

## PERCEPCIÓN DEL ERW Y SUS CRÉDITOS DE CARBONO EN LA AGROINDUSTRIA BRASILEÑA

**Johann Hiller Hernández** – University of Florida  
hillerhernjohann@ufl.edu

**Danylo Augusto Armelin** – PECEGE – ESALQ/USP  
danylo.armelin@ufl.edu

### Resumen

El cambio climático ha impulsado la búsqueda de soluciones innovadoras para mitigar sus efectos, con un enfoque en la reducción de gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub>. Los créditos de carbono, obtenidos a través de diversas estrategias, juegan un papel clave en este proceso. Una de las metodologías emergentes es el intemperismo acelerado (“Enhanced Rock Weathering [ERW]” en inglés), que implica la aplicación de polvo de roca en suelos agrícolas para capturar carbono de la lluvia. Esta investigación tuvo como objetivo explorar la percepción de los créditos de carbono y del ERW entre los profesionales de la agroindustria brasileña. Mediante un cuestionario en línea, se llevó a cabo un estudio exploratorio con enfoque cuantitativo, encuestando a 91 personas. Los resultados revelan un escepticismo moderado sobre el papel humano en el calentamiento global dentro de este sector, en comparación con el resto de la población brasileña. No obstante, la mayoría de los encuestados tiene una visión positiva sobre los créditos de carbono y está dispuesta a aprender más sobre el ERW. Este hallazgo sugiere un gran potencial para aumentar la difusión y adopción de esta tecnología en la agroindustria brasileña, lo que podría contribuir significativamente a la lucha contra el cambio climático.

Palabras llave: Intemperismo acelerado; Créditos de Carbono; Enhanced Rock Weathering; Agroindustria; Brasil; Sustentabilidad; Percepción.

**Abstract**

Climate change has prompted the search for innovative solutions to mitigate its effects, focusing on reducing greenhouse gases such as CO<sub>2</sub>. Carbon credits, obtained through various strategies, play a key role in this process. One emerging method is enhanced rock weathering (ERW), which involves applying rock dust to agricultural soils to capture carbon from rainfall. This research explored the perception of carbon credits and ERW among Brazilian agribusiness professionals. An exploratory, quantitative study was conducted using an online questionnaire, surveying 91 people. The results reveal a moderate skepticism about the human role in global warming within this sector, compared to the rest of the Brazilian population. Nevertheless, most respondents have a positive view of carbon credits and are willing to learn more about ERW. This finding suggests great potential for increasing the dissemination and adoption of this technology in Brazilian agribusiness, which could significantly contribute to the fight against climate change.

Keywords: Enhanced rock weathering; Carbon credits; Agribusiness; Brazil; Sustainability; Perception.

**1. Introducción**

El mercado de créditos de carbono ha tomado cada día más importancia en la búsqueda de soluciones al calentamiento global y los aumentos en gases invernaderos. Este fue originalmente establecido como parte del Protocolo de Kioto (1997) y posteriormente ampliado en el Acuerdo de París (2015), y busca la compra y venta de este producto por parte de empresas u otras organizaciones. Estos créditos representan una tonelada métrica de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) u otra unidad equivalente de gases invernadero que se hayan evitado, removido o reducido en comparación con un escenario establecido como referencia (Gupta, 2011).

Con el constante crecimiento y concientización sobre la urgencia climática, el mercado voluntario de créditos de carbono ha visto un desarrollo cada vez mayor. Empresas, gobiernos y organizaciones han hecho un mayor esfuerzo para reducir su huella de carbono y cumplir con los objetivos que ayudarían a combatir el

calentamiento global, lo que ha generado una demanda creciente de créditos de carbono verificados y certificados (Andrade y Costa, 2008; Wongpiyabovorn et al., 2023).

Sin embargo, este mercado no está exento de dificultades y críticas por parte de los consumidores. El saldo total de gases invernadero presente en las operaciones de remoción de CO<sub>2</sub>, la falta de metodologías estandarizadas para medir la cantidad de gases removidos, al igual que validaciones de estas cantidades dudosas ha creado una visión crítica hacia los proveedores de estos créditos (Bayon et al., 2006).

Brasil tiene un rol significativo en el balance global de emisiones de carbono y su remoción debido a su extenso territorio y su biodiversidad única. El país tiene grandes áreas de selva tropical, que son responsables por la absorción y almacenamiento de carbono atmosférico a través de la fotosíntesis. La deforestación cada vez mayor de su selva, el avance de la agricultura a gran escala y los asentamientos ilegales en áreas protegidas han hecho que se reduzca esta capacidad de captura de carbono en su territorio (Fearnside, 2006). Por este motivo, el país ha buscado alternativas de captura y reducción de las emisiones de carbono dentro de la silvicultura, la agricultura y la energía renovable.

Una presión internacional creciente y la legislación nacional han impulsado el debate y consecuentemente el interés de los créditos de carbono en Brasil. El gobierno del país ha implementado políticas para fomentar la reducción de emisiones y la conservación de sus recursos naturales, lo que ha dado lugar a una serie de proyectos de compensación de carbono certificados bajo diversos estándares internacionales. Sin embargo, la inestabilidad política y económica del país ha generado desconfianza en organizaciones internacionales dispuestas a invertir en proyectos para cumplir estas metas (Silveira e Oliveira, 2021).

Dentro de los proyectos de remoción de CO<sub>2</sub>, nuevas alternativas que cooperen con desarrollo agrícola también han sido propuestas y puestas en práctica. Una de ellas es el intemperismo acelerado de rocas, o “Enhanced Rock Weathering [ERW]” en inglés. Este método de remoción de CO<sub>2</sub> se basa en la aplicación de polvo de rocas en los terrenos agrícolas, secuestrando el CO<sub>2</sub> disuelto en el agua de lluvia y remineralizando suelos degradados, que por lo tanto trae

beneficios a los cultivos. A través de este también se logra disminuir la acidez del océano, acelerando un proceso que ya sucede en la naturaleza (Beerling et al., 2020; Deng et al., 2023).

Durante los últimos años, la percepción de la agroindustria brasileña ha sido negativa por parte de la comunidad internacional, siendo acusada de desastres ambientales en sus selvas del cerrado y amazónicas (de Area Leão Pereira et al., 2020). Es crucial para esta industria el mejorar esta percepción que ayude a valorizar sus productos en los mercados de otros países compradores de ellos. La inclusión y compra de créditos de carbono obtenidos a través del ERW es una alternativa viable que puede ser aplicada sin disminuir la actividad agrícola.

Como discute Strefler et al. (2018), el ERW tiene un gran potencial de ser usado como remineralizador de suelos en Brasil debido a su latitud relativamente baja y ambiente húmedo. La alta disponibilidad del basalto en las regiones de producción agrícola agrega más beneficios al potencial de esta práctica, presentando una oportunidad única de construir una agricultura más sustentable en el país (Marques et al., 2020).

Tomando estos datos en cuenta, sería útil entender la percepción del uso del ERW como opción de créditos de carbono en esta industria, evaluando la disposición de compra de estos, al igual que posibles cooperaciones para aplicar estos productos en el campo. Estos datos pueden ser usados por empresas dedicadas a remover CO<sub>2</sub> con ERW para aumentar su área de actuación y por lo tanto sus ventas dentro del mismo país.

## **2. Materiales y Métodos**

Con el objetivo de encontrar las respuestas a la problemática planteada, el trabajo se basó primeramente en una revisión bibliográfica de las tendencias en cuanto a los créditos de carbono y ERW en el país y mundialmente. Esta es clasificada como recopilación de datos secundarios, que según Kotler y Keller (2012), es de fácil y rápido acceso, permitiendo al investigador saber si su problemática puede ser resuelta por medio de estos datos ya disponibles. Los motores de búsqueda para encontrar las informaciones necesarias fueron

principalmente el “Web of Science”, al igual que “Google Scholar”, y diversas revistas científicas encontradas como “Nature” y “Science”. Las palabras llave para la búsqueda fueron ERW, intemperismo, agronegócio, pó de rocha, basalto, agricultura y sus variantes en inglés, para tener acceso todo el material disponible de este tema posible.

El tipo de investigación fue exploratoria, que según Kotler y Keller (2012) tiene la meta de demostrar la verdadera naturaleza de un problema, al igual que proponer posibles soluciones para este mismo. Este tipo de investigación empírica también puede ser clasificada con tres finalidades, que son el desarrollar hipótesis, aumentar la familiaridad del lector con el tema y esclarecer los conceptos (Marconi y Lakatos, 2017).

La naturaleza de la investigación fue de carácter cuantitativo. Como argumenta Flick (2012), este tipo de investigaciones tiene el objetivo de probar hipótesis a través de metodologías medibles y definidas. En el caso de esta investigación, será el medir la percepción general del ERW en la agroindustria brasileña con las métricas a ser definidas. Kotler y Keller (2012) argumentan que la percepción del cliente basada en diferentes estímulos induce a escoger un producto o empresa sobre otro. Algunos de los factores que influyen la percepción se dan por atención, distorsión y retención selectiva, obtenidos por la interacción de estas personas con su ambiente y con distintos medios de comunicación.

Para recolectar los datos primarios necesarios que los secundarios no puedan completar, se construyó un cuestionario “on-line” en portugués. Este cuestionario se limitó a personas que trabajen en una empresa relacionada a la agroindustria brasileña, ya sea en la producción, procesamiento o soluciones dentro de ella. El respondiente tenía que hacer parte de una empresa que este en el sector primario, secundario o terciario de la agroindustria de Brasil. Para identificar posibles errores y faltas de objetividad dentro del cuestionario, fue conducido una investigación piloto o prueba con un grupo reducido dentro del público escogido como es recomendado por Marconi y Lakatos (2017). Con los datos obtenidos dentro de esta muestra reducida se hicieron los respectivos replanteamientos o modificaciones de las preguntas escogidas.

El cuestionario fue hecho con un total de 21 preguntas, que eran divididas en cuatro secciones. La primera sección aclaró el objetivo de la investigación, se introdujo el tema del intemperismo acelerado, se aclaró la anonimidad de la investigación, y se incluyó la primera pregunta, en la cual la persona declaraba estar de acuerdo con completar el cuestionario. La segunda sección con 5 preguntas trató la identificación de la persona a ser estudiada, con preguntas acerca de su edad, estado de residencia, escolaridad, sector de actuación de la empresa y su posición dentro de esta. La tercera y principal sección con 16 preguntas trató de diversas relacionadas a la perspectiva de los cambios climáticos y la utilidad de los créditos de carbono por parte de la persona, su conocimiento específico en cuanto al intemperismo acelerado y los créditos, y si las empresas en las que trabajan tienen interés de adquirir o ya adquirieron los créditos. Durante la prueba piloto hubo una última sección pregunta abierta al entrevistado, preguntando si existía alguna sugerencia en cuanto a cambios que deban ser hechos dentro de este, que fue posteriormente retirada para la divulgación del cuestionario final.

Como recomendado por Kotler y Keller (2012), se buscó hacer preguntas imparciales, concisas, en lenguaje fácilmente entendible para los miembros del sector, en formato de escalas y opción múltiple. El tipo de preguntas fue cerrado, buscando obtener respuestas estandarizadas en todos los individuos. Los cuestionarios son un instrumento de colecta de datos con preguntas ordenadas que deben ser respondidas sin la presencia del entrevistador (Marconi y Lakatos, 2017). Estos tienen la ventaja de ser de bajo costo, rápidos, versátiles, y con respuestas honestas cuando son aplicados de forma “on-line” (Kotler y Keller, 2012).

El cuestionario piloto se condujo del 6 may. 2024 al 28 jun. 2024, recaudando 16 respuestas de personas (que fueron principalmente conocidos), para así obtener recomendaciones más específicas de forma verbal. Este fue desarrollado en la plataforma “Google Forms”, por su facilidad de uso. De estas fueron obtenidas diferentes respuestas, con una sugerencia de añadir si cree en una pecuaria con menores emisiones de carbono, o con fijación de carbono, al igual que reestructurar algunas preguntas. Hubo también algunas personas que creían que el cuestionario era dirigido únicamente a personas que trabajen específicamente con créditos de carbono, por lo que se consideró dejar claro que no es necesario trabajar en la industria de créditos de carbono para poder responderlo. De igual manera fue

considerado que la baja tasa de respuestas se pueda deber a terminología compleja como “ERW”, que pueden crear rechazo ya que el público no se considera apto a responder preguntas de temas desconocidos. Estas consideraciones fueron discutidas junto con el orientador, donde hubo un acuerdo de quitar el término “ERW” para no distanciar a personas por causa de desconocimiento de términos complejos, que fue constatado en varias personas. Se decidió también dejar las preguntas actuales, las cuales parecieron haber sido bien entendidas por parte de los entrevistados.

El cuestionario final fue aplicado del 28 jun. 2024 hasta el 9 sep. 2024. Con los cambios hechos después de la prueba piloto, se divulgó el cuestionario de manera masiva a programas de posgrado, empresas del agro, conocidos de esta misma área y redes sociales. Se obtuvo un total de 91 respuestas. Todas las respuestas obtenidas en la prueba piloto fueron usadas para hacer el análisis final ya que no hubo descarte ni adición de preguntas en el cuestionario, solamente se usó términos diferentes dentro de las preguntas y la descripción.

El objeto de estudio fue muestreo no-probabilístico, ya que los cuestionarios fueron dirigidos a personas que trabajen dentro de la agroindustria brasileña o tengan una conexión directa a ella. Este muestreo se usa cuando no se escogen individuos aleatoriamente, lo que no permite inferir resultados para todos los miembros del estudio basados en hallazgos previos (Marconi y Lakatos, 2017).

El análisis final de los datos fue por medio de estadística descriptiva, reconociendo así patrones que se repitan entre los individuos que responden el cuestionario y relacionándolo a los resultados encontrados en la revisión bibliográfica de tendencias. Este es un análisis univariable básico que según Gil (2008) permite caracterizar lo que es típico en el grupo, mostrar variabilidad de los individuos dentro de este, y verificar cómo estos individuos se distribuyen dentro de determinadas variables.

Ya que se trata de una investigación de opinión pública, la información que fue recolectada no incluye la identificación específica de los objetos de esta, al igual que se hizo omisión de mencionar nombre de empresas específicas. Por esto, este proyecto fue exento de ser registrado en el Comité de Ética y Pesquisa [CEP] y del

Conselho Nacional de Saúde de Brasil [CNS], como es mencionado en la Resolución nº 510 del 07 abr. 2016.

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1 Perfil de los Respondientes

Como es posible observar en la Figura 1, la mayoría de respondientes se encontró dentro del menor rango de edad (entre 20 a 30 años), haciendo un 55% de la muestra total. Estos fueron seguidos por el segundo menor rango de edad (31 a 40 años) con 21% dos respondientes, que a su vez fue seguido de 10% de respondientes entre 41 a 50 años, 5% entre 51 a 60 años, y finalmente con 9% de personas con más de 60 años de edad.

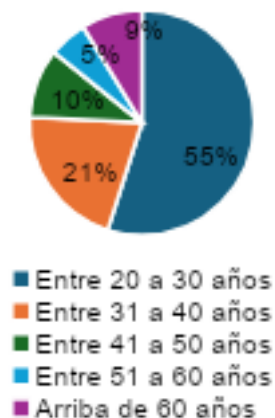


Figura 1. Distribución de edad de los respondientes del cuestionario  
Fuente: Datos originales del cuestionario

En relación al estado de residencia de los entrevistados, se observa en la Figura 2 que la mayoría de ellos (56%) tenían residencia en el estado de São Paulo, seguido por Minas Gerais (22%), Mato Grosso y Goiás con 5% cada uno, 4% en Paraná, 2% en el exterior de país, y 1% en los estados de Bahia, Rio de Janeiro, Pernambuco, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Norte y Espírito Santo.

Según la “Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade” [INVESTSP] (2024), el estado de São Paulo es el principal productor y exportador agrícola del país, con 24,8 millones de hectáreas de clima tropical, y donde la agroindustria representa 23,15% de todos los vínculos de

empleo. Debido a esto, la mayor cantidad de personas que trabajan en la agroindustria en el país viven en este estado, y su mayoría representativa en la investigación representa la realidad del país. Este dato también es corroborado por Morais (2019) que apunta que, a pesar de tener el segundo porcentaje más bajo de la población dedicada a la agroindustria en el estado como todo, es el que más tiene trabajadores en este ramo en número de personas total muy por encima de los demás estados brasileños.

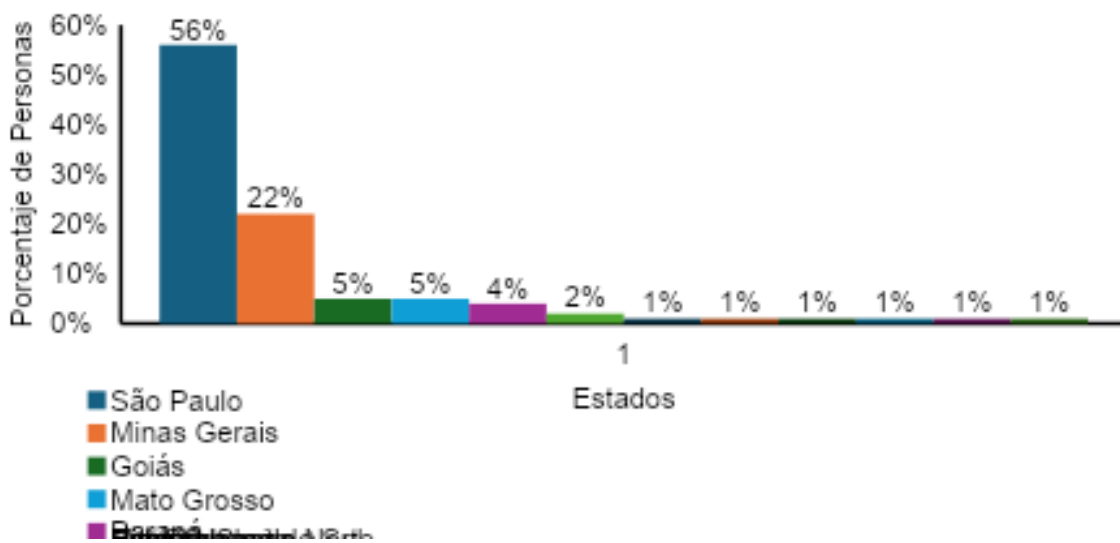


Figura 2. Distribución de estado de residencia de los respondientes  
 Fuente: Datos originales del cuestionario

En lo que respecta al nivel educacional de los respondientes, en la Figura 3 es visible que 28% de los respondientes afirmaron tener un pregrado concluido, seguido de 15 % con un doctorado completo, 11% con doctorado incompleto, “Master of Business Administration” [MBA] completo e incompleto con 10% para cada uno, maestría completa e incompleta con 9% cada uno, 7% con pregrado incompleto y 1% con curso técnico completo. De esta forma se puede afirmar que casi todos los respondientes tienen una formación superior concluida o en curso, y por tanto se han involucrado en algún momento en ambientes académicos.

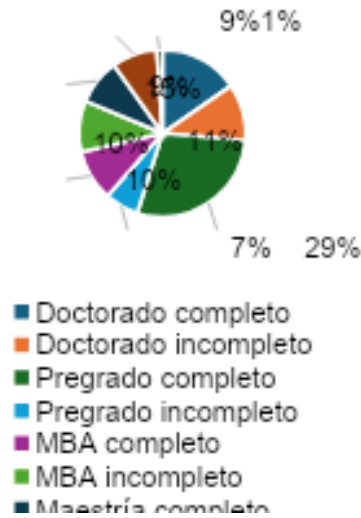


Figura 3. Distribución de nivel de educación de los respondientes  
 Fuente: Datos originales del cuestionario

Ya en el aspecto de posición dentro de las empresas, se puede ver en la Figura 4 que la mayoría de ellos (51%) se encontraba en el sector operacional, el cual involucra personas que trabajan en la ejecución de tareas a corto plazo. Este fue seguido por el sector táctico, con 35% de los respondientes, donde se consideran los cargos entre alta dirección y operacional. Por último, 14% de los respondientes afirmó estar en un cargo estratégico, que incluye a los jefes, presidencia, y altos cargos para toma de decisiones dentro de estas empresas.



Figura 4. Distribución de posiciones dentro de las empresas de los respondientes  
 Fuente: Datos originales del cuestionario

En cuanto a los sectores de actuación de las empresas a las cuales los respondientes pertenecían, se puede ver en la Figura 5 que la mayoría era parte del sector terciario (58%), que son las empresas que brindan y comercializan servicios y

soluciones conectadas a la agroindustria. Estos fueron seguidos por 30% de los respondientes que afirmaron ser parte de una empresa en el sector primario, siendo este definido como la producción de materias primas. Por último, un 12% marcó que pertenecía a una empresa del sector secundario, que procesa las materias primas obtenidas por el sector primario.

Según los últimos datos, 40,43% de las empresas brasileñas de la agroindustria actúan en el sector terciario, 32,54% en el secundario y 27,03% en el primario (Exame, 2023). El Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada [CEPEA] reportó que para mar. 2024, el sector terciario representaba 48,8% del PIB de la agroindustria total, seguido por un 27,9% del primario y 23,3% del secundario.

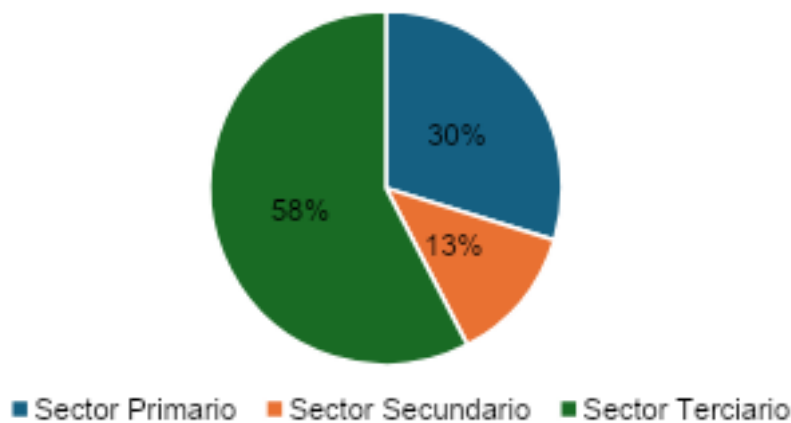


Figura 5. Distribución de sectores de actuación de las empresas de los respondientes

Fuente: Datos originales del cuestionario

### 3.2 Discusión del tema

Según la investigación del Centro de Gestão e Estudos Estratégicos [CGEE] (2024), un 95,4% de brasileños afirma ser consciente de la existencia de cambios climáticos. Del mismo modo, una investigación de opinión popular hecha por la organización Inteligência em Pesquisa e Consultoria Estratégica [IPEC] (2023) encontró que 94% de los brasileños creen que está ocurriendo un calentamiento global, con un valor parecido al de años anteriores. Esto apunta a que la percepción del cambio climático es un tema bastante unánime en la población general del país,

en el cual no hay una gran brecha de opiniones. Sin embargo, en una investigación hecha por Andrade et al. (2013) a agricultores del estado de Rio Grande do Norte, se observó que la percepción de cambio climático era bastante difusa, sin tener una opinión unánime.

El aumento de temperaturas iría traer efectos tanto positivos como negativos a la agricultura dependiendo de la región. Las regiones más altas, que acostumbran tener menores temperaturas pueden beneficiarse de una mayor productividad asociada a estas mayores temperaturas. Sin embargo, regiones más bajas y propensas a sequías pueden ver un impacto negativo significativo en su producción, llevando a mayores costos de producción (Aydinalp y Cresser, 2008; Mendelsohn, 2009).

Como es visible en la Figura 6, 91% de los entrevistados señaló haber percibido cambios climáticos en las últimas décadas. Este resultado es ligeramente menor comparado con los estudios mencionados previamente. Se puede ver de esta manera que la percepción dentro de las personas pertenecientes a la agroindustria es bastante parecida a la población brasileña en total.

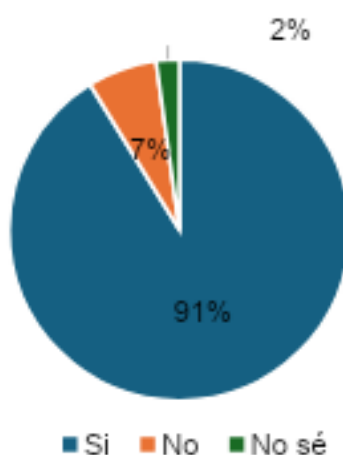


Figura 6. Percepción de existencia de cambios climáticos  
Fuente: Datos originales del cuestionario

En cuanto a la causa de los cambios climáticos, el estudio realizado por el CGEE (2024) demostró que un 78,2% de los brasileños cree que estos cambios climáticos son causados por acción humana. También señaló que a pesar de las evidencias científicas que existen disponibles afirmando este hecho, casi un 20% de

la población cree que estas son causadas de forma natural por el medio ambiente. El estudio realizado por el IPEC (2023) mostró que 74% de los entrevistados de toda la población brasileña también creía en que los cambios climáticos eran causados por acción humana, mientras que 24% creía que era causado ya sea por el medio ambiente o por ambos. Esto demuestra una menor unanimidad en esta temática, donde se ve que existe una brecha de opinión en por lo menos 1 de cada 5 brasileños. Dentro de la agroindustria brasileña, Gagniani (2021) reportó que grandes empresas de esta área en Brasil han auspiciado charlas de famosos autores que niegan la influencia humana en el cambio climático. Estas han sido dadas en diversos centros como universidades federales o asociaciones rurales, que muestra que existe una cierta propensión a negar la acción humana del cambio climático dentro de la agroindustria brasileña.

Al observar la Figura 7 es posible constatar que dentro de la agroindustria existe un menor porcentaje de personas (62%) que cree firmemente que el ser humano tiene influencia en el cambio climático comparado con las encuestas mencionadas. Esto confirma que existe un cierto escepticismo en este tema por parte de esta comunidad en contraste a la opinión general del país, mostrando que casi 2 de cada 5 respondientes cree que la influencia humana en este fenómeno es parcial (33%) o inexistente (5%).

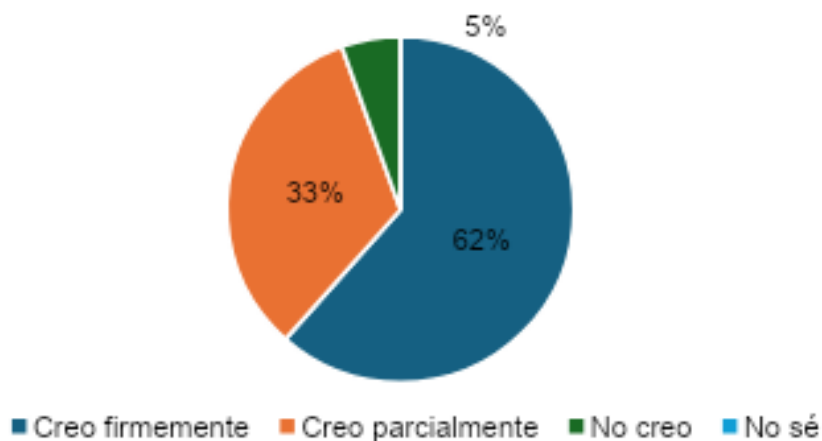


Figura 7. Influencia del ser humano en los cambios climáticos  
Fuente: Datos originales del cuestionario

En cuanto a las tendencias de créditos de carbono en Brasil, hubo un aumento e de 779% entre 2019 y 2021 de créditos generados en el país (Vargas et

al., 2021). En el estudio de Goulart (2013), se identificó un potencial del país para producción de créditos de carbono con las prácticas agropecuarias como cría de animales. El mismo autor discute que la gran escala de la agricultura brasileña sumada con los innovadores métodos aplicados en el país brinda una oportunidad única de implementación de estos. De igual forma se debe tomar en cuenta que estos créditos deben ser verificados por entidades internacionalmente reconocidas para tener su valor en el mercado internacional. Sin embargo, un estudio hecho por Abadie et al. (2024) en empresas británicas mostró que muchas de las empresas que están dispuestas a comprar créditos de carbono a precios altos tienen una alta tendencia a involucrarse en prácticas de “greenwashing<sup>1</sup>”, que según de Freitas Netto (2020) se define como la práctica de promocionar acciones empresariales que supuestamente tendrían un impacto ambiental positivo, y en realidad no tienen impacto alguno e incluso puede tener consecuencias negativas en este aspecto. Estas empresas descritas por Abadie et al. (2024) tienen una gran prioridad de mostrarse sustentables públicamente, por lo cual tienden a tomar a cabo este tipo de acciones engañosas, que toman estas medidas más como una estrategia de publicidad y no por una responsabilidad moral. Estas polémicas han causado que la confianza en los créditos de carbono se haya quebrantado como afirma Nygaard (2023), y, por lo tanto, la percepción de la utilidad de estos créditos haya sido impactada negativamente en la perspectiva mundial.

La Figura 8 muestra que la gran mayoría de personas entrevistadas conoce el término de créditos de carbono, siendo que un 39% afirma saber bien su definición. Ya un 52% dice tener una idea básica, mientras que 9% escuchó del término, pero no conoce bien lo que representa.

---

<sup>1</sup> Estrategia de marketing en la que una empresa exagera o falsifica su compromiso ambiental para parecer más sostenible de lo que realmente es.



Figura 8. Familiarización con el término “créditos de carbono”  
Fuente: Datos originales del cuestionario

Considerando la opinión si es que estos créditos son útiles para mitigar el cambio climático, la Figura 9 muestra que solamente 27% afirmó creer firmemente en esta alternativa. Más de la mitad de los entrevistados (57%) señaló creer parcialmente en la utilidad de estos con ese objetivo, mientras que 14% afirmó no creer en la efectividad de ellos para contrarrestar estos fenómenos. De esta forma, es posible ver una brecha de opiniones a este respecto en la agroindustria, posiblemente causada por las polémicas involucradas a los créditos de carbono durante los últimos años señalada previamente y discutido por Dawes (2024). Uno de los grandes escándalos fue el de la reconocida certificadora Verra, que era la líder mundial, en el cual después de una investigación se constató que 90% de los créditos certificados eran falsos (Greenfield, 2023).

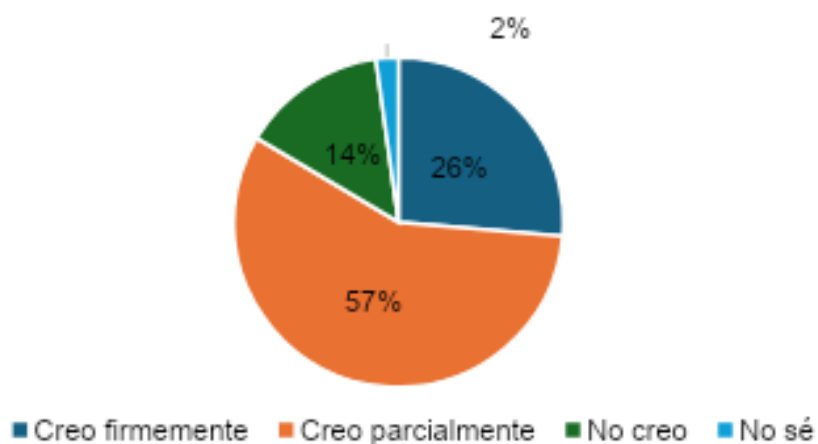


Figura 9. Créditos de carbono como una buena alternativa para mitigación del cambio climático

Fuente: Datos originales del cuestionario

En la Figura 10 es posible ver que una parte considerable de los entrevistados (43%) estaba totalmente de acuerdo con la afirmación de que las empresas de la agroindustria deberían adquirir créditos de carbono para compensar sus propias emisiones de CO<sub>2</sub>. Un 38% declaró estar parcialmente de acuerdo, mientras que un 17% mostró oposición a esta idea. En este resultado es posible notar que existe una opinión ligeramente más polarizada comparada con la cuestión anterior.

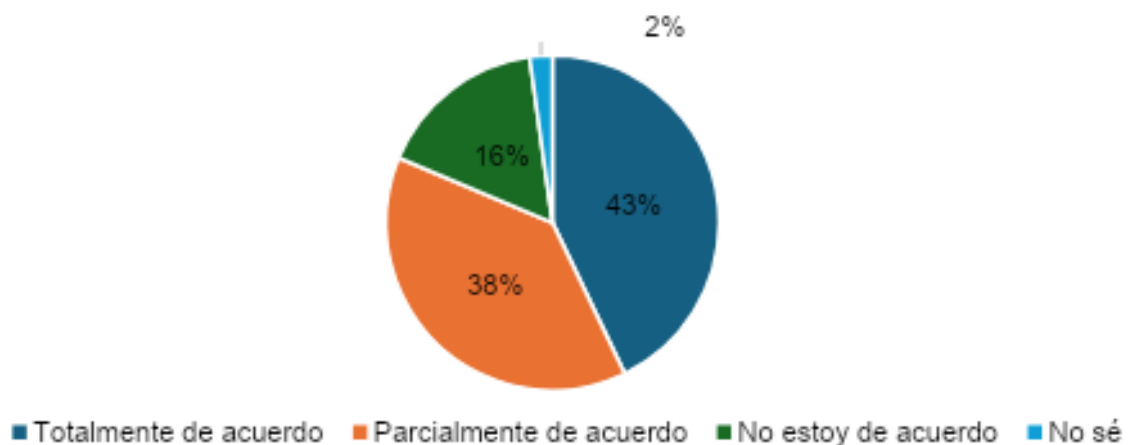


Figura 10. Responsabilidad de adquisición de créditos de carbono por parte de las empresas del agro para compensar sus emisiones de CO<sub>2</sub>

Fuente: Datos originales del cuestionario

El mercado de créditos de carbono ha sufrido bastantes críticas en los últimos años debido a las controversias mencionadas previamente. Según Procton (2024), el volumen y el valor de los créditos de carbono en el mercado voluntario en 2023 cayeron un 56% comparados con 2022, donde también cayeron fuertemente desde su pico en 2021. Según el reporte escrito por este mismo autor, los escándalos de empresas realizando “greenwashing” y descubrimiento de inconsistencias en la obtención de estos causó una pérdida de confianza por parte de grandes empresas, disminuyendo el interés en la compra de estos, siendo observado esto mismo por Dawes (2024) y discutido por Harris (2023).

A pesar de esta tendencia, 44% de los entrevistados considera a los créditos de carbono como una tendencia permanente, como es visible en la Figura 11. A esto le siguen 45% que mostraron creer parcialmente que esta sea permanente, 7% que

se inclinaron más hacia el lado de ser una tendencia pasajera y 3% que creían firmemente en que sea pasajera. Basado en estos datos, es posible observar que el balance en cuanto a la percepción de permanencia de los créditos de carbono es predominantemente positivo.

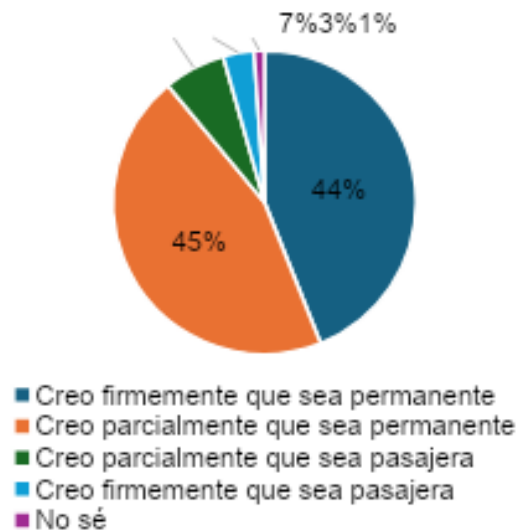


Figura 11. Créditos de carbono como tendencia pasajera o permanente  
Fuente: Datos originales del cuestionario

En el mercado de Estados Unidos, hubo un aumento de compras significativo por parte de empresas en 2021 (Choi, 2024). El aumento comparado con 2014 fue de casi un 100%, y ese mismo estudio mostró que existe una tendencia dentro de esas empresas en usar esos créditos de carbono como medida complementaria a la disminución de emisiones y no como sustitución a estas. Sin embargo, Procton (2024) señaló que la compra de estos créditos disminuyó drásticamente en 2023, con empresas enfocándose en proyectos que tengan beneficios sociales además de ambientales, además de preferir proyectos que evitasen la emisión de gases por encima de la captura de estos. Este cambio en el medio empresarial ha sido impulsado por la necesidad de distanciamiento de empresas con medidas honestas a favor del medio ambiente de empresas con propensión al “greenwashing” descritas por Abadie et al. (2024). Muchas de estas empresas han sido expuestas por prácticas engañosas, habiendo una gran repercusión mediática y en el público, con daño permanente a su imagen como fue descrito por Siano et al. (2017). Esto lleva a muchos clientes a no creer ciegamente en las aseveraciones de acciones

empresariales favorables al medio ambiente, y necesitar de comprobación de estas por parte de certificadoras independientes.

La mayoría de entrevistados (71%) afirmaron haber escuchado del término créditos de carbono dentro de sus empresas, como es visible en la Figura 12. Esto contrasta con el 100% de entrevistados que afirmaron ya haber escuchado de estos como se puede ver en la Figura 8, llevando a la conclusión que estos son menos tratados dentro de un ambiente empresarial.

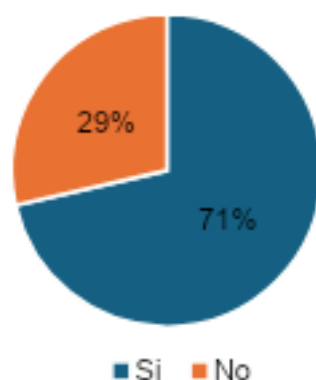


Figura 12. Concepto de créditos de carbono dentro das empresas  
Fuente: Datos originales del cuestionario

Durante los últimos años, los consumidores se han vuelto más conscientes en cuanto a los cambios climáticos. Esto se refleja en la preferencia de consumo de marcas que tengan sellos ambientales, y estas tengan una reputación de prácticas ambientales confiables, creando lealtad por parte de estos (García-Salirrosas y Rondon-Eusebio, 2022). Varias empresas incluso han aprovechado para promocionar productos que ya producían de manera verde con este nuevo enfoque, motivándolas a buscar otras alternativas de establecer prácticas sustentables, aumentando su credibilidad (Singh y Pandey, 2012). En Estados Unidos por ejemplo, el marketing de créditos de carbono es visto como una gran alternativa para conservación de los bosques, trayendo medidas claras y visibles de conservación del medio ambiente, siendo esta una estrategia de marketing de alto beneficio en este medio (Ruddell et al. 2006).

Se puede observar en la Figura 13 que 59% de los entrevistados afirmó que sus empresas no planean adquirir créditos de carbono, con 21% de ellos señalando que planean adquirir, y 20% asegurando que ya adquirieron estos. Este dato

muestra que la mayoría de empresas de los entrevistados no ve la adquisición de créditos de carbono como una prioridad.

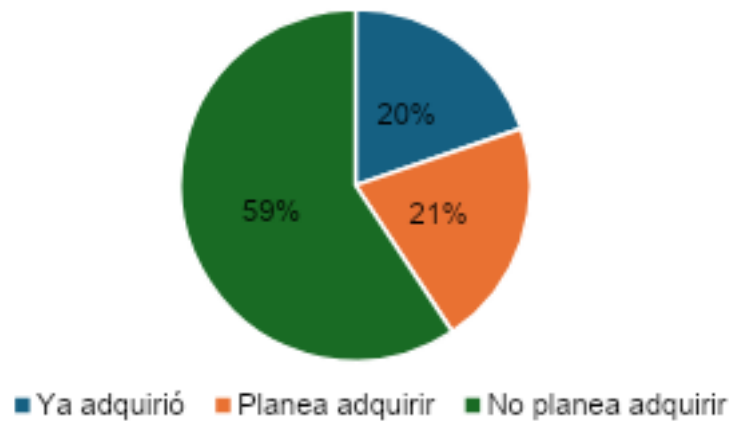


Figura 13. Intención de compra de créditos de carbono en las empresas  
Fuente: Datos originales del cuestionario

Los créditos de carbono pueden ser obtenidos por una empresa ya sea por medidas internas o comprando los créditos generados de otras empresas, ya que los gases de efecto invernadero se mezclan en la atmósfera. Esta práctica es llamada “offsetting<sup>2</sup>”. Sato et al. (2016) propuso un sistema de cambio de estos créditos como una moneda dentro de la Unión Europea, para que así las empresas de esos diferentes países puedan compensar por sus gases producidos a través de compañías u organizaciones de otros. También existe la práctica del “insetting<sup>3</sup>”, donde las empresas reducen voluntariamente las emisiones dentro de su propia empresa, pudiendo así declarar acciones ambientales mensurables. Sin embargo, aún existe un cierto atrito en la medición exacta de la disminución de estos como reporta Ebersold et al. (2023), que lleva a las empresas a perder motivación en implantar estos nuevos procesos de alto costo. Las formas de obtención de estos créditos son diversas, siendo que algunas de ellas en los últimos años tienen relación al secuestro de carbono en el suelo, como es el caso del biochar, que ha ganado popularidad y un espacio en el mercado (Salma et al., 2024). Como explica este trabajo, este método se basa en el uso de carbón vegetal como fertilizante en

<sup>2</sup> Compensación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la inversión en proyectos que reducen o eliminan una cantidad equivalente de gases de efecto invernadero, como la reforestación o energías renovables.

<sup>3</sup> Reducción de emisiones de carbono dentro de la propia cadena de valor de una empresa, mediante proyectos sostenibles que beneficien directamente sus operaciones, como prácticas agrícolas regenerativas o mejoras energéticas en sus proveedores.

el suelo agrícola, donde se queda capturado por cientos a miles de años además de traer otros beneficios como mayor fertilidad del suelo.

Un 60% de los respondientes afirmaron conocer bien por lo menos una forma de obtención de créditos de carbono como se puede ver en la Figura 14. Esto se traduce a que aún no hay un conocimiento consolidado general dentro de la agroindustria con respecto a las diferentes formas de obtención de estos créditos.



Figura 14. Conocimiento de formas de obtención de créditos de carbono  
Fuente: Datos originales del cuestionario

La Figura 15 muestra que un 53% de los respondientes conoce por lo menos una empresa que ofrezca créditos de carbono en Brasil. La falta de conocimiento de estas empresas muestra que el “boom” de estos créditos en el país aún no llegó al conocimiento de un poco menos de la mitad de las personas en la agroindustria. Como señala Goulart (2013), Brasil tiene un gran potencial en la producción de estos créditos de carbono con sus prácticas agropecuarias, como la producción de biogás a partir del manejo de residuos y la conservación forestal de su extensa naturaleza. Esto también es discutido por da Silva Pereira et al. (2014), aseverando que prácticas promovidas por el gobierno como el uso y producción de alcohol a gran escala como combustible automotriz han dado una oportunidad única de obtención y comercialización de estos créditos. El país ya llegó a producir más de 59,6 millones de créditos de carbono en 2021, colocándolo como cuarto mayor productor mundial de estos en ese mismo año (Vargas et al., 2021).



Figura 15. Conocimiento de empresas que ofrezcan créditos de carbono en Brasil  
Fuente: Datos originales del cuestionario

Además del biochar mencionado previamente, existe la alternativa del ERW o Intemperismo Acelerado como forma de obtención de créditos de carbono por medio de prácticas agrícolas. Este supone la aplicación de basalto en el suelo agrícola, que logra atrapar el CO<sub>2</sub> disuelto en el agua de lluvia al igual que tiene el efecto de disminución de acidez del suelo, siendo esto de gran necesidad para la producción vegetal (Beerling et al., 2020; Deng et al., 2023).

En cuanto al conocimiento de este método por parte de la agroindustria brasileña, es visible en la Figura 15 que un 58% nunca escuchó de esta práctica, siendo tan sólo un 10% que conoce plenamente este proceso. Como fue discutido por Deng et al. (2023), el proceso del ERW ha venido ganando más notoriedad en los últimos años, por los muchos beneficios que trae en cuanto a su practicidad y posible efectividad.

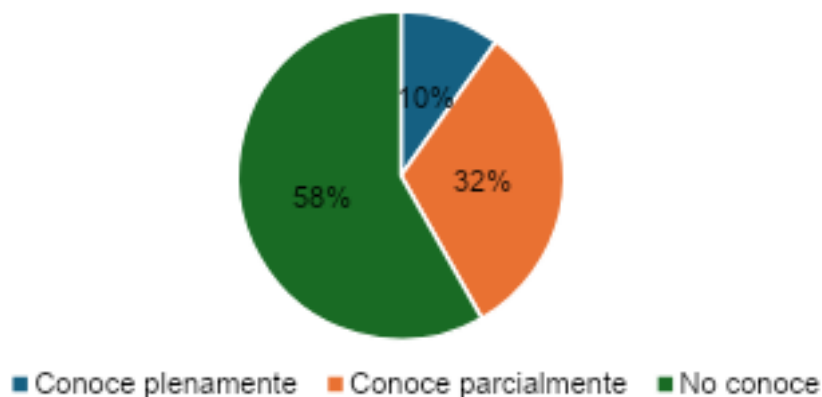


Figura 15. Conocimiento del Intemperismo Acelerado

Fuente: Datos originales del cuestionario

El gran potencial del uso de este método en Brasil torna ele una alternativa viable dentro de las prácticas agrícolas en el país (Strefler et al., 2018). Este argumento también fue defendido por Marques et al. (2020), mostrando la gran disponibilidad de roca basáltica en el país que disminuiría su impacto en la huella de carbono de la industria por la proximidad de las minas a las áreas de producción agrícolas. Lefebvre et al. (2019) mostró a través de un estudio de caso que la aplicación de basalto dentro de los campos agrícolas en el estado de São Paulo tiene un gran potencial de secuestro de gas carbónico tomando en cuenta las emisiones de su producción y transporte hacia los cultivos. El CO<sub>2</sub> producido durante todo el proceso se estimó en un 11% del que sería potencialmente emitido, trayendo un balance predominantemente positivo para su aplicación en este estado específico.

Se puede observar en la Figura 16 que más de la mitad (57%) de los respondientes aseguró creer firmemente en la posibilidad de secuestrar carbono con las prácticas agrícolas actuales, mostrando un escenario más optimista a este respecto dentro de la agroindustria brasileña.

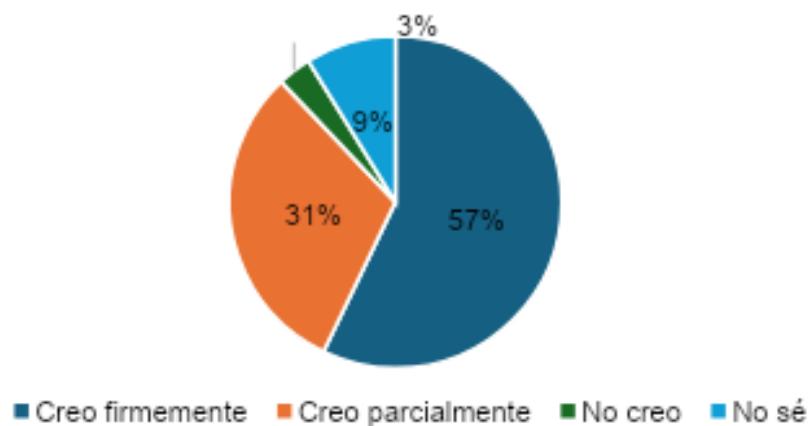


Figura 16. Posibilidad de secuestro de carbono con prácticas actuales en la agricultura

Fuente: Datos originales del cuestionario

La posibilidad de secuestro de grandes cantidades de CO<sub>2</sub> atmosférico por medio del intemperismo acelerado o ERW es una idea que viene siendo discutida ampliamente en el ámbito científico. Las altas temperaturas de los trópicos que

acelerarían este proceso, al igual que la fertilización con fósforo que sería benéfica para cultivos comerciales y bosques son argumentos que demuestran una alta viabilidad de este proceso (Edwards et al., 2017). Estudios hechos en diferentes regiones del planeta como China central han demostrado claros efectos positivos en el incremento en la productividad de diferentes cultivos y una absorción neta de carbono de hasta 2,4 veces mayor comparado con áreas donde no se ha aplicado basalto (Guo et al., 2023). Según Baek et al. (2023), el calentamiento global incluso puede presentar una ventaja en la efectividad del intemperismo basado en modelajes científicas desarrolladas en ese escenario. El aumento generalizado en las temperaturas significaría una mayor tasa de reacción del basalto con el agua de lluvia, logrando así mayor fijación de CO<sub>2</sub> por tiempo en un mismo espacio siempre que haya suficiente basalto disponible.

Es posible ver en la Figura 17 que 18% de los respondientes cree muy plausible secuestrar altas cantidades de CO<sub>2</sub> por medio de este método, seguido por 43% que cree que es teóricamente plausible. Ya 20% de ellos afirmó ver poca plausibilidad en esta idea, seguido de 3% que no lo ve plausible. Esto significa que 61% de los respondientes ve esta posibilidad de manera predominantemente positiva, mostrando que el ofrecimiento de esta solución agrícola y ambiental tiene un potencial en la agroindustria brasileña.

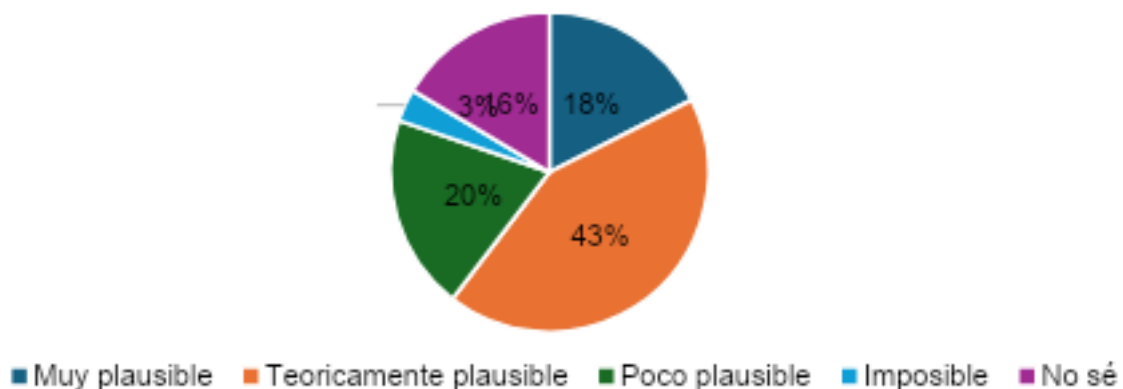


Figura 17. Posibilidad de secuestrar grandes cantidades de CO<sub>2</sub> por medio de aplicación de basalto en el suelo

Fuente: Datos originales del cuestionario

Sin embargo, en la Figura 18 se puede constatar que tan sólo 10% de los respondientes consideraron que las empresas en las cuales trabajan tengan una

gran disposición en adquirir créditos de carbono de esta metodología específica. Un 19% cree que estas tengan una ligera disposición en preferir la compra de los créditos provenientes de este método, mientras que un 48% afirmó no saber si existe tal preferencia o que no están interesados en la compra de créditos en general. Junto con el 23% de respondientes que afirmaron no creer en que sus empresas estén interesadas en este método, es posible ver que la percepción de posible adquisición de créditos provenientes del ERW es predominantemente negativa en 71% de ellos.



Figura 18. Disposición de las empresas a comprar créditos de carbono provenientes del intemperismo acelerado

Fuente: Datos originales del cuestionario

Un 19% de los respondientes declaró conocer por lo menos una empresa que ofrezca la práctica de intemperismo acelerado para los cultivos brasileños como se puede ver en la Figura 19. Esto significa que por el momento la publicidad de estas empresas no ha llegado a la gran mayoría de personas trabajando en la agroindustria brasileña.

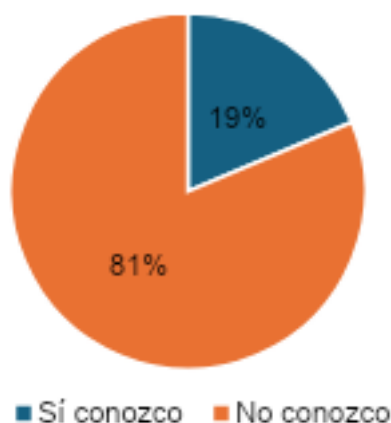


Figura 19. Conocimiento de por lo menos una empresa que ofrezca ERW en los cultivos brasileños

Fuente: Datos originales del cuestionario

Por último, un 42% de los respondientes afirmó tener gran interés en informarse más profundamente acerca del intemperismo acelerado como alternativa de secuestro de carbono, seguido por un 39% que tuvo un ligero interés y 19% que no tuvo interés. Esto representa un saldo positivo en cuanto a los miembros de la agroindustria brasileña a conocer e informarse de esta nueva solución en el mercado de créditos de carbono y agricultura sustentable.

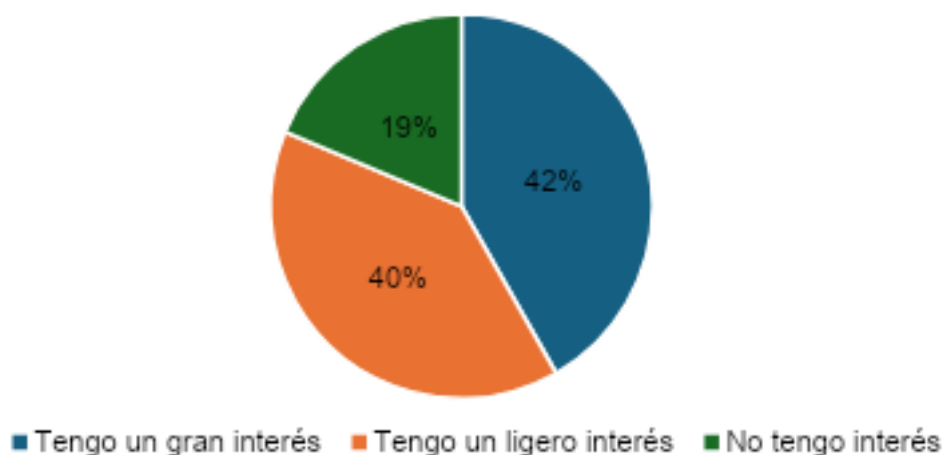


Figura 20. Interés de informarse más profundamente del ERW como alternativa de secuestro de carbono

Fuente: Datos originales del cuestionario

Como es posible ver en la Tabla 1, se pudo observar en este estudio que existe una ligera tendencia dentro de la agroindustria a negar la acción humana en el cambio climático. De igual forma se observó que la mayoría de los respondientes

no ve completamente a los créditos de carbono como una alternativa para mitigar el cambio climático, que también señalaron que su empresa no tiene intención general en la compra de estos. Sin embargo, una mayoría afirmó que creen firmemente en la posibilidad de capturar CO<sub>2</sub> con prácticas actuales de la agricultura, pero sin gran interés por parte de sus empresas en adquirir créditos que vengan específicamente del ERW. De esta forma, se puede ver que los respondientes creen plausible el secuestro de gas carbónico por medio de sus actividades como son llevadas actualmente, pero aún existe una necesidad de divulgación de créditos de carbono con prácticas sustentables en la industria como lo es el ERW.

Tabla 1. Principales hallazgos de la investigación

Pregunta	Hallazgo Principal
¿Existe influencia humana en los cambios climáticos?	Mayormente sí, pero 38% cree que es parcial o inexistente.
¿Son los créditos de carbono una buena alternativa para mitigar el cambio climático?	Sólo 27% cree firmemente que sí. Mayoría cree parcialmente o no cree.
¿Su empresa tiene intención de comprar créditos de carbono?	Un 59% asegura que no hay interés, el restante ya adquirió o planea adquirir.
¿Es posible secuestrar carbono con las prácticas de agricultura actuales?	Mayoría (57%) cree firmemente, 34% cree parcialmente o no cree.
¿Su empresa está dispuesta a comprar créditos de carbono del ERW?	Solamente 29% ve alguna disposición, mientras que el restante no ve disposición o no sabe.

Fuente: Datos originales del cuestionario

#### 4. Conclusión

El problema del calentamiento global viene siendo cada día más discutido, ganando mayor relevancia debido a los efectos devastadores y de gran escala que tiene en el mundo. La mayor causa de él según la mayoría de estudios es una mayor concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico que causa el denominado efecto invernadero. Para mitigar este problema, se han propuesto alternativas ya sea de captura de carbono atmosférico o disminución de este, creando así una cantidad específica de estos llamada crédito de carbono. Son diversos los métodos para obtención de créditos de carbono, sin embargo, muchos de ellos han sido criticados por falta de comprobación o falsificación, hiriendo así su utilidad en la opinión

pública. Esto ha llevado al desarrollo de métodos que puedan ser fácilmente mensurables y confiables. Uno de estos es el intemperismo acelerado o ERW, que propone secuestrar carbono sin reducir la actividad agrícola actual, por medio de aplicación de basalto en las tierras de producción agrícola. Este estudio tuvo por objetivo el descubrir la percepción del cambio climático, los créditos de carbono y específicamente el ERW por parte de las personas que trabajan dentro de la agroindustria brasileña. Se constató que existe un cierto escepticismo en la percepción de si el humano es responsable del cambio climático por parte de las personas en la agroindustria comparado con el público brasileño. Sin embargo, se pudo observar que este grupo tiene una opinión predominantemente positiva en cuanto a la utilidad de los créditos de carbono, y que está abierta a conocer y aplicar nuevos métodos para obtención de estos como el ERW en los cultivos. Este estudio logró crear una base de datos inicial para esta solución en el contexto específico del agro brasileño, abriendo así la posibilidad de mayor promoción de esta solución para este segmento del cual necesita estar fuertemente conectado. Cabe resaltar que el trabajo estuvo limitado a una muestra relativamente pequeña de personas en la industria, y que las preguntas del cuestionario sólo daban una opción limitada de respuesta al respondiente, siendo que es probable que los respondientes tengan opiniones más complejas. La tasa de respuesta fue relativamente baja entre las personas a las cuales fueron enviadas este cuestionario, siendo que estaba enfocado en un público específico.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Abadie, A.; Chowdhury, S.; Mangla, S. K.; Malik, S. 2024. Impact of carbon offset perceptions on greenwashing: Revealing intentions and strategies through an experimental approach. *Industrial Marketing Management* 117: 304-320.

Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade [INVESTSP].

2024. Agronegócios. Disponible en:

<<https://www.investe.sp.gov.br/setores-de-negocios/agronegocios/>>. Acceso en: 10 sep. 2024.

Andrade, A. D.; Silva, N. D.; Souza, C. D. 2014. As percepções sobre as variações e mudanças climáticas e as estratégias de adaptação dos agricultores familiares do Seridó potiguar. *Desenvolvimento e Meio ambiente* 31: 77-96.

Andrade, J. C. S.; Costa, P. 2008. Mudança climática, protocolo de Kyoto e mercado de créditos de carbono: Desafios à governança ambiental global. *Organizações & Sociedade*. 15: 29–45.

Aydinalp, C.; Cresser, M. S. 2008. The effects of global climate change on agriculture. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 3(5): 672-676.

Bayon, R.; Hawn, A.; Hamilton, K. 2006. *Voluntary Carbon Markets: An International Business Guide to What They Are and How They Work*. Routledge, Londres, Londres, Inglaterra.

Baek, S. H.; Kanzaki, Y.; Lora, J. M.; Planavsky, N.; Reinhard, C. T.; Zhang, S. 2023. Impact of climate on the global capacity for enhanced rock weathering on croplands. *Earth's Future*. 11(8): e2023EF003698.

Beerling, D. J.; Kantzas, E. P.; Lomas, M. R.; Wade, P.; Eufrazio, R. M.; Renforth, P.; Sarkar, B.; Andrews, M. G.; James, R. H.; Pearce, C. R.; Mercure, J.-F.; Pollitt, H.; Holden, P. B.; Edwards, N. R.; Khanna, M.; Koh, L.; Quegan, S.; Pidgeon, N. F.; Janssens, I. A.; Banwart, S. A. 2020. Potential for large-scale CO<sub>2</sub> removal via enhanced rock weathering with croplands. *Nature* 583(7815): 242–248.

de Area Leão Pereira, E. J.; de Santana Ribeiro, L. C.; da Silva Freitas, L. F.; de Barros Pereira, H. B. 2020. Brazilian policy and agribusiness damage the Amazon rainforest. *Land Use Policy*. 92: 12.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada [CEPEA]. 2024. PIB do Agronegócio. Piracicaba, SP, Brasil.

Disponível em:

<[https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea\\_CNA\\_1tri\\_2024\\_PIBAgroBrasil.pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_CNA_1tri_2024_PIBAgroBrasil.pdf)>. Acesso em 07 oct. 2024.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos [CGEE]. 2024. Percepção pública da C&T no Brasil - 2023. Resumo Executivo. Brasília, DF, Brasil. Disponível em:

<[https://www.cgее.org.br/resumos-executivos/-/asset\\_publisher/oPNqMrm5REgv/document/id/30296937](https://www.cgее.org.br/resumos-executivos/-/asset_publisher/oPNqMrm5REgv/document/id/30296937)>. Acesso em 08 sep. 2024.

Choi, S. 2024. Complement or Cover-Up? The Role of Carbon Credits in Corporate Climate Strategies. Miami, FL, Estados Unidos. Disponível em:

<<https://warrington.ufl.edu/about/wp-content/uploads/sites/19/2024/09/Role-of-Carbon-Credits-in-Corporate-Climates-Strategies-Seungju-Choi.pdf>>. Acesso em 15 sep. 2024.

Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático [CMNUCC]. 1997. Protocolo de Kyoto.

Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático [CMNUCC]. 2015. Acuerdo de París.

Dawes, A. 2024. What's Plaguing Voluntary Carbon Markets?. Washington D.C., Estados Unidos. Disponible en: <<https://www.csis.org/analysis/whats-plaguing-voluntary-carbon-markets>>. Acceso en 07 oct. 2024.

Deng, H.; Sonnenthal, E.; Arora, B.; Breunig, H.; Brodie, E.; Kleber, M.; Spycher, N.; Nico, P. 2023. The environmental controls on efficiency of enhanced rock weathering in soils. *Scientific Reports* 13(1): 9765.

Ebersold, F.; Hechelmann, R. H.; Holzapfel, P.; Meschede, H. 2023. Carbon insetting as a measure to raise supply chain energy efficiency potentials: Opportunities and challenges. *Energy Conversion and Management* 20: 100504.

Edwards, D. P.; Lim, F.; James, R. H.; Pearce, C. R.; Scholes, J.; Freckleton, R. P.; Beerling, D. J. 2017. Climate change mitigation: potential benefits and pitfalls of enhanced rock weathering in tropical agriculture. *Biology letters* 13(4): 20160715.

Exame. 2023. Grandes e médias empresas do agro são 1,4% do total, mas faturam 77,2% das vendas. Disponible en: <<https://exame.com/agro/grandes-e-medias-empresas-do-agro-sao-14-do-total-mas-faturam-772-das-vendas/>>. Acceso en 07 sep. 2024.

Fearnside, P. M. 2006. Desmatamento na Amazônia: Dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazonica* 36: 395–400.

Flick, U. 2012. Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes. Penso Editora, Porto Alegre, RS, Brasil.

de Freitas Netto, S. V.; Sobral, M. F. F., Ribeiro; A. R. B.; Soares, G. R. D. L. 2020. Concepts and forms of greenwashing: A systematic review. *Environmental Sciences Europe* 32: 1-12.

García-Salirrosas; E. E., Rondon-Eusebio, R. F. 2022. Green marketing practices related to key variables of consumer purchasing behavior. *Sustainability* 14: 8499.

Guo, F.; Wang, Y.; Zhu, H.; Zhang, C.; Sun, H.; Fang, Z.; Wu, F. 2023. Crop productivity and soil inorganic carbon change mediated by enhanced rock weathering in farmland: A comparative field analysis of multi-agroclimatic regions in central China. *Agricultural Systems* 210:103691.

Gupta, Y. 2011. Carbon credit: A step towards green environment. *Global Journal of Management and Business Research* 11(5): 16–19.

Gragniani, J. 2021. Agronegócio banca palestras que espalham mito de que aquecimento global pelo homem é fraude. *BBC News Brasil*. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-59310009>>. Acesso em: 12 sep. 2024.

Greenfield, P. 2023. Revealed: more than 90% of rainforest carbon offsets by biggest certifier are worthless, analysis shows. *The Guardian*. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/environment/2023/jan/18/revealed-forest-carbon-offsets-biggest-provider-worthless-verra-aoe>>. Acesso em: 12 sep. 2024.

Goulart, R. C. 2013. Estrutura do Mercado de Voluntário de Carbono no Brasil: Um estudo exploratório. Disponible en: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/24048/1/Ricardo%20Goulart.pdf>>. Acesso en: 07 sep. 2024.

Kotler, P.; Keller, L. K. 2012. Marketing Management. 14ed. Pearson Education Limited, Harlow, Essex, Inglaterra.

Lefebvre, D.; Goglio, P.; Williams, A.; Manning, D. A.; de Azevedo, A. C.; Bergmann, M.; Smith, P. 2019. Assessing the potential of soil carbonation and enhanced weathering through Life Cycle Assessment: A case study for Sao Paulo State, Brazil. *Journal of Cleaner Production* 233: 468-481.

Marconi, M.A.; Lakatos, E.M. 2017. Fundamento da metodologia científica. 8ed. Atlas, São Paulo, SP, Brasil.

Marques, E. A. G.; Vargas, E. do A.; Leão, M. F. 2020. Weathering of Rocks in Brazil. *Soft Rock Mechanics and Engineering*. Springer International Publishing. Nueva York, NY, Estados Unidos.

Mendelsohn, R. 2009. The Impact of Climate Change on Agriculture in Developing Countries. *Journal of Natural Resources Policy Research* 1(1): 5-19.

Morais, A. C. D. P.; Castro, N. R.; Barros, G. S. A. D. C.; Gilio, L., Almeida; A. N., Fachinello, A. L.; de Oliveira, J. A. S. 2019. Mercado de trabalho do agronegócio nos estados brasileiros. *Revista de Política Agrícola* 27(4): 47.

Nygaard, A. 2023. Is sustainable certification's ability to combat greenwashing trustworthy?. *Frontiers in Sustainability* 4:1188069.

Gil, A. C. 2008. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6ed. Atlas, São Paulo, SP, Brasil.

Harris, B. 2023. Scandal bares the problems of the Amazon carbon credit Market. *Financial Times*. Disponible en: <<https://www.ft.com/content/4cb93468-d9bd-4dbc-84bc-77e2b3739a7a>>. Acceso en 07 oct. 2024.

Inteligência em Pesquisa e Consultoria Estratégica [IPEC]. 2023. *Mudanças climáticas na percepção dos brasileiros 2022*. São Paulo, SP, Brasil. Disponible en: <<https://itsrio.org/pt/publicacoes/mudancas-climaticas-na-percepcao-dos-brasileiros-2022/>>. Acceso en: 09 sep. 2024.

Procton, A., 2024. *State of the Voluntary Carbon Market 2024: On the path to maturity*. Forest Trends Association. Washington D.C., Estados Unidos. Disponible en: <<https://coilink.org/20.500.12592/c2fr587>>. Acceso en: 15 sep. 2024.

Ruddell, S.; Walsh, M. J.; & Kanakasabai, M. 2006. *Forest carbon trading and marketing in the United States*. Idaho Forest Products Commission, Boise, ID, Estados Unidos. Disponible en <[https://idahoforests.org/wp-content/uploads/2016/12/Forest\\_Carbon\\_Trading\\_and\\_Marketing\\_V5\\_Octr\\_23\\_06.pdf](https://idahoforests.org/wp-content/uploads/2016/12/Forest_Carbon_Trading_and_Marketing_V5_Octr_23_06.pdf)>. Acceso en 08 oct. 2024.

Sato, M.; Ciszawska, M.; Laing, T. 2016. *Demand for offsetting and insetting in the EU Emissions Trading System*. Centre for Climate Change Economics and Policy.

Londres, Londres, Inglaterra. Disponible en:

<<https://www.cccep.ac.uk/wp-content/uploads/2016/06/Working-Paper-237-Sato-et-a-l.pdf>>. Acceso en: 15 sep. 2024.

Salma, A.; Fryda, L.; Djelal, H. 2024. Biochar: A Key Player in Carbon Credits and Climate Mitigation. *Resources* 13(2): 31.

Siano, A.; Vollero, A.; Conte, F.; Amabile, S. 2017. "More than words": Expanding the taxonomy of greenwashing after the Volkswagen scandal. *Journal of Business Research* 71: 27-37.

da Silva Pereira, R.; Lamenza, A.; dos Santos, I. C. 2014. Carbon Credit Trading In Brazil: An Overview Of A New Business Sector. *Business and Management Review* 3(08): 14-27.

Silveira, C. S. da; Oliveira, L. de. 2021. Análise do mercado de carbono no Brasil: Histórico e desenvolvimento. *Novos Cadernos* 24(3): 3.

Singh, P. B.; Pandey, K. K. 2012. Green marketing: policies and practices for sustainable development. *Integral Review* 5(1): 22-30.

Strefler, J.; Amann, T.; Bauer, N.; Kriegler, E.; Hartmann, J. 2018. Potential and costs of carbon dioxide removal by enhanced weathering of rocks. *Environmental Research Letters* 13(3).

Vargas, D.; Delazeri, L. M.; Ferreira, V. H. 2021. Voluntary carbon market in Brazil in reality and in practice. *Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia*.

São Paulo, SP, Brasil. Disponible en:

<<https://agro.fgv.br/publicacao/ocbio-voluntary-carbon-market-brazil-reality-and-practice>>. Acceso en 11 sep. 2024

Wongpiyabovorn, O.; Plastina, A.; Crespi, J. M. 2023. Challenges to voluntary Ag carbon markets. *Applied Economic Perspectives and Policy* 45(2): 1154–1167.