

Escuela de Negocios

Tipo de documento: Tesis de maestría



EMBA | Executive MBA

Diseño de un portafolio de cobertura para precios de Glifosato

Autoría: Franconetti, Álvaro Rodrigo

Año: 2025

¿Cómo citar este trabajo?

Franconetti, A. (2025) "*Diseño de un portafolio de cobertura para precios de Glifosato*". [Tesis de maestría. Universidad Torcuato Di Tella]. Repositorio Digital Universidad Torcuato Di Tella.

<https://repositorio.utdt.edu/handle/20.500.13098/13846>

El presente documento se encuentra alojado en el **Repositorio Digital de la Universidad Torcuato Di Tella** bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional
Dirección: <https://repositorio.utdt.edu>



UNIVERSIDAD
TORCUATO DI TELLA

MAESTRIA EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS

Tesis

*“Diseño de un portafolio de cobertura para precios de
Glifosato”*

ALUMNO: Alvaro Rodrigo Franconetti

TUTOR: Javier Epstein

AÑO DE ENTREGA: 2025

AGRADECIMIENTOS

Para la preparación de este trabajo, he recibido asistencia de diversas personas con las cuales me encuentro muy agradecido.

A mis padres que me acompañaron a lo largo de todo el camino y me inculcaron los valores que me mantienen andando.

A mis compañeros de cátedra con quienes hemos desarrollado grandes vínculos tanto humanos como profesionales, y que han sido una fuente inagotable de ideas y crecimiento. Entre ellos, un agradecimiento particular a Matías Barbosa, quien, desde conversaciones informales aportó a la inspiración de la temática de esta tesis.

Al equipo de marketing de protección de cultivos LAS de Syngenta, que aportaron sobrados conocimientos y recursos técnicos para la construcción de este trabajo, especialmente Alejandro Piñeiro y Mariano Murias.

A mi colega Pablo Sande quien soportó el armado desde sus conocimientos de química y sus aportes bibliográficos.

A Javier Epstein, tutor de esta tesis que en todo momento brindó consejos útiles, bibliografía, y lineamientos que me soportaron en la construcción de este trabajo.

A mi amigo Mauro Saiz, quien, en sus amplios conocimientos académicos me suministró diversos consejos sobre el armado y formato y culminación de este trabajo.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio surge como consecuencia de los fenómenos ocurridos en el mercado de fitosanitarios utilizados en agricultura entre los años 2020 y 2023, donde los factores de oferta y demanda del ingrediente activo del glifosato sufrieron alteraciones y disrupciones repentinas que resultaron en la variabilidad significativa del precio internacional del activo, que dificultó a su vez la toma de decisiones tanto en proveedores como en productores agropecuarios, al no disponer de elementos financieros de cobertura y estabilización de precio como si existen en otros mercados de la cadena de valor (granos, fertilizantes, ganaderos, entre otros.).

Se evaluó la posibilidad de desarrollar un índice de inversión compuesto de activos de mercado abierto sobre la metodología de análisis de oferta y demanda del activo subyacente (aquel cuya variabilidad de precio queremos cubrir), como una posible manera de generar coberturas ante las variaciones de precio. Esto incluyó el entendimiento de los factores de oferta (comercializadores de glifosato, principales productores, y circuito “*Upstream*”¹) y demanda (Productores agropecuarios, cultivos de aplicación, y demás factores “*Downstream*”²).

Como consecuencia del análisis realizado, es posible argumentar que el análisis de los factores previamente descritos tiene la capacidad de ser satisfactorio, en relación y proporción a la profundidad del análisis tanto en su integridad como de la evolución en el tiempo y ajuste de los factores.

Palabras clave:

Agricultura, Precios, Cobertura, Glifosato.

¹ “*Upstream*” refiere a los nodos previos en la cadena de valor.

² “*Downstream*” refiere a los nodos posteriores en la cadena de valor y comercialización del producto.

ÍNDICE

Contenidos

Introducción	9
Marco Teórico	9
Hipótesis de trabajo	10
Modelos aplicables.....	11
Metodología de la investigación	12
CAPITULO I – Contexto General del Mercado Agrícola	14
1.1 – Precedentes históricos	14
1.2 – El rol de los mercados financieros.....	15
1.3 – Oportunidades para la utilización de mecanismos financieros alternativos	16
1.4 – El rol de la agroindustria en el mundo	17
1.4.1 – La agricultura y su lugar en la matriz productiva	19
1.4.2 – Insumos utilizados en el proceso agroindustrial	23
1.5 – La agricultura en Argentina	27
1.5.1 – Superficie y extensión	27
1.5.2 – Producción Agrícola.....	30
1.5.3 – Rentabilidad y viabilidad económica.....	33
CAPITULO II – El Mercado del Glifosato	38
2.1 – Glifosato, contexto general	38
2.1.1 – Reseña histórica	39
2.1.2 – Acción y Efecto	40
2.2 – Síntesis y Formulación	40
2.2.1 – Ruta del HCN	42
2.2.2 – Ruta de la DEA	43
2.2.3 – Ruta de la Glicina.....	44
2.2.4 – Conclusiones sobre el proceso síntesis	45
2.2.5 – Formulación de productos terminados.....	45
2.3 – Aplicación del glifosato a campo y uso agrícola.....	46
2.4 – Regulaciones y entes relevantes en Argentina.	50
2.5 – El mercado del Glifosato.	54
2.5.1 – Factores de Oferta.....	54
2.5.1.1 – Proveedores de Materias Primas	57
2.5.1.2 – Otros factores de oferta	60

2.5.2 – Factores de Demanda.....	61
2.6 – Precios de mercado.....	64
2.7 – Factores y definición de mercado	67
2.7.1 – Mercados de <i>Commodities</i> y la Agroindustria	69
CAPITULO III – Marco Conceptual	70
3.1 – Principios teóricos para el desarrollo y metodología.....	70
3.2 – Bases estadísticas del análisis	72
3.2.1 – Medidas de tendencia central y dispersión	72
3.2.2 – Distribuciones de probabilidad	74
3.2.3 – Análisis de Varianza.....	75
3.2.4 – Análisis de Regresión y Correlación.....	75
3.3 – Definiciones financieras	78
3.3.1 – El mercado y las instituciones financieras.....	78
3.3.2 – Principales instrumentos del mercado.....	81
3.3.2.1 – Acciones y <i>Equities</i>	81
3.3.2.2 – <i>ETFs</i> y CEVAs.....	82
3.3.2.3 – Fideicomisos Financieros (FF) y Fondos Comunes de Inversión (FCI)	84
3.3.2.4 – Títulos públicos y Obligaciones negociables	84
3.3.2.5 – Instrumentos derivados y de cobertura.....	85
3.4 – Conclusiones sobre los conceptos teóricos.....	86
CAPITULO IV – Análisis Metodológico.....	87
4.1 – Condiciones generales del proceso.....	87
4.2 – Valor del PMG en el mercado y análisis estadístico.....	88
4.3 – Criterios e hipótesis del desarrollo.....	91
4.3.1 – Definiciones “ <i>Upstream</i> ” y “ <i>Downstream</i> ”	92
4.4 – Análisis de regresión e inferencias generales.	93
CAPITULO V - Conclusiones	100
5.1 – Conclusiones. Condición 1.....	100
5.2 – Conclusiones. Condición 2.....	100
5.3 – Conclusión general	101
Bibliografía	102

LISTA DE TABLAS

Cuadro 1 – Aplicación de pesticidas por país, 2000-2021, en miles de toneladas	26
Cuadro 2 – Variación Sup. Sembrada/Cosechada. Campañas 2000/01-2022/23.....	29
Cuadro 3 – Estructura de rendimiento y costos para el productor	34
Cuadro 4 – Variaciones en sales de glifosato y propiedades resultantes	46
Cuadro 5 – Dosis efectiva por maleza, cultivo de algodón	49
Cuadro 6 – Dosis efectiva por maleza, cultivo de “Soja RR”	50
Cuadro 7 – Detalle de costo por línea y origen.....	56
Cuadro 8 – <i>ETFs</i> con mejor performance durante 2024	83
Cuadro 9 – Valores históricos del PMG, (FOB China al 95%)	89
Cuadro 10 – Estadística descriptiva sobre la serie de valores	89
Cuadro 11 – Alternativas de optimización de la función para variable negativa.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Crecimiento poblacional proyectado	17
Figura 2 – Objetivos de desarrollo sustentable de la ONU	18
Figura 3 – Crecimiento del aporte económico agropecuario por región.....	20
Figura 4 – Hectáreas dedicadas a la agricultura, por continente.....	21
Figura 5 – Valor producido anualmente por cultivo.	22
Figura 6 – Uso de pesticidas 2000-2021, en millones de toneladas	25
Figura 7 – Aplicación de pesticidas por país, 2000-2021, en miles de toneladas	26
Figura 8 – Densidad de área sembrada para la campaña 21/22.....	27
Figura 9 – Evolución de las superficies sembradas y cosechadas por campaña	28
Figura 10 – Densidad geográfica de la producción	30
Figura 11 – Evolución y segregación de producción por cultivo.	31
Figura 12 – Composición relativa por cultivo.....	33
Figura 13 – Modelos químicos de producción por ruta	41
Figura 14 – Proceso y reacciones en la conformación del PMG vía HCN.....	42
Figura 15 – Proceso y reacciones en la conformación del PMG vía DEA	43
Figura 16 – Proceso y reacciones en la conformación del PMG vía Glicina	44
Figura 17 – Periodos de aplicación de “Sulfosato Touchdown” en maíz	47
Figura 18 – Periodos de aplicación de “Sulfosato Touchdown” en Soja.....	47
Figura 19 – Concentraciones por registro y comercializador.....	48
Figura 20 – Estatus de registro de producto comercializable	53
Figura 21 – Participación en el costo total por origen/categoría.....	55
Figura 22 – Factores de incremento y disminución de la demanda	61
Figura 23 – China Price index, enero 2021.....	64
Figura 24 – China Price index, enero 2022.....	65
Figura 25 – China Price index y Commodities, 2019-2022	65
Figura 26 – Precios de mercado, 2008-2024.....	66
Figura 27 – Tipos de mercado competitivo	68
Figura 28 – Tipos de relación y dispersión de datos	76
Figura 29 – Ponderación de capitalización por mercado a nivel mundial	79
Figura 30 – Valores históricos del PMG, (FOB China al 95%)	88
Figura 31 – Histograma precios mensuales	90
Figura 32 – Análisis de regresión sobre conjunto de activos 1	94
Figura 33 – Análisis de regresión sobre conjunto de activos 2	95
Figura 34 – Análisis de regresión sobre conjunto de activos 3	97

Figura 35 – Visualización de ajustamiento del índice al subyacente	98
Figura 36 – Ajustamiento gráfico 2015-2024	99
Figura 37 – Ratio ETF / PMG.....	99
Figura 38 – Análisis de regresión sobre conjunto de activos 3, 2012-2024.....	100

Introducción

Marco Teórico

El problema inicial, no dista de ser un problema enfrentado por cualquier profesional de administración de riesgos, ya sean estos del área financiera o productiva. Esta tarea consiste en la identificación de los factores que puedan afectar una determinada actividad, y definir iniciativas que permitan atenuar o minimizar esos riesgos en el largo plazo, generando un horizonte menor de variabilidad en los resultados, generalmente a cambio de un costo (implícito o explícito) por dicha cobertura.

En este contexto, los mercados financieros han desarrollado una gran diversidad de herramientas para la cobertura de riesgos que desarrollaremos en los próximos capítulos, fuertemente ligados al análisis matemático y estadístico. Específicamente en el área de los agronegocios, la relevancia a nivel mundial de diversas etapas de la cadena de valor ha dado lugar al desarrollo de mercados de cobertura diversos para los activos más líquidos y con formación de precios más transparente. Sin embargo, diversos insumos con relevancia para la industria no han visto desarrollos particulares en este aspecto.

El objetivo de esta investigación consistió en tomar un activo de referencia de la cadena de valor agropecuaria, como lo es el glifosato, y se evaluó la utilidad de la metodología de estudio de sus factores de oferta y demanda en el mercado, para el diseño de portafolios de inversión cuya evolución debe mantener correlación estadística con el activo subyacente, funcionando efectivamente como un mecanismo de cobertura. De esta manera, se buscó obtener claridad sobre los resultados del estudio de oferta y demanda, así como obtener conclusiones adicionales sobre cualquier consideración adicional necesaria al momento de desarrollar este portafolio.

Hipótesis de trabajo

Dado el contexto anteriormente descripto, el principal postulado de este trabajo radica en la posibilidad del estudio de los factores que hacen a la competitividad en el mercado de un activo, con el objetivo de trazar la colinealidad con un portafolio de inversión y así establecer un mecanismo de cobertura a futuro.

El supuesto de fondo de esta hipótesis radica en el concepto de que, así como los precios presentes de mercado son consecuencia de los factores de oferta y demanda de un activo o producto (Parkin, 2015), la variabilidad de estos factores guardará también relación con las variaciones del precio subyacente en el tiempo. Este enfoque es ampliamente utilizado en la actualidad por diversas compañías que realizan estudios y proyecciones sobre precios actuales y futuros en mercados diversos. Para los casos de mercados de competencia perfecta como lo granos o fertilizantes particularmente, las proyecciones se basan en estimaciones de inventarios, variables climáticas, capacidades productivas, y demás factores conocidos públicamente. Este ámbito de estudio también ha dado lugar a diversos estudios sobre metodologías de proyección que hacen posible establecer modelos de análisis o estadísticos que sirven a la evaluación de la hipótesis de este trabajo. Entre estos podemos citar:

- Price forecasting and evaluation: An application in agriculture (Brandt, 1983).
- Improving the accuracy of outlook price forecasts (Colino, 2011).
- Un estudio econométrico de los precios de las *commodities* y su relación con la economía argentina (Cornejo Tonnelier, 2017).

Estos estudios ofrecen mecanismos econométricos de proyección, mayormente en el ámbito de activos con mercados con información perfecta, donde los componentes principales son factibles de ser analizados a futuro independientemente, haciendo posible la proyección consensuada por los analistas.

Sin embargo, al discutir activos que operan en mercado cerrados, las proyecciones estarían sujetas a información privada de los distintos nodos de la cadena de valor, lo que haría imposible la proyección a futuro. Es por esto que,

para un mercado imperfecto, nos vemos obligados a alternar el enfoque del estudio sobre las siguientes presunciones:

- Generar un instrumento de cobertura sobre un activo cuya cadena de valor es cerrada (información corporativa), será poco confiable, inoportuna, o incorporará al modelo demasiadas variables presupuestas como para dar un resultado verosímil.
- Como metodología de cobertura ante variabilidades en el precio, las partes interesadas pueden anticipar valor sin comprometer inventarios de producto, por medio de la inversión en un activo, que, ante variaciones futuras en el precio, evolucione de manera equivalente o, que en su defecto guarde un alto grado de correlación.

Es así como podemos sintetizar la hipótesis del estudio en el siguiente enunciado:

La definición de un índice de inversión cuyo valor replique con un alto grado de correlación a su activo subyacente, puede ser calculado en base al análisis de sus factores de oferta y demanda, y así ofrecer una posibilidad de cobertura en caso de variaciones de precio no proyectables en cadenas de valor de información no pública.

Modelos aplicables

Sobre la base de la hipótesis establecida, se ha trabajado en torno a la bibliografía de construcción de índices resumida en el trabajo *“Construcción de un índice compuesto y aproximación para medir los cambios en el tiempo”* (García, 2014).

A su vez, dicho trabajo toma ciertos aspectos estadísticos de *“A User's Guide to Principal Components”* (Jackson, 2005)

En su análisis, José Rivera define al índice como una combinación lineal, que resulta en la sumatoria de términos donde las variables correlacionadas son ponderadas por variables relativas a la estructura de datos analizada, y las variables estadísticas (media, desvío estándar, varianza) obtenida de esta.

De esta manera y como se argumentará en más profundidad en el capítulo 5, resulta posible trazar la correlación y ponderación de una serie de variables representadas por los precios en el mercado de activos seleccionados, y consecuentemente, establecer la combinación lineal que de origen al índice representativo del activo subyacente.

El uso de este modelo de regresión a su vez requerirá de la comprensión de diversas medidas estadísticas que serán abordadas y explicadas conceptualmente y en cuanto a su relevancia para el modelo en el capítulo 4.

Metodología de la investigación

El siguiente estudio se realizará sobre la base de dos principios:

- 1) Investigación cualitativa en el estudio de factores de oferta y demanda
- 2) Información cuantitativa sobre los activos realizados

En el primer caso, la realización del análisis de factores de oferta y demanda incluirá principalmente fuentes secundarias, evaluándose la cadena de valor y el lugar que ocupa el glifosato en ella desde informes sectoriales y de fuentes relacionadas a la industria, estudios académicos que abarquen los procesos productivos y procesos químicos de la producción del mismo, y bibliografía tanto de las compañías del sector como externa sobre factores de utilización, compañías involucradas en la cadena productiva (los mismos son descritos en la bibliografía detallada). La investigación en esta etapa será meramente observacional y descriptiva, con el objetivo de obtener información relevante sobre las ramificaciones conceptuales del activo en cuestión a lo largo de la industria.

Para el segundo caso, nos avocaremos a una investigación de naturaleza experimental, donde recabaremos información pública de mercado, obtenible de diversas fuentes especializadas en gestión de mercado y activos, como así también en fuentes especializadas en el área de marketing y precios de herbicidas internacionalmente (tanto medios reconocidos de la industria como profesionales de marketing), y utilizaremos esta información en el trabajo de campo y la evaluación teórica de nuestra hipótesis. Estas fuentes secundarias

corresponden en el primer caso a plataformas de información financiera que consolidan y publican información sobre cotizaciones de activos de acuerdo con los valores transaccionados en los mercados internacionales, y en el segundo caso a información publicada mensualmente en medios especializados de la industria como así también a bases de datos propias de profesionales de marketing de la industria que dan seguimiento al precio de estos activos.

CAPITULO I – Contexto General del Mercado Agrícola

1.1 – Precedentes históricos

El presente trabajo tiene como precedente al evento de fluctuación de precios ocurrida entre fines de 2020 y 2023 para las distintas instancias de síntesis y formulación del glifosato (Agribusiness Global, 2020). Durante este periodo, la combinación de factores dada por la constricción de las cadenas de abastecimiento mundiales como consecuencia de la pandemia, las restricciones implementadas por china en cuanto a circulación y producción industrial general con el fin de disminuir los contagios, y la reorganización de la demanda de productos transportados por vía marítima en términos de prioridades de consumo, dio lugar a una tormenta perfecta de factores que incentivaron a una suba significativa de costos, sin necesariamente estar atado a mayores ingresos por venta de cereales para los productores por medio del traslado a precios de dichos incrementos.

En esta circunstancia, las empresas que comercializan fitosanitarios en argentina se vieron afectadas por la incapacidad de abastecerse de producto a los precios históricamente conocidos y en las cantidades deseadas para abastecer al mercado³. A los factores internacionales enunciados previamente, se agregan los problemas coyunturales de la macroeconomía argentina, principalmente marcada por los escasos de divisas extranjeras y la subsiguiente limitación a las importaciones regulada por medio del sistema de “Licencias no automáticas” (o sistema SIRA con posterioridad a octubre de 2022) (AFIP, 2022).

Dichas circunstancias confluyeron finalmente en la mencionada escalada de precios que, en conjunto con incrementos similares en mercados de insumos como los fertilizantes, generó disrupciones significativas en el mercado, y puso una gran presión sobre la rentabilidad por hectárea de productores y consecuentemente en su capacidad de reinversión productiva y sus necesidades de financiamiento externo.

³ Información recabada como parte de la investigación

Analizando la evolución de los precios de operaciones internacionales de glifosato, podemos ver que existen patrones repetitivos en estos ciclos y en las oscilaciones del mercado (abordado en el capítulo 3).

1.2 – El rol de los mercados financieros

En momentos de incertidumbre, volatilidad de precios y restricciones en el abastecimiento, el mercado de capitales ofrece una respuesta y brinda alternativas para administrar las posibles consecuencias de estas problemáticas. Una diversidad de activos y contratos derivados de estos, permiten disminuir los riesgos de variabilidad sobre hechos futuros, dando certeza a los cálculos de rentabilidad de las firmas de una industria, a cambio de una comisión o costo predefinido (Erpen & Fanelli, 2010).

En la industria agropecuaria, existen ya diversos activos que operan activos y sus derivados ligados a la propia naturaleza de los subyacentes. Los granos por ejemplo (Soja, Maíz, Girasol, y otros), al ser mercados de competencia perfecta permiten la publicidad de precios “*Spot*” (al momento de las transacciones) de compra y venta realizadas, que actúan como referencia de potenciales transacciones bajo condiciones similares de oferta y demanda. Posteriormente, existen mercados para contratos derivados por compraventa de granos a futuro, basados en (lo que podríamos llamar) un consenso de expectativas de precios estimados según proyecciones de oferta y demanda realizados por analistas y firmas reconocidas a diversas fechas futuras, que aportan como mencionamos en el párrafo anterior, la posibilidad de controlar riesgos de precio (Bolsa de comercio de Rosario, 2025).

Como podemos ver, existen diversidad de alternativas en los mercados para acompañar la gestión del riesgo que pueden ser aprovechados tanto por productores como por los demás nodos en la cadena de valor agropecuaria. Mas adelante veremos en profundidad la definición de los distintos activos disponibles en el mercado, las principales alternativas utilizadas en el sector.

1.3 – Oportunidades para la utilización de mecanismos financieros alternativos

Debemos tener en cuenta que a pesar de la amplitud de alternativas financieras que se ofrecen en los mercados financieros, dedicadas a la administración de riesgos en los distintos factores de la producción agropecuaria, estamos lejos de asumir que el desarrollo de herramientas esta ya acabado. Tanto como podemos asumir que las herramientas actuales son consecuencia de las complejidades que afrontaba la cadena de valor en el pasado, los nuevos retos dan lugar a la construcción de nuevas herramientas financieras que apoyen las decisiones productivas de las compañías del sector.

La relevancia del glifosato en la agricultura desde su invención hasta el día de hoy, que será enmarcada en los próximos capítulos, es indiscutible en países donde la producción extensiva es de vital importancia tanto para su seguridad alimentaria interna como para su aporte a los mercados y el comercio internacional. Sin embargo, a diferencia de otros factores de la producción cuyos riesgos pueden ser cubiertos por medio de las herramientas ya existentes en el mercado (contratos forwards, futuros, seguros, y otros⁴), este producto no ofrece actualmente un mecanismo de cobertura que permita que los agricultores que demandan este insumo durante diversos momentos del año puedan asegurar precios sin necesariamente anticipar compras con los extra-costos relacionados. Como contracara, las empresas que comercializan este producto son susceptibles a las fluctuaciones de los nodos anteriores de la cadena de valor, por lo que cualquier fluctuación significativa que no pueda ser inmediatamente abastecida por la capacidad instalada de estos nodos, conllevará a una escalada de precios de venta a productor para cubrir a pérdida de los mayores costos (Erpen & Fanelli, 2010). En este contexto, un instrumento financiero que acompañe el precio internacional del Ingrediente activo, puede ser una oportunidad para capitalizar la suba de costos internacionales, no solo como un costo trasladable a precio (como históricamente se ha visto convalidado en el mercado), sino como una verdadera ganancia financiera que, de competitividad, a las compañías que lo utilicen, y permitan estabilizar los precios posteriores

⁴ Estas herramientas serán tratadas con más detalle en el capítulo 3

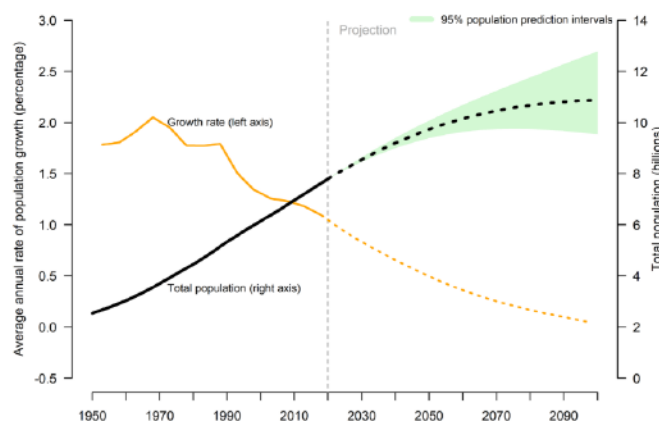
para los productores y distribuidores. Así mismo, la adopción masiva de un instrumento financiero que genere estas ventajas puede llevar a una presión bajista en los precios posteriores de la cadena de valor, beneficiando a productores y estabilizando su ecuación de costo.

1.4 – El rol de la agroindustria en el mundo

La producción agropecuaria a nivel mundial desempeña un papel fundamental en la provisión de alimentos, materiales biológicos y energía renovable para una población global en constante crecimiento. Este sector, caracterizado por su diversidad en términos de cultivos, prácticas agrícolas y condiciones climáticas, se enfrenta a desafíos significativos debido a la necesidad de aumentar la productividad para satisfacer la demanda, al tiempo que se minimiza el impacto ambiental y se garantiza la sostenibilidad a largo plazo. El análisis de este sector es crucial para comprender y abordar las complejidades económicas, ambientales y sociales que rodean la producción de alimentos a escala global.

Como podemos apreciar en la figura 1, según cifras de la ONU (United Nations, 2019), la población mundial está proyectada a crecer más de un 25% hacia 2050, y +40% hacia el año 2100, con respecto a la población de 2019. Sin embargo, este crecimiento no respeta un patrón lineal a lo largo del mundo, viéndose patrones de crecimiento de hasta un 99% hacia 2050 para regiones como África subsahariana, mientras que regiones como Norte-América o Europa proyectan un crecimiento de tan solo 2%.

Figura 1 – Crecimiento poblacional proyectado



Fuente: Naciones Unidas “World Population Prospects 2019 Highlights”

En el contexto del crecimiento poblacional proyectado, la producción de alimentos enfrenta desafíos significativos para satisfacer las necesidades generadas. A medida que la población mundial se expande, la demanda de alimentos sigue aumentando. Esta presión adicional ejerce tensiones sobre los recursos agrícolas, el acceso a la tierra cultivable, el agua y la necesidad de adoptar prácticas agrícolas sostenibles para garantizar la seguridad alimentaria a largo plazo. A pesar de los esfuerzos para aumentar la productividad agrícola, las tasas de fertilidad siguen siendo altas en varias regiones del mundo, lo que agrega complejidad a la situación y plantea desafíos adicionales para la producción y distribución de alimentos. Este escenario resalta la urgencia de desarrollar estrategias innovadoras y sostenibles para la producción de alimentos a fin de garantizar que la población mundial tenga acceso a alimentos nutritivos y suficientes a largo plazo.

Hoy en día, esta necesidad de buscar métodos más eficientes y sostenibles está siendo abordada por las Naciones Unidas a través de sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos objetivos que se detallan en la figura 2 incluyen metas específicas para garantizar la seguridad alimentaria, promover la agricultura sostenible, mejorar la nutrición y fomentar prácticas agrícolas responsables con el medio ambiente (United nations, 2023).

Figura 2 – Objetivos de desarrollo sustentable de la ONU



Fuente: Naciones Unidas

Durante los últimos años, los productores agropecuarios han estado cada vez más enfocados en la adopción de nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la producción. La agricultura de precisión, por ejemplo, ha ganado terreno, permitiendo a los agricultores utilizar datos e información detallada para optimizar el uso de insumos como fertilizantes, pesticidas, y agua, lo que resulta en una mayor productividad y reducción del impacto ambiental de la actividad. La aplicación de tecnologías como drones, sistemas de información geográfica (SIG) y el Internet de las cosas (IoT) ha permitido a los productores monitorear sus cultivos con mayor precisión, anticipando problemas y tomando decisiones más informadas. Adicionalmente, la adopción de técnicas de cultivo vertical, hidropónicos y aeropónicos ha abierto nuevas fronteras en la forma en que se cultivan los alimentos, especialmente en entornos urbanos o con limitaciones de tierra. Estas innovaciones tecnológicas no solo han mejorado la eficiencia operativa, sino que también están contribuyendo a la creación de sistemas de producción más sostenibles y resilientes en respuesta a los desafíos ambientales y demográficos.

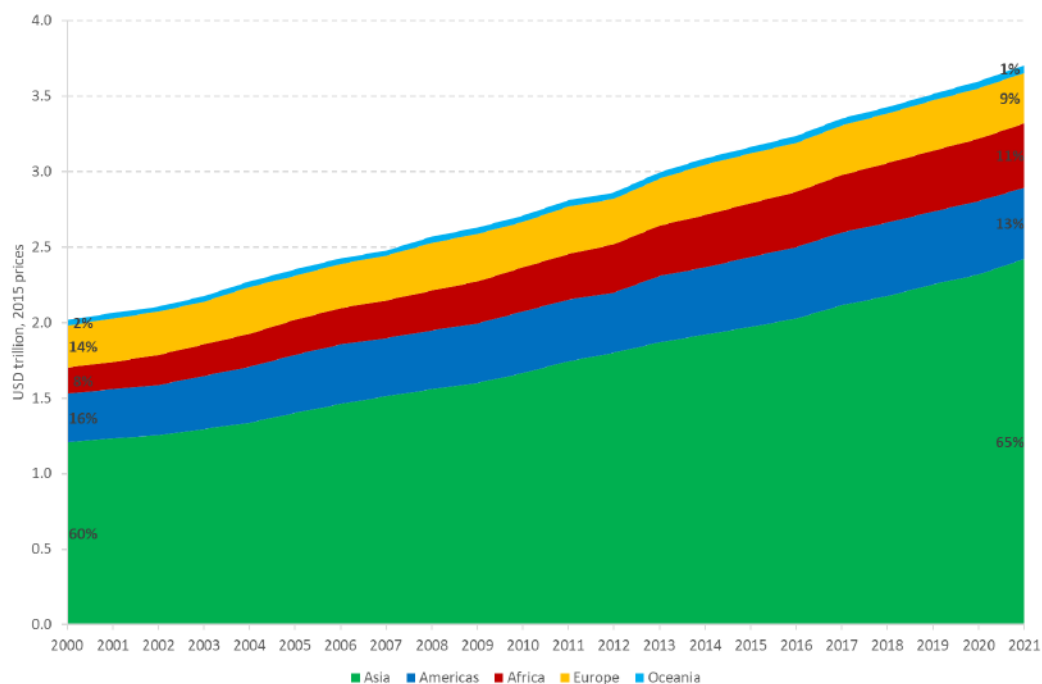
1.4.1 – La agricultura y su lugar en la matriz productiva

El mercado agropecuario abarca una vasta red de actividades económicas relacionadas con la producción, distribución y comercialización de bienes provenientes del sector agrícola y ganadero. Se divide principalmente en tres grandes segmentos: la agricultura, la ganadería y los insumos agroindustriales. La agricultura involucra el cultivo de diversos productos vegetales como cereales, frutas, hortalizas y oleaginosas, a través de distintos medios de producción y mecanismos industriales, que evolucionaron en paralelo a desarrollos tecnológicos (como la química, biológica, genética, metalmecánica y demás), haciendo posible el crecimiento de la producción para acompañar una población con una demanda creciente.

Según cifras de la FAO (*Food and Agriculture Organization*), la agricultura ha crecido de 2 billones de dólares americanos en valor agregado a nivel mundial en el año 2000, a 3.7 billones en el año 2021, manteniendo a su vez una porción del PBI global en torno al 4.2%. Este incremento principalmente tuvo lugar como consecuencia del crecimiento de la producción en Asia, que rondó un promedio

de crecimiento del 3.5% anual, alcanzando un aporte al PBI mundial de 2.4 billones de dólares en 2021 desde 1.2 billones en el año 2000 (FAO, 2023), en gran medida, de la mano del periodo de alto crecimiento y desarrollo industrial de china entre fines de los años 90' y principios del siglo XXI según vemos en la figura 3 (FAO Stat, 2024).

Figura 3 – Crecimiento del aporte económico agropecuario por región.



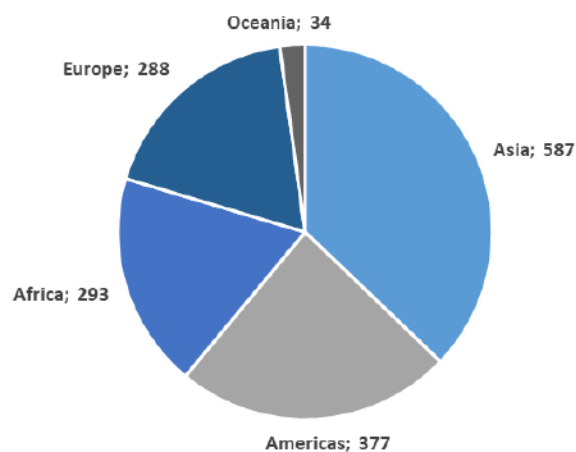
Fuente: FAO “*Statistical yearbook 2023*” (FAO, 2023)

América por otro lado, mostró un comportamiento irregular, que se caracterizó por años de incremento y disminución en su contribución al PBI mundial nominal, pero aun así incrementando su aporte en un 46%, alcanzando los 0.4 billones de dólares americanos en 2021 (Fundación BBVA, 2010).

Entrando en más detalle sobre las formas de producción, la agricultura en concreto se lleva a cabo en un área a nivel mundial de 1,570 millones de hectáreas en 2021, levemente por encima del área dedicada 20 años atrás. Esto representa un tercio aproximado del área global dedicada a la industria agropecuaria total, siendo lo restante dedicado a pasturas para ganado. El total

del área dedicada a agricultura hacia 2021 a su vez, se encontraba distribuida geográficamente de acuerdo a la figura 4 a continuación:

Figura 4 – Hectáreas dedicadas a la agricultura, por continente

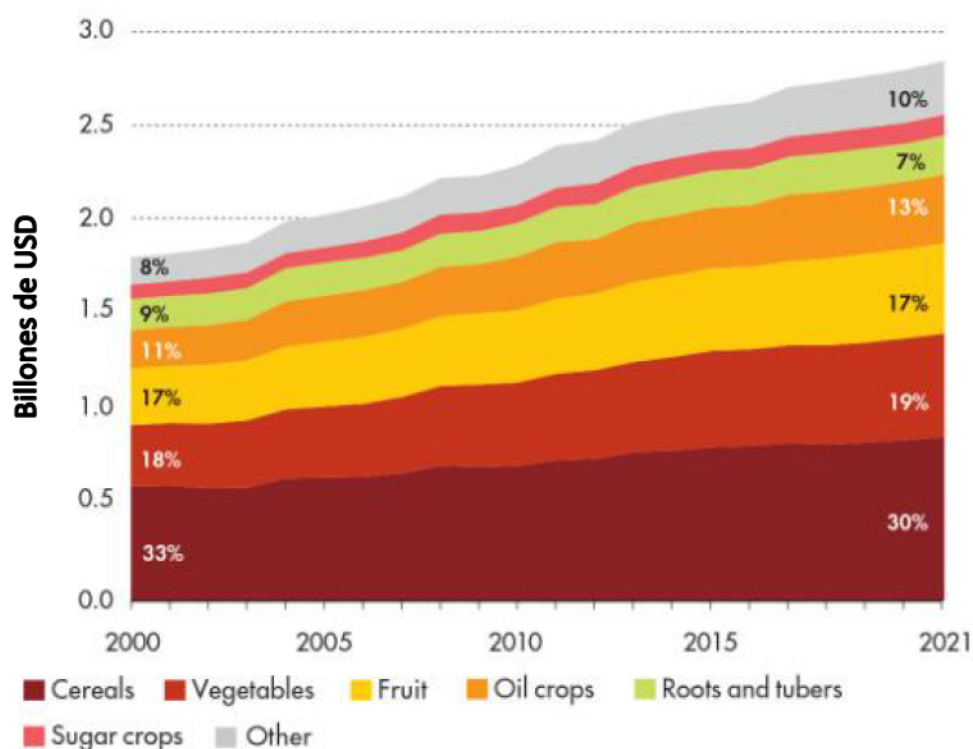


Fuente: FAO “*Statistical yearbook 2023*”; millones de ha (FAO, 2023)

Dentro del total de 377 millones de hectáreas correspondientes a América en 2021, Argentina alcanzó aproximadamente los 38.7 millones de hectáreas dedicados a agricultura total (Noticias Agropecuarias, 2021), de las cuales casi 36 millones fueron destinadas a cultivos extensivos (granos y oleaginosas), destinándose las restantes a cultivos intensivos y explotaciones de menor escala (Bolsa de Comercio de Rosario, 2022).

Por último, nos es relevante entender cuál es el resultado de la producción agrícola resultantes de los factores previamente mencionados. Para el año 2021, la producción de cultivos primarios había alcanzado un valor de 2.8 billones de dólares americanos, signando a su vez un incremento del 57% contra el año 2020. Este incremento tuvo lugar principalmente de la mano del crecimiento en la producción de vegetales y oleaginosas, al igual que en cultivos secundarios (que condensa la sumatoria de un gran número de producciones, desde frutos secos, raíces, cultivos extensivos no primarios, y demás) como podemos ver en la siguiente figura:

Figura 5 – Valor producido anualmente por cultivo.



Fuente: FAO “Statistical yearbook 2023” (FAO, 2023)

Si desagregamos los volúmenes producidos de manera categórica con el fin de identificar las principales producciones que constituyen el valor total, encontramos que más del 50% de la producción mundial hacia 2021 estaba dada por 4 cultivos centrales: Caña de azúcar (20%), Maíz (13%), Trigo (8%), y Arroz (8%), implicando esto una gran concentración en términos de recursos en la producción de granos y cereales. Esto se ve también reflejado en la variación de estas categorías durante los últimos 20 años, donde el grupo de granos y cereales se incrementó desde un volumen producido de 1,800 millones de toneladas en el año 2000 hasta los 2.8 millones de toneladas (56% de incremento punta a punta). El maíz ocupa un papel especial, manifestando un crecimiento para el periodo 2000-2021 del 104% (de 600 millones de toneladas a 1160 millones), relacionado tanto a la ampliación orgánica de la demanda de alimentos, como también al surgimiento de nuevos usos industriales en la manufactura de subproductos y derivados de este cultivo. Entre estos, encontramos la fabricación de combustibles (etanol), químicos generales (Lisina, Ácido cítrico, Alcohol industrial), o azúcares comestibles (Gale, 2009).

1.4.2 – Insumos utilizados en el proceso agroindustrial

La red de insumos que actualmente se utiliza en la producción agrícola ha transitado un camino de desarrollo tan extenso como la agricultura en sí. Desde las primeras evidencias antropológicas del ejercicio de la agricultura como actividad transformadora del ambiente y de la sociedad humana, se ha obtenido evidencias de la utilización de recursos tecnológicos rudimentarios desarrollados con el fin de facilitar la tarea y el trabajo de los suelos, y conseguir a su vez mayores rendimientos por unidad de espacio, así generando profundos cambios en las organizaciones sociales primitivas (Harari, 2011).

Hoy en día, el mercado de insumos agrícolas se ha diversificado a campos significativamente variados más allá de los implementos inmediatos para el trabajo sobre cultivos, habiéndose vinculado también con desarrollos tecnológicos de industrias alternativas que han encontrado lugar para asistir a la producción agrícola, haciendo posibles nuevas metodologías de abordaje, tanto de la producción y manejo directo como de la planificación, gestión, y mantenimiento del capital agronómico.

Por el lado de los insumos directos (Vinculados a la generación y manejo del producido), podemos citar principalmente el rol de:

- Semillas: Factor básico para la producción, cuya correcta selección no es de importancia menor debido a que aun para un mismo cultivo, existen variedades diversas con diferentes adaptaciones biológicas (según su genética) que las tornan más adecuadas para ajustarse a diferentes ambientes geológicos
- Fertilizantes: Su objetivo es principalmente la reposición de nutrientes extraídos por las plantas del suelo para su crecimiento, que no alcanzarían a ser repuestos por los métodos biológicos naturales (incidencia de hongos, microbiota, y materia orgánica en general)
- Pesticidas: Químicos de variada naturaleza, desarrollados con el fin de prevenir o evitar la pérdida de rendimiento de los cultivos a causa de infecciones, destrucción, o competencia por nutrientes.
- Maquinaria agrícola: Metalmecánica diseñada para la simplificación de las variadas tareas que se realizan como parte del proceso productivo, como

labranzas, sembrado, cosechado, removido, adecuación, canaleo, y otros.

- Material de riego y acceso al agua: La administración hídrica es un punto fundamental del proceso agrícola no solo desde lo económico, sino también desde lo que hace a la sustentabilidad de la producción. Por la relevancia de este aspecto se ha abordado de diversas maneras, ya sea desde la gestión extensiva por variables climáticas, como los cultivos más intensivos con riego o dosificación específica del agua.

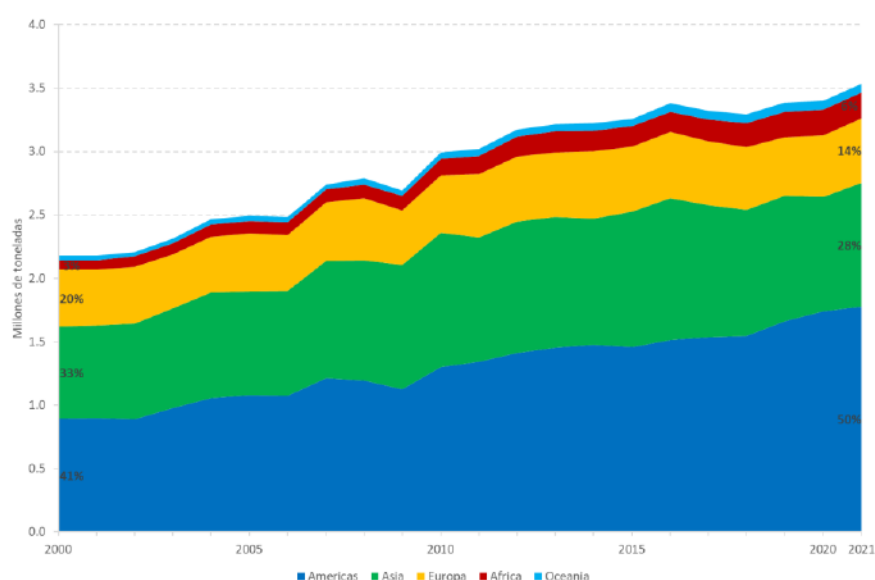
En cuanto a insumos indirectos, debemos tener en cuenta que nos encontramos con un amplio abanico de opciones en diversas industrias, las cuales han evolucionado por caminos independientes del uso agroindustrial, pero que una vez desarrollados han encontrado un nicho de utilización y generación de valor para la industria. Entre estos encontramos opciones como:

- Silo bolsas y acopios: Permiten a los productores gestionar sus inventarios y su producción garantizando su cuidado al mismo tiempo que posibilitando la administración Inter temporal entre la producción y la venta, especialmente el silo bolsa que logro independizar al productor en esta función de los servicios prestados por terceros en acopios concentrados.
- Maquinaria general: Esta puede cumplir diversas tareas, desde el secado y preparación de la semilla post cosecha para su venta, la aplicación de inoculantes pre-siembra, o la separación, calibrado, y evaluación de calidad de la semilla en sus distintas etapas del proceso
- Biotecnología y genética: Principalmente involucrada en el desarrollo y edición de eventos en el genoma de las plantas para incorporar características deseadas.
- Imágenes satelitales: Haciendo posible el seguimiento y estado de amplias extensiones productivas de maneras más efectivas.
- Robótica y drones: Utilizado actualmente en el monitoreo de lotes de producción y aplicación de químicos, pero las posibilidades de esta tecnología no se encuentran aun íntegramente exploradas debido a la insipiente de esta tecnología.

- **Software y sistemas de gestión:** El desarrollo de sistemas específicos de la industria y su integración en lo que refiere a gestión administrativo-corporativa, financiera, con la administración de producción, hace posible una mejor y más oportuna toma de decisiones.

Volviendo sobre los pesticidas que constituyen nuestro objeto de estudio, en valores generales podemos ver que la utilización se ha incrementado significativamente en los últimos 20 años medidos por volumen (ver figura 6 debajo). Sin embargo, en este caso vemos un comportamiento alternativo al descrito previamente donde Asia y especialmente el crecimiento económico de China constituían el principal motor en la variación de los factores. Por el contrario, encontramos que para las variables de crecimiento de la aplicación de pesticidas durante el periodo referenciado, existe una fuerte carga en lo que respecta al uso en América, especialmente explicado por el incremento en los volúmenes aplicados en Brasil (+580.000 toneladas; +410%), y Argentina (+157.000 toneladas; +187%), mientras que los Estados Unidos de América y China mantuvieron sus volúmenes aplicados mayormente en línea (aproximadamente 430.000 y toneladas de acuerdo a lo que podemos ver en el cuadro 1 a continuación y figuras 6 y 7.

Figura 6 – Uso de pesticidas 2000-2021, en millones de toneladas



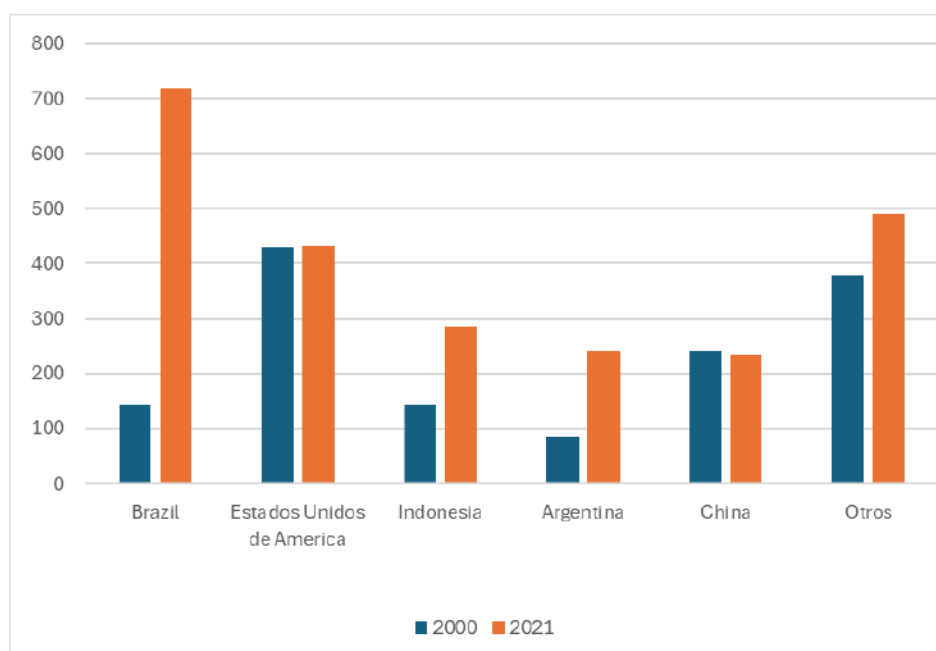
Fuente: FAO “Statistical yearbook 2023” (FAO, 2023)

Cuadro 1 – Aplicación de pesticidas por país, 2000-2021, en miles de toneladas

Area	2000	2021	Variación Nominal	Variación Porcentual
Brazil	141	720	578	410%
United States of America	430	434	4	1%
Indonesia	143	283	141	99%
Argentina	84	242	157	187%
China	242	234	-8	-3%
Otros	378	489	111	29%
Total	1,418	2,401	984	69%

Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de la FAO (FAO Stat, 2024)

Figura 7 – Aplicación de pesticidas por país, 2000-2021, en miles de toneladas



Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de la FAO (FAO Stat, 2024)

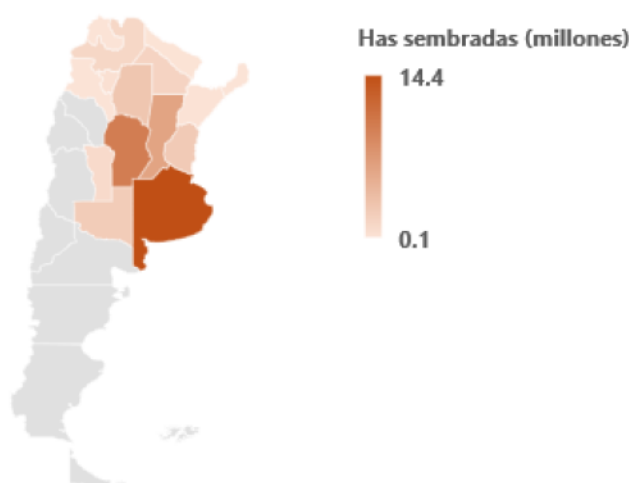
1.5 – La agricultura en Argentina

La agricultura en Argentina es un pilar fundamental de la economía nacional, caracterizada principalmente por la producción extensiva de cultivos como soja, maíz, trigo y girasol. Gran parte de esta se da a lo largo de la pampa húmeda, región geológica compartida por las provincias de Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba y La Pampa, que se caracteriza por su gran productividad y características del suelo, y que forma parte de la cuenca hídrica que desemboca en el Río de la Plata, a partir de sus varios afluentes como el río Uruguay, Paraná, Paraguay, Bermejo, e Iguazú. Asimismo, la producción agropecuaria tanto intensiva como extensiva también se practica a lo largo del resto del país, adecuando tanto los cultivos buscados como los métodos de producción e insumos requeridos a las características edafológicas y climáticas de cada región (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2024).

1.5.1 – Superficie y extensión

En la figura 8 podemos ver en más detalle el nivel de concentración geográfica de la producción argentina para la campaña 21/22. La relevancia de la provincia de Buenos Aires en superficie (14.3 millones de hectáreas) es inconfundible, seguida por las provincias de Córdoba y Santa Fe (10 y 6.2 millones de hectáreas respectivamente).

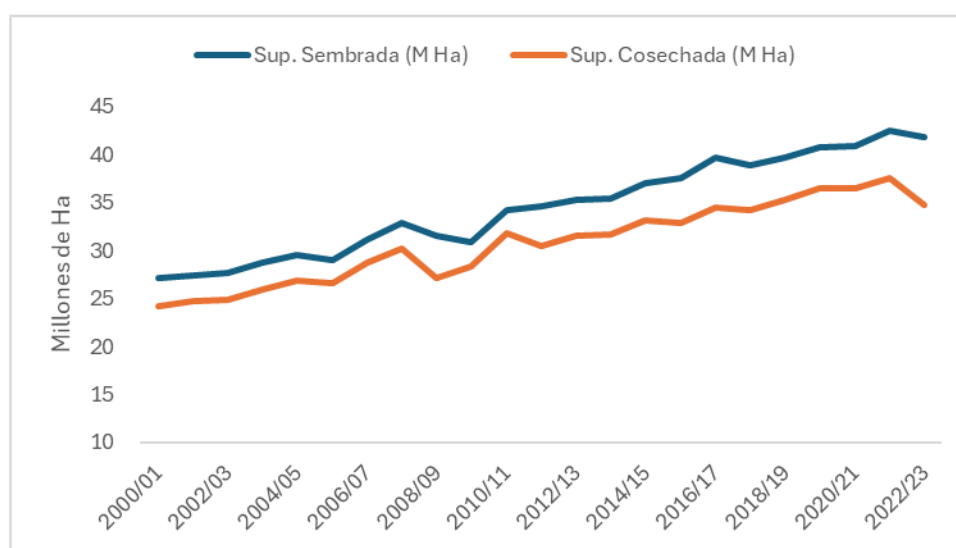
Figura 8 – Densidad de área sembrada para la campaña 21/22



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de agricultura, Ganadería y Pesca (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2024)

También es relevante tener en cuenta que toda campaña de producción suele encontrarse con factores imprevistos, principalmente climáticos, pero también de índole económico, regulatorio, o técnico. Esto da lugar a que la superficie finalmente cosechada sea menor a aquella sembrada inicialmente causando pérdidas en la producción agregada a nivel país. En la figura 9 y cuadro 2 podemos ver en detalle la evolución de la superficie sembrada y cosechada para las campañas 2000/01 a 2022/2023.

Figura 9 – Evolución de las superficies sembradas y cosechadas por campaña



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de agricultura, Ganadería y Pesca (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2024)

Es también relevante tener en cuenta que, como describen estos anexos, existió un incremento en las hectáreas sembradas y cosechadas durante el periodo descripto, que está dada por los esfuerzos constantes tanto de entes públicos como de compañías privadas y terratenientes por recuperar y regenerar los nutrientes y materia orgánica del suelo con el fin de alcanzar estándares de productividad adecuados para su utilización económica (INTA, 2022).

Cuadro 2 – Variación Sup. Sembrada/Cosechada. Campañas 2000/01-2022/23

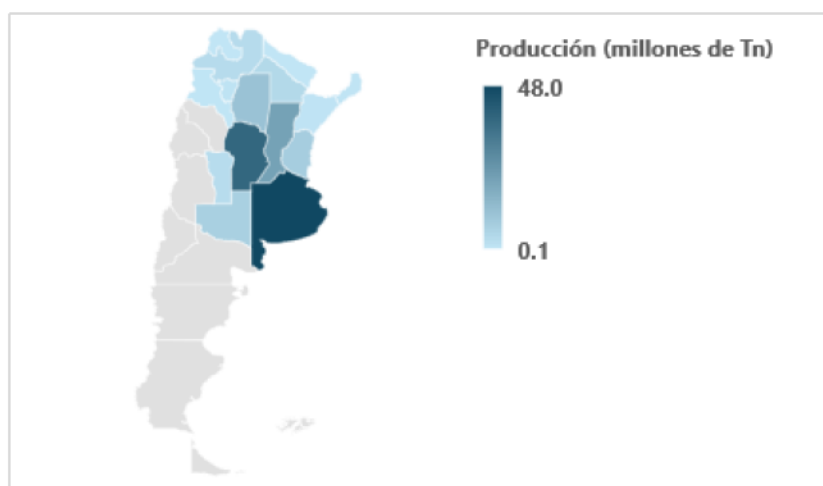
Campaña	Sup. Sembrada (M Ha)	Sup. Cosechada (M Ha)	Disminución de area (M Ha)	Disminución dearea (%)
2000/01	27.2	24.2	-3.0	-11%
2001/02	27.4	24.7	-2.8	-10%
2002/03	27.6	24.8	-2.8	-10%
2003/04	28.7	25.9	-2.8	-10%
2004/05	29.5	26.9	-2.6	-9%
2005/06	29.1	26.6	-2.5	-9%
2006/07	31.2	28.8	-2.4	-8%
2007/08	32.9	30.3	-2.6	-8%
2008/09	31.6	27.2	-4.4	-14%
2009/10	30.9	28.3	-2.6	-8%
2010/11	34.2	31.8	-2.3	-7%
2011/12	34.6	30.5	-4.1	-12%
2012/13	35.2	31.5	-3.7	-11%
2013/14	35.5	31.7	-3.8	-11%
2014/15	37.0	33.2	-3.8	-10%
2015/16	37.5	32.9	-4.6	-12%
2016/17	39.7	34.5	-5.2	-13%
2017/18	38.9	34.3	-4.6	-12%
2018/19	39.8	35.2	-4.5	-11%
2019/20	40.8	36.4	-4.4	-11%
2020/21	40.9	36.5	-4.4	-11%
2021/22	42.5	37.6	-4.9	-12%
2022/23	41.8	34.7	-7.1	-17%
Totales	794.4	708.7	-85.7	-11%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de agricultura, Ganadería y Pesca
(Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2024)

1.5.2 – Producción Agrícola

Si analizamos los volúmenes producidos a nivel país y por cultivo, podremos obtener varias conclusiones. Por un lado, podemos identificar de la misma forma que en la sección anterior, la relevancia de la zona de la pampa húmeda en lo que respecta a capacidad productiva de acuerdo a la figura 10 a continuación:

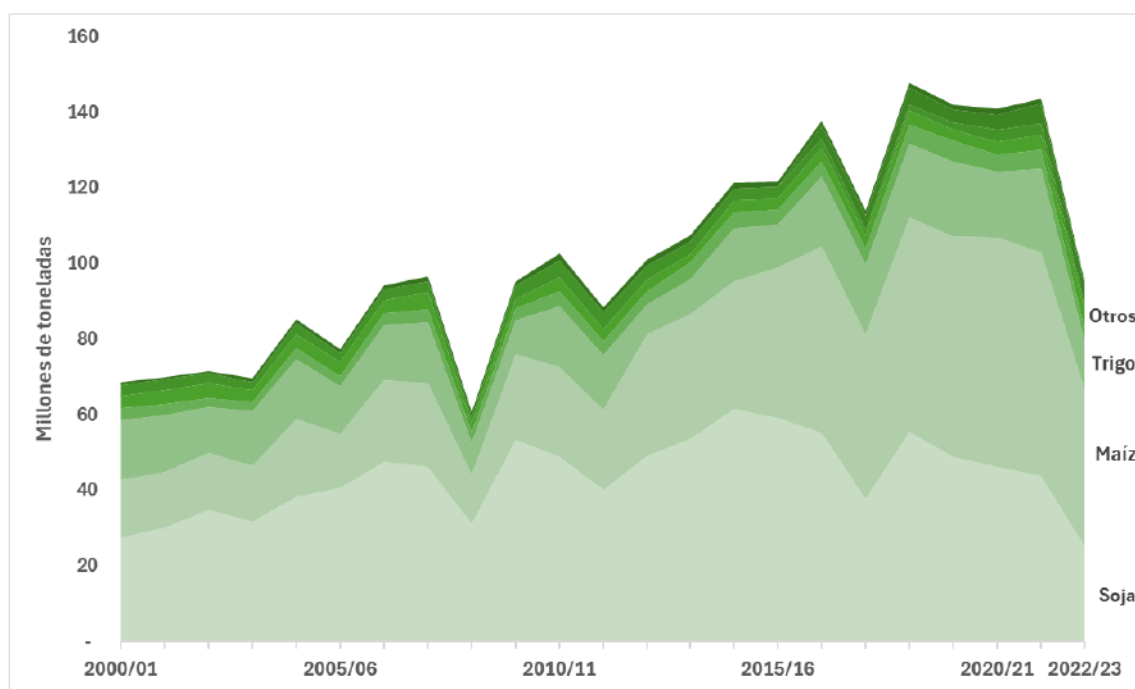
Figura 10 – Densidad geográfica de la producción



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de agricultura, Ganadería y Pesca (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2024)

En segunda instancia, es relevante tener en cuenta la preponderancia por cada cultivo y el impacto que cada uno de estos tiene en las áreas de producción. En la figura 11 adjunta a continuación podremos ver tanto la evolución en las cantidades totales producidas, como en la distribución por cultivo. Allí podemos ver algunos patrones concretos y a partir de estas obtener algunas conclusiones importantes.

Figura 11 – Evolución y segregación de producción por cultivo.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de agricultura, Ganadería y Pesca (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2024)

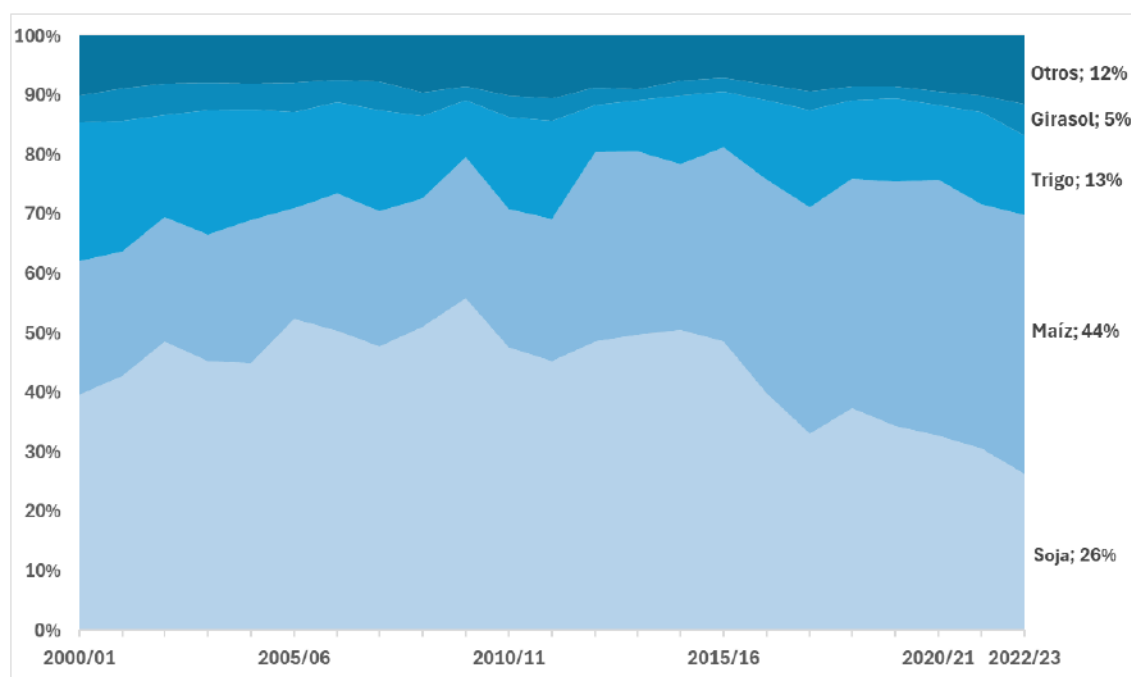
La primera conclusión significativa que podemos obtener es que de la mano de la recuperación de suelos y el consiguiente incremento en la superficie sembrada citado en la sección 1.5.1, los volúmenes producidos acompañaron la tendencia correlativamente. Si bien este incremento se ve presente en todos los tipos de cultivos y producciones, es importante destacar el incremento en el volumen principalmente de maíz (+284%) y luego de la soja (+61%) para el periodo de campañas 2000/01-2021/22

Por otro lado, es importante comentar las tres anomalías en términos de toneladas totales que podemos ver en la figura anterior para las campañas 2008/09, 2017/18, y 2022/23. Las mismas se corresponden a eventos de sequías que se presentaron en los periodos citados, y que afectaron considerablemente los volúmenes producidos. Es importante tener en cuenta que estos eventos impactan la producción de manera heterogénea o asimétrica debido a que no necesariamente estas sequías afectaron al territorio de igual manera.

Para el caso particular de la sequía que afectó la campaña 2008/09 (Ferrelli, 2012) es relevante destacar que si bien a nivel promedio general ocasionó una baja del 37% de la producción contra el año anterior (sin una baja en la superficie sembrada que acompañe la explicación), el impacto en los principales granos tanto de la cosecha gruesa como fina fue aún mayor, registrado descensos del 40% para maíz, 49% para trigo, y 47% para girasol, con la soja disminuyendo levemente por debajo del promedio total. Esto contribuye al argumento de la heterogeneidad del impacto de los eventos climáticos a los diferentes cultivos, y de la relevancia en el cuidado de estos para garantizar los rindes requeridos con el fin de mantener la rentabilidad por hectárea.

Por último, debemos enfocar nuestra atención en la distribución general por cultivo. Si bien afirmamos que ha existido un crecimiento en la superficie sembrada, esto no ha generado un incremento simétrico para la diversidad de cultivos y productos, ya que esta superficie adicional se ha logrado en áreas que benefician a cultivos específicos. Adicionalmente, debido a su relevancia en términos de productividad, escalabilidad, y alternativas de uso industrial, algunas producciones particulares han recibido más inversión en términos de investigación y desarrollo de eventos genéticos, pesticidas aplicables, fertilización, y demás variables que aportan a la productividad general y al rendimiento por hectárea. Para esto, podemos ver en la figura 12, la evolución de la composición relativa dentro de la producción por campaña de cada cultivo. Es importante volver a recalcar la importancia del maíz en términos totales, ocupando un 44% de las cantidades producidas en la campaña 2022/23, seguido por la soja y el trigo (26% y 13% respectivamente), especialmente en un año de sequía que afectó más a los granos principales que a otras producciones. Adicionalmente tendremos en cuenta a futuro que el 83% de la producción de la campaña de referencia, está ligada a estos 3 cultivos anteriormente citados.

Figura 12 – Composición relativa por cultivo



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de agricultura, Ganadería y Pesca (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2024)

1.5.3 – Rentabilidad y viabilidad económica

Es necesario considerar al momento de discutir sobre el valor agregado del agro en Argentina que, a diferencia de otras industrias la producción extensiva se ve fuertemente afectada por la cantidad, disponibilidad y productividad de la tierra explotable a nivel país, siendo la principal consecuencia, el desafío para los productores de obtener mayores rendimientos por hectárea producida.

Este indicador es sumamente relevante ya que la producción de granos es considerada un mercado de competencia perfecta (*Commodity*) siendo la cotización pública en diversos mercados (Bolsa de cereales de Rosario, *Chicago Board of Trade*, y otros) el tope de precio/ingreso para los productores al momento de decidir el futuro de su cosecha (ajustado por algunos factores menos significativos). De esta manera, podemos sintetizar los conceptos previos bajo la idea de que las dos principales variables dentro del control del productor son el rendimiento por hectárea, y los costos en insumos incurridos para obtener dicho rendimiento.

En el cuadro 3 anexo a continuación, podemos ver con un poco más de detalle esta estructura de costos a la que se encuentra sujeto el productor, y que afecta gran parte de las decisiones de inversión y planificación de sus cultivos para las campañas fina (invernal) y gruesa (estival).

Es relevante tener en cuenta que como vimos en la sección 1.5.2, los cultivos de mayor relevancia en términos de superficie y producción a nivel país son el Maíz, Soja, Girasol y Trigo, de los cuales los primeros 3 corresponden a cultivos de verano, mientras que el trigo es parte de la campaña de invierno. Sin embargo, también es importante tener en cuenta que, existe una variedad de cultivos adicionales tanto para la siembra de invierno (cebada, centeno, avena, entre otros) como para verano (arroz, sorgo, algodón, porotos). A su vez, debemos recalcar que la decisión de producción para la campaña fina y gruesa no es línea y única, sino que los productores pueden aprovechar los periodos climáticos adecuados para administrar la siembra y cosecha de varios cultivos incluso dentro de un mismo periodo, como es el caso de las la soja o girasol seguidos de maíz tardío, obteniendo sinergias en términos de captura de nutrientes y conservación de la materia orgánica y con oportunidades de diversificar e incrementar la producción.

Cuadro 3 – Estructura de rendimiento y costos para el productor

Promedio país

		TRIGO		GIRASOL		MAIZ		SOJA	
Rendimiento	QQ/Ha	32	41	19	25	71	87	28	33
Precio futuro	U\$/QQ	25.2	25.2	30	30	20.4	20.4	47.5	47.5
Ingreso Bruto	U\$/Ha	796	1,035	559	754	1,442	1,778	1,341	1,589
G Comercialización	U\$/Ha	144	187	21	39	434	534	191	225
G Comercialización	%/IB	18%	18%	4%	5%	30%	30%	14%	14%
Ingreso Neto	U\$/Ha	652	848	538	714	1,008	1,243	1,150	1,364
Costos Directos	U\$/Ha	-479	-490	-384	-389	-612	-626	-356	-365
Margen Bruto	U\$/Ha	173	358	154	326	396	617	794	999

ARRENDAMIENTO

Alquiler promedio	QQ/Ha	10	10	15	15	28	28	12	12
Alquiler promedio	U\$/Ha	-258	-258	-460	-460	-577	-577	-578	-578
M B- Alquiler	U\$/Ha	-85	100	-306	-134	-181	40	216	421
M B- 50% Dueño 50% Alquiler	U\$/Ha	44	229	-76	96	107	329	505	710

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la investigación

Para entender el detalle del cuadro superior, debemos segregar en primer lugar las 2 variables superiores que constituyen el ingreso bruto.

El primer concepto para tener en cuenta es el rendimiento, sobre el cual ya hemos realizado algunos comentarios preliminares pero que representa gran parte del trabajo de los agrónomos y administradores de la producción agrícola, en gran medida por tener que ser planificado con gran anticipación a la ejecución de la siembra, y con escasa certeza sobre la ocurrencia de algunos de los principales factores proyectados.

Si bien son varios los criterios a considerar que afectan esta variable, aquellos encargados de planificar la producción deben ponderar la relevancia de cada factor con el fin de optimizar tanto el aporte de cada uno al resultado final, como el factor de riesgo de ocurrencia. Podemos resumir entonces lo siguientes conceptos principales:

- Acceso al agua: Es un elemento fundamental en la agricultura extensiva debido al requerimiento hídrico de la producción en grandes superficies, y el elevado costo de la utilización de equipos de riego a lo largo de las mismas. Adicionalmente, la demanda hídrica no se presenta de manera constante ni exclusiva de alguna etapa del ciclo, ya que cada cultivo posee requerimientos específicos de disponibilidad del recurso en etapas particulares de su desarrollo (Como el maíz en etapa de floración).
- Condiciones climáticas: De la mano de la discusión previa sobre el acceso al agua, otros factores climáticos particulares como las heladas, cambios abruptos o inoportunos en las temperaturas, las sequias prolongadas, así como también el impacto del viento sobre los tallos de genomas no adaptados, pueden repercutir en el ciclo de desarrollo de las plantas y generar un menor crecimiento.
- Tipo y estado de los suelos: El estudio edafológico y el entendimiento de los tipos y orígenes de suelos presentes en cada región de producción es esencial para determinar la clase de cultivos a llevar a cabo, siendo algunas regiones más propensas a dar buenos rendimientos en granos, pero no en frutas, hortalizas, u otras producciones. De la misma manera, también es relevante mantener un umbral saludable de materia orgánica

en los suelos que permitan la mejor absorción de nutrientes en el proceso de fertilización. Este último factor es especialmente remarcable en la agricultura argentina donde, por medio de la implementación de la siembra directa, se logra preservar un suelo significativamente más saludable que por medio de la labranza tradicional, y disminuye la inversión en reposición de nutrientes.

- Fertilización: El uso de fertilizantes tiene una larga historia desde la utilización de guano natural, pasando por la primera síntesis de amonio por Fritz Haber, hasta el actual desarrollo industrial por diversas empresas y en distintos lugares del mundo. Claramente la relevancia de la fertilización inorgánica en escala industrial es innegable en cuanto a su escalabilidad para la reposición de nutrientes del suelo (Fósforo, Nitrógeno y Potasio (FAO, 2023))
- Utilización de tecnología química: Por último, la utilización de fitosanitarios y pesticidas (dimensionada en el punto 2.2.2) ha demostrado ser un factor fundamental en el crecimiento de los rendimientos agropecuarios de los últimos, permitiendo la creación de un mercado de aproximadamente 0.288 billones de dólares (según informes de consultoras privadas) (IMARC, 2024). La necesidad de cuidar tanto los granos producidos como la planta misma, de infecciones fúngicas, insectos, o de hierbas y malezas que compitan por los nutrientes del suelo, se torna así un factor clave, y fácilmente a la mano del productor, con una amplia gama de productos ofrecidos para cada foco de pestes, y un ambiente de negocios competitivo que permite precios manejables para los insumos en términos de aplicación por hectárea.

El segundo factor relevante para la definición y estimación de los ingresos del agro, son los precios de mercado.

Como definimos previamente y enfocando en los principales cultivos extensivos vigentes en la agricultura argentina, tanto Maíz, Soja, Girasol, y Trigo, son producciones cuyo precio se define en un mercado de competencia perfecta, en base a su abundante oferta (muchos productores, exportadores, países y territorios) como su elevada demanda (cuantiosos importadores, empresas y países), en paralelo a la fungibilidad del producto (cualquier grano de un cultivo

puede ser reemplazado a equivalente calidad por otro). Esto anula la capacidad de negociación o posicionamiento del productor que ofrece su cosecha y lo convierte en un tomador de precio. A pesar de esto, un mercado de competencia perfecta tan profundamente desarrollado tiene como contracara el beneficio de que, los analistas de mercado puedan hacer proyecciones sobre stocks, áreas, y capacidad productiva futura de los diversos agentes para arribar a posibles umbrales de oferta y demanda, realizando así cálculos y estimaciones de precios futuros que sirven de referencia a productores para valorizar su expectativa de producción. Vale aclarar que estas proyecciones no son garantizadas y están sujetas a cambios no previstos en las condiciones de oferta y demanda futura.

La combinación de estos factores para obtener una proyección de ingreso por hectárea, en adición a los gastos realizados, tanto para obtener los rendimientos a través de la gestión de sus diversos factores, como de gastos indirectos relacionados a la gestión comercial, transporte, personal, Impacto del tipo de cambio, y el significativo impacto generado por el alquiler de la tierra (en caso de que la producción sea llevada a cabo de esta manera), dan como resultado la ecuación de rentabilidad por hectárea, que es la base para la toma de decisión sobre la siembra futura.

CAPITULO II – El Mercado del Glifosato

En este capítulo nos enfocaremos en describir algunos aspectos generales sobre la tecnología que será foco de análisis en este ensayo, el Glifosato. Buscaremos hacer una pequeña reseña histórica para encuadrarlo en su área de aplicación, entender su uso y relevancia en la ecuación de costos del agro (referida en la sección 1.5.3), y buscaremos definir el entorno de negocios tanto en términos de oferta como de demanda.

2.1 – Glifosato, contexto general

En términos generales, el glifosato es un químico agrícola, de la categoría “no selectivo” (que afecta a una amplia variedad de plantas y hierbas, en lugar de afectar una variedad de plantas en particular).

Fue introducido en 1974 por la empresa Monsanto bajo el nombre comercial *Roundup* (United States Enviromental protection Agency, 2020). Originalmente diseñado como un herbicida de amplio espectro, su uso se expandió rápidamente debido a su eficacia para eliminar malezas en cultivos transgénicos resistentes, como la soja y el maíz. A partir de la década de 1990, el desarrollo de cultivos transgénicos resistentes al efecto de este herbicida generó una ola de adopción del paquete tecnológico posibilitando la remoción de malezas variadas, manteniendo intacto el desarrollo del cultivo. Posteriormente, con la pérdida de patente en el año 2000 (Perry, 2019), una variedad de empresas inició la producción en escala industrial del ingrediente activo.

Desde entonces, los sistemas y procesos de producción se han diversificado, como también los resultados de este. Las vías de producción utilizadas actualmente son principalmente 3 (Yushchenko, 2021), con algunas alternativas que combinan procesos en busca de eficiencias productivas. A su vez, las presentaciones finales al consumidor pueden ser diversas, ya sea líquido, o en forma de granos solidos/semisólidos, con diversos grados de concentración.

2.1.1 – Reseña histórica

Los primeros precedentes del glifosato, a nivel investigación química, datan de los años 1950, cuando Henri Martin dio con la primera muestra sintetizada de si ingrediente activo en la búsqueda de aplicaciones farmacéuticas, sin embargo, no vio utilidad en ese campo. Posteriormente, John Franz quien trabajaba para Monsanto durante los años 1970, encontró forma de aplicación agrícola, patentándolo con este uso en el año de 1971, y comercializándolo finalmente en 1974 bajo la marca “*Roundup*”. Durante los años 1980, el producto se utilizaba como un herbicida de amplio espectro que eliminaba malezas generales, principalmente antes de la siembra. En 1996, Monsanto introduce al mercado las semillas “*Roundup Ready*” para los cultivos de soja, maíz, y algodón, las cuales son inmunes al efecto del *Roundup*, generando sinergias en la eliminación de malezas dañinas sin afectar el cultivo buscado. En el año 2000, Monsanto pierde la patente, dando acceso a diversas compañías de distintos orígenes a la producción de las distintas instancias moleculares, como también del producto terminado. Hasta la actualidad, el glifosato ha desarrollado un vasto mercado en diversos lugares del mundo, siendo principalmente utilizado en los Estados Unidos de América, Brasil, y Argentina, pero también en Canadá y algunos países de Europa (No Till Farmer, 2018) (Glyphosate Facts, 2024).

Es relevante agregar que entre el año 2000 y 2010, tuvieron lugar los primeros estudios de notoriedad pública que evaluaban el impacto del químico en la salud humana, y demás flora y fauna. Hasta el día de hoy, los resultados de estudios son ambiguos, argumentando conclusiones variadas. Algunos países han optado por la prohibición o regulación parcial de su uso como método de prevención. Hoy en día, la empresa Bayer (actual tenedora del paquete accionario de Monsanto desde el año 2018), ha recibido numerosas demandas y acusaciones sobre el impacto del químico en el desarrollo de cánceres como consecuencia de su uso, llevando pérdidas superiores a los miles de millones de dólares americanos (Reuters, 2024).

2.1.2 – Acción y Efecto

El glifosato actúa sobre las plantas, inhibiendo la biosíntesis de aminoácidos aromáticos y posteriormente la biosíntesis enzimática y el metabolismo vegetal general. En paralelo actúa sobre la síntesis del glutamato y la conformación de la enzima “Glutamina Sintetasa”, generando acumulación de altas concentraciones de amoníaco y el posterior agotamiento de la glutamina y de otros aminoácidos necesarios para la construcción de proteínas. Esto toma visibilidad externamente como consecuencia de la clorosis (Insuficiencia en la producción de clorofila) y posterior desecación de los tejidos. (Caseley, 1996) (Steinrücken HC, 1980)

2.2 – Síntesis y Formulación

Antes de abordar el proceso de síntesis, que resultará de vital importancia al momento de entender el diseño de la herramienta financiera que nos concierne, debemos distinguir los conceptos de síntesis y formulación.

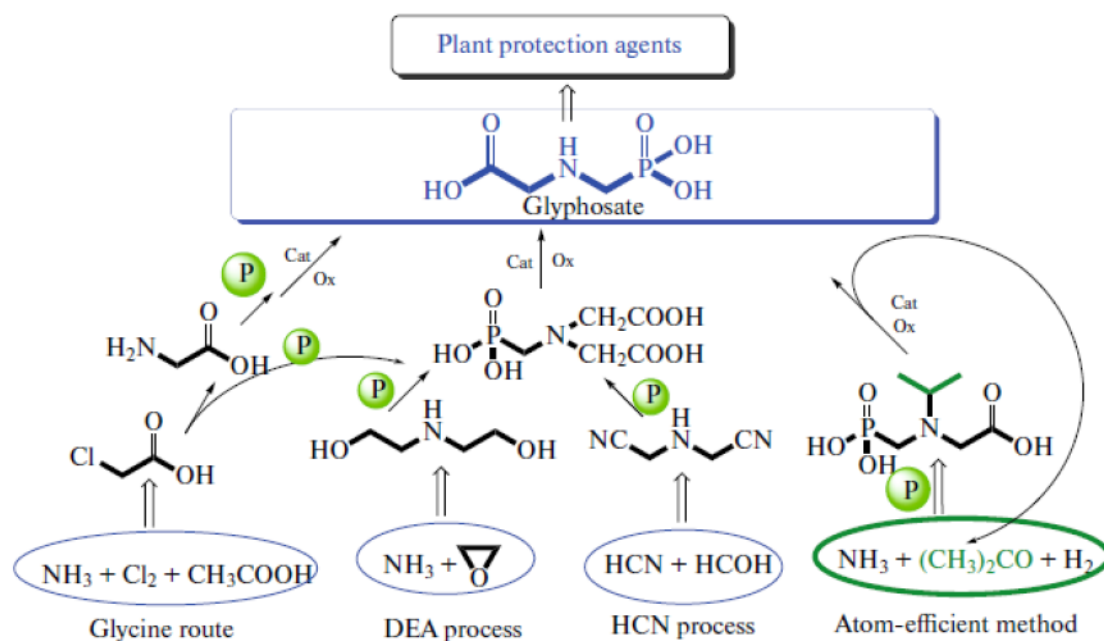
- **Síntesis:** Se trata de la creación de una sustancia nueva a partir de la combinación de dos o más reactivos. En la síntesis química, las reacciones químicas se llevan a cabo para transformar compuestos simples en moléculas más complejas. Este proceso es fundamental en la química orgánica e inorgánica para la creación de nuevos productos químicos, como fármacos o materiales industriales.
- **Formulación:** Consiste en mezclar diferentes ingredientes o compuestos químicos ya sintetizados para obtener un producto con propiedades específicas. En el caso de productos como los herbicidas, la formulación implica combinar el ingrediente activo (como el glifosato) con otros componentes que mejoran su estabilidad, aplicabilidad o eficacia. A diferencia de la síntesis, en la formulación no se producen reacciones químicas nuevas; sino que, se diseñan mezclas para lograr características funcionales deseadas.

Teniendo claridad sobre estos 2 conceptos, podemos empezar a describir el ciclo productivo y en última instancia la síntesis y posterior formulación del producto terminado.

En primer lugar, abordaremos la síntesis, que tiene como resultado, la generación del ingrediente activo conocido en el mercado como “PMG” (N-fosfonometilglicina) con la estructura molecular $C_3H_8NO_5P$, pasando por otras moléculas precursoras previamente. A lo largo del tiempo, se han desarrollado diversos procesos químicos para arribar a la molécula deseada, tanto en virtud de la optimización de procesos industriales, como a la distinta disponibilidad de maquinaria y materias primas. Hoy son 3 los procesos utilizados (Yushchenko, 2021) (The Royal Society of Chemistry, 2012), como se los detalla en la figura 13 y comúnmente denominados:

- Ruta del HCN (*Hydrogen Cyanide*)
- Ruta de la DEA (*Diethanolamine*)
- Ruta de la Glicina.

Figura 13 – Modelos químicos de producción por ruta



Fuente: Yushchenko et al. (2021).³⁴

Vale aclarar que el modelo descrito en la bibliografía citada incluye un modelo alternativo denominado “*Atom Efficient*”. Este surge como una opción a los modelos tradicionales, buscando minimizar los residuos y pérdida de materias

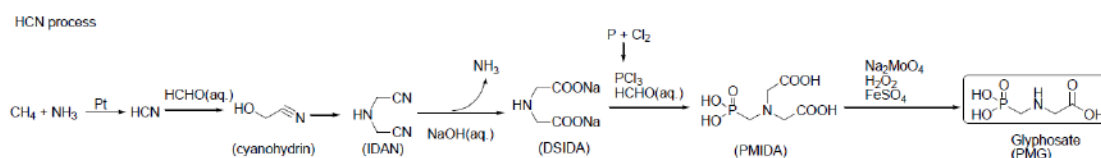
primas, introduciendo alternativas sobre los modelos anteriores (como en la ruta DEA)

Vamos ahora a profundizar en cada modelo para entender los principales conceptos a nivel industrial y los materiales involucrados.

2.2.1 – Ruta del HCN

El proceso de producción vía HCN (*Hydrogen Cyanide*) detallado en la figura 14, tiene como materia prima inicial al gas natural, que en conjunto con amoníaco se utilizan para sintetizar el HCN (Booth, 1957). El próximo paso involucra la reacción del HCN con formaldehído con el objetivo de obtener un compuesto relevante, IDAN (*iminodiacetonitrile*). El IDAN es finalmente hidrolizado con otros compuestos para obtener un químico intermedio comúnmente referido como DSIDA (*Disodium iminodiacetate*), que finalmente reacciona con formaldehído y tricloruro de fósforo para obtener un producto clave en el proceso de la obtención final de PMG, que es en este caso, el PMIDA (*N-phosphonomethyliminodiacetic acid*) (Franz, 1988). El último paso consiste en la oxidación del PMIDA ya se con oxígeno con peróxido de hidrógeno para obtener como resultado, PMG.

Figura 14 – Proceso y reacciones en la conformación del PMG vía HCN



Fuente: Electronic Supplementary Material (ESI) for Green Chemistry, The Royal Society of Chemistry, 2012 (The Royal Society of Chemistry, 2012)

Podemos entonces resumir la siguiente lista de moléculas e ingredientes activos involucradas en este proceso:

- Gas natural
- Amoníaco
- HCN
- IDAN

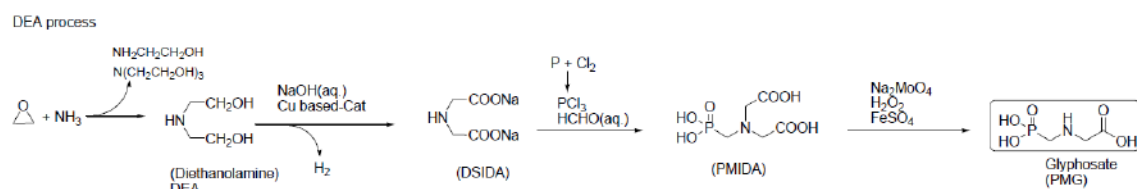
- DSIDA
- PMIDA
- PMG

Este proceso, alcanzaba aproximadamente el 20% de participación en toda la producción China en 2012, y ha ido incrementado volumen y participación desde entonces, especialmente post-simplificación del proceso vía oxidación con aire.

2.2.2 – Ruta de la DEA

Para el caso de este proceso detallado en la figura 15, el inicio de la cadena suele basarse en amoníaco y óxido de etileno, los cuales dan como resultado la DEA (Dietanolamina) a la par de MEA y TEA (monoetanolamina y trietanolamina), pudiendo calibrar los volúmenes resultantes de esas tres moléculas a requerimiento y demanda. La DEA puede ser oxidada luego en una reacción con catalizadores a base de cobre para obtener DSIDA (*Disodium iminodiacetate*). Al igual que en el proceso del HCN los siguientes pasos consisten en la obtención de PMIDA y posteriormente PMG.

Figura 15 – Proceso y reacciones en la conformación del PMG vía DEA



Fuente: Electronic Supplementary Material (ESI) for Green Chemistry, The Royal Society of Chemistry, 2012 (The Royal Society of Chemistry, 2012)

En medida similar al proceso previo, esta ruta de producción tenía una participación cercana al 20% para el año 2012.

Las materias primas entonces involucradas en este proceso:

- Amoníaco
- Óxido de Etileno
- DEA
- DSIDA
- PMIDA

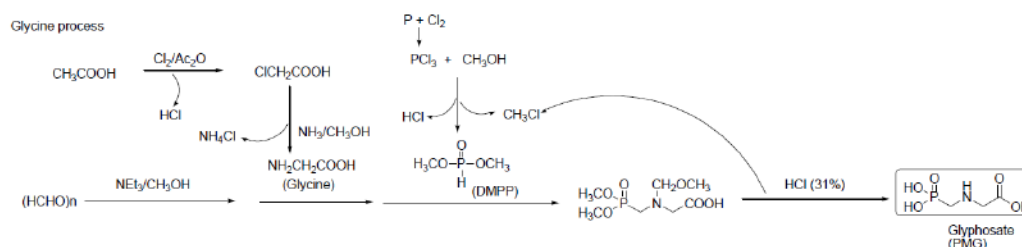
- PMG

2.2.3 – Ruta de la Glicina

El proceso por esta ruta (detallado en la figura 16) presenta varias diferencias en relación con los previamente descritos, y constituye una vía de producción radicalmente distinta tanto en los precursores químicos como en los tipos de reacciones involucradas (y consiguientemente, la organización industrial).

En este caso, el proceso inicia con glicina, paraformaldehído, y DMPP (metilfosfonato de dimetilo). Cada uno de estos químicos es tratado por diferentes reacciones, para finalizar con la generación del PMG en lo que constituye un “*One Pot Process*” (donde todas las reacciones se llevan a cabo en un mismo reactor). Otras materias primas utilizadas en esta reacción involucran amoníaco, ácido cloro-acético, metanol, y tricloruro de fósforo, pasando por varios semielaborados en el proceso de reacción.

Figura 16 – Proceso y reacciones en la conformación del PMG vía Glicina



Fuente: Electronic Supplementary Material (ESI) for Green Chemistry, The Royal Society of Chemistry, 2012 (The Royal Society of Chemistry, 2012)

Las principales materias primas involucradas en este proceso entonces son:

- Glicina
- Paraformaldehído
- DMPP
- Amoníaco
- Ácido cloro-acético
- Metanol

- Tricloruro de fósforo

2.2.4 – Conclusiones sobre el proceso síntesis

La ruta de la glicina fue la primera comercializada en China si bien no fue la primera desarrollada. Inicialmente, Monsanto desarrollo la producción vía oxidación del PMIDA como consecuencia de la investigación de una de sus divisiones, dando como consecuencia un grupo de compuestos denominados “*tertiary aminomethylphosphonic acids*” (No Till Farmer, 2018). Las rutas HCN y DEA fueron implementadas posteriormente y fueron impactadas positivamente por el desarrollo de mejoras en los procesos industriales entre los años 2000 y 2005.^{5 6}

Romanus argumenta que, sin embargo, el proceso más conveniente para la producción industrial es por la vía de DEA. Este permite obtener un PMG resultante con un 93% de pureza promedio (superior a las vías alternativas), y con una buena tasa de recuperación de descartes. Adicionalmente es la vía más ecológica y sustentable para la producción, en la cual Bayer-Monsanto mantienen una gran participación en sus volúmenes de PMIDA-PMG (Abia, 2016).

2.2.5 – Formulación de productos terminados.

Como se refirió anteriormente, la diferencia entre síntesis y formulación como etapas diferenciadas en procesos industriales radica en la naturaleza de las características obtenidas para el químico producido, siendo la obtención de propiedades fundamentales inalterables en el caso de la síntesis y la adición de propiedades que diversifiquen su uso y adicione beneficios específicos en el caso de la formulación.

El principal paso en la formulación es la neutralización (reacción Acido-base) que puede ser llevada a cabo con sales de distintos tipos, como por ejemplo sales de potasio, amonio, e isopropilamina (Monsanto Technology LLC, 2008) (National Pesticide Information Center - Oregon State University, 2019). El resultado de

⁵ (2003). *Glyphosate herbicide production method*. China Patent No. CN1445231. Chinese Patent Office

⁶ (2007). *Glyphosate synthesis process*. China Patent No. CN1939927. Chinese Patent Office.

este proceso son las diferentes sales de glifosato con variaciones en sus características y propiedades químicas (como se describe en el cuadro 4):

Cuadro 4 – Variaciones en sales de glifosato y propiedades resultantes

Glyphosate and associated forms						
Active Ingredient	Form ^{1,4}	Vapor pressure ^{1,4,6}	Henry's constant ⁶	Molecular weight ^{1,4,6}	Solubility in water (mg/L) ^{1,4}	Log K _{ow} ^{1,4,8} K _{oc} ³
Glyphosate acid	odorless, white solids	1.31 x 10 ⁻² mPa (25 °C) 1.84 x 10 ⁻⁷ mmHg (45 °C)	4.06 x 10 ⁻¹⁹ atm·m ³ /mol	169.07 g/mol	pH 1.9: 10,500 mg/L pH 7.0: 157,000 mg/L	Less than -3.2 300 - 20,100
Glyphosate isopropylamine salt	odorless, white solids	2.1 x 10 ⁻³ mPa (25 °C) 1.56 x 10 ⁻⁸ mmHg (25 °C)	6.27 x 10 ⁻²⁷ atm·m ³ /mol	228.19 g/mol	pH 4.06: 786,000 mg/L	-3.87 or -5.4 300 - 20,100
Glyphosate ammonium salt	odorless, white solids	9 x 10 ⁻³ mPa (25 °C) 6.75 x 10 ⁻⁸ mmHg (25 °C)	1.5 x 10 ⁻¹³ atm·m ³ /mol	186.11 g/mol	pH 3.2: 144,000 mg/L	-3.7 or 5.32 300 - 20,100

Fuente: *National Pesticide Information Retrieval System (NPIC). (2011). Glyphosate: Technical facts about glyphosate. Oregon State University*

El principal beneficio tangible para el productor del paso de neutralización es el de proveer de una mayor solubilidad del PMG en agua para su posterior aplicación.

Adicionalmente, se suele utilizar surfactantes diversos para profundizar en algunas características como la penetración, adherencia, deriva, y otros.

2.3 – Aplicación del glifosato a campo y uso agrícola

El glifosato puede ser utilizado de una gran variedad de formas, ya sea como herbicida general previo a la siembra (en la conformación del barbecho químico), como durante el desarrollo de los cultivos resistentes. Para aportar más claridad, debemos destacar los siguientes casos de aplicación:

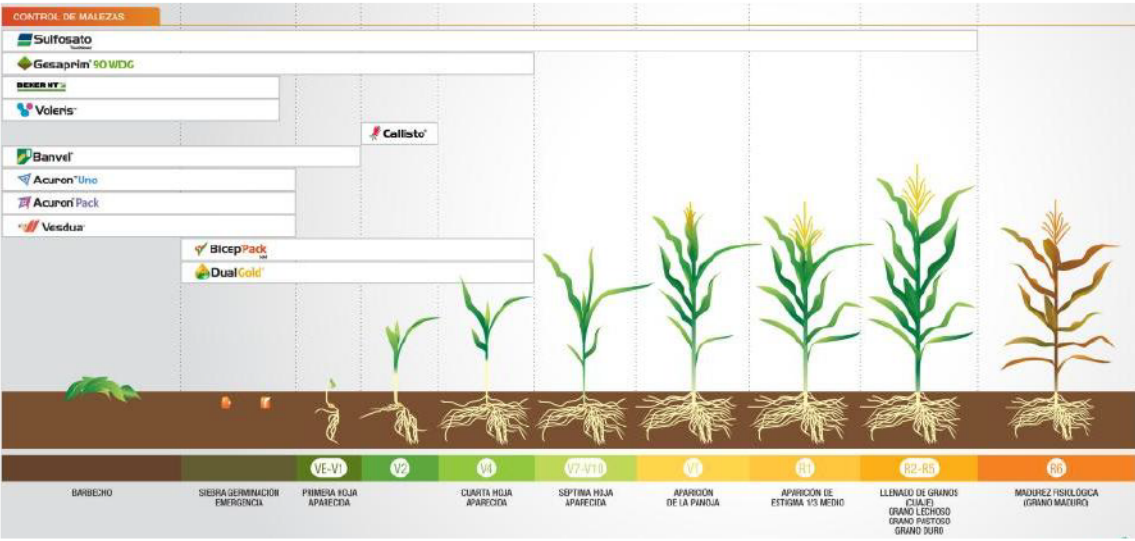
- Utilización como herbicida de amplio espectro para barbecho y labranza química (en forma de preparación previa a una siembra para eliminar cualquier rezago de malezas con posterioridad a la última cosecha)
- Control de malezas en cultivos perennes (Yerba, caña de azúcar, viñedos, cítricos.
- Control Selectivo en cultivos resistentes (Maíz, Soja, Algodón, Trigo, y otros de menor volumen)

Es importante tener en cuenta que, como se comentó en la sección 1.5.2, los cultivos de maíz, soja, y trigo, conforman el grupo de cultivos más importantes para el agro argentino, tanto en términos de superficie, producción, y valor

agregado, por lo que podemos revalidar la relevancia de la aplicación de este químico.

Como podemos ver en las figuras 17 y 18, los periodos de aplicación son diversos, pero principalmente debemos remarcar que los cultivos resistentes permiten la aplicación continua, dando lugar a un importante mercado potencial.

Figura 17 – Periodos de aplicación de “Sulfosato Touchdown” en maíz



Fuente: Portafolio de productos, Syngenta 2024 (Syngenta Agro S.A., 2024)

Figura 18 – Periodos de aplicación de “Sulfosato Touchdown” en Soja



Fuente: Portafolio de productos, Syngenta 2024 (Syngenta Agro S.A., 2024)

Ya definida la ventana de aplicación, debemos discutir las cantidades y la periodicidad.

Por el lado de la periodicidad, en los casos de uso en vistas de la conformación de barbechos y labranzas químicas (pre-siembra), la periodicidad estará atada a la necesidad del productor de mantener una superficie libre de malezas, es decir a su última ventana libre pre-siembra. Sin embargo, para los casos de cultivos no afectados o resistentes al efecto (particularmente las semillas resistentes), la periodicidad puede ser más variada. Históricamente, este número ha sufrido alteraciones en virtud principalmente de 2 factores, como son la resistencia de los cultivos al glifosato (o tolerancia) y, por el contrario, la resistencia de las malezas nocivas a este efecto (o su capacidad de sobrevivir a su aplicación). Según estudios, la cantidad de aplicaciones en cultivos como soja, ha crecido desde 1.2 aplicaciones promedio al año en 1995, hasta 3.1 en 2005 (Ding, 2011).

En cuanto a la cantidad (cuyo detalle podemos ver en la figura 19), el factor fundamental a tener en cuenta es la concentración de los productos comercializados por cada compañía, ya que está hará variar la cantidad posteriormente asperjada en los lotes.

Figura 19 – Concentraciones por registro y comercializador

N° registro	Marca	Empresa	Activos
40540	SULFOSATO TOUCHDOWN S	TECNOMYL S.A.	GLIFOSATO 62%
33566	SULFOSATO TOUCHDOWN	SYNGENTA AGRO SOCIEDAD ANONIMA	GLIFOSATO 62%
34150	ROUNDUP FULL II	MONSANTO ARGENTINA SRL	GLIFOSATO 66,2%

Fuente: Senasa. Registro nacional de terapéutica vegetal (SENASA, 2024)

Habiendo hecho esta consideración, podemos proceder con la definición de las dosis aplicadas para el correcto uso, tanto en términos de efectividad en la aplicación y para el tratado de malezas, como para el cuidado de ambiental (del suelo) y económico (en términos de inversión por hectárea). En términos generales, la dosis (medida en litros por hectárea aplicada) suele variar entre

valores de 1 a 3 Lt/Ha, de acuerdo con el tipo de malezas y al tipo de cultivo, extendiéndose hasta 4 Lt/Ha en caso de malezas con resistencia biológica desarrollada. Para considerar un caso práctico, podemos tomar como ejemplo las dosis publicadas por Bayer en el marbete de su producto “Roundup TOP” (70.5% concentración), según cuadro 5 adjunto detallando dosis a utilizar por tipo de maleza para un cultivo de algodón

Cuadro 5 – Dosis efectiva por maleza, cultivo de algodón

N. Común	N.Científico	Dosis estado vegetativo del algodón	Dosis Precosecha (*) del algodón
Bejuco/Enredadera	<i>Ipomoea nil</i>	1,8 L/ha	3,1 L/ha
Chamico	<i>Datura ferox</i>	1,4 - 1,8 L/ha	1,8 – 3,1 L/ha
Chinchilla	<i>Tagetes minuta</i>	1,4 - 1,8 L/ha	1,8 – 3,1 L/ha
Quinoa	<i>Chenopodium sp</i>	1,4 - 1,8 L/ha	1,8 – 3,1 L/ha
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	1,4 - 1,8 L/ha	1,8 – 3,1 L/ha
Yuyo colorado	<i>Amaranthus sp</i>	1,4 - 1,8 L/ha	1,8 – 3,1 L/ha
Pasto Cuaresma	<i>Digitaria sanguinalis</i>	1,4 - 1,8 L/ha	1,8 – 3,1 L/ha
Capín	<i>Echinochloa cruz-galli</i>	1,4 - 1,8 L/ha	1,8 – 3,1 L/ha
	<i>Echinochloa colonum</i>	1,4 - 1,8 L/ha	1,8 – 3,1 L/ha
Cebollín	<i>Cyperus rotundus</i>	1,8 L/ha	3,1 L/ha
Gramón	<i>Cynodon dactylon</i>	1,8 L/ha	3,1 L/ha
Sorgo de Alepo	<i>Sorghum halepense</i>	1,4 - 1,8 L/ha	3,1 L/ha

Fuente: Bayer, Marbete técnico (Bayer S.A., 2024)

Podemos ver ejemplos similares en el marbete técnico del producto “Sulfosato Touchdown” de Syngenta en el Cuadro 6 para la aplicación sobre soja resistente.

Cuadro 6 – Dosis efectiva por maleza, cultivo de “Soja RR”

MALEZAS	DOSIS
POÁCEAS / GRAMINEAS ANUALES	
Braquiaria (<i>Brachiaria platyphylla</i>) Capin arroz (<i>Echinochloa crus-galli</i>) Cebadilla criolla (<i>Bromus unioloides</i>) Cola de zorro (<i>Setaria spp.</i>) Maíz guacho (<i>Zea mays</i>) Pasto cuaresma o Pasto colchón (<i>Digitaria sanguinalis</i>) Pasto colorado (<i>Echinochloa colonum</i>) Trigo guacho (<i>Triticum spp.</i>)	1,50-2,30 litros/ha
LATIFOLIADAS ANUALES	
Amor seco (<i>Bidens pilosa</i>) Amurajes, Pimpinela escarlata (<i>Anagallis arvensis</i>) Cardo (<i>Carduus acanthoides</i>) Cien nudos o Sanguinaria (<i>Polygonum aviculare</i>) Chamico (<i>Datura ferox</i>) Girasolillo (<i>Verbesina encelioides</i>) Enredadera anual (<i>Polygonum convolvulus</i>) Lengua de vaca (<i>Rumex crispus</i>) Mata pulga (<i>Schkuhria pinnata</i>) Ortiga mansa (<i>Lamium amplexicaule</i>) Quinoa o Yuyo blanco (<i>Chenopodium album</i>) Saetilla (<i>Bidens subalternans</i>) Yuyo colorado o Ataco (<i>Amaranthus quitensis</i>)	1,90-3,00 litros/ha

Fuente: Syngenta, Marbete técnico (Syngenta Agro S.A., 2024)

2.4 – Regulaciones y entes relevantes en Argentina.

Si bien actualmente a nivel mundial no existen entes regulatorios con un marco consensuado y aplicable que dictaminen y ejerza control sobre normas generales sobre el uso de pesticidas, existen organizaciones sin rango regulatorio que estudian y dan recomendaciones sobre los mismos. Entre estos tenemos a:

- **FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura): La FAO desarrolla directrices y marcos que los países pueden adoptar, pero no tiene un poder regulador estricto. Su trabajo se centra en fomentar prácticas agrícolas sostenibles y seguras.
- **OMS** (Organización Mundial de la Salud): La OMS evalúa la seguridad de los pesticidas y su impacto en la salud pública, contribuyendo a establecer normativas de salud y seguridad.
- **IPSA** (*International Pesticide Standard Alliance*): Fundada en 2022, esta organización busca promover un nuevo marco regulatorio internacional para pesticidas, enfocándose en la prohibición de pesticidas altamente peligrosos y estableciendo límites comunes para residuos en alimentos y agua.

- Organismos locales: Cada país tiene distintos organismos que regulan efectivamente la aplicación de normativas, así como también cámaras y agrupaciones privadas que aportan claridad y recursos a las empresas del sector para un mejor alineamiento a nivel industria.

En argentina, existen diversos organismos relevantes en términos de aplicación de fitosanitarios, ya sea desde la regulación aduanera, de producción y aplicación, como por sus consecuencias en el ser humano y comunidades de áreas rurales.

Las principales involucradas son:

- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca: Esta secretaría (actualmente dependiente del ministerio de economía) es el organismo principal encargado de la regulación y control de los agroquímicos. Sus funciones incluyen el registro y autorización de productos, establecimiento de normas de uso, control de calidad y monitoreo de residuos en alimentos, agua y suelo.⁷
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA): Juega un papel importante en la regulación de los agroquímicos, asegurando que se cumplan las normativas de seguridad y sanidad en los productos agropecuarios.⁸
- Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT): Esta entidad se encarga de la regulación de productos que pueden afectar la salud humana, incluyendo algunos agroquímicos que pueden ser consumidos indirectamente a través de los alimentos.⁹
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA): Aunque su enfoque principal es la investigación y el desarrollo tecnológico, INTA también participa en la capacitación sobre el uso seguro y responsable de agroquímicos.¹⁰
- Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE): Esta asociación privada representa a empresas del sector y trabaja en la

⁷ <https://www.argentina.gob.ar/economia/agricultura>

⁸ <https://www.argentina.gob.ar/senasa>

⁹ <https://www.argentina.gob.ar/anmat>

¹⁰ <https://www.argentina.gob.ar/inta>

promoción de buenas prácticas en el uso de agroquímicos, además de colaborar con las entidades gubernamentales en temas de regulación.¹¹

Las regulaciones emitidas por estos organismos son variadas, teniendo en cuenta que los pesticidas y fitosanitarios representan químicos que pueden tener efectos inesperados en el ecosistema y en las personas en el caso de no utilizarse adecuadamente. Adicionalmente,

Las principales regulaciones a tener en cuenta tienen como objetivo central la tipificación de factores como:

- **Clasificación y Etiquetado:** Es crucial que los productos fitosanitarios estén etiquetados adecuadamente, incluyendo información sobre riesgos, modos de acción y precauciones de uso. Esto debe hacerse conforme a las normativas que clasifican los productos según su toxicidad y potencial de riesgo de manera claramente visual por una categorización de colores, así como también ciertas obleas correspondientes que detallan otros factores de peligro por uso.
- **Formación y Capacitación:** Los operadores y trabajadores que manejan fitosanitarios deben recibir capacitación adecuada sobre el manejo seguro y responsable de estos productos, así como sobre medidas de protección personal. Casafe hace especial hincapié en los métodos y cuidados a tener en cuenta durante la aplicación con el fin de reducir los efectos negativos para aplicadores tras la exposición prolongada durante periodos de aplicación y a lo largo de los años.
- **Control y monitoreo de inventarios, residuos y deshechos:** Al tratarse de químicos que pueden ser utilizados para industrias ilícitas, Senasa requiere la información recurrente de la trazabilidad de ciertos químicos (SENASA, 2024). Adicionalmente, muchas regulaciones a menudo exigen el tratamiento y disposición adecuada tanto de los productos (en caso de vencimiento o disposición por motivos particulares) (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2024) como de residuos generados durante la aplicación y manipulación de los fitosanitarios, como también

¹¹ <https://www.casafe.org/>

de sus empaques de polietileno (Campolimpio, 2024), para evitar la contaminación del medio ambiente.

- **Monitoreo, Vigilancia, y Auditoría:** Es importante llevar a cabo monitoreos periódicos para asegurar que las prácticas de uso de fitosanitarios cumplan con las regulaciones y que no haya contaminaciones o efectos adversos en la salud pública y el medio ambiente
- **Reportes de Incidentes:** Existen protocolos para la notificación de incidentes relacionados con el uso de agroquímicos, que permiten a las autoridades tomar medidas rápidas y eficaces ante cualquier problema de salud o ambiental

Está claro que en una industria tan sensible para garantizar la adecuada alimentación de las personas, como riesgosa en termino de impacto ambiental, es necesario tener ciertas regulaciones. De la misma manera, el intercambio entre agencias, organismos, y países, da lugar a buenas prácticas en la gestión, producción, comercialización, y últimamente aplicación agrícola.

La figura 20 nos detalla a continuación un ejemplo de los datos de registro de un producto fitosanitario en la entidad reguladora (SENASA) a modo de ejemplo.

Figura 20 – Estatus de registro de producto comercializable

Producto agroquímico formulado 33566 - SULFOSATO TOUCHDOWN

▲ Datos del producto	
Número de registro: 33566	Presentación: Concentrado soluble
Marca: SULFOSATO TOUCHDOWN	
Aptitudes: HE - Herbicida	
▲ Composición	
Sustancia activa: GLIFOSATO	Concentración: 62%
▲ Datos de la firma	
CUIT: 30-64632845-0	Nombre: SYNGENTA AGRO SOCIEDAD ANONIMA
Nro. Inscripción: 391	
▲ Clases toxicológicas y riesgos ambientales	
Clase toxicológica: IV - PRODUCTO QUE NORMALMENTE NO OFRECE PELIGRO	Categoría inhalatoria: III - CUIDADO
Categoría dermal: NO IRRITANTE	Categoría ocular: IV - LEVE
Sensibilización dermal: SI	Tiempo de reingreso al área tratada:
Toxicidad en aves: PRACTICAMENTE NO TOXICO	Toxicidad en organismos acuáticos: LIGERAMENTE TOXICO
Toxicidad en abejas: VIRTUALMENTE NO TOXICO	

Fuente: Pagina Senasa para producto de referencia “Sulfosato Touchdown”

2.5 – El mercado del Glifosato.

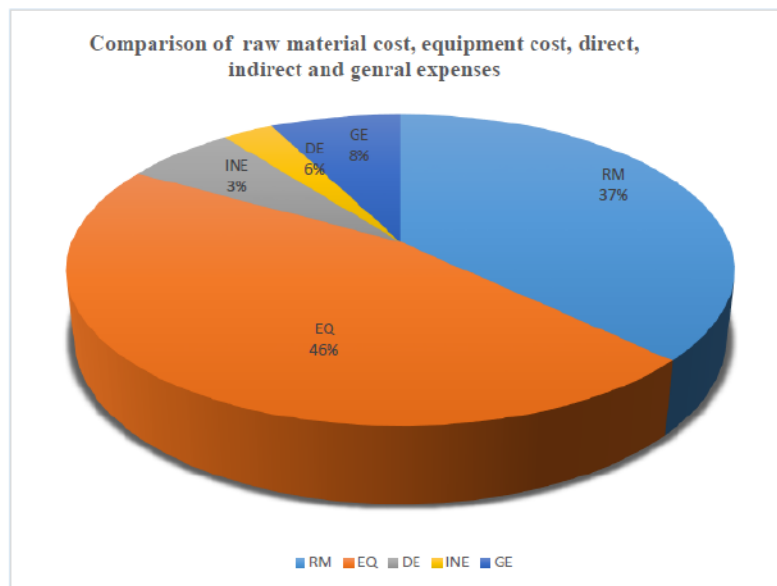
Ya hemos definido el contexto de la industria agropecuaria argentina en conjunto con la aplicación de pesticidas en general, y hemos aportado datos técnicos para comprender mejor el origen y el proceso productivo del glifosato técnico (PMG). Ahora nos corresponde entrar en detalle que entender cómo se componen los factores que hacen a la oferta y demanda de este fitosanitario, para poder entender mejor quienes son los involucrados tanto en la compra como en la venta, factores de utilización, volúmenes, y demás factores relevantes su dimensionamiento.

2.5.1 – Factores de Oferta.

Como fue descripto en la sección 2.2 (Síntesis y formulación), el proceso de síntesis del PMG y posterior formulación de los productos terminados, pasa por diversas etapas e insume diferentes tipos de materias primas. También tenemos que agregar que el proceso productivo siempre se lleva a cabo en el contexto de empresas que no solo insumen costos directos para la producción, sino que deben también sostener una estructura corporativa. Esto quiere decir que los costos y por ende la oferta final de PMG va a estar atada tanto a factores productivos como al entorno competitivo de las empresas que se dedican a su generación, a su contexto de mercado, a factores coyunturales de los países involucrados, y demás factores del entorno empresario.

Un ejemplo de esto es el análisis expuesto en la publicación de Abia Romanus que tomaremos como referencia a continuación (Abia, 2016), quien realiza un análisis sobre un lote de producción de 3000 toneladas al año, insumiendo todos los costos directos, pero también agregando cualquier otros costos que puedan ser necesarios para el giro normal de una empresa (Amortización/reposición de maquinarias, gastos de personal e instalaciones en las zonas de producción, gastos generales de la empresa, personal de áreas administrativas, y costos de venta). Si bien significativos, el análisis de la figura 21 y cuadro 7 muestra que los demás costos involucrados en el proceso punta a punta también son relevantes a fines de considerar el impacto económico y, por ende, la oferta y disponibilidad de producto.

Figura 21 – Participación en el costo total por origen/categoría



Fuente: Abia, R. O. (2016). *A model large scale batch process for the production of glyphosate: Scale of operation: 3000 tonnes per year* (Abia, 2016).

Definiciones:

- RM: Materias Primas
- EQ: Equipamientos
- INE: Gastos Indirectos
- DE: Gastos Directos
- GE: Gastos generales

Cuadro 7 – Detalle de costo por línea y origen

Manufacturing cost summary	Amt in M (USD)
Fixed capital (eqp+inst), C_{FC}	39.60
working capital, C_{WC} (15% of C_{FC})	6.00
Total Capital Investment, C_{TC}	45.60
Manufacturing Cost	
Direct	USD
Raw material	18.10
Operating labour	0.99
Supervisor (15% operating labour)	0.15
Utility (10% of operating labour)	0.09
Maintenance and repairs (10% of total fixed capital)	2.40
Operating supplies (15% of maintenance)	0.35
Laboratory expenses (30% of operating labour)	0.29
Sum, DE	22.10
Expenses for royalties and patents (6% of total expenses)	1.50
Total, A_{DME}	24.00
Indirect	
Overhead (60% of operating labour, supervisor and maintenance)	1.10
Local taxes (1.5% of fixed capital)	0.60
Insurance (0.7 % of fixed capital)	0.30
Total, A_{IME}	2.00
Total, manufacturing expenses, A_{ME} (ex. Depreciation)	26.00
Depreciation, A_{BD} (10% of fixed capital)	4.000
General expenses	

Administrative costs (25% of Overhead)	0.27
Sales expenses (10% of total expenses)	2.5
Research and Development (5% of total expenses)	1.3
Total, A_{GE}	4.0
Total expenses, A_{TE}	29.8

Fuente: Abia, R. O. (2016). *A model large scale batch process for the production of glyphosate: Scale of operation: 3000 tonnes per year* (Abia, 2016).

2.5.1.1 – Proveedores de Materias Primas

En cuanto al mercado actual internacional de glifosato, vamos a intentar dar visibilidad de quienes son los principales actores en este mercado, pero debemos tener en cuenta que, como destacamos en la sección 2.2, el proceso de producción del producto terminado pasa por diversas etapas y materias primas, que a su vez tiene diferentes grados de relevancia en la formulación final. Esto quiere decir que el aporte de, por ejemplo, un surfactante adicionado en la formula final tanto en termino de volumen-molar como en termino de costo medido por unidad de dinero, será seguramente menos significativo que un componente como el IDAN, el PMIDA, o demás precursores de peso en la formula. Por lo señalado podemos concluir que, a fines de mantener el análisis relevante, debemos tener en cuenta que cuanto más cercano al producto terminado sean los componentes que describamos, más relevantes serán estos en la cadena productiva y más representativos del volumen y costo serán.

Con el fin de definir un punto de partida eficaz para nuestra investigación, pero a su vez limitar el alcance a lo pertinente, vamos a definir la producción de PMG realizada en China como nuestro punto de partida a analizar, y luego evaluaremos la cadena verticalmente. Esta decisión se fundamenta en que la producción de china representaba hacia 2021 casi un 70% del volumen total producido a nivel mundial (760 mil toneladas sobre 1.130 mil toneladas) (Agribusiness Global, 2024), que luego, hacia 2023 se redujo a un 60% debido a la reducción global de volúmenes como causa de la baja en la demanda por causas exógenas (Agribusiness Global, 2023). También es relevante remarcar que el 80% del volumen producido de PMG en china es exportado (Research

and Markets, 2018), remarcando su carácter de exportador y productor/abastecedor de la demanda global para posterior formulación de productos terminados. Recordemos también como se explicó en el punto 3.2.2, que la ruta de producción más utilizada históricamente en china es la de la glicina, ocupando el 60% de la producción, mientras que la síntesis de PMIDA (sea por ruta HCN o DEA) ocupa un 40%. También debemos enfatizar que un jugador importante de este segmento es Bayer (con posterioridad a adquirir Monsanto) pero su volumen está dedicado a abastecer su propia demanda de producto terminado.

Las principales empresas chinas en producción de PMG son:¹²

- Zhejiang Xinan Chemical Industrial Group
- Fuhua Tongda Agro-Chemical Technology
- Nantong Jiangshan Agrochemical & Chemicals Co Ltd
- Jiangsu Yangnong Chemical Group

Estas 4 empresas coinciden en su carácter de productoras y exportadoras de PMG, pero cada una se encuentra expuesta de una manera distinta al mercado global de PMG, siendo algunas de estas productoras de una diversidad de químicos tanto agrícolas como generales (como Fuhua y Jangsu) o también productoras de segmentos específicos como en caso de Xinan (en producción de siliconas) (EMIS, 2024). Esta última, sin embargo, con 100 mil toneladas métricas producidas en 2023 sobre un mercado de 600 mil toneladas, se presenta como la más representativa y a su vez expuesta. Nantong Jiangshan acompaña en segundo lugar con un volumen de 70 mil toneladas métricas (Research and Markets, 2018).

Vale mencionar, que, de las 4 compañías citadas en la parte superior, todas cotizan en la bolsa de Shanghai a excepción de Fuhua Tongda Agro-Chemical Technology. Sin embargo, esta última fue adquirida en 2021 por Nantong Jiangshan Agrochemical & Chemicals Co Ltd. unificando sus capacidades de producción para llegar a volúmenes potenciales de 190 mil toneladas

¹² Información obtenida como parte de la investigación según información financiera publicada.

(Agropages, 2021). Los *tickers* (identificadores) de estas empresas en la bolsa entonces, son:

- Zhejiang Xinan Chemical Industrial Group: 600596 - SHA
- Nantong Jiangshan Agrochemical & Chemicals Co Ltd: 600389 - SHA
- Jiangsu Yangnong Chemical Group: 600486 • SHA

Profundizando en la cadena productiva, vamos a definir los 3 químicos más representativos en cada una de las rutas de producción. Estos serán por un lado el PMIDA, y por otro lado la glicina.

En cuanto al PMIDA, la investigación repite algunos nombres conocidos del paso anterior (como Fuhua) pero agrega a Sichuan Hebang Biotechnology Co., Ltd. Esta compañía no lleva a cabo la síntesis de PMG vía oxidación a partir de PMIDA, pero sin embargo es la mayor productora de PMIDA (ruta HCN-IDAN) con un volumen anual de 150 mil toneladas métricas (Agropages, 2024) (aproximadamente equivalente a 130 mil toneladas de PMG) y encontrándose actualmente realizando un proyecto para incrementar su capacidad a 500 mil toneladas (Agropages, 2022). Si bien posee diversas subsidiarias en varios países dedicadas a la comercialización de PMIDA y a otros productos de su portafolio, Sichuan se muestra como una empresa con una exposición elevada al PMIDA y que, en virtud de su reciente inversión, apuesta a una concentración aún mayor.

Por otro lado, en el mercado de la glicina existen 3 grandes competidores que aportan al suministro global.

- Shijiazhuang Donghua Jinlong Chemical Co., Ltd. (DHJL)
- Chattem Chemicals
- Hubei Shunhui Chemical Co., Ltd.

Sin embargo, debemos tener en cuenta que la glicina como químico precursor, no solo resulta beneficioso en su aplicación agrícola, sino que también tiene usos diversos en el sector farmacéutico para la aplicación en humanos, tornando a las empresas que lo comercializan en empresas no solo expuestas financiera y estratégicamente a la coyuntura del mercado agropecuario, sino también a otras industrias (en mayor o menor medida según su cartera de clientes) (Hall, 1998).

Un reflejo de este factor, es el hecho de que Chattem Chemicals (referido en el párrafo anterior) fue comprado en el año 2009 por el grupo Sanofi, mayormente dedicado al rubro farmacéutico (Chattanooga Times Free Press, 2024). La glicina es sin lugar a duda parte importante de su portafolio, pero no el producto central de su actividad.

Los 2 competidores restantes, Shijiazhuang Donghua Jinlong Chemical Co., Ltd. y Hubei Shunhui Chemical Co., Ltd. están expuestos a situaciones diversas. El primero, por un lado, resalta en sus medios públicos (página web, noticias) su importancia en el mercado mundial de glicina, ofreciendo en una variedad de productos y versiones del producto ajustadas a las necesidades de diversas industrias (Donghua Jinlong, 2024). La segunda por otro lado, no publica actualmente a la glicina como un producto específico, pero si una diversidad de alternativas que funcionan tanto como precedentes y derivados de la misma (Acido Glioxílico, Glyoxal, Alantoína, y demás) (Sunwell Chem, 2024).

Sumado a lo anterior, solo Hubei Shunhui Chemical Co., Ltd. cotiza en la bolsa de Shanghái con el *ticker* 603067 - SHA.

2.5.1.2 – Otros factores de oferta

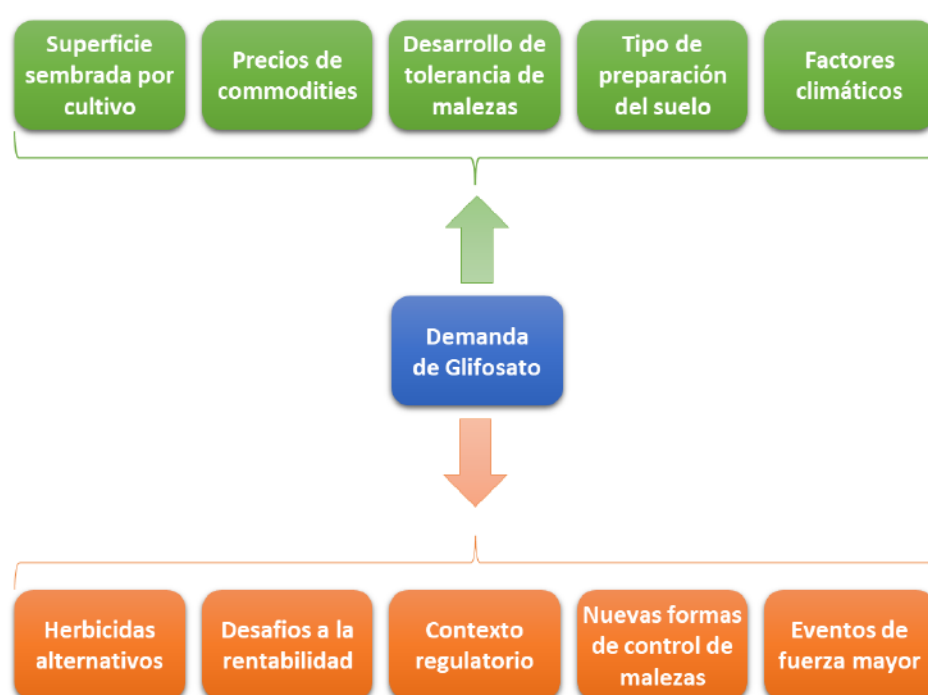
Como mencionamos anteriormente, si bien el abastecimiento de materias primas es fundamental en el proceso productivo tanto del PMG como de las variantes de productos terminados derivadas de este, también existe una diversidad de otros factores que influyen en las compañías que comercializan a lo largo de la cadena de valor. Citando y basándonos nuevamente el cuadro 7 postulado por Abia Romanus como referencia (anexo en la sección 2.5.1), debemos considerar también factores como la coyuntura macroeconómica y política de los países en los cuales las compañías operan (incluidos tipos de cambio, inflación, contexto de mercado, regulaciones), el impacto de la logística internacional, y demás factores internacionales. También es relevante que el contexto competitivo en el cual se encuentran las empresas abastecedoras se ve afectado por efectos de la microeconomía local e internacional. La posición competitiva, el liderazgo y capacidades internas de las compañías, su disponibilidad de líneas de producción, adaptabilidad, flexibilidad, son también parte de las decisiones de

gestión de las organizaciones y por ende del resultado final, que hace a la oferta total de producto en el mercado.

2.5.2 – Factores de Demanda.

Está claro en virtud de lo presentado en capítulos anteriores que la demanda de glifosato, tanto en forma de producto terminado como de la mayoría de sus componentes está en gran forma, atada a la dinámica del mercado agropecuario, cuyos principales factores se detallan en la figura 22 a continuación.

Figura 22 – Factores de incremento y disminución de la demanda



Fuente: Elaboración propia con base en información recabada de la investigación.

Varios de estos factores han sido abordados previamente (ver secciones 2.2 – Producción Agrícola; y 2.3 – Aplicación del glifosato a campo y uso agrícola), resultando especialmente relevante la definición de la superficie sembrada por cultivo (a nivel mundial) y todos los factores que dan continuidad a esa producción (como la fertilidad/productividad del suelo, el clima, la adecuación de las semillas seleccionadas a las condiciones geológicas, entre otros).

Sin embargo, existen otros factores de relevancia variable que también debemos tener en cuenta.

- Tolerancia de malezas: Este tema ha tomado especial importancia en los últimos años, al haberse detectado la aparición de agentes de resistencia a la aplicación de herbicidas en varios tipos de malezas (en términos de cambios biológicos). Ante esto la industria tiene varias alternativas como el desarrollo de herbicidas selectivos con diferentes métodos de acción, la aplicación de mezclas o “*Ready Mixs*” de herbicidas compatibles (que no pierdan efectividad al unirse), pero también está la opción de aplicar volúmenes mayores, llevando a una mayor demanda (Frontiers, 2021) (Délye, 2014).
- Tipo de preparación del suelo: El método tradicional de preparación del suelo para la siembra es históricamente la labranza, cuyo objetivo es por un lado, la obtención de nueva materia orgánica alojada a mayor profundidad del suelo una vez consumidos los nutrientes disponibles, y adicionalmente la remoción de malezas y hierbas existentes sobre la superficie. Desde la implementación de siembra directa (en varios países, pero especialmente en argentina), el labrado ya no es necesario cuidando la humedad, materia orgánica, y nutrientes del suelo, pero el desmalezado se convierte en una tarea adicional a realizarse con herbicidas varios, como aquellos basados en los ingredientes activos de Glifosato, Atrazina, o 2-4d (Agrospray, 2023).
- Herbicidas alternativos: Si bien el glifosato no tiene un competidor directo, así es posible realizar mezclas o tratamientos específicos para las malezas con herbicidas alternativos, como Atrazina, 2-4d, cletodim, metolacoloro, y demás opciones.
- Precio de *commodities* y desafíos a la rentabilidad: Como se desarrolló en la ecuación de rentabilidad por hectárea en la sección 2.5.1, tanto las variaciones en los precios de los *commodities*, como cualquier otro factor que pueda afectar la rentabilidad bruta por hectárea (positiva y negativamente), será un elemento a considerar por los productores en su decisión de siembra y cosecha, reevaluando los insumos a utilizar para maximizar su beneficio, lo que puede implicar la disminución de herbicidas aplicados (esperando un perjuicio en términos de rendimiento menor).

- Nuevas formas de control de malezas: Si bien aún incipientes y no completamente desarrollados, la industria ya prevé el impacto de nuevas formas de tratado de malezas, especialmente desde el desarrollo de drones automatizados y pequeñas maquinas dirigidas por computadora que lidian con estos agentes de manera específica.
- Eventos de fuerza mayor: si bien son menos frecuentes, el mercado del glifosato no está exento de “Cisnes Negros” o eventos poco esperados (ya sea por su probabilidad como por su impacto) que afecten sus factores de oferta y demanda. Estos van desde problemas industriales y en la producción (Washington County insoder, 2023), como eventos sobre los cultivos que lleven a disminuir la superficie tratada final (como fue el caso de la proliferación de chicharrita en argentina para la campaña 2022/23) (INTA, 2024) (INTA, 2024)

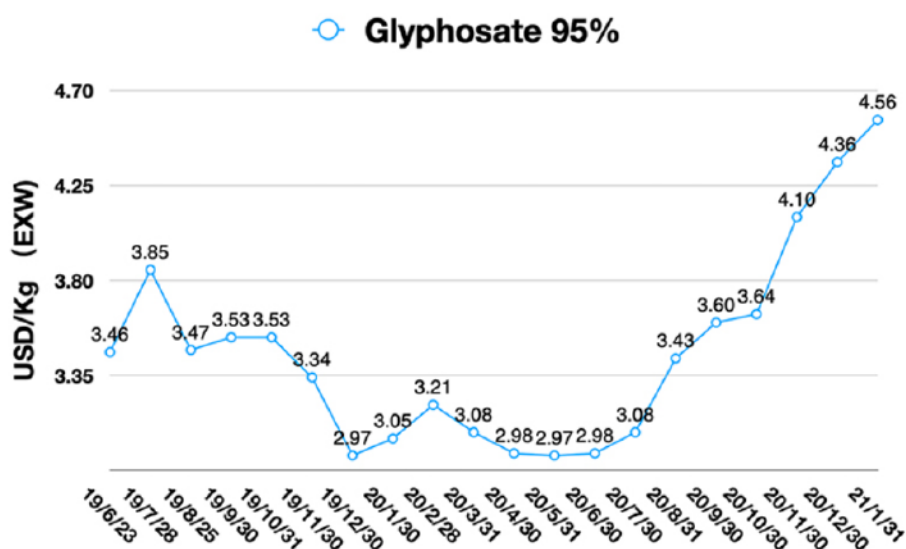
El mercado del agro es variado y afectado por muchos factores, muchos de ellos, fuera del control de los productores. Sin embargo, estos pueden adaptar sus estrategias de producción para enfrentar las vicisitudes del proceso, requiriendo a los nodos previos de la cadena de valor, la rápida adaptación a estos cambios.

A continuación, abordaremos los precios resultantes y algunos factores generales que surgen de la interacción de la oferta y demanda.

2.6 – Precios de mercado.

Durante los últimos años, el precio del glifosato ha resultado algo particularmente llamativo. Las empresas que se dedican a la venta del producto final sin integración a la producción de ingredientes activos (PMG/PMIDA) se vieron sorprendidos hacia fines del año 2020 con una suba inesperada en los precios de mercado de estas moléculas por parte de sus proveedores. En el mes de julio de 2020, algunos ingredientes activos ya habían mostrado una suba como resultado de las medidas para prevenir la expansión de la pandemia de COVID-19 y por inundaciones en la región de Sichuan que afectó centros de producción de materias primas varias (Agribusiness Global, 2020), la tendencia continuó la suba hacia fin de año como consecuencia de factores climáticos, la continuación de las medidas contra la pandemia de COVID-19, y la suba de los costos de producción tanto de las empresas sintetizadoras de PMG como de sus materias primas. Hacia febrero y como vemos en la figura 23, la tendencia de incremento estaba consolidada, mostrándose a nivel mercado, transacciones con precios entre un 25% y 50% más altos que las de precios máximos y mínimos del año 2019 y primera mitad de 2020 (Agribusiness Global, 2021).

Figura 23 – China Price index, enero 2021

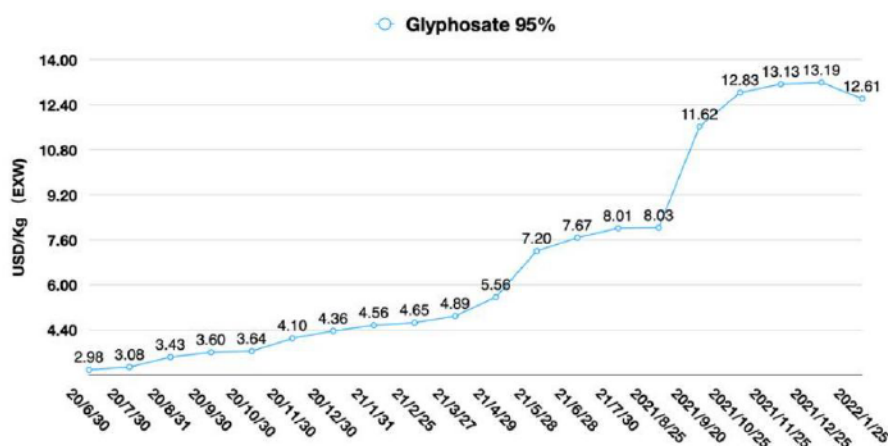


Fuente: China Price Index, publicada por Agribusiness global¹³

¹³ Nota: En el mercado se suele llamar Glyphosate 95% al ingrediente activo PMG con 95% de pureza

El techo de precio fue encontrado hacia el final de 2021, momento en el que el kilogramo de PMG tenía un valor próximo a 13.20 usd/kg de ingrediente activo (Agribusiness Global, 2022) como podemos ver en la figura 24 según publicación que describe dicha escalada de precios.

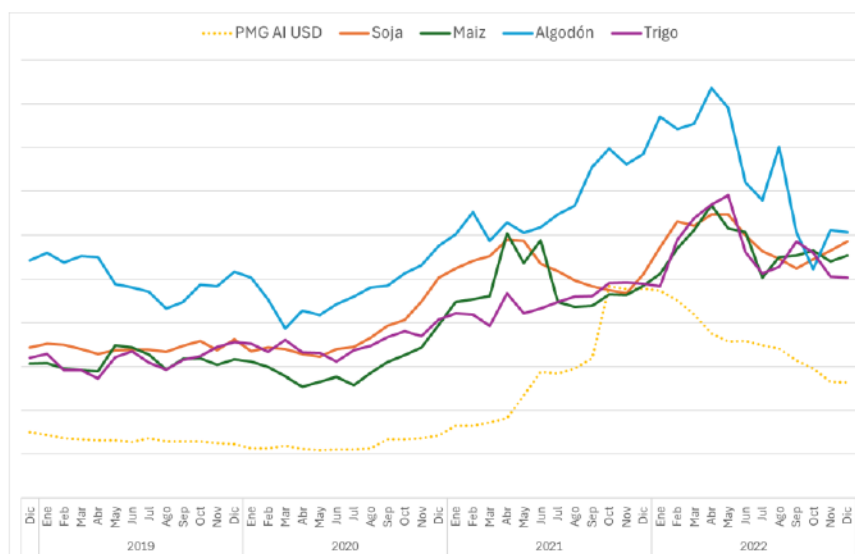
Figura 24 – China Price index, enero 2022



Fuente: China Price Index, publicada por Agribusiness global

Debemos tener en cuenta adicionalmente, que este efecto no solo se vio en los químicos vinculados, sino que también fue una tendencia detectada en los principales granos y cereales del mercado según lo detallado en la figura 25.

Figura 25 – China Price index y Commodities, 2019-2022

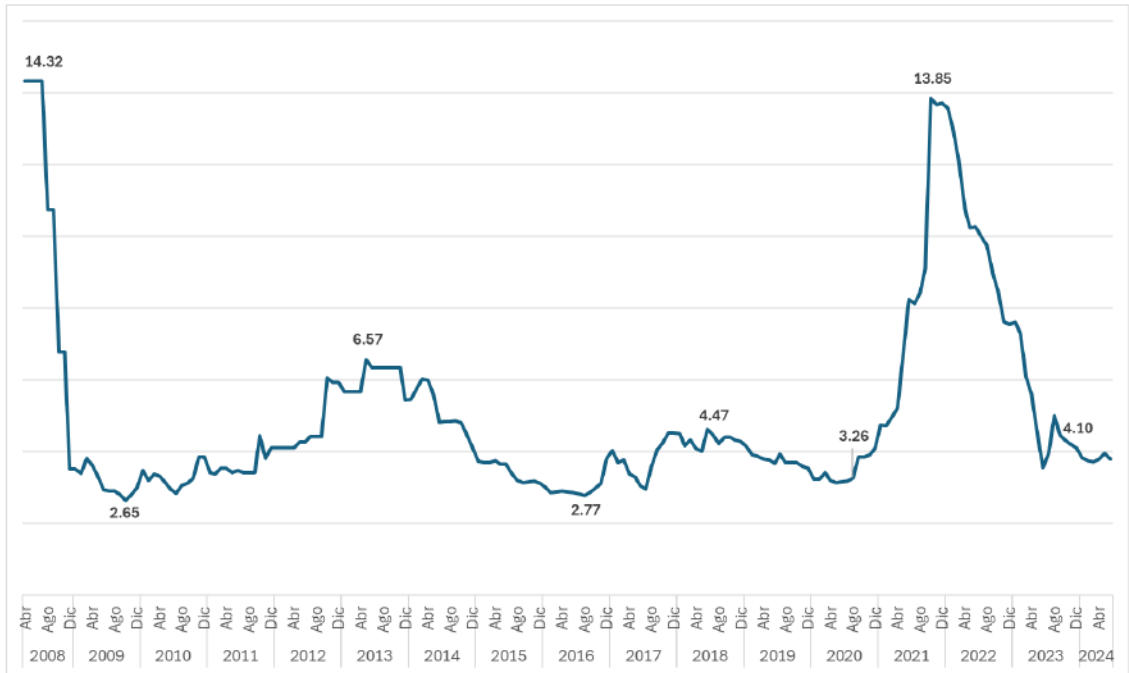


Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones públicas e información recabada en la investigación

Si bien el Ingrediente activo PMG ha tenido vaivenes a lo largo de los años, este nivel de precios no había sido visto desde 2008, con posterioridad a la crisis en los mercados financieros y la crisis de las hipotecas *sub-prime*, cuando los precios superaron los 14 usd/kg.

De esta forma y como vemos en la figura 26, la evolución del precio del activo entre enero 2008 y junio de 2024 se toma la siguiente estructura:

Figura 26 – Precios de mercado, 2008-2024



Fuente: Elaboración propia en base información recabada en la investigación

2.7 – Factores y definición de mercado

Es importante en este momento y basados en todos los análisis previos, hacer un resumen de los factores que afectan la oferta y la demanda, y definir en qué situación de mercado competitivo se encuentra el glifosato, en términos económicos, para proceder con algunas definiciones.

Esto es necesario, en gran medida, porque el mercado cataloga al glifosato como un “*Commodity AI*” (Ingrediente activo *commodity*) al igual que a otras moléculas que no son pertinentes para este estudio. Esto quiere decir, que la industria y las corporaciones involucradas en la cadena de valor actúan y planean su estrategia sobre estas moléculas asumiendo que su comportamiento de mercado será similar al de un *commodity*.

Vamos entonces a hacer una breve reseña con el fin de definir mercados según competitividad (Parkin, 2015):

- Competencia perfecta: Muchas empresas compradoras y vendedoras. productos fungibles. Sin barreras de entrada a la industria/mercado. Información simétrica.
- Monopolio: No hay sustitutos cercanos al producto. Existen barreras a la entrada en la industria.
- Competencia monopolística: Gran número de empresas. Productos diferenciados. Libertad/Facilidad de entrada y salida del mercado. Competencia diferenciada en base a precio, calidad, marketing, y características particulares de cada producto.
- Oligopolio: Pocos oferentes para muchos compradores. Barreras parciales para el acceso de nuevas firmas. Productos similares, pero con diferencias parciales y diferenciación de precio.

El resumen de estos patrones puede ser visto en el siguiente resumen de la figura 27 a continuación:

Figura 27 – Tipos de mercado competitivo



	Competencia perfecta	Competencia Monopolística	Oligopolio	Monopolio
Numero de Firmas	Infinitas	Muchos	Pocas	Una
Barreras de entrada	Sin Barreras	Sin/Bajas barreras	Algunas barreras	Barreras elevadas
Infuencia en el precio	Tomador de Precios	Limitada	Parcial	Define precio
Naturaleza del producto	Homogeneo	Diferenciado	Similares, Diferenciados	Sin sustitutos
Ejemplos	Productos de Agricultura	Restaurante de comida rapida	Automotriz	Servicios publicos

Fuente: Elaboración propia en base a “Economía, Parkin M.”

Habiendo aclarado estas definiciones, podemos entonces avanzar en la definición de la cadena de valor del glifosato.

Para empezar, en cuanto a las firmas y la facilidad de acceso a este mercado, debemos resaltar lo expuesto en la sección 2.5.1.1, existe no solo variados proveedores de producto terminado (desde corporaciones multinacionales a pequeños importadores y revendedores de genéricos locales), sino también diversos proveedores de PMG, PMIDA, Glicina, y demás moléculas involucradas en el proceso productivo.

Adicionalmente, la tecnología para sintetizar estas moléculas, si bien compleja, no es del tipo de instalaciones más complejas vigentes hoy en términos de producción química (Zhantasov K. T, 2017). En segunda instancia el producto en sí (molécula de PMG), no presenta variaciones entre los distintos proveedores más allá de los porcentajes de pureza sobre kilogramo vendido, que se ajusta tanto en precio como en cantidad utilizada sin realmente afectar el beneficio aportado al comprador.

En cuanto al precio, la competencia se ha manifestado como significativa (fenómeno manifestado por la elaboración del “*China Price index*” comentado en la sección anterior), cuestión que da origen a este estudio. Esto es en gran medida consecuencia de lo establecido en el primer punto sobre abundancia de clientes y de empresas formuladoras de las diversas moléculas involucradas.

Podemos entonces concluir con cierto grado de confianza que, si bien no es un mercado de competencia perfecta absoluto, la poca injerencia en precio, la abundancia de oferentes, y la fungibilidad de los diversos químicos involucrados (y especialmente en caso del PMG), este modelo es el más ajustado a describirlo por lo que sería adecuado rotularlo como un “*Commodity AI*” (Ingrediente Activo *commoditizado*).

2.7.1 – Mercados de *Commodities* y la Agroindustria

Los mercados de *commodities* agrícolas son esenciales para el funcionamiento del sector agropecuario, proporcionando plataformas donde se negocian productos básicos estandarizados, como granos, fertilizantes y otros insumos agrícolas (Bolsa de comercio de Rosario, 2025). Estos mercados facilitan la fijación de precios y la gestión de riesgos para productores, exportadores e inversionistas, lo que es crucial en un entorno caracterizado por fluctuaciones en la oferta y la demanda.

Mercados como el Chicago Board of Trade (CBOT) en Estados Unidos, la Bolsa de Comercio de Rosario (BCR) en Argentina, y el MATBA Rofex (Mercado a Término de Buenos Aires)¹⁴ desempeñan un papel clave en la formación de precios a nivel global y regional. Estas plataformas permiten la compra y venta de futuros y opciones, lo que facilita la cobertura frente a las variaciones de precios. El CBOT, fundado en 1848 (Commodity futures trading commission, 2024), es uno de los mercados más antiguos y relevantes del mundo, siendo la referencia principal para *commodities* como maíz, soja y trigo. La BCR, por su parte, es fundamental para la comercialización de granos en Argentina, tanto por su rol en la publicación de precios y conceptos de mercados, como en su función de realización y difusión de estudios técnicos sobre cuestiones agropecuarias para asistir a productores y a la integridad de la cadena de valor.

¹⁴ A partir del primer trimestre de 2025, Matba Rofex y el Mercado abierto Electronico se fusionaron para dar lugar al mercado “A3”

CAPITULO III – Marco Conceptual

Habiendo desarrollado los principales aspectos que hacen al Agro en Argentina y el mundo, y teniendo presentes aspectos importantes sobre la relevancia del glifosato como su proceso productivo, las principales empresas que componen su mercado, su aplicación, debemos hacer un alto para aclarar y definir algunos conceptos financieros y estadísticos que serán necesarios para el desarrollo del objeto de este estudio.

3.1 – Principios teóricos para el desarrollo y metodología

Para el desarrollo del índice de cobertura deseado, nos basaremos en principios prácticos y de mercado expuestos en los capítulos anteriores de este estudio. Dados estos factores, buscaremos previamente clarificar los dos principales ámbitos teóricos que nos permitirán llevar a cabo el análisis. Estos son:

- **Análisis estadístico y análisis de datos:** El análisis estadístico y de datos será fundamental para la construcción del índice de activos vinculado al glifosato, ya que nos permitirá comprender y modelar la relación entre los movimientos de precios del glifosato y los activos que componen el índice. El uso de herramientas como el análisis de regresión nos ayudará a identificar y cuantificar cómo las variables independientes (por ejemplo, el precio del glifosato) se comportan en correlación a los activos incluidos en el índice. El análisis de medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y de dispersión (varianza, desvío estándar) facilitará la comprensión de la distribución de los datos históricos, lo cual es esencial para evaluar la estabilidad y consistencia del índice. Además, el cálculo de la correlación nos permitirá identificar la fuerza y dirección de las relaciones entre los diferentes activos y el glifosato, ayudando a seleccionar los componentes más representativos del índice. Por otro lado, el análisis de curtosis y asimetría proporcionará información sobre la forma de la distribución de los rendimientos, lo que es útil para evaluar la presencia de riesgos extremos o eventos no esperados en los precios. Este enfoque integral permitirá una construcción más robusta y precisa

del índice, alineando su comportamiento con los movimientos del glifosato en el mercado.

- Instrumentos y definiciones financieras: En el mercado financiero, existen diversos instrumentos financieros que permiten a los inversores gestionar su capital, cubrir riesgos o buscar rentabilidad. Estos incluyen acciones, bonos, derivados (como futuros y opciones), y fondos de inversión. Dentro de este panorama, los índices financieros juegan un papel clave. Un índice es una medida estadística que refleja el comportamiento de un conjunto de activos, como acciones o bonos, que comparten ciertas características. Por ejemplo, el S&P 500 sigue el rendimiento de las 500 empresas más grandes de EE. UU, mientras que el Índice de Granos de la Bolsa de Comercio de Rosario puede representar el comportamiento de los precios de los *commodities* agrícolas. Los índices son utilizados como referencia de comparación (*benchmark*) para evaluar el rendimiento de otras inversiones, así como base para la creación de productos financieros derivados, como fondos indexados o ETF (*Exchange-Traded Funds*). La relevancia de los índices radica en su capacidad para proporcionar una visión rápida y objetiva del rendimiento de un sector o mercado en particular, facilitando la toma de decisiones tanto para inversionistas individuales como institucionales. Además, permiten la diversificación y la gestión eficiente del riesgo, ya que los productos basados en índices ofrecen exposición a una canasta de activos en lugar de un solo instrumento.

A continuación, revisaremos en detalle los principales conceptos que tendrán relevancia en el análisis.

3.2 – Bases estadísticas del análisis

En esta sección describiremos los principales conceptos y herramientas que nos aporta la estadística para llevar a cabo el análisis y validación de la composición de nuestro índice.

Esta sección utilizará como bibliografía, el manual “Estadística aplicada a los negocios y la economía (3ra ed.)” de Irwin McGraw-Hill (Webster, 2000).

3.2.1 – Medidas de tendencia central y dispersión

Este tipo de mediciones nos ayudará durante el análisis de varias formas. Por un lado, estas dan un panorama general de los valores de considerados en el set de datos. Adicionalmente, servirán como principio para la comprensión del tipo de distribución de datos que estaremos manejando, y posiblemente soporte las decisiones sobre la construcción de nuestro producto final.

En términos generales, estas medidas *“ubican e identifican el punto alrededor del que se centran los datos”*. Adicionalmente, las medidas de dispersión derivadas de estas indican el punto hasta el cual las observaciones individuales se esparcen alrededor del punto central, midiendo dispersión o variabilidad de datos, dando cuenta también de tendencias de desvío. Las principales a tener en cuenta son:

- Media Aritmética: Comúnmente llamada promedio. Surge del cociente entre la suma algebraica de todos los valores de la población y la cantidad de muestras.
- Mediana: La mediana está constituida por el valor central de una muestra de datos que ha sido colocado en una serie ordenada. La mitad de las observaciones estará por encima, y la otra mitad por debajo de la mediana.
- Moda: Corresponde a la observación de la muestra observada la mayor cantidad de veces
- Media ponderada: Partiendo de la base de la media aritmética donde cada observación tiene la misma relevancia, en caso de que haya diferencias de ponderación entre los diferentes elementos de la muestra, la media ponderada mostrará el resultado ajustado a estas diferencias

- Media geométrica: Principalmente utilizada en los negocios para calcular variaciones porcentuales. Se calcula como la raíz enésima del producto de la población.

Por otro lado, y como se detalló en la introducción a la sección en cuestión, debemos tener en cuenta las medidas de dispersión que nos darán más luz sobre la población/muestra analizada, indicándonos el desvío en términos generales de la medida central.

Las principales a considerar son:

- Rango: Si bien no suele ser una medida que aporte mucha claridad, el rango se calcula como la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de la población.
- Varianza y desvío standard: Estas medidas aportan mayor claridad al comportamiento de las variables medidas, y su cálculo se basa en obtener el promedio de las diferencias entre cada valor y la media poblacional, elevados al cuadrado. El desvío estándar por su parte se calcula como la raíz cuadrada de la varianza, para eliminar el efecto de la potenciación existente en la varianza (necesario en esa medida para hacer positivos los valores por debajo de la media). Ambas medidas apuntan a mostrar la amplitud de las distancias entre los datos utilizados y su promedio, obteniendo así diversas conclusiones particulares.
- Coeficiente de variación: En caso de comparar dos poblaciones independientes e intentar obtener conclusiones sobre el vínculo entre estas, la comparación de medidas de tendencia central y dispersión en valores nominales resultara confuso y poco útil, debido a que los resultados para cada uno de ellos serán inconexos. En este caso, el coeficiente de variación nos aportará mayor claridad sobre la variación en términos relativos, en base al cociente entre el desvío estándar y la media poblacional. Estos valores relativos son más adecuados para comparar dispersiones entre poblaciones o muestras independientes.
- Otras medidas de dispersión: También es posible analizar los datos obtenidos de una población a partir de su segregación en percentiles, que

constituyen subdivisiones (sobre base 100) del espectro de resultados en el que los datos pueden ser reflejados según correspondan a dichas subdivisiones, permitiéndonos evaluar con más detalle la distribución (Webster, 2000).

3.2.2 – Distribuciones de probabilidad

“Las distribuciones de probabilidad son el despliegue de todos los posibles resultados de un experimento junto con las probabilidades de cada resultado”.
(Webster, 2000)

En virtud de las reglas en las que cada uno de estos experimentos sean realizados, obtendremos resultados variados y por ende distintas distribuciones, que a su vez tendrán diferentes interpretaciones que nos permitirá hacer inferencias diversas.

La principal segregación de distribuciones que podemos hacer a fines de soportar el objetivo de este estudio esta dado por el tipo de resultado obtenible: discreto o continuo. Las distribuciones discretas son aquellas donde los resultados solo pueden ser números enteros a diferencia de las continuas que son homologas a su categorización.

Las principales y más comunes categorías de distribuciones que podemos analizar son las siguientes:

- Discretas:
 - Binomial: Solo dos resultados posibles (Éxito/Fracaso), Independencia de resultados entre ensayos, probabilidades constantes, Posibilidad de repetición sin alterar condiciones iniciales,
 - Binomial acumulada: Similar a binomial común, pero con posibilidad de resultados acumulados
 - Hipergeométrica: Utilizada en experimentos con poblaciones suficientemente pequeñas y/o con muestreos sin reemplazo, donde las probabilidades de éxito varían en experimentos sucesivos

- Poisson: Utilizada para medir probabilidad sobre intervalos de tiempo. Requiere igualdad de probabilidad para cualquier set de intervalos de igual duración, e independencia de ocurrencia entre intervalos
- Continuas:
 - Exponencial: Similar a la distribución de Poisson pero para variables continuas.
 - Uniforme: Distribución continua donde todos los resultados tienen equivalentes probabilidades.
 - Normal: Distribución frecuente en diversos ámbitos, y cuya aplicación permite obtener diversas conclusiones. Se caracteriza porque sus medidas de tendencia central coinciden en valor, y dentro de los primeros tres desvíos estándar, se puede encontrar el 99.7% de los casos representados por la distribución.

Cada una de estas distribuciones aporta diferentes conclusiones y herramientas para el entendimiento de los fenómenos estudiados, por lo que resulta relevante entender si los datos analizados caen dentro de las definiciones de alguna de estas para enfocar su análisis (Webster, 2000).

3.2.3 – Análisis de Varianza

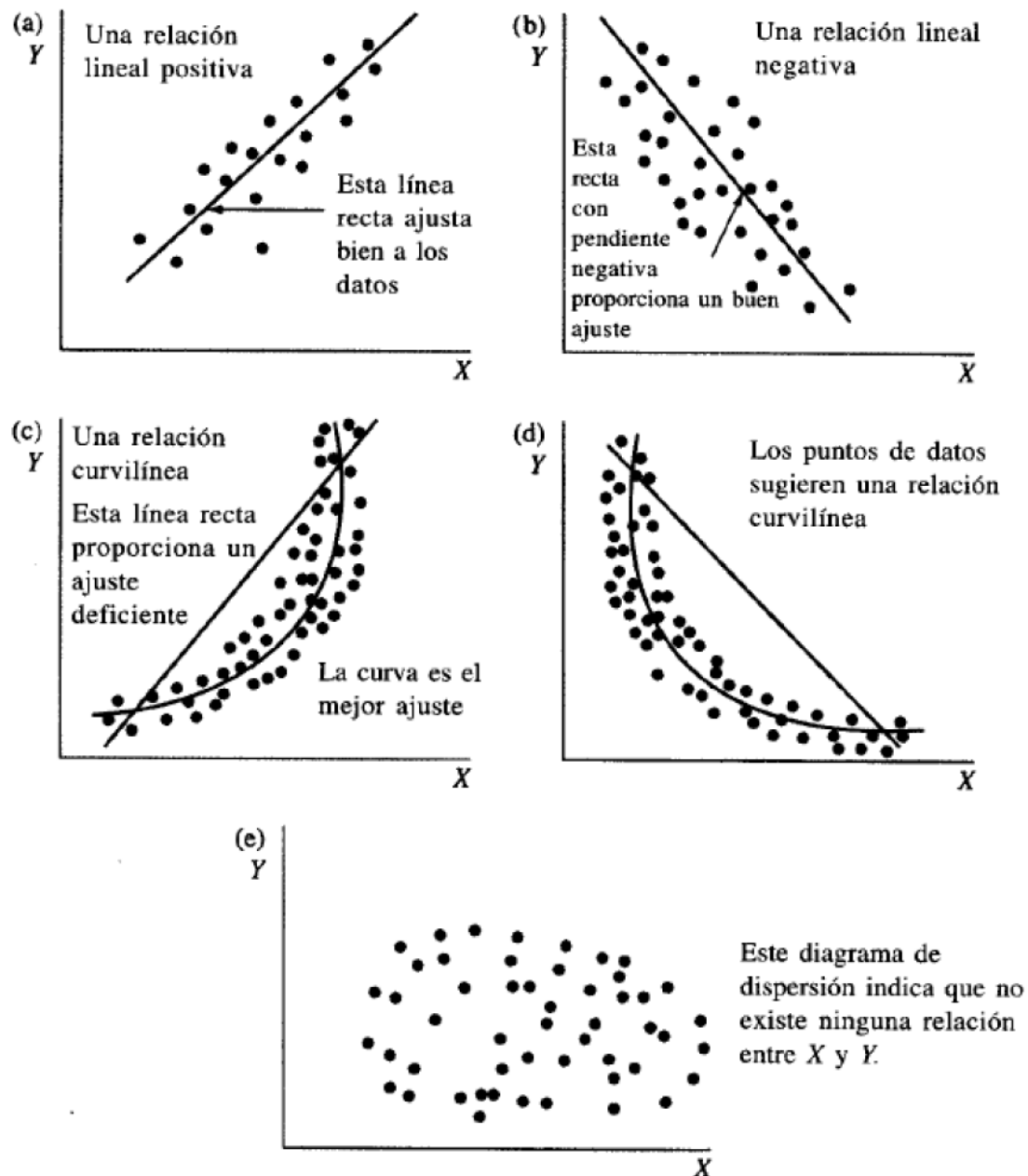
Este tipo de análisis está enfocado en evaluar si 2 poblaciones o más tienen la misma media. Se basa en la descomposición de los datos y su variabilidad, en componentes que expliquen las fuentes de la variación. Este puede en algunos casos analizar y comparar las interacciones entre una única fuente categórica (factor) o varias, testeando incluso los efectos de interacción (Webster, 2000).

3.2.4 – Análisis de Regresión y Correlación

El análisis de correlación resulta una de las herramientas más poderosas a los fines de identificar las relaciones entre diferentes variables donde una de ellas (comúnmente referida como “dependiente”) guarde relación con una o un grupo de variables explicativas (independientes).

La relación entre variables independiente y dependientes puede presentarse con diversos patrones, así como también, diversas dispersiones como se detalla en la figura 28.

Figura 28 – Tipos de relación y dispersión de datos



Fuente: "Estadística aplicada a los negocios y la economía, A. Webster." (Webster, 2000)

Si bien existen diferentes modelos de regresión para evaluar y determinar las relaciones entre variables, la primera y principal que debemos tener en cuenta

para esquematizar el proceso es la regresión lineal simple, que consideraremos por el método de mínimos cuadrados simple.

En este enfoque, el objetivo será encontrar la recta que mejor ajuste a los datos, de forma tal que se minimice la sumatoria de los errores estándar al cuadrado, es decir, donde la suma de las diferencias individuales de cada dato muestreado de variables independientes con el punto propuesto por la función de dicha recta, de como resultado el número más bajo posible. Sin embargo, trazar la recta del mejor ajuste posible no garantiza que el modelo sea adecuado para explicar la relación de los datos, por lo que son necesarias otras medidas de confiabilidad. En este caso, el error estándar de estimación puede ser un primer indicador del grado de dispersión de las variables en torno al modelo, ya que mide el grado de desvío por encima o por debajo de la recta trazada por el modelo. En otras palabras, si todos los puntos de datos se situaran naturalmente sobre la recta, nuestro error estándar tendería a 0, incrementándose este resultando en virtud del incremento de la dispersión o amplitud de los datos con respecto de dicha curva.

Una medida relevante en el análisis de regresión es el coeficiente de correlación (r), que representa la magnitud de la correlación entre variables, pudiendo tomar valor en la recta constante entre -1 y 1, donde 1 representa una correlación absoluta positiva (cada incremento de valor de la variable independiente nos dará como resultado un incremento de valor sobre la curva de regresión para la variable dependiente), mientras que -1 representa una correlación inversa.

Otra medida relevante para describir el ajuste de un modelo a los datos es el coeficiente de determinación (r^2). Este puede obtenerse de varias maneras, pero la más sencilla es simplemente elevando el coeficiente de correlación al cuadrado, y su resultado será indicativo de que porcentaje del cambio de la variable dependiente está dado por los cambios en la variable independiente (Webster, 2000).

3.3 – Definiciones financieras

De la misma manera que hemos realizado en la sección anterior, en este acápite se procederá a detallar algunas definiciones financieras y relativas al mercado de capitales que nos serán útiles para definir el alcance del proyecto aquí plasmado.

Es necesario tener en cuenta que no estará dentro del objetivo de esta sección la confección de un resumen general de los mercados de capitales, ni listar todos los tipos de activos y contratos ofrecidos por el mercado, sino dejar establecidos los principales conceptos financieros a ser utilizados, como también las herramientas y activos más relevantes a fines de definir el instrumento financiero que finalmente buscaremos construir.

Esta sección tendrá sus bases teóricas en la siguiente bibliografía:

- “Finanzas en pocas palabras”, Javier Estrada. Pearson Education 2006.
- “Finanzas corporativas. Un enfoque Latinoamericano (2da ed.)”, Guillermo L. Dumrauf. Alfaomega 2010.
- “Mercado de Capitales, Manual para no especialistas”, Mónica Erpen, José María Fanelli. Temas 2010.

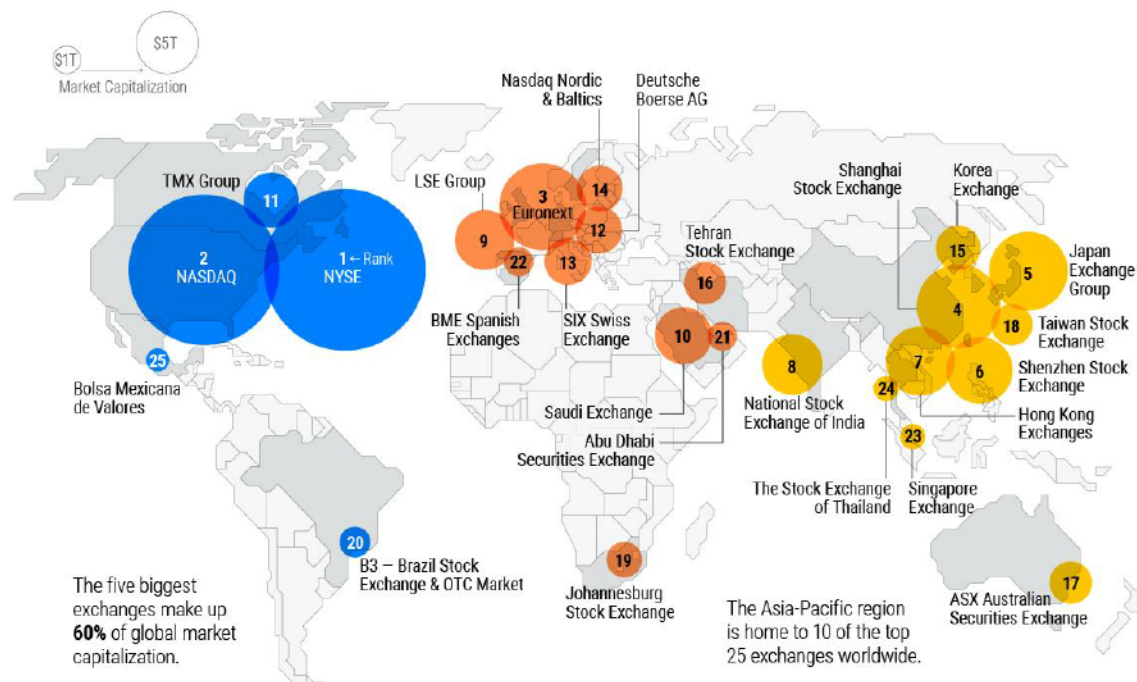
3.3.1 – El mercado y las instituciones financieras

En rigor, podemos definir a un mercado como un lugar en el que se encuentran compradores y vendedores (o demandantes y oferentes) de determinados productos con el fin de realizar intercambios. En el caso de los mercados financieros, los productos intercambiados son concretamente activos financieros, y los oferentes y demandantes están constituidos por personas tanto físicas como jurídicas que buscan, por un lado, convertir ahorros o superávits de capital en inversiones a cambio de una renta, mientras que la contraparte busca utilizar ese capital para financiar la realización de proyectos propios contra la remuneración de dicha renta. Los activos financieros en este contexto son entonces los vehículos que permiten canalizar el ahorro y los superávits en una economía hacia las necesidades financieras de terceros. (Estrada, 2006)

Para cumplir este fin, el mercado se nutre de diversas instituciones a nivel del mundo que conforman en ecosistema financiero y hacen posible los flujos de capitales de manera cada vez más amplia, segura, y confiable. Tanto ámbitos de negociación como los mercados de patrimonios (*Equities*), como los mercados específicos para *commodities* (granos, petróleo, químicos), mercados de contratos diversos (Futuros y coberturas, deuda pública y privada, y otros), y organismos de regulación, control, y publicidad de las operaciones, conforman este ecosistema que hace posible las transacciones de manera globalizada.

A nivel mundial, los mercados donde se intercambian *equities* componen una totalidad de valor aproximado de 106 billones de dólares americanos (nominación europea) hacia mediados de 2023. Siendo las bolsas de comercio de los estados unidos (NASDAQ y NYSE) las número 1 y 2 en ranking de mayor capitalización de mercado como se puede ver en la figura 29 alcanzando los 25 y 21 billones de dólares respectivamente, seguidos por Euronext, Shanghái, y Japón.

Figura 29 – Ponderación de capitalización por mercado a nivel mundial



Fuente: Visual Capitalist, valores numéricos en formato americano (Visual Capitalist, 2023)

A la par de los mercados de *equities*, también podemos citar a la variedad de mercados adicionales donde se concentran la transacciones de diversos activos adicionales, como por ejemplo el “*Chicago Board of Trade*” (CBOT, Estados Unidos de América) donde se aglomeran la transacciones sobre contratos de futuros, derivados, opciones y coberturas en general para *commodities* agropecuarios, el “*Intercontinental Exchange*” (ICE) con una dinámica similar pero incluyendo adicionalmente productos como futuros de petróleo, carbón, cacao, y otros.

Como se nombró adicionalmente, existen como parte del ecosistema, diversos organismos regulatorios que definen parámetros para las operaciones y para la realización de estas, así como también fiscalizan a los mercados, sus participantes, y garantizan su integridad y legalidad general. Entre estas tenemos:

- Securities and Exchange Commission (SEC, EE. UU)
- Comisión Nacional de Valores (CNV, Argentina)
- Commodity Futures Trading Commission (CFTC; EE. UU)
- Financial Conduct Authority (FCA, Unión Europea)
- European Securities and Market Authority (ESMA, Unión Europea)
- Financial Services Agency (FSA, japon)

Es relevante por último, hacer mención del sector bancario como parte del ecosistema que constituye el mercado de capitales, ya que este a través de diversos medios, y desde su rol de entidad de financiamiento, hace posible también diversas formas de acceso al mercado a participantes mayoristas o minoristas que no podrían, por complejidad o escala, acceder al mismo.

3.3.2 – Principales instrumentos del mercado

En esta sección haremos un breve detalle sobre los principales instrumentos utilizados en el mercado de capitales con el fin de dar claridad a las principales formas de financiamiento y administración del capital. Sin embargo, debemos hacer una primera distinción entre instrumentos: Renta fija y variable.

Los primeros están constituidos por instrumentos cuyos flujos de fondos esperados son predeterminados y conocidos al momento de la compra, es decir, el contrato de compra o licitación detalla los periodos de pago del capital y la renta generada detalladamente. Entre estos podemos encontrar los títulos públicos o bonos, obligaciones negociables (títulos de deuda fija de empresas privadas). A pesar de que estos títulos poseen un flujo de fondos predefinido como enunciamos anteriormente, pueden contener un grado de variabilidad en virtud de que estos sean comercializados en mercados secundarios (entre privados) donde estos asuman la existencia de eventos que puedan afectar el cumplimiento de dicho flujo de fondos. Estos no son relevantes a fines de este estudio.

En segunda instancia, los instrumentos de renta variable son aquellos donde los flujos no son predeterminados y, por ende, desconocidos al momento de la compra. Estos instrumentos serán relevantes para este estudio por lo que los definiremos con más detenimiento a continuación (Erpen & Fanelli, 2010).

3.3.2.1 – Acciones y Equities

Dentro de la categoría de instrumentos de renta variable, las acciones corresponden a aquellos que representan la tenencia de una parte del capital social de una sociedad anónima. Estas son diariamente valorizadas por la oferta y demanda reflejada para cada una de ellas en los mercados una vez que las compañías han decidido llevar a cotizar una parte de su capital públicamente. Las expectativas de dividendos y la posibilidad de valorización de la acción como consecuencia de su desempeño industrial son algunos de los principales factores que hacen a la demanda y el valor de estos instrumentos, y por ende, a su rendimiento.

Es importante considerar también que las acciones no solo pueden ser negociadas en su mercado o plaza original, sino que adicionalmente, las bolsas de comercio e instituciones financieras pueden ofrecer la opción de adquirir una participación en estas desde otras jurisdicciones o mercados en forma de certificados de tenencia, conocidos en Argentina como “CEDEARS” (Certificados de Depósito Argentino) (Erpen & Fanelli, 2010).

3.3.2.2 – ETFs y CEVAs

Si bien un inversor puede invertir libremente en uno, varios, o todos los activos que su criterio sugiera, existen instrumentos que simplifican a estos la selección de activos de acuerdo con diversos criterios, como puede ser, invertir en un conjunto de empresas dedicadas a la industria farmacéutica, o a la industria aeronáutica, o incluso un conjunto de empresas que representen la industria de un país. Estos instrumentos son ofrecidos por instituciones financieras como una opción simple de diversificación de riesgos que permita al comprador tener una exposición ajustada a un criterio más general que al de una empresa particular, sin requerir al inversor realizar el control y seguimiento de todos los activos comprendidos en el instrumento.

La principal diferencia cualitativa entre *ETFs* (*Exchange Traded Funds*) y CEVAs (Certificados de Valores) radica en que los primeros ajustan sus tenencias con el paso del tiempo para mantenerse representativas en términos nominales a lo subyacentes que intentan representar (Índices, Industrias, Países, y otros), mientras que los segundos mantienen sus portafolios fijos en términos de tenencias, dando una medida más clara de la evolución de los valores iniciales como medida de representatividad del subyacente. Como ejemplo de estos CEVAs, podemos tomar el Macc (Merval Acciones) compuesto de las 8 acciones más representativas en términos de capitalización de mercado y valor negociado al momento de su construcción, mientras que el Mbix (Merval bonos indexados) cumple una función similar para bonos indexados por CER (ajustables por inflación)

El mercado internacional ofrece diversas opciones de ambos. En el caso de los *ETFs* (que son las opciones más frecuentes) diversas entidades financieras y

fondos de inversión ofrecen la posibilidad de compra de participaciones en estos fondos, con la posibilidad de emular la evoluciones de índices como el conocido SPDR S&P 500 (que sigue la evolución de las 500 empresas de mayor capitalización de los estados unidos) con el ETF “SPY”, las empresas comprendidas en mercado “NASDAQ” a través del ETF “QQQ”, índices industriales como IHE (Farmacéutica); XLE (Energía / Oil & Gas), Regiones y mercados como EWJ (Japón); EWG (Alemania); IEMG (Mercados emergentes), e incluso en base a estrategias de inversión como es el caso del UVIX (índice de variabilidad y riesgo de mercado en base a estrategias de inversión en opciones). En el cuadro 8 a continuación podemos ver un ejemplo de los 10 *ETFs* con mejor rendimiento en 2024 medido a mediados de noviembre.

Cuadro 8 – *ETFs* con mejor performance durante 2024

ETF	Expense ratio	AUM	Year-to-date performance
YieldMax NVDA Option Income Strategy ETF (NVDY)	0.99%	\$1.3 billion	120.20%
Grayscale Bitcoin Trust (GBTC)	1.50%	\$20 billion	110.20%
Bitwise Crypto Industry Innovators ETF (BITQ)	0.85%	\$190 million	68.20%
VanEck Digital Transformation ETF (DAPP)	0.51%	\$185 million	68.20%
Amplify Transformational Data Sharing ETF (BLOK)	0.76%	\$875 million	60.30%
Global X MSCI Argentina ETF (ARGT)	0.59%	\$595 million	58.40%
Roundhill Magnificent Seven ETF (MAGS)	0.29%	\$1 billion	52.70%
UTESVirtus Reaves Utilities ETF (UTES)	0.49%	\$245 million	51.10%
CoinShares Valkyrie Bitcoin Miners ETF (WGMI)	0.75%	\$220 million	42.00%
Global X MLP & Energy Infrastructure ETF (ticker: MLPX)	0.45%	\$2.2 billion	40.50%

Fuente: Reeves, J. (2024, November 19). 10 best-performing ETFs of 2024: When it comes to maximizing returns, diversification often doesn't pay. U.S. News & World Report (U.S. News, 2025).

Es fundamental remarcar la conclusión de que estas herramientas no solo constituyen un instrumento más de inversión, sino que la metodología de construcción de las mismas hace posible idear diversos focos de análisis en términos de inversión y cobertura financiera. Es posible identificar un fenómeno de mercado como la volatilidad, o la exposición a un mercado particular, y diseñar un ETF que replique un índice de variación que resulte representativo de dicho fenómeno o mercado, con mayor o menor ajuste o representatividad de la realidad subyacente (Erpen & Fanelli, 2010).

3.3.2.3 – Fideicomisos Financieros (FF) y Fondos Comunes de Inversión (FCI)

Estos instrumentos están relacionados con lo que se conoce como la “Securitización” de activos, y permite que un conjunto de títulos y activos se transformen en un valor negociable en el mercado.

Los fideicomisos financieros por su lado, constituye una ingeniería financiera regulada en Argentina por la ley 24.441, estableciendo las partes involucradas en conjuntos con sus obligaciones hacia el fideicomiso. A su vez, se establece la mecánica de emisión de certificados de participación (también conocidos como Valores representativos de deuda fiduciaria).

Por el lado de los Fondos Comunes de Inversión, se caracterizan por la gestión de las cuota-partes y su administración, siendo las mismas emitidas en oferta pública, y cotizando abiertamente en mercados secundarios de capitales. La cantidad de emisión de estas es y se mantiene fija, adicionalmente a que no pueden ser rescatadas la liquidación del fondo (Erpen & Fanelli, 2010).

3.3.2.4 – Títulos públicos y Obligaciones negociables

Estos instrumentos, son los principales componentes de la categoría de “renta fija” y constituyen títulos de deuda emitidos por los gobiernos o privados, con el objetivo de financiar su actividad a plazos determinados, permitiendo el intercambio de estos títulos en el mercado secundario.

Los títulos públicos pueden ser de diversos tipos, e incluir cláusulas diversas en su emisión, respecto a su periodicidad de pago de intereses y capital, jurisdicción, ajustes de capital, tasas y ajustes a índices, moneda, garantías, y otros.

Las obligaciones negociables por otro lado representan únicamente deuda privada, y de la misma manera, pueden estar diseñadas con una variedad de cláusulas. Adicionalmente, estas pueden ser clasificadas entre “simples” y “convertibles”, permitiendo las segundas, convertir eventualmente el título de deuda en acciones que den parte del capital accionario de la compañía (Erpen & Fanelli, 2010).

3.3.2.5 – Instrumentos derivados y de cobertura.

Los derivados constituyen un conjunto amplio de instrumentos financieros, constituidos como contratos entre partes que asumen derechos y obligaciones económicas a una fecha futura. Una de las principales características adicionalmente, es, que su precio depende o “deriva” de la cotización de un activo, denominado “subyacente”.

Este tipo de contratos se realizan generalmente sobre

Podemos encontrar diversos contratos derivados actualmente negociados en el mercado, siendo entre ellos los principales:

Futuros: Constituye un acuerdo de compra/venta de una cantidad determinada de un activo a una fecha futura y con un precio especificado.

Forwards: Contratos de similar naturaleza que los futuros pero que se operan entre privados y por fuera del marco bursátil.

Opciones: Es un mecanismo alternativo en el que el contrato confiere el derecho, pero no la obligación de comprar o vender un activo a un precio determinado (precio de ejercicio), contra el pago de una comisión de compra.

Los instrumentos derivados desempeñan un papel fundamental en el mercado agropecuario al ofrecer herramientas eficaces para la gestión del riesgo de precio, particularmente en un sector donde la volatilidad es alta debido a factores climáticos, geopolíticos y de mercado. Entre los principales activos cubiertos por derivados se encuentran los granos (como el maíz, la soja y el trigo), productos lácteos, azúcar y carnes. Los agricultores, comercializadores y procesadores utilizan contratos de futuros, opciones y swaps para protegerse contra fluctuaciones adversas en los precios de los productos básicos. Las metodologías de cobertura incluyen estrategias como el “*hedging*”, en el que los productores aseguran un precio futuro para su producción mediante contratos en mercados organizados como el Chicago Board of Trade (mercados internacionales) o el Mercado a Término de Buenos Aires (Mercado Local), así como combinaciones de opciones para limitar las pérdidas potenciales mientras se mantienen oportunidades de ganancia. Económicamente, los derivados no

solo estabilizan los ingresos de los participantes del mercado, sino que también mejoran la eficiencia al permitir una mejor planificación financiera y operativa. Asimismo, estos instrumentos incrementan la liquidez y promueven la formación de precios en los mercados agropecuarios, facilitando la interacción entre compradores y vendedores en un entorno transparente. En resumen, los derivados son herramientas esenciales para mitigar riesgos, asegurar la competitividad y garantizar la sostenibilidad económica de un sector clave para las economías globales y locales (Erpen & Fanelli, 2010).¹⁵

3.4 – Conclusiones sobre los conceptos teóricos.

Hemos dado ya un contexto general de los conceptos estadísticos y de las generalidades de los mercados financieros y de capitales que soportan los principios de este estudio. Adicionalmente en la sección 1.3 definimos el principal problema que nos convoca y los beneficios en la utilización de estas herramientas para el beneficio de la industria agrícola.

A raíz de esto podemos inferir en que es viable y útil el diseño de un instrumento que ayude al sector estabilizar los precios de compra del glifosato en su estadio técnico (ingrediente activo), con el principal desafío siendo, la exactitud y representatividad de la evolución de dicho instrumento con respecto a las fluctuaciones reales del activo subyacente en el mercado.

En el próximo capítulo evaluaremos como consecuencia de todo lo anteriormente mencionado, como podremos diseñar dicho instrumento y adecuar su representatividad.

¹⁵ Erpen M; Fanelli J.M. (2010). Mercado de Capitales, Manual para no especialistas; Temas 2010.

CAPITULO IV – Análisis Metodológico

En este capítulo analizaremos el método de desarrollo del instrumento financiero que nos convoca. Se avanzará progresivamente en el proceso y la metodología con la que abordaremos su construcción, basándonos recurrentemente en la información que ha sido detallada en los capítulos anteriores.

4.1 – Condiciones generales del proceso.

Debemos definir como punto de inicio y tesis principal, cual es la mejor herramienta para establecer un conjunto de valores que acompañen de manera representativa la evolución del precio de nuestro activo subyacente. Para esto, en la sección 3.3.2.2 describimos los Exchange Traded Funds (*ETFs*) como herramientas que permiten unificar un listado de activos, obteniendo como consecuencia, un valor único que pondere los valores incluidos y diversifique el riesgo. Mas aun, diversos *ETFs* cumplen ya el objetivo de componer una cartera de activos con el objetivo de dar seguimiento al valor de un subyacente habitualmente un índice. De esta manera, definiremos la construcción de un índice/*ETF* como la metodología utilizada.

En cuanto al método de validación del índice construido, en la sección 3.2.4, describimos los métodos de regresión como una alternativa estadística que permite medir el ajustamiento de un modelo a un conjunto de valores, es decir, el desarrollo de una función para la cual una o varias variables independientes dan como resultado una variable dependiente. Es por esto que estableceremos como objetivo, el desarrollo de la función del índice como un conjunto ponderado de variables (activos comprendidos en el índice), medio según los criterios de correlación y ajustamiento estadísticos establecidos para un modelo de regresión.

Por último, debemos establecer los criterios de éxito, tolerancia, o significatividad del modelo. Consideraremos entonces como criterio de éxito, el cumplimiento de las siguientes condiciones:

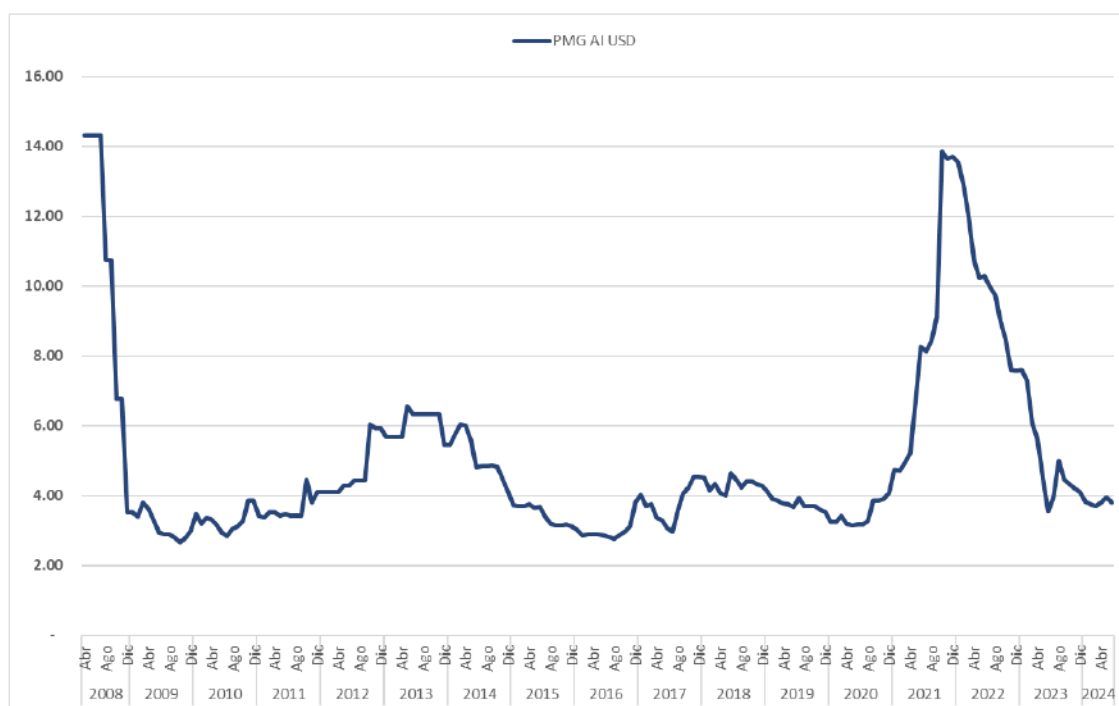
- Ajustamiento (medido en base al factor R^2) superior al 75%.

- Ratio índice/Subyacente = $0.60 < \text{Índice} < 1.50$, sin desvíos por periodos mayores a 3 meses

4.2 – Valor del PMG en el mercado y análisis estadístico

Vamos a detallar en primer lugar, cual es el valor objetivo de este análisis. En virtud de construir un instrumento que guarde relación con los valores de transacciones de PMG al 95% de pureza en China, vamos a detenernos por un momento en estos, que detallaremos en la figura 30 y cuadro 9:

Figura 30 – Valores históricos del PMG, (FOB China al 95%¹⁶)



Fuente: Elaboración propia según información recabada de la investigación

¹⁶ Refiere al grado de pureza y al incoterm estándar de negociación

Cuadro 9 – Valores históricos del PMG, (FOB China al 95%)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2008				14.32	14.32	14.32	14.32	10.74	10.74	6.77	6.77	3.51
2009	3.51	3.40	3.81	3.61	3.30	2.94	2.89	2.89	2.79	2.65	2.79	3.00
2010	3.47	3.20	3.37	3.32	3.16	2.95	2.84	3.05	3.11	3.26	3.84	3.84
2011	3.42	3.37	3.53	3.53	3.42	3.47	3.42	3.42	3.42	4.45	3.80	4.11
2012	4.11	4.11	4.11	4.11	4.27	4.27	4.42	4.42	4.42	6.04	5.92	5.92
2013	5.67	5.67	5.67	5.67	6.57	6.34	6.34	6.34	6.34	6.34	6.34	5.44
2014	5.45	5.74	6.02	5.99	5.57	4.82	4.83	4.84	4.86	4.80	4.47	4.11
2015	3.72	3.70	3.70	3.74	3.65	3.66	3.40	3.20	3.13	3.15	3.17	3.11
2016	3.01	2.85	2.88	2.89	2.88	2.85	2.81	2.77	2.85	2.97	3.11	3.81
2017	4.02	3.69	3.76	3.37	3.29	3.06	2.96	3.58	4.04	4.24	4.53	4.53
2018	4.50	4.16	4.33	4.09	4.00	4.63	4.47	4.22	4.41	4.40	4.33	4.29
2019	4.14	3.91	3.86	3.78	3.76	3.68	3.92	3.70	3.69	3.69	3.59	3.53
2020	3.24	3.24	3.41	3.20	3.13	3.16	3.17	3.26	3.85	3.85	3.91	4.09
2021	4.73	4.72	4.95	5.21	6.72	8.25	8.13	8.44	9.11	13.85	13.66	13.71
2022	13.56	12.91	12.01	10.76	10.24	10.27	9.98	9.75	9.00	8.45	7.60	7.56
2023	7.61	7.30	6.08	5.60	4.52	3.55	3.94	4.99	4.46	4.33	4.20	4.10
2024	3.83	3.74	3.71	3.79	3.95	3.79						

Fuente: Elaboración propia según información recabada de la investigación

Una conclusión inmediata que puede surgir de la figura 30, es que los valores del PMG son mayormente estables excepto por algunos periodos donde disrupciones significativas generaron impactos en el precio. Analizando la estadística descriptiva de la serie de datos encontramos la siguiente información detallada en el cuadro 10:

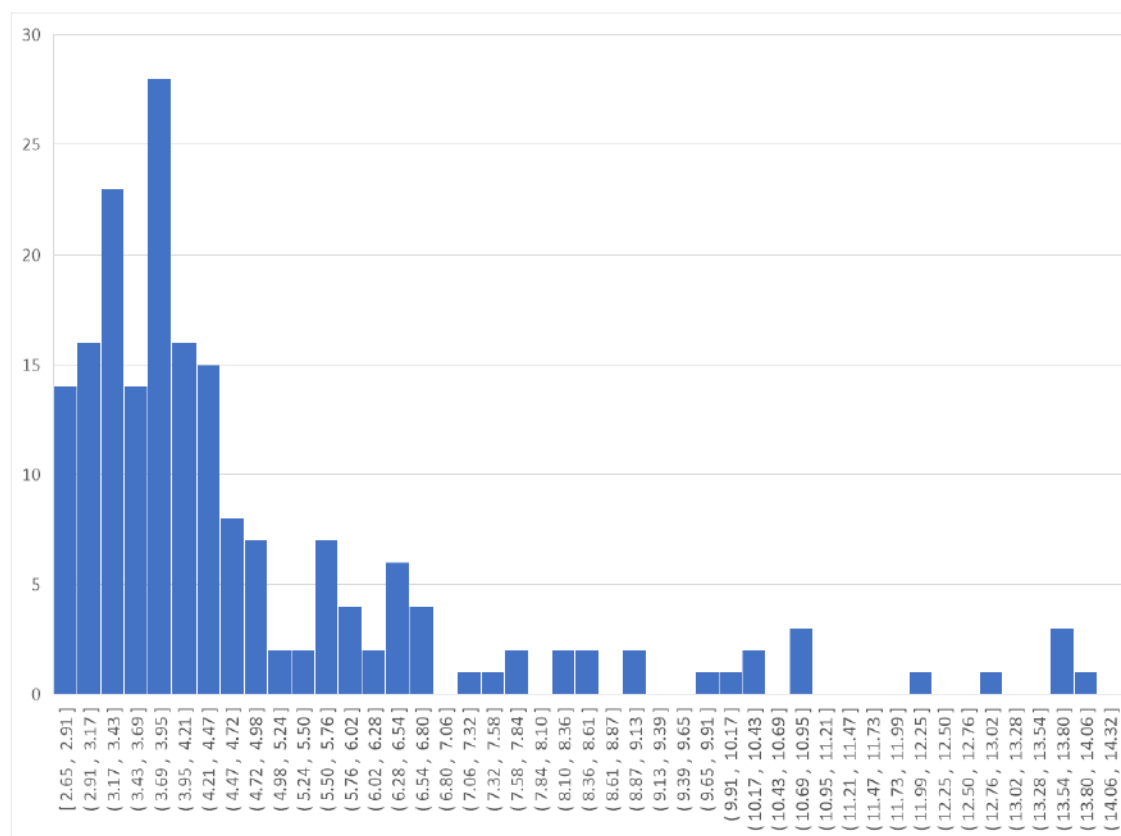
Cuadro 10 – Estadística descriptiva sobre la serie de valores

<i>PMG AI USD</i>	
Mean	5.00
Standard Error	0.19
Median	4.02
Mode	4.11
Standard Deviation	2.67
Sample Variance	7.12
Kurtosis	4.04
Skewness	2.12
Range	11.67
Minimum	2.65
Maximum	14.32
Sum	974.24
Count	195.00

Fuente: Elaboración propia según información recabada de la investigación

De este análisis podemos ver que la media aritmética de la serie está en 5, mientras que su mediana se encuentra en 4,02. Esto es indicativo y correlaciona con el valor de asimetría positivo (*Skewness* = 2.12), señalando la asimetría por derecha de la distribución. Adicionalmente deteniéndonos en el valor de curtosis positivo (*Kurtosis* = 4.04) podremos identificar una distribución fuertemente leptocúrtica. Esto nos habla en ambos casos de una gran cantidad de valores concentrados alrededor de la media de la distribución, pero con una presencia relevante de valores en los desvíos estándar por derecha. Esto es claro cuando vemos en un histograma como la figura 31:

Figura 31 – Histograma precios mensuales



Fuente: Elaboración propia según información recabada de la investigación

En este histograma percibimos claramente como la mayor parte de los valores se centran entre los valores más bajos de la distribución (2.65 - 4.47) en torno a la mediana de la muestra (4.02), sin embargo, existen suficientes valores por derecha como para impactar a la media aritmética.

En conclusión, la distribución que estamos manejando no es simétrica, al mismo tiempo que se encuentra sesgada por izquierda. No presenta posibilidad de asociar la distribución a una campana de Gauss por lo que algunas herramientas de análisis estadístico no estarán disponibles. Es así que deberemos abordar el objeto de estudio con un criterio alternativo

4.3 – Criterios e hipótesis del desarrollo

En virtud de la construcción de este índice que nos permita cumplir con el objetivo, comenzaremos por formular la primera pregunta relevante: ¿Existe un abordaje útil para definir activos relevantes?

En este caso, nos remitiremos a varias secciones del capítulo 2, especialmente a las secciones 2.5.1 y 2.5.2, donde se expusieron los factores que afectan a la oferta y a la demanda del PMG con el fin de desarrollar una hipótesis: El índice construido se ajustará más al valor del subyacente y será más representativo, en cuanto mayor integridad “upstream” y “downstream”¹⁷ del mercado podamos representar por medio de activos alternativos.

En base a este postulado, podemos definir en virtud de las secciones previamente mencionadas los siguientes factores de la cadena de valor:

- *Upstream*: Empresas productoras del Ingrediente activo, así como los proveedores de sus principales materias primas y factores de la producción.
- *Downstream*: Destino del uso del PMG. Formulación de Glifosato terminado y su posterior aplicación a cultivos relevantes.

Conjugando los factores de mercado mencionados en el capítulo 3, con la hipótesis elaborada anteriormente, procederemos entonces a iniciar el análisis partiendo de criterios generales y alineando aquello que nos permita obtener representatividad según los modelos estadísticos estipulados.

¹⁷ Integrantes de la cadena de valor en la cual el activo participa, en instancias anteriores o posteriores.

4.3.1 – Definiciones “Upstream” y “Downstream”

Consideraremos a continuación los factores iniciales para nuestro análisis.

Upstream: Como se ha definido en el capítulo 3, los principales constituyentes del PMG, y consecuentemente de su costo, están dados por su matriz de costos, que incluye tanto sus materias primas, como los demás factores relacionados a la producción como salarios y mano de obra, amortizaciones de planta, servicios públicos, y otros. Si bien resulta complejo obtener los valores para todos estos factores con la suficiente periodicidad y rigurosidad como para hacerlos parte de este análisis, si es posible ver el impacto de estos mismos según su impacto en el negocio y consecuentemente en la valuación de las compañías que lo comercializan. También es importante recordar que varias de estas firmas no se dedican únicamente a la producción del PMG, sino que también se encuentran integradas verticalmente, reflejando en sus valores también los circuitos productivos de precedentes químicos como el PMIDA (comentado anteriormente) y otros.

Definiremos entonces como relevantes, a las principales compañías con información financiera pública (cotizaciones bursátiles e información financiera) del rubro como se ha expuesto en la sección 2.5.1.1.

- Zhejiang Xinan Chemical Industrial Group: 600596 - SHA
- Nantong Jiangshan Agrochemical & Chemicals Co Ltd: 600389 - SHA
- Jiangsu Yangnong Chemical Group: 600486 • SHA

Un análisis más minucioso de estas compañías nos permite tomar una primera decisión orientada a la representatividad del índice y el efecto en este. Para el caso de Jiangsu Yangnong Chemical Group, un primer análisis de su portafolio muestra una menor exposición al PMG y sus precedentes, en favor de otros segmentos de negocio. Esto podrá ser un indicativo de una menor relevancia para la construcción del índice.

En cuanto al PMIDA y como se comentó anteriormente, gran parte de su abastecimiento esta ya comprendido por empresas productoras de PMG integradas verticalmente e incluyendo la fabricación de este precursor como un paso previo del circuito productivo. Aun es válido considerar a las previamente mencionadas Sichuan Hebang Biotechnology Co Ltd, ya que es una de las

mayores compañías productoras de PMIDA sin estar integrada a la producción de PMG, sin embargo, esta no posee información pública con anterioridad a 2012, haciendo imposible la extensión del análisis hasta los periodos deseados para incluir los dos valores máximos de precio detallados en la sección 4.2. Hubei Xingfa Chemicals Group Co Ltd si será incluida representando al *upstream* de PMIDA con información pública suficiente.

Finalmente, en cuanto a las siguientes materias primas y precursores en orden de importancia para el PMG, comprendidas por el “IDAN” y la Dietanolamina, debemos tener en cuenta que en el caso de la primera, se encuentra suficientemente lejos del producto terminado como para ser considerada solamente en una instancia posterior de análisis y para dar mayor precisión a los números en caso de no conseguirse un resultado suficientemente representativo, no considerándose inicialmente para el análisis.

4.4 – Análisis de regresión e inferencias generales.

Comenzaremos ahora con el análisis estadístico que nos ocupa en este estudio. Partiremos entonces por obtener la información histórica de precios para todos los activos relevantes. El conjunto inicial de valores con el que evaluaremos el postulado será:

- Contratos a 30 días de Soja (cultivo relevante para aplicación)
- Contratos a 30 días de Maíz (cultivo relevante para aplicación)
- Contratos a 30 días de Algodón (cultivo relevante para aplicación)
- Contratos a 30 días de Trigo (cultivo relevante para aplicación)
- Valor accionario de Zhejiang XinAn Chemical Industrial Group Co Ltd (600596)
- Valor accionario de Nantong Jiangshan Agrochemical & Chemicals Co Ltd (600389)
- Valor accionario de Hubei Xingfa Chemicals Group Co Ltd (600141)
- Valor accionario de Jiangsu Yangnong Chemical Co Ltd (600486)

De estos partirá el análisis de regresión con el que comenzaremos a evaluar un modelo de medición y proyección.¹⁸

Utilizando el método de regresión por mínimos cuadrados sobre dichos valores, donde la variable explicada es el costo del PMG, y las variables explicativas son los activos detallados anteriormente, obtenemos el siguiente resultado de la figura 32 que da un panorama general sobre la ponderación de cada activo:

Figura 32 – Análisis de regresión sobre conjunto de activos 1

<i>Regression Statistics</i>									
Multiple R									0.82
R Square									0.67
Adjusted R Square									0.65
Standard Error									1.57
Observations									195.00

<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	8.00	923.28	115.41	46.91	0.00
Residual	186.00	457.59	2.46		
Total	194.00	1,380.87			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	- 1.72	0.70	- 2.45	0.02	- 3.11	0.34	- 3.11	0.34
Soja	- 0.00	0.00	- 0.56	0.57	- 0.00	0.00	- 0.00	0.00
Maiz	0.00	0.00	1.15	0.25	- 0.00	0.01	- 0.00	0.01
Algodón	- 0.02	0.01	- 3.06	0.00	- 0.03	0.01	- 0.03	0.01
Trigo	0.01	0.00	3.20	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Xinan	0.15	0.03	5.77	0.00	0.10	0.21	0.10	0.21
Jiangshan	0.14	0.03	5.36	0.00	0.09	0.20	0.09	0.20
Xingfa	0.00	0.03	0.09	0.93	- 0.05	0.06	- 0.05	0.06
Jangsu	- 0.01	0.01	- 0.86	0.39	- 0.02	0.01	- 0.02	0.01

Fuente: Elaboración propia según información recabada de la investigación

De este primer set de datos, podemos obtener varias conclusiones. Primero y principal debemos enfocarnos en 2 datos centrales: Por un lado, el factor “*Multiple R*” que indica el coeficiente de correlación entre la variable dependiente (valor del PMG) y los proyectados por el modelo es de 0.82, lo que refiere a una alta correlación para una variable que puede tomar valores entre 0 y 1. Adicionalmente podemos observar que el coeficiente de significancia (“*Significance F*”) es 0.00, indicando que el modelo es estadísticamente significativo y que es poco probable que las diferencias observadas en la

¹⁸ Ver más detalle en Anexo 1 y 2

varianza se deban al azar, es decir, que una o todas las variables predictoras son explicativas de las diferencias observadas.

Luego debemos enfocarnos en el análisis de las variables predictoras para entender su relevancia y significatividad en el análisis. El primer dato relevante que debemos tener en cuenta para todas estas es su P-Value, ya que los valores que esta adopte serán indicativos de la significatividad de cada variable independientemente dentro del modelo.

En este caso vemos que tanto los valores de los predictores Soja, Maíz, Xingfa, y Jangsu son relativamente superiores a las demás variables, pero principalmente son superiores a 0.10, lo que refiere a que refiere a que la hipótesis nula de que estos predictores no son relevantes para el modelo tiene una probabilidad significativa de cumplirse. Se podrían realizar análisis adicionales sobre estas variables, pero por el momento nos remitiremos a excluirlas del modelo de proyección y reevaluar los resultados.

Habiendo descartado los valores detallados en el párrafo superior, volvemos a correr el modelo de regresión y obtenemos los resultados detallados en la figura 33 con variables actualizadas:

Figura 33 – Análisis de regresión sobre conjunto de activos 2

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.815
R Square	0.665
Adjusted R Square	0.658
Standard Error	1.561
Observations	195.000

<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	4.000	917.705	229.426	94.115	0.000
Residual	190.000	463.166	2.438		
Total	194.000	1,380.871			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	- 2.136	0.521	- 4.103	0.000	- 3.163	1.109	- 3.163	1.109
Algodón	- 0.017	0.006	- 3.127	0.002	- 0.028	0.006	- 0.028	0.006
Trigo	0.008	0.001	7.585	0.000	0.006	0.010	0.006	0.010
Xinan	0.157	0.024	6.520	0.000	0.109	0.204	0.109	0.204
Jiangshan	0.124	0.017	7.270	0.000	0.090	0.158	0.090	0.158

Fuente: Elaboración propia según información recabada de la investigación

A modo de confirmación, revalidamos tanto el valor “*Multiple R*” como “*Significance F*”, y ambos se mantienen en valores similares, reflejando la

conservada representatividad del modelo, aun habiendo depurado variables, lo que indica que efectivamente no eran relevantes como predictores para la variable explicada.

Habiendo ya confirmado la función y los coeficientes matemáticamente viables con los que trabajaremos, ahora debemos hacer algunas consideraciones para ajustar esto a la realidad según su razonabilidad. Remitiéndonos nuevamente a la figura 33, podemos observar que el coeficiente para la variable algodón es negativo. Si bien esto es matemáticamente posible, no es realista a fines financieros ya que implicaría que el portafolio contenga cantidades negativas de dicho activo. Ante esta disyuntiva se presentan dos alternativas, eliminar la variable, o potenciarla con un exponente par, que tendrá el efecto de hacerla positiva.

1. Potenciación: Se evalúa según este criterio, potenciar el coeficiente negativo. Este método puede generar una distorsión significativa de los números, o por el contrario poco relevante, en virtud de los valores subyacentes potenciados. En este caso, el coeficiente original expuesto en la regresión de la figura 33, que equivale a -0.0174 , al potenciarse con un exponente de 2 se convierte en 0.0003 , corrigiendo el factor del valor negativo, pero al mismo tiempo, generando una ponderación considerablemente baja para el valor del activo y por ende, poco relevante. De realizarse el análisis de esta manera, estaríamos pasando de un coeficiente de correlación original de 0.815 , a 0.8023 , lo que no constituye un cambio mayor para evaluar la efectividad de la metodología, y si se evalúa con un exponente de 4 en adelante, el resultado se estabiliza en 0.8027 , con una ponderación para la variable tendiente a 0.
2. De la misma manera que en la conclusión del punto 1, en este caso, la decisión de eliminar la variable tendrá un efecto similar al de potenciarla por lo que la decisión tiene poca trascendencia. En este caso el cambio del coeficiente de correlación sería de 0.815 a 0.8027 (Ver cuadro 11), levemente superior al obtenido por la metodología anterior, pero igualmente irrelevante a fines de la distribución.

Cuadro 11 – Alternativas de optimización de la función para variable negativa

	Coeficientes				
	Algodón	Trigo	Xinan	Jiangshan	Correlación
Originales	- 0.0174	0.0082	0.1565	0.1239	0.8151
Exponente 2	0.0003	0.0082	0.1565	0.1239	0.8023
Exponente 4	0.0000	0.0082	0.1565	0.1239	0.8027
Nueva regresión	-	0.0065	0.1530	0.1309	0.8046

Fuente: Elaboración propia según información recabada de la investigación

Reconsiderando entonces la distribución a utilizar, procederemos a eliminar la variable algodón y utilizar la nueva regresión con las variables trigo, Xinan, y Jiangshan, consolidando un coeficiente de correlación suficientemente representativo, con valores ajustados a las posibilidades de la realidad para la construcción de un índice con activos de mercado según lo visto en la figura 34.

Figura 34 – Análisis de regresión sobre conjunto de activos 3

Regression Statistics	
Multiple R	0.80
R Square	0.65
Adjusted R Square	0.64
Standard Error	1.60
Observations	195.00

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3.00	893.87	297.96	116.86	0.00
Residual	191.00	487.00	2.55		
Total	194.00	1,380.87			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-	2.59	0.51	5.07	0.00	3.60	1.58	3.60
Trigo		0.01	0.00	6.79	0.00	0.00	0.01	0.01
Xinan		0.15	0.02	6.24	0.00	0.10	0.20	0.10
Jiangshan		0.13	0.02	7.58	0.00	0.10	0.17	0.10

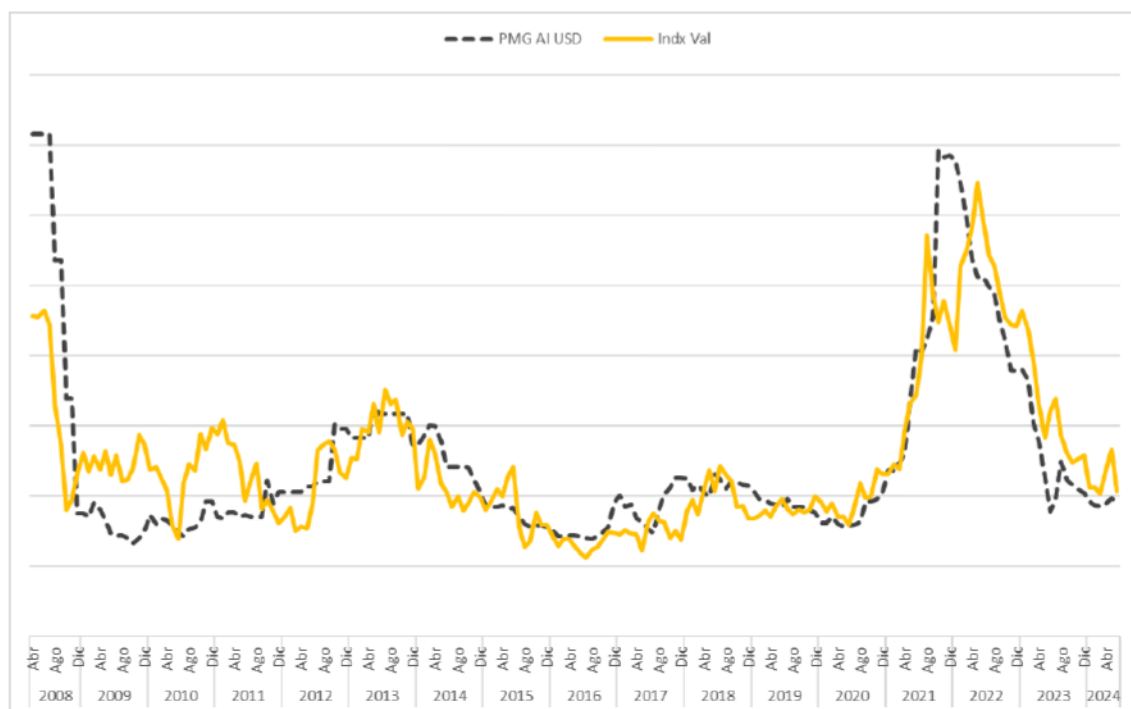
Fuente: Elaboración propia según información recabada de la investigación

Re constatamos las variables representatividad: “Multiple R” elevado, “Significance F” tendiente a 0, “P-Value” para cada variable explicativa próxima a 0. Podemos constatar entonces que el modelo es adecuado.

Estos resultados nos dan una primera conclusión sobre el análisis que podemos identificar en la figura 35 debajo. Los coeficientes obtenidos para cada activo representan la pendiente de la recta que se debería aplicar al precio de cada uno

de estos para que la sumatoria de todas estas en conjunto con su ordenada al origen (“*intercept*”), resulte en la función de mejor ajuste a la serie de datos de la variable explicada.

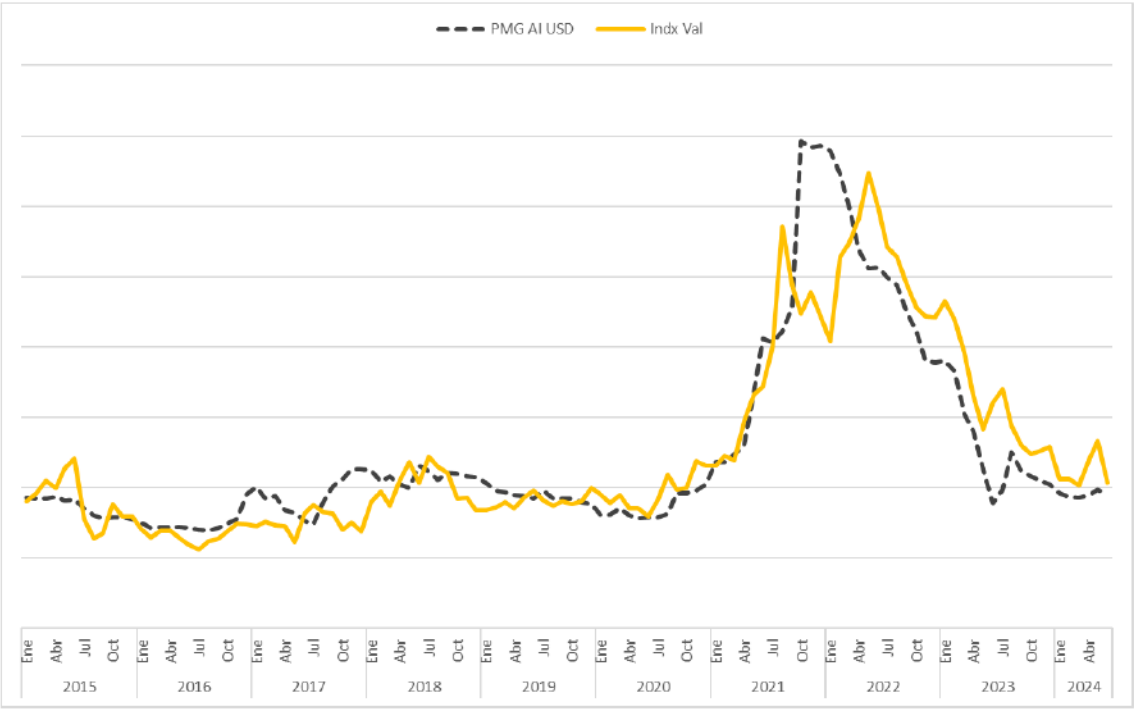
Figura 35 – Visualización de ajustamiento del índice al subyacente



Fuente: Elaboración propia según información recabada de la investigación

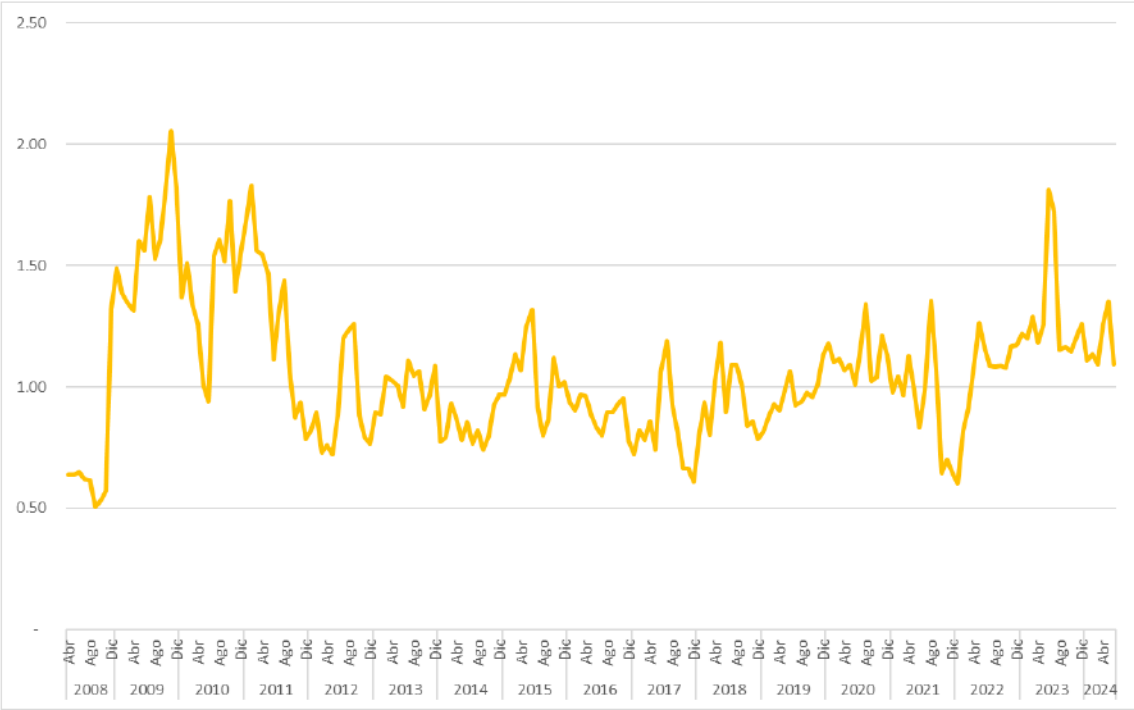
Esto nos permite concluir que tenemos una primera aproximación adecuada entre nuestro índice y su activo subyacente. Este mantiene una correlación significativa que se hace más visible en los periodos recientes donde la investigación de los factores de oferta y demanda son más relevantes y próximos como se detalla en las figuras 36 y 37. A mayor retrotracción temporal, encontraremos mayores dispersiones entre los factores considerados y el activo subyacente debido a cambios en el mercado, como cuestiones regulatorias y habilitaciones para el glifosato en distintos cultivos, como así también a cambios en la dinámica de producción y abastecimiento en las empresas seleccionadas para componer el estudio. Estos factores podrían ser subsiguientemente analizados para dar aún más claridad y ajuste del índice construido con el activo subyacente.

Figura 36 – Ajustamiento gráfico 2015-2024



Fuente: Elaboración propia según información recabada de la investigación

Figura 37 – Ratio ETF / PMG



Fuente: Elaboración propia según información recabada de la investigación

CAPITULO V - Conclusiones

5.1 – Conclusiones. Condición 1

Como vemos en los análisis superiores, el índice construido con estos valores cumple claramente con la primera condición de éxito. El valor “*Multiple R*” del modelo está fijado en 0.80, que es considerablemente elevado a nivel de proyección. Este ratio aún podría mejorar profundizando en la investigación, y teniendo en cuenta que la construcción utilizada para el índice/ETF se realizó de manera estática. En la práctica, los índices varían en su composición con el tiempo para incluir nuevos eventos, y representar de mejor manera los movimientos del subyacente. Un ejemplo de esto surgiría de reconsiderar el modelo de regresión para 2012 en adelante, depurando los impactos en las compañías de la crisis del 2008 y otros fenómenos específicos a los que estuvieron sujetas. De ser así, nuestro “*Multiple R*” se elevaría a 0,88 reflejando una mayor representatividad aun como podemos ver en la figura 38.

Figura 38 – Análisis de regresión sobre conjunto de activos 3, 2012-2024

Regression Statistics

Multiple R	0.88
R Square	0.77
Adjusted R Square	0.76
Standard Error	1.16
Observations	150.00

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3.00	657.61	219.20	162.62	0.00
Residual	146.00	196.80	1.35		
Total	149.00	854.41			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	- 2.02	0.41	- 4.93	0.00	- 2.82	- 1.21	- 2.82	- 1.21
X Variable 1	0.01	0.00	7.99	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
X Variable 2	0.23	0.04	5.17	0.00	0.14	0.31	0.14	0.31
X Variable 3	0.06	0.03	2.40	0.02	0.01	0.11	0.01	0.11

Fuente: Elaboración propia según información recabada de la investigación

5.2 – Conclusiones. Condición 2

La segunda condición presenta desafíos adicionales que son concordantes con los comentarios realizados en el título anterior. Como se puede visualizar en las figuras 36 y 37 del capítulo anterior, el ratio ETF / PMG, presenta dos universos

distintos: Uno desde el inicio de la medición inicial (abril de 2008) hasta principios de 2011, y un segundo desde esta última fecha hasta el presente.

En el primer caso vemos amplias variaciones el cociente entre los valores que están dados como se comentó anteriormente, por cambios en el mercado y eventos corporativos que generan distintas dinámicas entre las compañías utilizadas para constituir el índice, haciéndolas perder representatividad. Para el segundo universo de valores (post-2011) vemos que el índice es más acorde y sin interrupciones mayores excepto por el periodo de finales de 2021 donde el costo del PMG llegó a sus máximos históricos, siendo acompañado solo en un 60% por el ETF para algunos meses.

5.3 – Conclusión general

Como parte del proceso de diseño de índices que fue estipulado en el objetivo de este estudio, podemos concluir finalmente que el abordaje por medio del estudio de factores de oferta y demanda en el mercado (corriente y pasado), y por medio del uso de un modelo de regresión que pondere las manifestaciones económicas de estos factores (valores accionarios de compañías, valores en mercado de commodities aplicables, y demás) resulta satisfactorio y da la oportunidad de desarrollar herramientas financieras que permitan cubrir anticipadamente las variaciones de precio de un activo subyacente con distintos grados de efectividad según la expectativa de quien busca administrar sus riesgos sus riesgos. Esta metodología puede ser utilizada extensivamente para corregir los factores del portafolio de inversión de acuerdo a como sea necesario para mantener la representatividad con el paso del tiempo

Bibliografía

- Abia, R. O. (2016). *A model large scale batch process for the production of glyphosate: Scale of operation: 3000 tonnes per year*. Department of Chemistry, University of Bergen, Norway.
- AFIP. (2022). *Resolución Nro. 523/17*. Argentina: DGA - Subdirección Técnico Legal Aduanero.
- Agribusiness Global. (2020, Septiembre). *China Price Index: Glyphosate Rises Amid Sichuan Flooding, Exports Taper Off*. Retrieved from <https://www.agribusinessglobal.com/agrochemicals/china-price-index-glyphosate-rises-amid-sichuan-flooding-exports-taper-off/>
- Agribusiness Global. (2021, Febrero). *China Price Index: January Prices Climb, Plus Three Trends That Define Agrochemical Sourcing in 2021*. Retrieved from <https://www.agribusinessglobal.com/agrochemicals/china-price-index-january-prices-climb-plus-three-trends-that-define-agrochemical-sourcing-in-2021/#slide=67009-66999-3>
- Agribusiness Global. (2022, Febrero). *China Price Index: How Industrial Upgrading Is Key to Sustainability in the 14th Five-Year Plan of the China Agrochemical Industry*. Retrieved from China Price Index: How Industrial Upgrading Is Key to Sustainability in the 14th Five-Year Plan of the China Agrochemical Industry: <https://www.agribusinessglobal.com/agrochemicals/china-price-index-how-industrial-upgrading-is-key-to-sustainability-in-the-14th-five-year-plan-of-the-china-agrochemical-industry/#slide=68612-68625-1>
- Agribusiness Global. (2023, Agosto). *China Price Index: Why Glyphosate Manufacturers' Pricing Strategy Is Failing and How to Fix It*. Retrieved from <https://www.agribusinessglobal.com/agrochemicals/glyphosate/>
- Agribusiness Global. (2024, Marzo). *David Li Addresses Glyphosate Oversupply in AgriBusiness Global LIVE! China Update 2024*. Retrieved from <https://www.agribusinessglobal.com/agrochemicals/david-li-addresses-glyphosate-oversupply-in-agribusiness-global-live-china-update-2024/>
- Agropages. (2021, Abril). *Jiangshan's glyphosate production capacity may reach annual 190,000 tons after taking over Sichuan Leshan Fuhua Tongda*. Retrieved from <https://news.agropages.com/news/print-38793.htm>
- Agropages. (2022, Noviembre). *Hebang to launch annual 500,000-ton PMIDA project worth RMB16.7 billion*. Retrieved from <https://news.agropages.com/News/print-44485.htm>
- Agropages. (2024, Diciembre). *Sichuan Hebang Biotechnology Co., Ltd.* Retrieved from Sichuan Hebang Biotechnology Co., Ltd.: <https://www.agropages.com/CompanyDirectory/ProductList-13937.htm>
- Agrospray. (2023, Enero). *Barbecho químico: ¿cómo desarrollar una buena estrategia de ejecución?* Retrieved from <https://agrospray.com.ar/blog/barbecho-quimico/>
- Bayer S.A. (2024, Diciembre). *Marbete Round Up*. Retrieved from https://cs-assets.bayer.com/is/content/bayer/Marbete%20Roundup%20TOP_0pdf

- Bolsa de Comercio de Rosario. (2022, Junio). *¿Cuánto se debió invertir en Argentina para la siembra 2021/22?* Retrieved from <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/cuanto-se>
- Bolsa de comercio de rosario. (2025, Enero). *Bolsa de comercio de Rosario - Mercados*. Retrieved from Bolsa de comercio de Rosario: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados>
- Bolsa de comercio de Rosario. (2025, Enero). *Comentario diario del Mercado Físico de Rosario*. Retrieved from Bolsa de comercio de Rosario: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/mercado-de-granos/comentario-del-mercado/comentario-del-mercado-local/comentario-1429>
- Booth, R. (1957). *N-phosphonomethylglycine production process*. United States Patent No. 2,782,107. U.S. Patent and Trademark Office.
- Brandt, J. A. (1983). *Price forecasting and evaluation: An application in agriculture*. Journal of Forecasting.
- Campolimpio. (2024, Diciembre). *Programa Campolimpio*. Retrieved from Home: <https://www.campolimpio.org.ar/>
- Caseley, J. (1996). *Manejo de Malezas para Países en Desarrollo*. Roma: FAO. Retrieved from <https://www.fao.org/4/t1147s/t1147s0e.htm>
- Chattanooga Times Free Press. (2024, Abril). *Cápsula del tiempo*. Retrieved from Sanofi-Aventis adquirió Chattem en 2009 por 1.900 millones de dólares: https://www-timesfreepress-com.translate.goog/news/2024/apr/01/time-capsule-sanofi-aventis-acquired-chattem-in/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=rq#:~:text=Time%20capsule%3A%20Sanofi%2DAventis%20acquired,billion%20%7C%20Chattanooga%20Times%20
- Colino, E. V. (2011). *Improving the accuracy of outlook price forecasts*. Agricultural Economics.
- Cornejo Tonnelier, M. (2017). Un estudio econométrico de los precios de las commodities y su relación con la economía Argentina. *Conicet*.
- Délye, C. J. (2014). *Metabolism-based herbicide resistance and cross-resistance in crop weeds: A threat to herbicide sustainability and global crop production*. Plant Physiology.
- Ding, W. R. (2011). *Biological response of soybean and cotton to aerial glyphosate drift*. Weed Technology.
- Donghua Jinlong. (2024, Diciembre). *Glycine*. Retrieved from Glycine: <https://www.glycine.com.cn/products/?lang=es>
- Dumrauf, G. (2010). *Finanzas Corporativas, Un enfoque Latinoamericano*. Buenos Aires: Alfaomega.
- EMIS. (2024, Diciembre). *Zhejiang Xinan Chemical Industrial Group Co.,Ltd*. Retrieved from Zhejiang Xinan Chemical Industrial Group Co.,Ltd: https://www.emis.com/php/company-profile/CN/Zhejiang_Xinan_Chemical_Industrial_Group_CoLtd__%E6%B5%99%E6%B1%9F%E6%96%B0%E5%AE%89%E5%8C%96%E5%B7%A5%E9%9B%86%E5%9B%A2%E8

%82%A1%E4%BB%BD%E6%9C%89%E9%99%90%E5%85%AC%E5%8F%B8__en_1734632.html

- Erpen, M., & Fanelli, J. (2010). *Mercado de Capitales, Manual para no especialistas*. Buenos Aires: Temas.
- Estrada, J. (2006). *Finanzas en pocas palabras*. Pearson.
- FAO. (2023). *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023*. Retrieved from https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/28cfd24e-81a9-4ebc-b2b5-4095fe5b1dab/content/cc8166en.html#figure_01_tab
- FAO Stat. (2024, Diciembre). *FaoStat - Pesticide use*. Retrieved from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>
- Ferrelli, F. (2012). *La sequía 2008-2009 en el Sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina)*. Asociación Española de Ecología Terrestre.
- Franz, J. E. (1988). *Glyphosate-resistant plants*. United States Patent No. 4,724,103. U.S. Patent and Trademark Office.
- Frontiers. (2021, Octubre). *Editorial: Multiple Herbicide-Resistant Weeds and Non-target Site Resistance Mechanisms: A Global Challenge for Food Production*. Retrieved from <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2021.763212/full>
- Fundación BBVA. (2010). *Las fuentes del crecimiento económico en asia*. Retrieved from https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/08_CyC_2010_web.pdf
- Gale, H. F. (2009). *China is using more corn for industrial products*. US Department of Agriculture, Economic Research Service.
- García, L. &. (2014). *Construcción de un índice compuesto y aproximación para medir los cambios en el tiempo. Realidad, Datos y Espacio*. INEGI.
- Glyphosate Facts. (2024, Abril). *Glyphosate History*. Retrieved from <https://glyphosatefacts.com/glyphosate-impacts/glyphosate-history/>
- Hall, J. C. (1998). *Glycine*. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition.
- Harari, Y. N. (2011). *Sapiens. De animales a dioses: Una breve historia de la humanidad*. 1998.
- IMARC. (2024, Diciembre). *Mercado de productos agroquímicos: Tendencias mundiales de la industria, cuota, tamaño, crecimiento, oportunidad y previsión 2024-2032*. Retrieved from <https://www.imarcgroup.com/report/es/agrochemicals-market>
- INTA. (2022, Diciembre). *La agricultura regenerativa se extiende en la región Cuyo*. Retrieved from <https://intainforma.inta.gob.ar/la-agricultura-regenerativa-se-extiende-en-la-region-cuyo/>
- INTA. (2024, Octubre). *Detectan los primeros ejemplares de chicharrita africana en la Argentina*. Retrieved from <https://www.argentina.gob.ar/noticias/detectan-los-primeros-ejemplares-de-chicharrita-africana-en-la-argentina>

- INTA. (2024, Junio). *El INTA logró secuenciar el genoma de la chicharrita del maíz*. Retrieved from <https://intainforma.inta.gob.ar/el-inta-logro-secuenciar-el-genoma-de-la-chicharrita-del-maiz/>
- Jackson, J. E. (2005). *A User's Guide to Principal Components*. : Wiley-Interscience.
- Monsanto Technology LLC. (2008). *Métodos de producción de productos de control de plagas que comprenden un compuesto de fosfonato*. Patente No. ES2317295T3. Oficina Española de Patentes y Marcas.
- National Pesticide Information Center - Oregon State University. (2019, Marzo). *Glyphosate - Technical Fact Sheet*. Retrieved from <https://npic.orst.edu/factsheets/archive/glyphotech.html>
- No Till Farmer. (2018, Julio). *John Franz & the Glyphosate Discovery*. Retrieved from <https://www.no-tillfarmer.com/articles/12626-john-franz-and-the-glyphosate-discovery>
- Noticias Agropecuarias. (2021, Julio). *Argentina se encamina a una campaña 2021/22 récord*. Retrieved from <https://www.noticiasagropecuarias.com/2021/07/24/argentina-se-encamina-a-un-record-de-siembras-en-la-2021-22/>
- Parkin, M. (2015). *Economía (8th ed.)*. Mexico: Pearson.
- Perry, E. D. (2019). *Patent Expiration, Product Concentration, and Glyphosate Use: A Tale of Unexpected Consequences*. Journal of Economic Behavior & Organization. Retrieved from <https://agpolicyreview.card.iastate.edu/spring-2019/patent-expiration-product-concentration-and-glyphosate-use-tale-unexpected-consequences>
- Research and Markets. (2018, Julio). *Research Report on China's Glyphosate Industry - 2018-2022*. Retrieved from Research Report on China's Glyphosate Industry - 2018-2022: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4600335/research-report-on-chinas-glyphosate-industry>
- Reuters. (2024, octubre). *Bayer must pay \$78 million in latest Roundup cancer trial, jury finds*. Retrieved from <https://finance.yahoo.com/news/bayer-must-pay-78-million-203032936.html>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2024, Diciembre). *Estimaciones Agrícolas*. Retrieved from <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2024, Diciembre). *Estimaciones Agrícolas, Mapa de Cultivos*. Retrieved from <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/estimaciones/mapa/>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2024, Diciembre). *Fitosanitarios*. Retrieved from Fitosanitarios: <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/fitosanitarios>
- SENASA. (2024, Diciembre). *Registro nacional de terapéutica vegetal*. Retrieved from <https://aps2.senasa.gov.ar/vademecum/app/publico/formulados>
- SENASA. (2024). *Resolución Senasa 1175/2024*. SENASA.
- Steinrücken HC, A. N. (1980). *The herbicide glyphosate is a potent inhibitor of 5-enolpyruvyl-shikimic acid-3-phosphate synthase*. . Biochem Biophys Res Commun.

- Sunwell Chem. (2024, Diciembre). *Products*. Retrieved from Products:
http://www.sunwellchem.com/product_en.html
- Syngenta Agro S.A. (2024, Diciembre). *Maiz*. Retrieved from Maiz Syngenta:
<https://www.syngenta.com.ar/maiz>
- Syngenta Agro S.A. (2024, Diciembre). *Marbete Sulfosato touchdown*. Retrieved from
<https://www.syngenta.com.ar/product/crop-protection/herbicida-no-selectivo/sulfosato-touchdown>
- Syngenta Agro S.A. (2024, Diciembre). *Soja*. Retrieved from Soja Syngenta:
<https://www.syngenta.com.ar/soja>
- The Royal Society of Chemistry. (2012). *Electronic Supplementary Material (ESI) for Green Chemistry*. Retrieved from
<https://www.rsc.org/suppdata/gc/c2/c2gc35349k/c2gc35349k.pdf>
- U.S. News. (2025, Enero). *10 Best-Performing ETFs of 2024*. Retrieved from
<https://money.usnews.com/investing/articles/best-performing-etfs>
- United Nations. (2019, Junio). *World Population Prospects 2019: Highlights*. Retrieved from
https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/undesapd_kf_wpp2019_10keyfindings.pdf
- United nations. (2023). *THE 17 GOALS*. Retrieved from <https://sdgs.un.org/goals>
- United States Environmental protection Agency. (2020, Noviembre). *Glyphosate*. Retrieved from
<https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/glyphosate>
- Visual Capitalist. (2023, Octubre). *Mapped: The Largest Stock Exchanges in the World*. Retrieved from <https://www.visualcapitalist.com/largest-stock-exchanges-in-the-world/>
- Washington County insider. (2023, Junio). *More than 15 Departments respond to major structure fire in Dodge County*. Retrieved from
<https://www.washingtoncountyinsider.com/more-than-15-departments/>
- Webster, A. L. (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la economía (3rd ed.)*. . Irwin McGraw-Hill.
- Yushchenko, D. Y. (2021). *Glyphosate: Methods of synthesis*. Boreskov Institute of Catalysis, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences.
- Zhantasov K. T, S. S. (2017). *Glyphosate: Application and Production Ways*. Orient J Chem .

Apéndices y Anexos

Anexo 1 – Valores bursátiles de compañías relevadas

Valores mensuales para el periodo Ene-2008 – Jun-2024; Finales de Mes; Dividendos ajustados

Valores	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Zhejiang XinAn Chemical Industrial Group Co Ltd (600596)	2008	31.36	39.53	30.91	28.69	28.51	27.47	25.61	17.56	14.96	12.04	13.17	14.24
	2009	18.03	16.67	17.93	17.00	16.02	16.81	19.30	18.57	20.21	19.50	21.32	20.50
	2010	19.54	18.53	19.27	15.53	12.08	9.88	11.99	13.67	13.19	16.79	15.74	15.22
	2011	12.66	15.48	13.46	12.47	10.86	10.52	11.13	10.04	9.72	10.36	9.16	6.50
	2012	6.67	7.68	4.61	5.11	4.68	4.42	5.70	6.34	6.33	6.57	4.47	5.36
	2013	7.33	7.90	9.76	9.04	9.96	7.54	10.01	10.21	9.54	7.61	8.56	7.56
	2014	7.46	7.38	9.16	7.01	6.41	6.54	6.49	6.96	7.46	7.31	7.27	7.41
	2015	7.91	8.00	9.02	9.53	10.56	9.96	7.23	5.53	5.06	6.71	8.26	7.29
	2016	4.91	4.82	5.64	5.35	5.26	5.21	5.33	6.32	5.95	6.17	7.19	7.31
	2017	6.77	6.92	7.16	6.43	5.26	6.04	7.36	8.41	8.31	7.34	7.46	6.56
	2018	9.11	10.17	9.53	11.20	12.21	11.55	12.68	10.70	11.26	8.71	8.54	7.64
	2019	7.54	9.01	10.06	8.96	7.99	7.69	7.40	7.64	6.93	6.54	6.42	7.03
	2020	6.61	6.36	6.18	5.73	5.73	6.14	6.49	6.88	6.16	6.49	10.51	7.75
	2021	7.25	8.59	8.99	8.86	10.96	12.66	15.71	31.69	22.49	19.82	19.21	17.85
	2022	15.48	19.56	18.73	17.26	18.79	21.65	19.45	18.90	15.82	14.93	15.95	15.14
	2023	16.38	16.71	15.18	12.50	11.16	10.93	11.74	10.07	10.13	9.78	9.35	9.12
	2024	7.65	8.43	8.08	8.96	8.73	7.60						

Valores	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Nantong Jiangshan Agrochemical & Chemicals Co Ltd (600389)	2008	18.41	21.57	18.44	16.93	18.23	16.66	18.67	10.91	9.98	6.61	7.09	8.21
	2009	10.40	10.93	11.59	10.18	9.79	9.82	10.33	8.43	7.71	9.22	9.52	10.62
	2010	9.79	9.25	9.31	8.46	7.25	5.62	6.33	6.95	6.83	8.02	7.95	8.06
	2011	7.33	8.24	8.42	7.00	6.30	7.13	7.53	6.51	6.05	6.11	5.73	4.37
	2012	4.68	5.71	4.57	5.27	5.81	5.73	9.31	9.87	10.47	9.81	7.49	9.46
	2013	11.13	13.50	19.54	17.45	23.58	22.69	28.85	26.01	26.49	21.58	23.27	26.09
	2014	15.74	16.05	17.30	15.60	14.26	14.99	14.07	14.08	14.78	14.01	14.11	12.22
	2015	13.12	14.34	15.87	15.58	18.45	14.36	10.40	8.74	9.14	12.96	10.78	12.18
	2016	11.76	11.34	10.91	10.49	10.07	9.59	10.50	12.11	12.39	12.97	14.06	13.61
	2017	13.13	12.79	12.72	12.90	10.94	11.43	14.52	13.65	12.78	11.91	12.43	11.99
	2018	14.21	13.14	12.79	13.37	15.61	13.07	14.59	15.32	15.09	12.97	12.65	11.61
	2019	11.06	12.67	12.59	14.08	13.66	14.55	14.68	14.48	14.62	13.92	13.02	14.26
	2020	13.74	13.55	13.40	13.22	13.22	12.61	13.81	17.94	14.02	13.00	14.88	14.20
	2021	13.72	14.50	15.07	17.81	24.79	23.72	27.59	34.06	31.90	26.66	31.88	28.36
	2022	26.21	31.55	31.59	36.19	42.59	41.88	39.79	37.14	30.26	28.15	29.48	30.40
	2023	33.79	32.10	27.50	24.27	20.52	23.75	24.85	22.04	20.75	18.58	17.81	17.40
	2024	13.25	13.65	12.73	16.75	15.66	14.11						

Valores	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Hubel Xingfa Chemicals Group Co Ltd (600141)	2008	17.04	18.74	14.98	16.44	15.46	16.30	15.69	8.80	8.26	4.31	5.70	5.86
	2009	8.10	8.30	10.37	9.00	8.95	9.64	12.73	10.80	10.38	12.63	15.56	15.08
	2010	14.85	14.69	13.80	15.15	12.97	10.49	12.65	14.00	16.92	19.92	16.42	16.72
	2011	16.22	20.20	18.69	17.75	16.04	17.38	18.81	21.28	17.55	17.77	16.06	14.24
	2012	15.92	17.29	16.27	18.72	19.97	17.24	16.32	16.06	16.52	16.20	12.74	15.03
	2013	15.42	15.25	15.27	12.98	13.93	9.33	9.47	10.26	10.82	10.20	10.67	10.40
	2014	9.72	9.67	9.33	8.28	8.32	8.17	9.17	9.64	9.78	10.82	12.07	12.70
	2015	12.90	13.46	15.12	14.42	14.67	14.36	12.82	10.00	10.42	10.52	10.66	12.18
	2016	8.46	8.09	9.56	8.70	8.76	9.60	9.29	11.87	10.94	11.22	13.21	12.67
	2017	11.03	11.50	12.17	10.77	9.90	10.31	13.65	15.43	15.91	14.70	14.23	14.08
	2018	13.37	13.08	12.60	12.62	12.94	11.65	13.05	11.01	12.48	10.70	11.01	10.29
	2019	9.66	11.11	10.97	11.36	10.51	10.28	11.01	11.13	10.38	10.20	9.68	10.28
	2020	10.08	10.17	10.19	8.91	8.98	8.95	10.46	11.61	9.80	11.24	12.18	11.03
	2021	13.02	13.02	13.70	13.46	18.18	18.83	24.46	41.88	44.85	49.59	39.95	37.88
	2022	29.83	41.00	33.23	32.08	37.58	43.99	37.22	38.65	33.48	28.27	30.62	29.00
	2023	32.46	35.10	30.45	24.70	21.39	22.22	24.13	20.30	19.77	19.65	18.81	18.25
	2024	16.36	18.44	18.30	21.52	21.61	19.08						

Values	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Sichuan Hebang Biotechnology Co Ltd (603077)	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2012	-	-	-	-	-	-	-	1.16	1.13	1.06	0.92	1.16
	2013	1.28	1.09	1.06	0.86	1.05	0.81	0.83	1.15	1.15	1.15	1.11	1.06
	2014	1.02	1.12	1.02	1.08	0.93	0.99	1.06	1.22	1.54	1.52	1.76	1.47
	2015	1.57	1.62	2.04	2.75	3.87	3.15	3.49	2.86	2.13	2.74	3.31	3.06
	2016	2.27	2.16	2.36	2.35	2.08	2.24	2.15	2.28	2.41	2.41	2.35	2.33
	2017	2.26	2.26	2.35	2.26	2.23	2.31	2.39	2.27	2.31	2.27	2.11	2.00
	2018	2.09	2.09	2.09	1.99	1.75	1.73	1.83	1.77	1.71	1.63	1.67	1.62
	2019	1.60	1.97	1.97	1.90	1.86	1.90	1.89	1.62	1.55	1.52	1.45	1.48
	2020	1.47	1.64	1.45	1.36	1.31	1.32	1.35	1.40	1.40	1.34	1.46	1.42
	2021	1.32	1.43	1.53	1.67	1.96	2.08	2.40	3.05	3.93	3.56	3.38	3.41
	2022	3.51	3.93	3.51	3.16	3.40	4.26	3.88	3.77	3.22	2.89	3.17	3.04
	2023	3.21	3.15	2.99	2.76	2.35	2.43	2.61	2.39	2.34	2.38	2.34	2.36
	2024	2.29	2.46	2.30	2.10	1.97	1.65						

Values	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Jiangsu Yangnong Chemical Co Ltd (600486)	2008	16.67	19.04	15.22	15.77	16.89	13.42	12.94	9.70	9.04	7.97	8.90	10.72
	2009	12.27	12.95	13.61	13.76	14.53	13.72	15.16	14.67	14.14	14.23	17.81	16.75
	2010	17.93	18.44	18.31	14.13	12.11	9.85	11.26	12.95	14.04	15.79	13.91	14.21
	2011	12.71	14.94	15.39	12.94	11.94	12.08	11.52	10.06	9.51	9.71	9.39	8.11
	2012	8.33	9.22	8.15	10.17	10.45	10.08	11.07	12.43	11.68	11.96	9.17	11.09
	2013	12.13	12.38	13.56	18.13	21.11	19.51	21.62	19.37	13.81	12.57	14.92	14.95
	2014	14.79	13.76	14.74	12.60	12.40	13.08	13.56	14.38	15.40	15.45	17.67	19.29
	2015	21.22	21.90	23.47	24.25	29.15	23.06	20.93	21.10	18.85	20.49	20.54	22.57
	2016	15.42	16.98	18.59	17.42	19.34	21.08	23.46	25.31	24.15	24.38	26.65	29.13
	2017	27.85	28.51	28.15	27.55	27.69	32.47	33.82	31.16	29.96	35.47	33.88	38.22
	2018	38.62	40.14	36.85	39.94	45.18	43.02	44.13	40.08	35.66	28.67	29.77	28.97
	2019	30.85	35.81	42.57	43.25	38.46	42.08	43.67	40.46	38.31	40.24	43.23	52.79
	2020	49.63	53.81	51.85	57.92	68.08	63.46	73.77	70.39	67.46	71.62	89.23	101.54
	2021	110.54	103.11	92.25	86.17	84.93	85.98	96.58	92.38	80.65	90.59	101.92	100.92
	2022	90.12	95.67	92.88	100.85	113.39	102.52	88.46	87.55	76.93	71.07	81.42	79.92
	2023	84.94	82.57	74.72	70.84	63.84	67.25	71.01	63.92	69.00	67.56	64.66	63.12
	2024	49.15	54.72	51.26	64.43	60.04	56.45						

Anexo 2 – Valores bursátiles de granos relevados

Valores mensuales para el periodo Ene-2008 – Jun-2024; Finales de Mes; contratos por unidad de medida estándar (según cultivo) a 30 días.

Values	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Soja	2008	1,274.5	1,522.0	1,197.3	1,301.8	1,363.5	1,605.0	1,395.8	1,332.0	1,045.0	925.3	883.0	972.3
	2009	980.0	874.5	952.0	1,070.0	1,184.0	1,226.3	1,134.0	1,100.0	927.0	918.0	1,057.9	1,049.3
	2010	915.5	962.6	940.4	999.8	940.9	934.4	1,013.9	1,010.6	1,102.6	1,241.6	1,245.9	1,403.9
	2011	1,410.9	1,365.9	1,416.6	1,394.9	1,382.4	1,303.8	1,352.8	1,455.1	1,175.1	1,214.0	1,133.4	1,211.9
	2012	1,200.4	1,319.1	1,401.9	1,500.9	1,344.3	1,480.9	1,673.8	1,754.4	1,591.9	1,550.9	1,440.6	1,408.5
	2013	1,470.6	1,448.8	1,406.9	1,396.5	1,510.1	1,429.4	1,247.3	1,356.4	1,281.4	1,265.6	1,337.0	1,289.4
	2014	1,283.9	1,414.1	1,462.4	1,511.4	1,491.1	1,327.5	1,098.1	1,024.3	912.4	1,043.1	1,014.1	1,022.9
	2015	961.6	1,030.4	972.6	977.1	934.4	1,048.3	953.1	887.1	891.6	885.1	881.6	863.6
	2016	882.4	861.1	912.6	1,029.9	1,077.9	1,174.3	1,019.4	941.9	955.3	1,011.9	1,033.8	1,005.1
	2017	1,024.6	1,036.4	945.9	957.1	915.9	948.4	998.4	946.6	966.9	984.6	985.6	962.5
	2018	996.8	1,055.0	1,044.8	1,048.5	1,019.5	862.8	907.5	845.5	844.3	851.5	893.3	894.0
	2019	915.8	910.0	883.9	854.5	878.3	881.9	880.3	868.3	904.3	931.8	876.6	943.5
	2020	872.6	893.1	885.5	855.5	840.5	883.0	897.3	952.5	1,021.8	1,056.9	1,168.8	1,310.3
	2021	1,364.4	1,407.9	1,436.8	1,535.6	1,528.5	1,393.5	1,348.4	1,293.5	1,257.0	1,235.8	1,217.3	1,328.8
	2022	1,490.5	1,644.3	1,618.3	1,684.8	1,687.0	1,560.5	1,468.5	1,422.5	1,364.8	1,419.5	1,469.5	1,524.0
	2023	1,538.0	1,479.5	1,505.5	1,419.3	1,299.8	1,442.0	1,331.8	1,368.8	1,275.0	1,310.5	1,342.8	1,293.5
	2024	1,232.8	1,128.3	1,205.3	1,163.0	1,203.5	1,133.5	1,014.5	1,000.0				

Valores	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Maiz	2008	513.3	556.5	582.0	612.3	612.5	737.8	607.5	585.0	506.5	419.3	365.8	417.8
	2009	390.3	359.0	414.8	403.5	446.3	354.5	349.5	329.8	356.8	379.3	417.5	424.3
	2010	367.8	389.0	356.5	375.3	369.0	362.8	406.8	439.3	508.3	595.0	544.0	636.5
	2011	670.0	731.0	701.0	756.5	717.5	648.0	668.8	767.5	605.8	659.0	608.0	654.8
	2012	645.3	658.0	643.3	634.3	525.5	628.5	805.3	802.8	756.3	755.8	748.0	698.3
	2013	740.5	719.5	695.3	683.3	662.0	679.3	499.0	495.0	441.5	428.3	415.3	422.0
	2014	434.0	457.5	502.0	514.0	465.8	424.3	357.0	359.0	320.8	376.8	375.8	397.0
	2015	370.0	384.5	376.3	362.5	351.5	414.0	371.0	363.8	387.8	382.3	365.0	358.8
	2016	372.0	353.5	351.5	390.3	404.8	358.8	334.5	301.5	336.8	354.8	336.8	352.0
	2017	359.8	366.8	364.3	358.0	372.0	370.5	370.8	342.3	355.3	345.8	341.8	350.8
	2018	361.5	374.5	387.8	392.5	394.0	350.3	372.3	351.0	356.3	363.3	366.5	375.0
	2019	376.5	362.0	356.5	353.3	427.0	420.3	400.3	358.0	388.0	390.0	371.3	387.8
	2020	381.3	366.5	340.8	311.5	325.8	338.5	316.0	348.5	379.0	398.5	419.8	484.0
	2021	547.0	555.5	564.3	740.0	656.8	720.0	547.0	534.0	536.8	568.3	567.0	593.3
	2022	626.0	697.5	748.8	818.3	753.5	743.8	616.3	673.8	677.5	691.5	662.0	678.5
	2023	679.8	629.5	660.5	636.0	593.0	554.5	504.0	461.0	476.8	478.8	461.8	471.3
	2024	458.5	415.8	454.5	446.8	454.0	407.5	399.8	401.0				

Valores	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Trigo	2008	929.5	1,073.0	929.0	787.3	761.5	843.5	783.8	779.3	680.0	536.3	542.5	610.8
	2009	568.0	510.5	532.8	524.3	637.3	511.3	528.3	471.0	457.5	494.3	586.5	541.1
	2010	473.1	519.1	450.4	505.1	458.4	479.3	661.4	689.4	676.1	727.4	689.6	792.6
	2011	838.6	816.4	759.1	804.1	787.1	600.4	674.9	788.1	606.0	629.3	614.9	653.1
	2012	666.6	667.9	658.9	652.6	645.6	758.9	892.6	888.6	895.6	866.9	863.5	778.5
	2013	781.6	716.4	684.5	730.3	706.6	656.9	663.6	654.9	679.1	667.4	668.3	605.1
	2014	555.0	600.4	697.1	721.5	628.1	576.8	530.4	563.4	478.6	531.3	578.4	589.9
	2015	503.3	512.0	512.9	475.4	477.9	616.6	498.1	485.4	512.3	522.1	475.6	469.4
	2016	479.4	452.9	474.5	489.3	463.8	448.0	407.3	387.5	401.8	415.3	403.0	407.8
	2017	421.0	443.8	425.8	432.6	429.5	525.8	474.3	435.5	448.3	418.5	434.4	427.5
	2018	451.5	492.5	451.8	511.3	524.8	502.0	554.5	546.5	510.5	501.3	515.5	503.0
	2019	516.5	458.8	458.5	429.0	504.9	526.0	486.5	461.4	495.5	508.8	542.1	559.4
	2020	553.4	525.3	567.8	523.5	521.6	490.8	531.0	546.5	578.1	598.5	581.0	641.8
	2021	662.6	660.1	618.8	735.3	664.1	680.3	703.5	724.0	725.8	772.8	773.8	770.8
	2022	761.3	928.0	1,006.0	1,055.8	1,088.0	884.0	807.8	831.5	921.5	882.3	795.5	792.0
	2023	761.3	705.5	692.3	633.8	594.3	651.0	665.8	602.0	541.5	556.3	598.0	628.0
	2024	605.3	577.5	575.8	585.0	699.5	573.5	552.0	551.5				

Valores	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Algodón	2008	67.8	79.7	69.3	68.7	65.7	71.4	71.7	67.5	55.5	44.3	45.8	49.0
	2009	49.4	42.1	46.5	53.5	57.0	53.3	57.9	57.8	61.3	67.6	70.8	75.6
	2010	69.0	82.6	80.6	82.8	80.1	82.6	82.4	89.1	104.2	125.3	126.2	144.8
	2011	168.4	196.5	200.2	178.8	158.7	159.8	102.1	105.9	98.7	102.3	90.3	91.8
	2012	93.3	89.9	93.5	87.3	71.6	71.6	71.3	77.3	70.7	71.4	73.9	75.9
	2013	83.2	83.6	88.5	85.5	79.4	82.7	85.6	83.7	86.1	77.2	78.1	84.6
	2014	85.8	86.6	93.5	83.8	77.5	73.5	63.5	67.0	60.5	63.8	61.0	62.0
	2015	60.9	65.2	64.0	66.8	64.6	67.9	64.2	62.6	60.3	63.6	63.4	64.8
	2016	61.9	56.3	58.0	63.5	63.6	64.2	73.9	66.0	68.5	69.9	72.1	71.4
	2017	76.2	77.5	74.6	76.0	72.8	68.6	68.3	70.1	67.8	69.4	73.5	79.2
	2018	79.1	83.3	79.2	80.4	91.6	83.9	89.5	82.6	77.3	79.5	80.0	74.6
	2019	76.9	74.0	76.0	75.7	67.1	66.1	64.7	59.4	61.6	66.9	66.4	71.0
	2020	69.2	62.3	53.2	58.7	57.5	60.9	63.3	66.1	66.5	70.6	73.1	79.2
	2021	82.8	89.7	80.7	86.5	83.3	84.9	89.1	91.8	103.9	109.7	104.6	107.9
	2022	119.7	115.8	117.5	128.7	122.5	98.8	93.5	110.1	83.5	71.9	84.0	83.4
	2023	87.5	84.5	83.4	81.8	79.5	80.4	84.8	87.7	87.9	84.6	80.7	82.8
	2024	87.1	97.8	87.3	77.3	75.1	72.7	69.0	70.0				