 3934 de 2018 (Dirección Nacional de Planeación, 2018) y en el DANE, hay al menos 16 actividades económicas CIU dentro de los sectores primarios de industria y manufactura que pueden generar productos, bienes o servicios a partir de recursos biológicos, particularmente en el sector agrícola y pecuario (Biotintropic, Silo &amp; EAFIT). Si a esto se suma la potencial aplicación de nuevas herramientas de edición génica para la generación de nuevos o mejores recursos biológicos, se identificarían ventajas competitivas que pueden ayudar a mejorar significativamente la productividad de los cultivos, la calidad y disponibilidad de los nutrientes, la durabilidad y resistencia de los cultivos a condiciones bióticas y abióticas, así como la respuesta adaptativa al cambio climático, demandas seguridad alimentaria y producción sostenible.</p>	<p>La inversión y disponibilidad de fondos destinados en I+D+i impulsan las economías al mejorar la Productividad Total de los Factores (PTF). Sin embargo, el país no ha seguido esta línea, ya que la inversión en este campo usualmente ha sido bajo; y si bien hubo un incremento en el rubro de recursos para dichos fines, siguen siendo mínimos (Acosta, 2022).</p> <p>Si bien el Ministerio de Ciencia y Tecnología ha asignado recursos para proyectos de I+D+i orientados a mejorar la seguridad alimentaria, conviene integrar no solo la inversión pública sino también privada para aumentar el monto de los recursos que permita avanzar en esta área y al acceso equitativo a estas tecnologías. Se debe tener en cuenta que el costo derivado del uso de las herramientas de edición génica, entre otras cosas, por los altos costos de la propiedad intelectual, puede afectar su adopción en Colombia, lo cual traería repercusiones económicas, ya que el país debería pagar altas tasas por productos desarrollados en otros países, lo cual también limitaría la soberanía alimentaria.</p>

Entorno	Oportunidades	Retos
 <p><b>Social</b></p>	<p>Los desarrollos de productos agrícolas derivadas del uso de la tecnología contribuyen al bienestar social, ya que aumentan la disponibilidad de alimentos con atributos nutricionales específicos, como mayor contenido de vitaminas o minerales.</p>	<p>Algunas opiniones de la sociedad colombiana sobre la edición genética están fundamentadas en evidencia científica, mientras que otras carecen de sustento. Esta disparidad de opiniones aumenta las preocupaciones en torno a los posibles impactos del uso y aplicación de estas tecnologías biotecnológicas.</p> <p>Si se comunica adecuadamente a los actores del sector sobre las bondades de la tecnología CRISPR-Cas, sería posible reducir la incertidumbre y la desinformación. Por tanto, es importante generar espacios de diálogo informado basado en datos para abordar estas inquietudes y tomar decisiones responsables en el campo de la edición; en consecuencia, se debe aumentar el apoyo público a la investigación en este campo, especialmente si se enfoca en la seguridad alimentaria, cambio climático, medio ambiente y la salud humana.</p>
 <p><b>Tecnológico</b></p>	<p>Colombia cuenta con una comunidad científica creciente en campos de biología molecular y genética; las instituciones de investigación y universidades pueden contribuir al avance en el uso y aplicación de la edición genética mediante la tecnología CRISPR-Cas en los diferentes campos de la biotecnología.</p>	<p>Para superar barreras técnicas, comerciales y financieras, es necesario que el país incremente su participación en colaboraciones científicas y tecnológicas a nivel nacional e internacional. La formación, el entrenamiento y el desarrollo de capacidades son fundamentales para superar estas barreras. La infraestructura para la investigación y aplicación de estas herramientas debe estar disponible y actualizada para garantizar un uso eficiente y seguro, lo que incluye laboratorios equipados, acceso a recursos computacionales, <i>softwares</i> especializados y personal capacitado para aprovechar al máximo el potencial de la edición génica en Colombia.</p>

Entorno	Oportunidades	Retos
 <p><b>Tecnológico</b></p>	<p>El programa de edición génica liderado por AGROSAVIA propone, entre otras cosas, la gestión de sinergias interinstitucionales que contribuyan a la difusión, investigación y uso de las tecnologías de edición génica sin infringir derechos patrimoniales; fomentar y fortalecer competencias de investigadores para el desarrollo de nuevas tecnologías de edición génica y mejorar y ampliar las instalaciones físicas y equipos.</p>	
 <p><b>Ecológico (ambiental)</b></p>	<p>La edición génica se ha utilizado para obtener cultivos que reduzcan la emisión de carbono, como es el caso del arroz; también para mejorar la capacidad natural de las plantas y los suelos para capturar y almacenar carbono de la atmósfera durante más tiempo. Además, se está investigando con el objetivo de ayudar a las especies a adaptarse al cambio climático y reducir la presencia de depredadores invasores (BBVA Opendmind, 2020) y (Ronald &amp; Kliegman, 2023)</p>	<p>Es necesario un enfoque equilibrado y participativo mientras se evalúan posibles riesgos ambientales asociados. Además la aplicación de las tecnologías CRISPR-Cas puede tener resultados por fuera de su objetivo (Henderson, 2019), por lo cual se sugiere incluir la revisión y evaluación de riesgos pertinentes.</p>
 <p><b>Legal</b></p>	<p>Colombia cuenta con normas y comités —Resolución ICA 72221 de 2020, Resolución ICA 29299 de 2018, Resolución ICA 3168 de 2015, el Registro Nacional de Cultivares Comerciales (RNC), Comités Técnicos de Bioseguridad Agrícola y Ambiental (Rosero, 2020)— mediante los cuales se evalúan caso por caso, los riesgos y beneficios para la siembra de cultivos comerciales genéticamente modificados, con el fin de evaluar si el producto final tiene o no secuencias de ADN exógeno y así aplicar el marco regulatorio correspondiente.</p>	

Entorno	Oportunidades	Retos
 <p><b>Legal</b></p>	<p>El Programa liderado por es importante para la adecuada gestión de la edición génica en la agricultura. Asimismo, existe la posibilidad de contactar con institutos u organizaciones internacionales que estén abordando el tema de la gobernanza de patentes para las tecnologías de edición génica enfocada en la agricultura (Queen Mary Intellectual Property Research Institute, 2023).</p>	<p>Existen limitaciones en el uso y adopción de esta tecnología a causa de los derechos otorgados por los títulos de patente para las tecnologías CRISPR-Cas (Bermudez N &amp; Lizarazo-Cortés, 2016), ya que están sujetos a un alto número de patentes en diferentes categorías. Por ejemplo: los métodos de edición, los componentes del sistema CRISPR-Cas y las aplicaciones particulares están protegidas por diversas entidades, lo que puede dificultar la obtención de licencias integrales para su uso.</p> <p>Sumado a lo anterior, el costo de las licencias para utilizar estas tecnologías puede ser muy alto, especialmente para instituciones de investigación y pequeñas empresas en países en desarrollo, como Colombia.</p> <p>Si bien la normatividad andina señala que los derechos del título de patente admiten ciertas limitaciones y excepciones a su ejercicio —lo que permite a terceros (investigadores) usar las tecnologías de edición génica protegidas por patente sin necesidad de contar con la autorización expresa de su titular, siempre y cuando su uso se enmarque en dicha excepción— su aplicación no se extiende al producto obtenido. Por tanto, es indispensable que las entidades y centros de investigación tomen medidas para lograr acuerdos de licenciamientos apropiados o aún en esfuerzos para el desarrollo de herramientas propias.</p>



## Referencias

- Acosta, O.** (2022, noviembre 22). ¿Por qué Colombia persiste en invertir tan poco en investigación y desarrollo? *El Observatorio de la Universidad Colombiana*. <https://shorturl.at/bl7UZ>
- Adhikari, P. & Poudel, M.** (2020). Crispr-cas9 in agriculture: approaches, applications, future perspectives, and associated challenges. *Malaysian Journal of Halal Research*, 3(1), 6-16. <https://doi.org/10.2478/mjhr-2020-0002>
- Ahmad, A., Munawar, N., Khan, Z., Qusmani, A., Khan, S., Jamil, A., ... & Qari, S.** (2021). An outlook on global regulatory landscape for genome-edited crops. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(21), 11753. <https://doi.org/10.3390/ijms222111753>
- Bermúdez N, L., & Lizarazo-Cortés, Ó.** (2016). Técnica de edición de GENES CRISPR / CAS9. Retos jurídicos para su regulación y uso en Colombia. *Revista La Propiedad Inmaterial*, 21 79-110.
- Biontropic, Silo & EAFIT.** (2018). Estudio sobre la bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia n.º 1240667, fase i. <https://t.ly/kTZ9q>
- Cardozo, V.** (2024, marzo 21). Lenmeldy: la terapia más costosa del mundo para tratar fatal y rara enfermedad genética en niños. *Medicina y Salud Pública*. <https://shorturl.at/zYGWP>
- Departamento Nacional de Planeación.** (2023, diciembre 21). *Política nacional de reindustrialización. Documento CONPES 4129*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4129.pdf>
- Dirección Nacional de Planeación.** (2008, julio 14). *Bases de un plan de acción para la adecuación del sistema de propiedad intelectual a la competitividad y productividad nacional 2008-2010. Documento CONPES 3533*. <https://shorturl.at/8tv8r>
- Dirección Nacional de Planeación.** (2018, julio 10). *Política de crecimiento verde. Documento CONPES 3934*. <https://shorturl.at/EDim9>
- González Angulo, A. M., & Díaz Amado, E.** (2021). El debate ético y de regulación sobre el uso de CRISPR-Cas9 en la línea germinal humana. *Universitas Medica*,

62(4), 1-18. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed62-4.derc>

**Henderson, H.** (2019, abril 18).

Descubrimiento de efectos fuera del objetivo para una edición del genoma más segura. *Innovador Genómica Innovadora*. <https://shorturl.at/NNXOB>

**Kuiken, T., & Kuzma, J.** (junio de 2021).

*Edición Génica aplicada a la agricultura: resumen del marco regulatorio regional en América Latina*. Universidad Estatal de Carolina del Norte / Banco Interamericano de Desarrollo. <https://t.ly/Casli>

**Prabhukarthikeyan, S.,**

**Parameswaran, C.,**

**Keerthana, U., Teli, B., Jag,**

**P., Balasubramaniasai, C.,**

**... & Samantaray, S.** (2020).

Understanding the plant-microbe interactions in crispr/cas9 era: indeed a sprinting

start in marathon. *Current Genomics*, 21(6), 429-443. <https://doi.org/10.2174/1389202921999200716110853>

**Queen Mary Intellectual Property Research Institute.**

(2023, febrero 1). The British Academy funds research at Queen Mary on patent governance for agricultural genome editing technologies. *Queen Mary University of London*. [https://t.ly/P8Qf\\_](https://t.ly/P8Qf_)

**Ronald, P., & Kliegman, M.**

(2023, febrero 9). CRISPR en agricultura. *Innovate Genomics*. <https://t.ly/ET2iV>

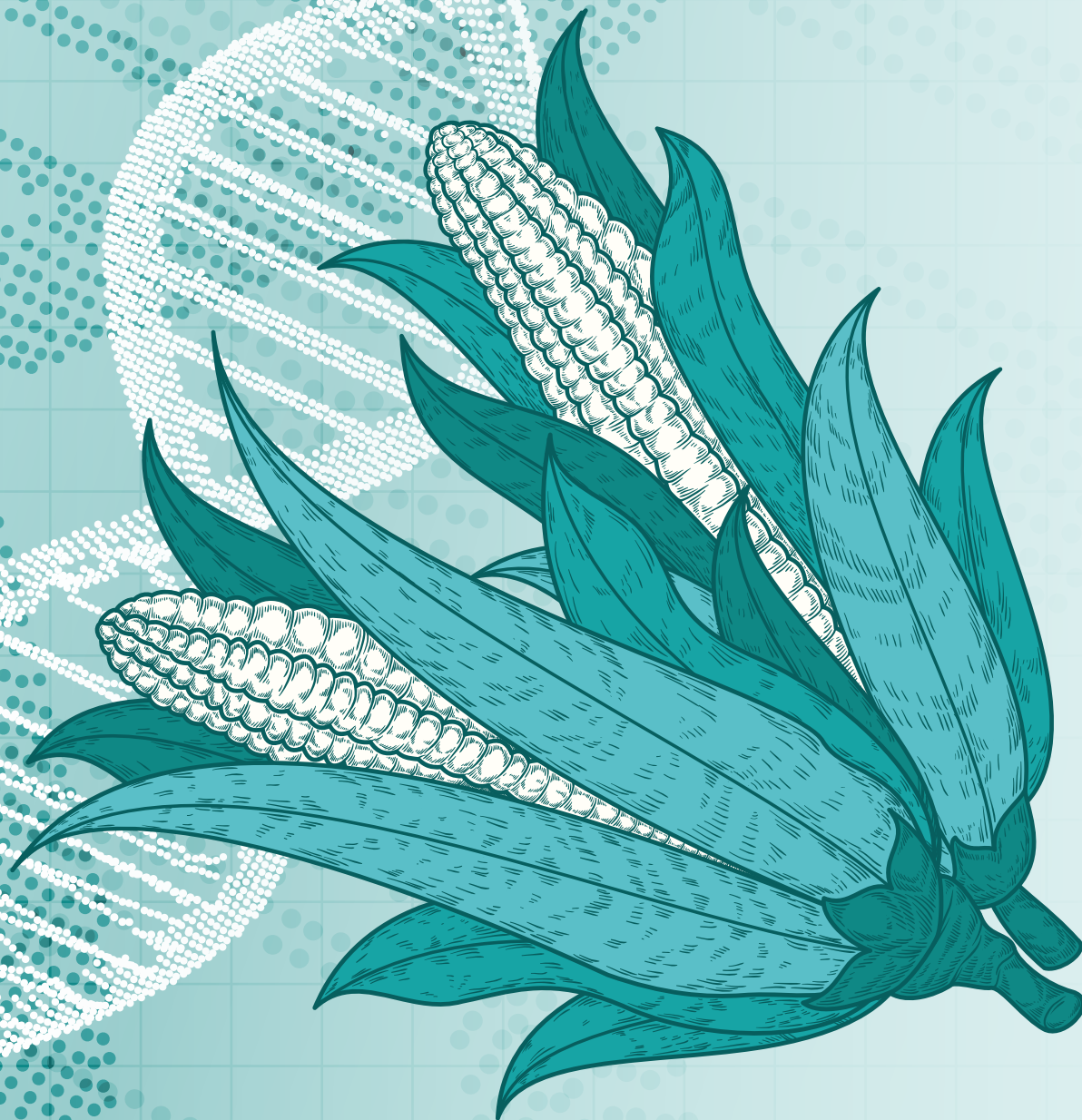
**Rosero, A.** (2020, noviembre 3).

*Marco regulatorio para la edición génica en Colombia*. ICA. <https://t.ly/l srlU>

**Yanes, J.** (2020, noviembre 27).

CRISPR es también una herramienta ambiental. *OpenMind BBVA*. <https://t.ly/A92RR>

# ANEXO





## Metodología

Realizamos el análisis de patentes sobre nuevas tecnologías relacionadas con CRISPR-cas a través de cuatro fases: coordinación, búsqueda, análisis de la información e interpretación de resultados. A lo largo de todo el proceso contamos con la colaboración de la empresa Agrosavia y sus expertos Daniel F. Rojas Tapias, Ximena Benavides y María Hersilia Bonilla C.

**Fase de coordinación:** este boletín fue dirigido a las nuevas tecnologías relacionadas con CRISPR-cas. El boletín fue elaborado por los vigías tecnológicos Sergio Cuéllar y Paola Mojica.

**Fase de búsqueda:** la información de las patentes la obtuvimos con la ayuda del

software Derwent Innovation,<sup>1</sup> que cuenta con los registros de más de 30 oficinas a nivel mundial, incluidas la europea<sup>2</sup>, norteamericana, china, japonesa, británica, alemana, taiwanesa, francesa, suiza y latinoamericana, así como de las patentes solicitadas por el Tratado de Cooperación de Patentes (PCT).<sup>3</sup>

- 1 En algunos casos, para analizar los documentos originales, consultamos las bases de datos Espacenet, USPTO, Latipat, entre otras.
- 2 Oficina Europea de patentes (European Patent Office - EPO)
- 3 El Tratado de Cooperación de Patentes (PCT), administrado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) estipula que se presente una única solicitud internacional de patente con el mismo efecto que las solicitudes nacionales presentadas en los países designados. Un solicitante que desee protección puede presentar una única solicitud y pedir protección en tantos países asociados como sea necesario.

Para llevar a cabo la búsqueda, definimos así la ecuación que incluye las siguientes palabras clave: ALLD=((CRISPR OR cas9 OR (genome ADJ3 edit\*) OR (gene ADJ3 edit\*) OR TALENs OR “Transcription Activator-Like Effector Nucleases” OR ZFNs OR “Zinc Finger Nucleases”) AND (agriculture OR crop\* OR drought OR “nutrient enhancement” OR (pest ADJ3 resistance) OR Cotton OR Gossypium OR Rice OR “Oryza sativa” OR Banana OR Plantain OR Musa OR Eggp

Las patentes que estaban relacionadas con CRISPR-cas fueron seleccionadas, así como las más cercanas según las citaciones. En cuanto a la recolección de información en torno a patentes a nivel nacional recurrimos a la base de datos de la Superintendencia de Industria y Comercio.

**TABLA 4**

**Descripción de los indicadores empleados en el análisis de patentes**

**Fase de análisis e**

**interpretación:** para analizar la información usamos los *software* Tableau desktop, Knime, Flourish, Vosviewer y Python; así como métodos bibliométricos, indicadores de análisis de patentes, redes sociales y el apoyo de los expertos. A continuación, en la tabla, describimos los indicadores de patente usados en el análisis del presente boletín.<sup>4</sup>

Indicador	Descripción
<b>Actividad inventiva</b>	Cantidad de invenciones que han solicitado protección de una patente. Este indicador se puede medir por país, solicitante o inventor y se determina teniendo en cuenta la primera solicitud presentada en cualquier lugar del mundo a partir de la fecha de presentación (fecha de prioridad)
<b>Solicitudes de patente presentadas o actividad de presentación</b>	Número total de solicitudes de patente presentadas en un país determinado o en una oficina de patentes, es decir, la cantidad de solicitudes de patente donde se presenta o se solicita la protección. Este indicador permite conocer los principales mercados para una tecnología y realizar el análisis de países destino
<b>Impacto industrial</b>	Cantidad de solicitudes de patente que citan un documento de patente X
<b>Índice H</b>	Relaciona la actividad inventiva con el impacto industrial identificando el número de invenciones X que tienen al menos el mismo número de citas recibidas o más
<b>Empleados</b>	Número de empleados que tiene una compañía X
<b>Ventas</b>	Ventas de una compañía en un periodo de tiempo de una compañía x

<sup>4</sup> Tomados de: Porter, A. L., Cunningham, S. W., Banks, J., Roper, A. T., Mason, T. W. y Rossini, F. A. (2011). *Forecasting and Management of Technology*. Wiley.

## Glosario

**Actividad inventiva:** Cantidad de invenciones que han solicitado protección de una patente. Este indicador se puede medir por país, solicitante o inventor y se determina teniendo en cuenta la primera solicitud presentada en cualquier lugar del mundo a partir de la fecha de presentación (fecha de prioridad).

**Actividad de presentación:** Número total de solicitudes de patente presentadas en un país determinado o en una oficina de patentes, es decir el número de solicitudes de patente donde se presenta o se solicita la protección. Este indicador permite conocer los principales mercados para una tecnología y así realizar el análisis de países destino.

**Actividad de patentamiento:** Suma de las publicaciones de las solicitudes de patente pre-

sentadas en diferentes países para proteger las invenciones oriundas de un mismo país.

**Alcance internacional:** Número de oficinas donde se solicita la patente.

**Ciclo de vida o evolución tecnológica:** Secuencia anual de la actividad inventiva o la actividad de patentamiento de una tecnología. Proporciona información relativa a la inversión potencial realizada por las compañías del presente estudio (tanto en el año de solicitud como en los inmediatamente posteriores).

**CIP:** Sigla de Clasificación Internacional de Patentes, sistema jerárquico que divide los sectores tecnológicos en varias secciones, clases, subclases y grupos.

**Citas:** Referencias al estado anterior de la técnica contenidas en los documentos de patente, que pueden ser a otras patentes, a publicaciones téc-

nicas, libros, manuales y demás fuentes.

**Concesión:** Derechos exclusivos de propiedad industrial que una oficina otorga a un solicitante. Por ejemplo, las patentes se conceden a los solicitantes para que hagan uso y exploten su invención durante un plazo limitado de tiempo. El titular de los derechos puede impedir el uso no autorizado de la invención.

**Dominio público:** Una invención se encuentra en dominio público cuando ha sido divulgada y no se encuentra protegida por ningún derecho de patente vigente en el país donde se quiere implementar la invención. Una patente pierde su vigencia porque ha caducado o porque su protección ha terminado de acuerdo con las normas actuales sobre la Propiedad Industrial en Colombia. De esta forma, la invención puede ser utilizada o comercializada por cualquier persona,

puesto que el derecho de exclusividad del titular ha finalizado.

**Estado de la técnica:** Es todo aquello accesible al público por una descripción escrita u oral, utilización, comercialización o cualquier otro medio antes de la fecha de presentación de la solicitud de patente. El estado de la técnica sirve para evaluar la patentabilidad de una invención.

**Familia de patente:** Conjunto de solicitudes de patente relacionadas entre sí que se presentan en uno o más países para proteger la misma invención.

**Fecha de presentación de la solicitud:** Es el día en que se presenta la solicitud de patente en una oficina determinada.

**Fecha de prioridad:** Primera fecha en la que se presenta la solicitud de una patente, en cualquier lugar del mundo (por lo general, en la oficina de patentes del país del solicitante), para proteger una invención. Es la más antigua y, por lo tanto,

puede considerarse la más cercana a la fecha de la invención.

**Fecha de publicación:** Fecha en la que la oficina de propiedad industrial publica la solicitud de patente. Indica el momento en el que la información relativa a la invención se divulga públicamente. Por lo general, el público tiene acceso a la información relativa a la solicitud de patente 18 meses después de su fecha de prioridad.

**Impacto industrial:** : Cantidad de solicitudes de patente que citan un documento de patente X.

**Información tecnológica:** Información que describe invenciones relacionadas con procesos y/o productos. Las fuentes de información son diversas (publicaciones, artículos, documentos especializados, tesis académicas, etc.); una fuente primordial son los documentos de patente, que, por su estructura normalizada, describen las invenciones en su totalidad incluyendo el estado de la técnica.

**Invención:** Es un nuevo producto (aparato, máquina, material, sustancia), procedimiento o forma de hacer algo que resuelve alguna necesidad o problema técnico.

**Inventor:** Autor de una invención que, por lo tanto, tiene derecho a ser reconocido como tal en la patente.

**País de origen:** País en que reside el solicitante o el inventor de la solicitud de patente. En caso de que sea una solicitud conjunta, corresponde al país en que reside el inventor o solicitante mencionado en primer lugar. El país de origen sirve para determinar el origen de la invención o de la solicitud de patente.

**País u oficina destino:** País(es) donde se busca proteger una invención.

**País de prioridad:** País en el que se presentó la solicitud de patente por primera vez en

todo el mundo, antes de solicitarla en otros países.

**Patente:** Derecho exclusivo concedido por ley a los solicitantes o inventores sobre sus invenciones durante un periodo limitado (generalmente de 20 años). El titular de la patente tiene el derecho a impedir la explotación comercial de su invención por parte de terceros durante dicho periodo. Como contrapartida, el solicitante está obligado a dar a conocer su invención al público, de modo que otras personas expertas en la materia puedan reconocer y reproducir la invención. El sistema de patentes tiene como objetivo equilibrar los intereses de los solicitantes (derechos exclusivos) y los intereses de la sociedad (divulgación de la invención).

**Solicitante:** Persona o empresa que presenta una solicitud de patente o marca. Cabe la posibilidad de que en una solicitud figure más de un solicitante. El nombre del solicitante permite

determinar el titular de la patente o la marca.

**Solicitud de patente:** Procedimiento mediante el cual se solicita protección por patente en una oficina de propiedad industrial (PI). Para obtener los derechos derivados de una patente, el solicitante debe presentar una solicitud de patente y suministrar todos los documentos necesarios, así como abonar las tasas. La oficina de PI examina la solicitud y decide si concede o no la patente.

**Solicitud prioritaria:** Primera solicitud presentada en otro país para el mismo objeto.

**Solicitud de patente publicada:** En la mayoría de países se publica la solicitud de patente transcurridos dieciocho meses contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud o cuando fuese el caso desde la fecha de prioridad que se hubiese invocado. La publicación tiene por objeto permitir a las personas enterarse qué se

está intentando proteger a través de la solicitud de patente.

**Tecnología de uso libre:** Producto o procedimiento que no tiene derecho de propiedad industrial vigente y puede ser utilizado por cualquiera sin cometer ningún tipo de infracción.

**Titular de la patente:** Persona natural o jurídica a la que pertenece el derecho exclusivo representado por la patente.

**Transferencia de tecnología:** Transferencia de tecnología: Acto por medio del cual se produce una transmisión de conocimientos. Dicha transferencia se puede realizar a partir de publicaciones, bases de datos, compra de tecnología, asistencia técnica, documentos de patente, licencias de patente, cesiones entre otras.

**Variabilidad tecnológica:** Número de clasificaciones de patente usadas en un documento de patente X.

## Perfil de los expertos



**Daniel F.  
Rojas Tapias**

Investigador Asociado en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia. Su trabajo se centra en la bioprospección de microorganismos y enzimas con potencial agropecuario, la edición génica y la biología sintética para el desarrollo de productos biotecnológicos avanzados, y la biología molecular de la interacción planta-bacteria. Su investigación emplea herramientas avanzadas de biología molecular, biología química y bioinformática. Actualmente, el Dr. Rojas es el embajador para Colombia

de la American Society for Microbiology (ASM) y lidera el Banco de Germoplasma de Microorganismos con Interés Biofertilizante de Agrosavia. El Dr. Rojas obtuvo su PhD en Microbiología en Cornell University y realizó su entrenamiento postdoctoral en el Programa de Enfermedades Infecciosas y Microbioma del Broad Institute de MIT y Harvard University. Es microbiólogo y matemático por la Pontificia Universidad Javeriana, donde se graduó con honores, y posee una Maestría en Ciencias Biológicas de la Universidad de los Andes.



**Ximena  
Benavides Salazar**

Ingeniera Química de la Universidad Nacional de Colombia, Magister (c) en Innovación de la Fundación Universitaria del Área Andina y Especialista en Gestión Ambiental de la misma universidad. Actualmente se desempeña como Analista de Propiedad Intelectual en el Departamento de Propiedad Intelectual de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia. Se especializa en procesos de vigilancia tecnológica, valoración de resultados de investigación, búsqueda

del estado de la técnica e identificación de características con valor diferencial. Hace parte del grupo encargado del diseño e implementación de un programa que promueva el desarrollo, uso y apropiación de herramientas de edición genética como tecnologías habilitantes para la implementación de las apuestas de la agroindustria, la bioeconomía y soberanía alimentaria bajo el marco de la Política de Reindustrialización (CONPES 4129). Así como también del equipo ágil de Bioprospección.

**María Hersilia  
Bonilla C.**



Cuenta con amplia experiencia en la negociación y gestión de la propiedad intelectual en los campos de los derechos de autor y propiedad industrial, gestión del conocimiento, dirección estratégica, planeación de la investigación y mercadeo de tecnologías.

Actualmente, es la jefe del Departamento de Propiedad Intelectual de la empresa AGROSAVIA. Es Química y Bióloga de la Universidad de la Salle y tiene un Master Science en Agronomía de la Universidad Federal de la Bahía -Brasil.

## Bases de datos

A continuación, se presenta la base de datos de las patentes, que sirvió para la elaboración del presente boletín tecnológico. Si usted encuentra alguna patente de su interés, y

desea conocer si puede aplicar esa tecnología en Colombia, sin infringir derechos de terceros, le recomendamos solicitar una cita de orientación con el CIGEPI, en el siguiente enlace:

<https://www.sic.gov.co/propiedad-industrial/centros-de-apoyo>

**Base de datos internacional:**  
<https://1drv.ms/x/s!Ar8SBmCzFgQWhzkyv9WzE1IMEGhH?e=PNWohD>

**Base de datos nacional:**  
<https://1drv.ms/x/s!Ar8SBmCzFgQWhzjhyXB6vng6eyVc?e=VN7p1a>





## Información tecnológica del CIGEPI



### Concepto

La Información Tecnológica es una fuente de conocimiento que abarca datos sobre inventos e innovaciones tecnológicas en procesos y productos. Se obtiene de publicaciones, artículos, documentos especializados y tesis académicas, siendo los documentos de patente una fuente relevante debido a su estructura normalizada que describe las invenciones en detalle, incluyendo el estado de la técnica.



### Público objetivo / usuarios

Estos documentos son fundamentales para empresarios, inventores, centros de investigación, estudiantes y para la investigación y desarrollo (I+D), ya que no solo presentan nuevas invenciones, sino también información sobre avances previos en el campo tecnológico correspondiente.



### Características de la IT

La información de los documentos de patente es: pública, estandarizada, sectorizada, y proporciona la primera divulgación de la invención.

Para mayor información puede consultar:  
<https://sedeelectronica.sic.gov.co/temas/propiedad-industrial/informacion-tecnologica>



## Beneficios de la información tecnológica:



Análisis de necesidades del mercado

Informe sobre el estado de la técnica

Análisis y evaluación de invenciones

Posicionamiento de tecnologías frente a necesidades del mercado



Seguimiento de competidores y tecnologías

Análisis continuo de nuevas tecnologías concurrentes

Informe de patentabilidad

Análisis de la familia de una patente y de su estado legal

Búsqueda de potenciales licenciatarios



Análisis de infracción de patentes

Análisis de la validez de una patente

Búsqueda de nuevos socios, productos y oportunidades de inversión



## Servicios de información tecnológica ofrecidos por la SIC:



### Busquedas tecnológicas

Este servicio ofrece un listado de referencias bibliográficas de solicitudes de patentes a nivel nacional o internacional relacionadas con un tema definido por el solicitante.



### Búsquedas de diseño industrial

Listado de referencias bibliográficas de solicitudes o registros de Diseños Industriales a nivel nacional relacionadas con un diseño definido por el solicitante.



### Mapeo tecnológico

Es una visión panorámica cualitativa y cuantitativa mediante indicadores de patentes en relación con una tecnología específica, un sector tecnológico, país o región en un tiempo determinado a través del análisis de patentes publicadas a nivel mundial.



### Informe estadístico de PI

Este informe ofrece información clasificada y ordenada de propiedad industrial en Colombia, de acuerdo con la modalidad de protección, algunas variables predefinidas y un periodo de tiempo definido.




### Boletines tecnológicos

Son documentos que ofrecen análisis de información, sobre una tecnología o sector tecnológico, relevantes al contexto colombiano en el que se proporciona información nacional e internacional de patentes, competidores, productos y servicios y la identificación de factores que afectan hoy o afectaran en el futuro a una tecnología.



### Estadísticas de PI

Sección que presenta información estadística de propiedad industrial con una periodicidad mensual y anual.



Este boletín fue publicado por la Superintendencia de Industria y Comercio, en el mes de junio de 2024 en Bogotá, Colombia.

Cualquier inquietud o información tecnológica adicional, por favor consultar al Centro de Información Tecnológica y Apoyo a la Gestión de la Propiedad Industrial (CIGEPI) al teléfono (57) 1 587 0000 ext. 30022 o al correo electrónico [cigepi@sic.gov.co](mailto:cigepi@sic.gov.co)



**Superintendencia de  
Industria y Comercio**

Cra 13 No. 27 - 00  
pisos 3, 4, 5 y 10  
Bogotá, Colombia  
Conmutador (57 1) 587 0000  
Fax (57 1) 587 0284  
Call Center (57 1) 592 0400