

Ejercicio de Simulación del Mercado de Carbono en México

Reporte de resultados de la tercera simulación¹

Contexto:

La SEMARNAT, MÉXICO₂ (Plataforma Mexicana de Carbono) empresa de la Bolsa Mexicana de Valores y Environmental Defense Fund (EDF) con financiamiento del Banco Mundial a través de su programa Partnership for Market Readiness (PMR) se aliaron en 2016 para realizar el Ejercicio de Simulación del Mercado de Carbono en México con la participación voluntaria de empresas de distintos sectores. Los principales objetivos de este ejercicio de simulación son:

- 1) Ratificar los compromisos nacionales en materia ambiental y colocar a México un paso adelante en los esfuerzos por reducir emisiones y combatir el cambio climático,
- 2) La construcción de capacidades en el sector privado mediante la experiencia práctica sobre el funcionamiento de un mercado de carbono
- 3) Fortalecer la competitividad nacional en el nuevo contexto económico global, mediante la capacitación sobre herramientas de mercado de vanguardia
- 4) Contribuir a que las empresas mexicanas y el gobierno aumenten su nivel de información sobre el funcionamiento de mercados de commodities ambientales, y
- 5) Contribuir a que el sector privado esté mejor informado para participar en los procesos de diálogo en torno al diseño de un sistema de comercio de emisiones (SCE) en México.

En este ejercicio se utiliza una plataforma que reproduce muchos de los elementos de un sistema de comercio de emisiones (SCE) de manera realista, utilizando información ficticia (compañías, líneas base de emisiones, costos de proyectos de abatimiento, etc.) así como recursos económicos ficticios. En cada simulación contamos con participantes tanto humanos como *bots*² con inteligencia artificial.

¹ Este documento resume para un público amplio los resultados del tercer Ejercicio de Simulación. Existen también reportes con los resultados de la primera y segunda simulación. El primero de ellos contiene una sección con un contexto más amplio para esta iniciativa.

² Programa informático autónomo que puede interactuar con sistemas o usuarios.

Esta iniciativa en su conjunto comprendió de tres etapas:

- Una fase de talleres sobre cambio climático, conceptos teóricos sobre sistemas de comercio de emisiones y sobre el uso de la plataforma de simulación (CarbonSim)
- Tres simulaciones en línea de 3 a 6 semanas de duración. Durante estas simulaciones los participantes tuvieron materiales de referencia, así como apoyo telefónico, vía correo electrónico, durante videoconferencias de preguntas y respuestas. Al final de cada año virtual, así como al final de cada simulación se enviaron boletines de mercado a los participantes.
- Un diálogo de resultados al finalizar cada simulación así como una ceremonia de clausura y premiación al finalizar la tercera simulación.

Resumen general del ejercicio de simulación:

Taller No.	Fecha	Lugar	Participantes
1	10-Oct-17	Bolsa Mexicana de Valores, Ciudad de México	13
2	11-Oct-17	Bolsa Mexicana de Valores, Ciudad de México	40
3	26-Oct-17	SEMARNAT Delegación Federal, Monterrey	19
4	27-Oct-17	ITESO Campus Guadalajara, Jalisco	26
5	1-Nov-18	Webinar	6
6	8-Nov-17	Bolsa Mexicana de Valores, Ciudad de México	7
7	29-Nov-17	PEMEX	16
8	18-Ene-18	Bolsa Mexicana de Valores, Ciudad de México	8
9	26-Ene-18	Bolsa Mexicana de Valores, Ciudad de México	51
10	15-Mar-18	SEMARNAT, Ciudad de México	8
11	23-Mar-18	Webinar	7
12	27-Mar-18	Bolsa Mexicana de Valores, Ciudad de México	5
Total de personas entrenadas			206

Subsectores participando³

Acero	Electricidad	Papel y celulosa
Alimentos y bebidas	Electrónicos	Petróleo y gas
Automotriz	Equipo y maquinaria	Química /Petroquímica
Aviación	Finanza	Renovables
Bienes de consumo	Gobierno	Residuos
Cemento	Madera, papel y celulosa	Telecomunicación
Conglomerados (varios)	Minería	Vidrio y cerámica
Consultoría	ONG	

Resultados del tercer ejercicio de simulación

Parámetros de la simulación:

Entre el 7 de mayo y el 15 de junio de 2018 se llevó a cabo la tercera simulación en línea de este Ejercicio, en la cual participaron 78 personas de 62 compañías, instituciones y organizaciones divididas en tres diferentes grupos (A, B y C) que participaron en simulaciones simultáneas.

Los parámetros iniciales de la simulación para los tres equipos fueron:

- Una duración de seis años virtuales del sistema (6 semanas en la vida real)
- Un límite inicial de emisiones (*cap*) para todo el sistema de 355,850,000 ton de CO₂e
- Una reducción anual del límite de emisiones del 3% (18% en 6 años)⁴
- Todas las instalaciones participantes tienen un crecimiento de emisiones anual entre el 2 y 5%
- Todas las instalaciones reciben al inicio de la simulación derechos de emisión (DEM) gratuitos del 90% de sus emisiones anuales. Este porcentaje de asignación gratuita disminuye cada año respondiendo a las necesidades de reducción de emisiones y al crecimiento en emisiones para cada empresa.
- Se permitió transferir DEM y créditos de compensación (*offsets*) excedentes en un año a los siguientes de forma ilimitada.
- Se permitió el uso de créditos de compensación hasta un 10% de la obligación de cumplimiento
- En cada año virtual se realizaron 4 subastas de DEM (abiertas 3.5 horas al día)
- Se manejó un precio mínimo y máximo inicial en las subastas de entre \$100 y \$300 (moneda ficticia)
- En todo momento se pudieron hacer ofertas de venta o posturas de compra en el mercado regulado (*Exchange*) o enviar ofertas de venta “*over the counter*” (*OTC*) a otros participantes humanos

³ De acuerdo con el Registro Nacional de Emisiones, (RENE)

⁴ La tasa de reducción del límite de emisiones del 3% inicial se incrementó dos veces al implementarse shocks al mercado.

- En el mercado regulado se implementó un control de volatilidad de precios que no permitió efectuar posturas de venta o compra más allá del 10% por debajo o por encima del precio de la última transacción.
- En caso de incumplimiento por parte de las compañías, se impuso una multa de \$300 y se asignó 1 DEM menos en el siguiente año por cada tonelada faltante a fin de año.

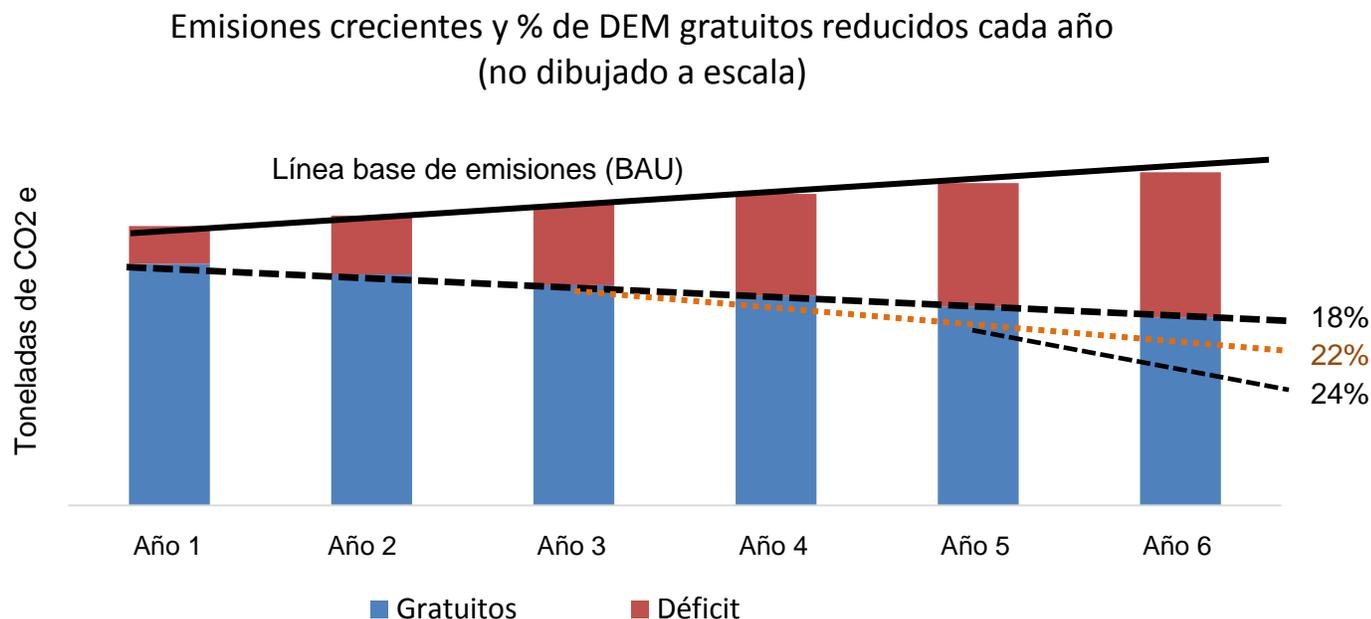
Shocks del mercado:

Un shock es un evento inesperado o impredecible que afecta el mercado. Estos shocks se pueden deber a cambios tecnológicos, a cambios en la economía local o global, y en el caso de esta simulación los shocks fueron cambios en los parámetros del mercado.

En esta tercera simulación se implementaron una gran cantidad de shocks con el objetivo de hacer mayor el reto de cumplimiento y del concurso que se llevó a cabo. Con esto también se busca incentivar las conversaciones sobre la flexibilidad en la implementación de los SCE.

Año	Efecto	Shock
2	↑	El precio piso de un DEM en la subasta se elevó de de\$100 a \$125
3	↑ ↑	La meta de reducción del sistema en 6 años se incrementó del 18% al 22% El precio piso de un DEM en la subasta se elevó de \$125 a \$150
4	↓ ↑	El límite de uso de <i>offsets</i> se redujo del 10% al 7%. El precio piso de la subasta se elevó de \$150 a \$175 y el precio techo se elevó de \$300 a \$325
5	↑ ↓	La meta de reducción del sistema en 6 años se incrementó del 22% al 24% El límite de uso de <i>offsets</i> se redujo del del 7% al 2%
6	↑	El límite de uso de <i>offsets</i> se incrementó al 20%.

Gráfico sobre el reto de cumplimiento de cada compañía.



El límite de emisiones se reduce cada año (líneas punteadas). Al inicio de la simulación la meta de reducciones fue del 18% en 6 años, en el tercer año la meta se incrementó al 22% y en el año 5 la meta se incrementó al 24%.

Primer ejercicio de simulación – Objetivos de la Simulación

Los principales objetivos que persiguen los participantes dentro de la simulación son:

- **Cumplir con la regulación cada año** (resolver la situación de tener más emisiones que derechos de emisión).
- Cumplir de la manera más económica posible.

Para ser candidato al primer lugar del concurso que realizamos en esta tercera simulación también era necesario terminar la simulación sin tener un excedente de unidades de cumplimiento (DEM u *offsets*).

Para cumplir con la regulación cada año al menor costo posible los participantes deben considerar para sus decisiones la información que se brinda en la plataforma sobre los costos de acciones de abatimiento que pueden implementar, los distintos precios para las DEM y créditos de compensación en las subastas y en el mercado secundario. Los precios son distintos en distintos

mercados (subastas, mercado regulado y OTC), para distintos productos (DEM de distintos años de vigencia así como offsets) y cambian en el tiempo.

Tercer ejercicio de simulación - Resultados finales

Los tres grupos de participantes obtuvieron resultados muy similares en cuanto a cumplimiento.

En los tres equipos hubo tasas altas de cumplimiento: 74%, 76% y 84% (respectivamente). Sin embargo la tasa de cumplimiento promedio de 78% está por debajo de las obtenidas en la segunda simulación de 84% y en la primera simulación de 82%. Esto pudo deberse al mayor reto que implicaron los parámetros de esta simulación y la implementación de los shocks del mercado.

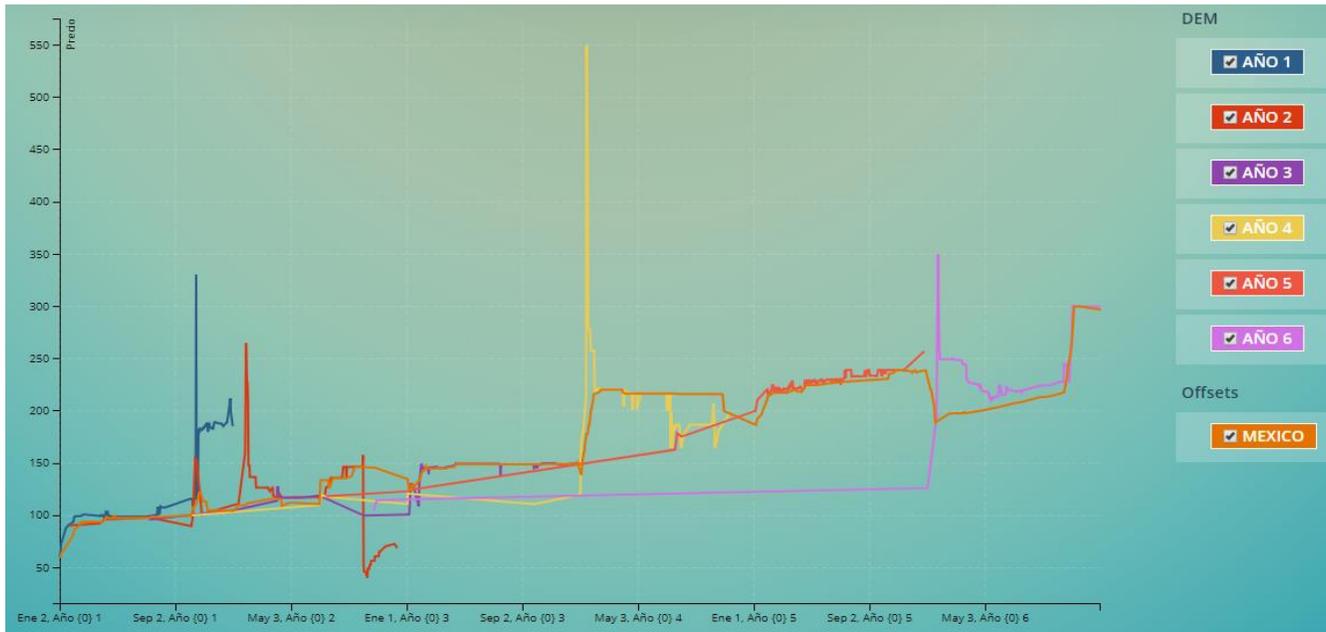
Comparativo entre los equipos A, B y C				
Métrica	A	B	C	Promedio
Promedio de cumplimiento en los 6 años	74%	76%	84%	78%
Rango de cumplimiento en los 6 años	54 – 88%	54- 88%	56 – 96%	55 – 91%
Promedio de abatimientos implementados	2.2	2.1	1.6	1.9
Abatimiento realizado (millones toneladas)	458	459	485	467
Offsets entregados al gobierno (millones toneladas)	43	33	34	37
Emisiones reducidas (millones toneladas)	501	493	518	504
Precio promedio de venta de DEM (\$)	160	219	179	186
Precio promedio de venta de Offsets (\$)	173	208	213	198
Costo de cumplimiento acumulado de participantes (\$/tCO _{2e})	\$2.88 - \$102.57	\$3.22 – 122.13	\$2.92 - \$154.16	\$1.97 - \$126

En general se obtuvieron resultados muy similares en términos del cumplimiento ambiental (entre 501 y 518 millones de toneladas de CO_{2e} reducidas debido a los abatimientos y a los créditos de compensación generados). En cuanto al costo de cumplimiento de los participantes hubo un amplio intervalo, desde \$2.88 a \$154.16 por tonelada. Los costos más altos fueron de aquellos participantes que terminaron en incumplimiento uno o más años y que recibieron multas de \$300 y un DEM gratuito menos al siguiente año por cada tonelada de cumplimiento faltante.

A comparación de las dos simulaciones anteriores, en esta se redujo la cantidad de abatimiento, lo cual ayudó a no tener un sobrecumplimiento en el sistema y se obtuvieron resultados muy similares en los tres equipos.

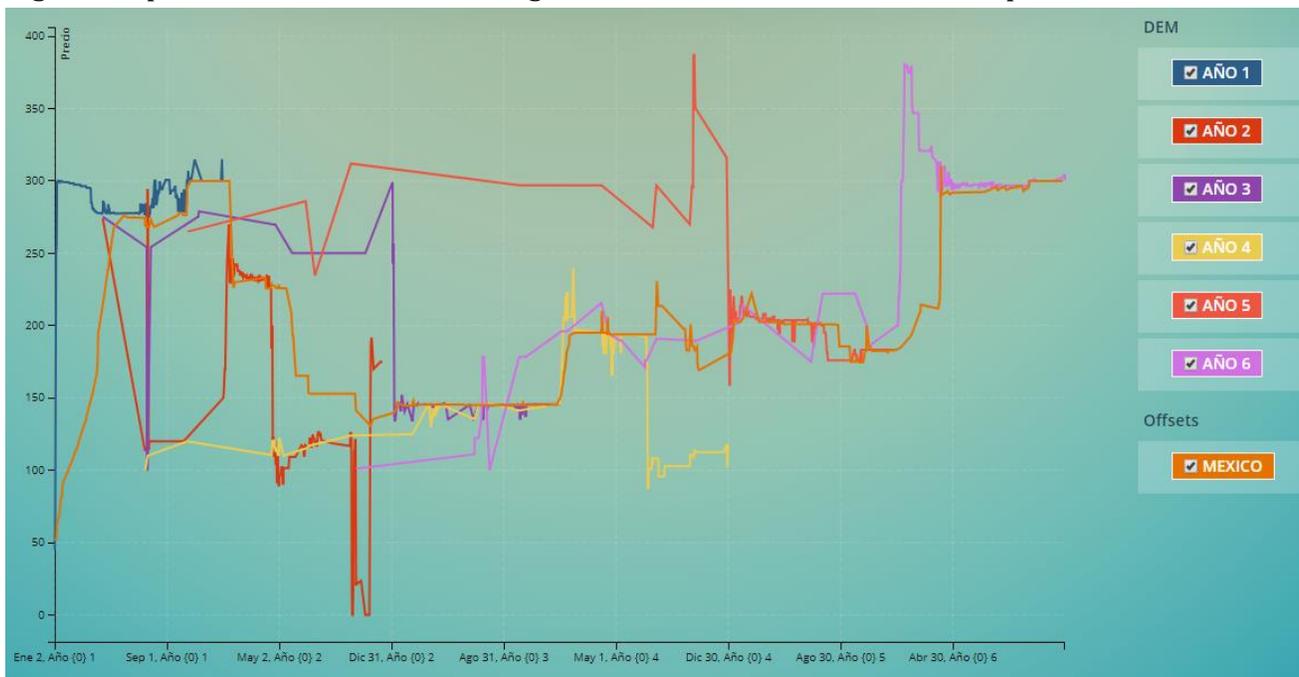
Gráficos de comportamiento de los precios para DEM y créditos de compensación en los tres grupos:

Fig. 1 Comportamiento del mercado regulado durante los 6 años en el Grupo A



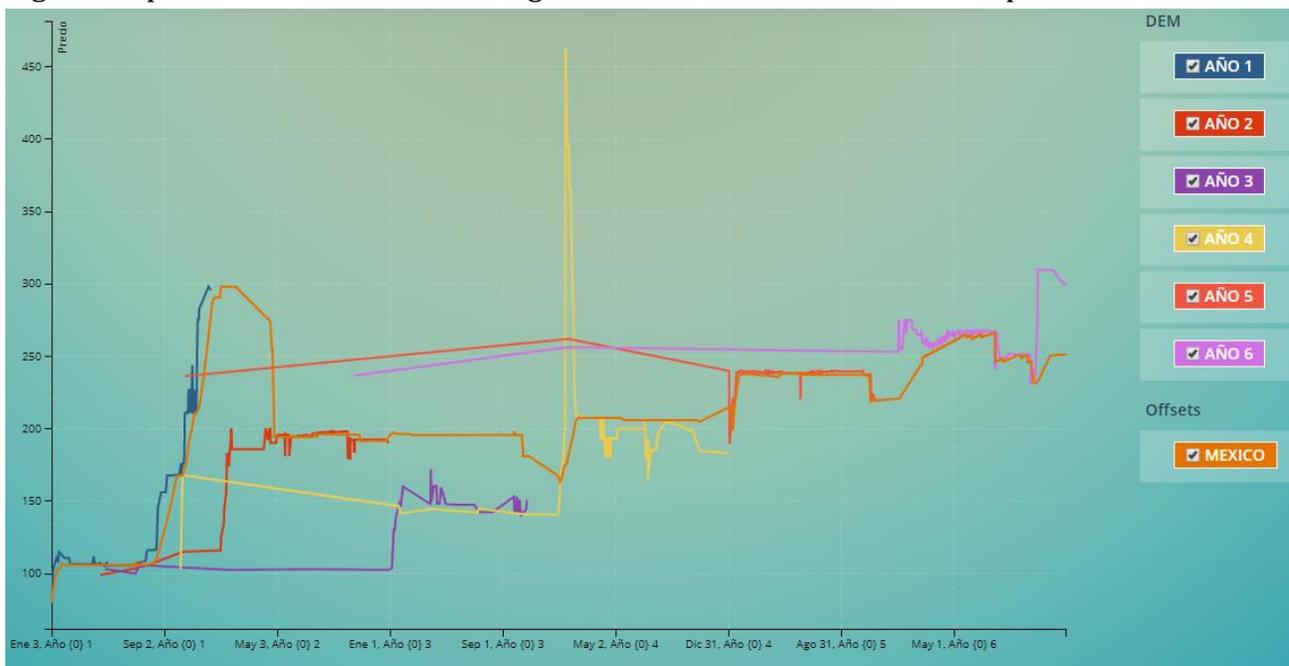
Los precios subieron paulatinamente a lo largo de los seis años. La mayor parte de la simulación los precios estuvieron entre \$50 y \$300 con algunos picos.

Fig. 2 Comportamiento del mercado regulado durante los 6 años en el Grupo B



En el grupo B se presentó la más alta volatilidad de precios, esto se debió en parte a la manipulación del mercado por algunos participantes. Los precios se mantuvieron generalmente entre \$100 y \$350.

Fig. 3 Comportamiento del mercado regulado durante los 6 años en el Grupo C



Los precios se mantuvieron generalmente entre \$100 y \$260. Se presentó una volatilidad controlada a excepción de un pico en el precio durante el año 4.

Estrategias ganadoras:

Los participantes que tuvieron los mejores resultados en cuanto a cumplimiento y a menores costos implementaron estrategias que incluyeron la mayoría de las siguientes lecciones:

1. **Planeación a largo plazo.** Es importante estimar el cumplimiento de años futuros y planear el abatimiento a implementarse y las acciones en el mercado (como comprar DEM de vigencia en años futuros en las subastas y el mercado regulado cuando los precios son atractivos).
2. **Abatimiento temprano y buenas elecciones.** Es relevante la consideración sobre la implementación de abatimientos al interior de las empresas, entre antes se implementan los proyectos de abatimiento, mayor es el retorno obtenido de estos durante la simulación. Es importante considerar los tiempos que tarda cada proyecto de abatimiento para entrar en operación y los costos de reducción por tonelada.
3. **Los abatimientos dan beneficios a largo plazo, pero el capital queda “atrapado”.** Fue determinante considerar la cantidad de capital disponible en la empresa para el cumplimiento de la regulación y no “atrapar” demasiado capital en la implementación de abatimientos de largo plazo lo cual puede dejar a la empresa sin capital para comprar DEM u *offsets* en el mercado, particularmente en el primer año.
4. **Monitoreo de todos los mercados y productos.** Al tener información constante sobre la oferta, demanda y precios de los distintos productos se puede informar de mejor manera las acciones a tomar, como cuando comprar y cuando vender DEM de distintos años de vigencia (*vintages*) así como créditos de compensación (*offsets*).
5. **Manejo de posiciones con respecto al mercado.** Las decisiones de acción y de que precios son atractivos para comprar o vender dependen tanto de lo que está ocurriendo en los mercados como la situación en que esta cada empresa a lo largo del tiempo. Por ejemplo, si un participante requería comprar DEM para terminar un año en cumplimiento en un momento en que la demanda es alta (más interés en la compra que en la venta en el mercado regulado y subastas con 100% de suscripción con precios arriba del precio piso), el participante tendrá mayores oportunidades de cumplir y no ser multado si está dispuesto a pagar precios “altos” (cerca del precio de la multa)
6. **Aprovechar oportunidades de arbitraje.** Al monitorear cercanamente los mercados se pueden encontrar los momentos en que es posible comprar unidades de cumplimiento a un precio y venderlas en otro mercado o en otro momento a un precio mayor y obtener un beneficio económico.
7. **Uso de órdenes de compra o venta de límite de precio (*limit order*) y límite de pérdida (*stop loss*).** Existen momentos en que a través de las órdenes de límite de precio o límite de pérdida es posible conseguir un precio más conveniente en una transacción.
8. **Uso de órdenes de dos vías.** Con esta estrategia se tienen tanto órdenes de compra como de venta abierta a precios del interés del participante.

9. **Evitar terminar en una posición larga la simulación.** Si se termina con un excedente de unidades de cumplimiento esto se refleja en un mayor costo de cumplimiento del necesario.
10. **Uso limitado del “autocomercio”.** Los mejores resultados se obtuvieron al controlar la mayor parte del tiempo las decisiones en el sistema y utilizar la opción de poner la compañía virtual bajo el control de un *bot* de inteligencia artificial sólo por periodos breves y cuando fuera necesario.

Principales aprendizajes

1. Los resultados de un participante en un SCE dependen tanto del diseño del programa, así como de las habilidades de los participantes.
2. La implementación de acciones de abatimiento es fundamental en el funcionamiento de un SCE y requiere de cuidadosa planeación.
3. La simulación permite un ambiente donde se puede aprender de los errores y de distintas estrategias.
4. El adecuado manejo de un portafolio de carbono requiere acción y capacidades de un equipo multi-disciplinario.
5. El monitoreo de cada uno de los mercados para informar la mejor toma de decisiones.
6. Es importante leer el nivel de suscripción de las subastas y sus precios. También es importante monitorear el mercado secundario, si existe oferta y o demanda, si se está comerciando en el mercado regulado o el mercado OTC, los precios y tendencias.