



Universidad de Concepción del Uruguay
Facultad de Ciencias Médicas.
Centro Regional Rosario

**DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS
ORGANOFOSFORADOS MEDIANTE CROMATOGRFÍA
GASEOSA (GC/MS) EN HARINA DE TRIGO 000
FRACCIONADA PARA CONSUMO INTERNO**

NARELA RUCCI

Tesis presentada para completar los requisitos del plan de estudios de la

Licenciatura en Bromatología

Directora de Tesis: Ing. Ana Clara Martino

Rosario- Junio 2025

AGRADECIMIENTOS

Principalmente, agradecerles a mis papás, sin ellos, nada de esto hubiera sido posible. Gracias a su apoyo incondicional, por motivarme, respetar cada uno de mis tiempos sin juzgar y por acompañarme en esta larga carrera de principio a fin.

Gracias a mi novio, quien conocí al comienzo de la carrera, y fue una pieza fundamental en este proceso. Gracias por cebarme mates, compartir mis frustraciones y celebrar cada uno de mis logros

A mi familia, que, a pesar de mis ausencias, siempre me brindo su apoyo y comprensión

A mis amigas, quienes pasábamos largas noches hablando de cada una de nuestras carreras, nuestras frustraciones y miedos. Gracias por hacer propios mis éxitos y por estar siempre presentes.

A mis compañeros, que la vida y la carrera me regalaron como amigos, nada de esto hubiera sido lo mismo sin ese grupo que formamos, sin los retos, las risas y sobre todo el apoyo mutuo e incondicional.

A Ana Clara Martino, que aceptó dirigir mi tesina, y no solo me guio y acompañó, sino que la hizo propia, fue una pieza fundamental y me brindó todas las herramientas necesarias para hoy estar acá.

A mis profesores, que marcaron y allanaron el camino. Cada uno dejó una enseñanza muy importante en la carrera, pero sobre todo en la vida.

Una mención especial a mi perro Coqui, quien fue mi compañero fiel durante largos momentos de estudio. Su presencia constante fue un apoyo silencioso pero invaluable.

Y, sobre todo, me agradezco a mí, por no abandonar y persistir. Durante estos años pasé por alegrías, duelos, luchas internas, muchas veces puse en duda mi capacidad, de continuar; pero jamás puse en duda mi deseo, ese que ganó por sobre todo pánico, el de recibirme, el de ser licenciada.

Y agradezco a cada persona que me acompañó de alguna u otra manera en este camino, no fue fácil, pero creo que lo logré.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general:.....	3
1.3.2 Objetivos específicos:.....	3
1.4 Antecedentes	3
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Harina de Trigo.....	5
2.1.1 El trigo	5
2.1.2 Historia	6
2.1.3 El grano de trigo	8
2.1.4 Clasificación de trigo:	12
2.1.5 Cosecha	13
2.1.6 Almacenamiento	15
2.1.7 Preparación de las instalaciones para el almacenamiento:	16
2.1.8 Origen de los insectos	20
2.1.9 Prevención de infestación:.....	21
2.1.10 Insecticidas de granos almacenados	22
2.1.11 Obtención de la harina	24
2.1.12 Tipos de harina, definición del CAA	26

2.2 Plaguicidas	28
2.2.1 Productos fitosanitarios, agroquímicos y plaguicidas	28
2.2.2 Tipos de plaguicidas:	30
2.2.3 Plaguicidas Organofosforados.....	34
2.2.4 Plaguicidas Organofosforados según la normativa vigente	40
2.3 Residuo de los plaguicidas	44
2.3.1 Marco regulatorio	44
2.3.2 Límites máximos de residuos permitidos.....	49
2.3.3 Determinación de residuos de plaguicidas	51
3. METODOLOGÍA	52
3.1 Tipo de diseño.....	52
3.2 Técnicas e instrumentos	53
3.2.1 Muestras	53
3.2.2 Plaguicidas analizados.....	53
3.2.3 Técnicas utilizadas.....	53
3.2.4 Equipamiento utilizado.	55
3.2.5 Análisis instrumental.....	55
4. RESULTADOS.	56
5. DISCUSIÓN	56
6. CONCLUSIONES	57
7. BIBLIOGRAFÍA	59
8. ANEXOS A	64
8.1 Informes de análisis.....	64

8.1.1 Informe de análisis “Muestra A”	64
8.1.2 Informe de análisis “Muestra B”	66
8.1.3 Informe de análisis “Muestra C”	68

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	11
TABLA 2	31
TABLA 3	50

RESUMEN

Esta tesina se centra en la detección y cuantificación de residuos de plaguicidas organofosforados en muestras de harina de trigo 000 fraccionada para consumo interno y comercializada en las grandes cadenas de supermercados de la ciudad de Rosario. Se seleccionó esta matriz por su alto consumo y por ser el principal ingrediente de muchos alimentos, además de ser susceptible a la contaminación durante el cultivo, almacenamiento y procesamiento.

Se analizaron un total de 25 plaguicidas organofosforados, algunos de ellos permitidos por el SENASA y otros actualmente prohibidos: Carbofenotion, Chlorfenvinfos, Bromophos Etil, Paration Etil, Etion, Diazinon, Dimethoate, Disulfoton, Fenamiphos, Fenitrothion, Fention, Fosalon, Malathion, Metidathion Methyl, Bromophos, Chlorpyrifos Methyl, Paration Methyl, Profenofos, Tolclofos Methyl, Azinfos Methyl, Azinfos Etil, Methamidophos, Acephate, Chlorpyrifos, Pirimifos Methyl. La detección se realizó mediante cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (GC/MS).

Los resultados obtenidos no mostraron la presencia de ninguno de los plaguicidas mencionados en las muestras analizadas, con un límite de detección del laboratorio de 10 mg/kg.

Los resultados obtenidos fueron comparados con los Límites Máximos de Residuos (LMR) establecidos por normativas nacionales, ya que la matriz utilizada es para consumo interno, con el fin de evaluar la inocuidad del producto final

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la seguridad alimentaria y la salud pública, la detección de contaminantes en los productos destinados al consumo humano ha adquirido una relevancia primordial para los países productores de alimentos. Entre estos contaminantes, los residuos de plaguicidas, en particular los organofosforados, han generado preocupaciones sustanciales debido a sus efectos potencialmente perjudiciales para la salud. La harina de trigo, un alimento básico en la dieta argentina, es susceptible a la contaminación a lo largo de diversas etapas de su cadena de producción, desde el cultivo hasta su procesamiento.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar y cuantificar los residuos de organofosforados en muestras de harina de trigo 000, un tipo ampliamente utilizado en la fabricación de productos de panadería y pastelería. Mediante un enfoque analítico riguroso, se buscará identificar la presencia de estos compuestos y evaluar si los niveles detectados se ajustan a los límites establecidos por las normativas nacionales e internacionales de seguridad alimentaria.

Con el propósito de ofrecer una visión detallada de la situación actual, esta tesina incluye una revisión existente sobre el uso de organofosforados en la agricultura, sus mecanismos de acción y los métodos analíticos más efectivos para su detección, destacando en particular la detección mediante cromatografía gaseosa.

El objetivo final de esta investigación es contribuir a la discusión sobre la seguridad alimentaria en Argentina, proporcionando recomendaciones que fortalezcan la

vigilancia de los contaminantes en los productos agrícolas, con el fin de garantizar la protección de los consumidores y fomentar prácticas agrícolas más sostenibles.

1.1 Planteamiento del problema

El problema principal que se plantea es si las concentraciones de plaguicidas organofosforados en la harina de trigo 000 se encuentran dentro de los límites máximos permitidos para su comercialización, conforme a las regulaciones nacionales e internacionales.

1.2 Justificación

La harina de trigo 000 es uno de los productos alimenticios más consumidos a nivel mundial, utilizado en la elaboración de una gran variedad de productos de consumo diario. El trigo, durante su cultivo y posterior almacenamiento en silos, es sometido al tratamiento con plaguicidas para el control de plagas, lo que permite reducir las pérdidas en la cosecha y garantizar la calidad del grano. Sin embargo, muchos de estos productos, poseen un poder residual alto, lo que significa que pueden permanecer en el trigo después de ser cosechado y almacenado, y eventualmente ser transferidos a la harina durante su proceso de molienda.

Dado que la harina de trigo se utiliza en la elaboración de una amplia variedad de productos alimenticios, resulta de suma importancia realizar un análisis de los residuos de plaguicidas. Es fundamental que la concentración de estos compuestos se encuentre dentro de los Límites Máximos de Residuos (LMR) establecidos, a fin de garantizar la seguridad de los productos para su comercialización.

Este análisis es esencial para determinar si la harina de trigo 000 es apta para el consumo humano sin representar un riesgo para la salud, así como para asegurar que los productos que contienen esta harina puedan ser comercializados de manera segura y sin generar riesgos para los consumidores.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general:

Detectar y cuantificar la concentración de plaguicidas organofosforados en las harinas de trigo 000 que se comercializan fraccionadas en grandes cadenas de supermercados de la ciudad de Rosario.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Recolección de muestras
- Determinar mediante GC/MS la presencia o ausencia de plaguicidas organofosforados
- Determinar si los valores de plaguicidas encontrados se encuentran dentro de los LMR

1.4 Antecedentes

Se han encontrado diversos estudios que han abordado la presencia de residuos de plaguicidas organofosforados en alimentos.

Como, por ejemplo, la investigación de Silvina Mabel Faillaci, **“Uso de plaguicidas organoclorados y organofosforados en la agricultura periurbana del Cinturón Verde de Córdoba”** (2017) el cual expone la presencia de plaguicidas en las posibles rutas de contaminación alimentaria, particularmente a través de la ingesta. El

estudio, que abarcó el período entre 2010 y 2013 en el Cinturón Verde de la Ciudad de Córdoba, detectó residuos en el 22,51% de las muestras analizadas. Los plaguicidas identificados fueron: endosulfán, deltametrina, cipermetrina, bifentrin, dimetoato, etil-clorpirifos, clorotalonil, malatión y metamidofos.

Por otro lado, en la tesis **“Determinación por métodos multiresiduo de plaguicidas y micotoxinas en alimentos vegetales y lácteos mediante técnicas cromatográficas-espectrométricas de masa”** (Michlig, 2018), se describe la validación de métodos analíticos y la detección de residuos en matrices alimentarias de la región central de Santa Fe, específicamente en leche y piensos destinados a la alimentación animal. En la matriz leche, se detectaron principalmente insecticidas organofosforados como clorpirifos y diazinon, y en menor medida, otros compuestos como atrazina, acetamiprid, carbendazim y pirimifos-metil, mediante HPLC-MS/MS. Posteriormente, se incorporó el uso de GC-MS/MS, lo que permitió la detección de plaguicidas organoclorados prohibidos, como heptacloro e isómeros de DDT, además de una alta ocurrencia de endosulfán-sulfato, también prohibido en el país.

En cuanto a los piensos analizados, el 62% de los residuos detectados correspondieron a insecticidas, el 20% a herbicidas y el 18% restante a fungicidas. En total, el 72% de las muestras presentó algún tipo de residuo de plaguicida, lo que evidencia un alto nivel de exposición potencial, tanto para los animales de producción como para los consumidores humanos de productos derivados, como la leche. Estos hallazgos destacan la importancia del monitoreo constante de residuos en toda la cadena alimentaria, incluyendo las matrices indirectas, que pueden constituir una vía de transferencia de contaminantes hacia los alimentos de consumo humano. Estos

plaguicidas pueden afectar no solamente la salud y la producción de los animales que son los primeros expuestos, sino eventualmente también a las personas que consumen alimentos producidos por esos animales, como la leche

En la tesis **“Métodos de extracción y determinación de plaguicidas por cromatografía de gases masas (GC-MS/MS) en muestras de origen vegetal”** (Peiró, 2018), se abordó la aplicación de técnicas instrumentales para la detección de plaguicidas en matrices vegetales. Se destacó la técnica de cromatografía gaseosa como una de las técnicas más utilizadas para la determinación de plaguicidas por su sensibilidad. Además, se enfoca en etapa de la preparación de muestras para su posterior detección de plaguicidas aplicando la técnica de extracción de QuEChRS (*Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe*), la cual se demostró que es eficiente para el aislamiento de plaguicidas, además de ser un método rápido, fácil, económico y seguro para realizar este tipo de análisis.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Harina de Trigo

2.1.1 El trigo

Trigo es el término que designa al conjunto de cereales que pertenecen al género *Triticum*, que se trata de plantas anuales de la familia de las gramíneas, ampliamente cultivadas en todo el mundo. La palabra trigo designa tanto a la planta como a sus semillas comestibles, tal como ocurre con los nombres de otros cereales. Proviene del vocablo latino *triticum*, que significa «quebrado», «triturado» o «trillado», haciendo

referencia a la actividad que se debe realizar para separar el grano de trigo de la cascarilla que lo recubre.

2.1.2 Historia

El trigo tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia. Las evidencias arqueológicas más antiguas del cultivo de trigo vienen de Siria, Jordania, Turquía, Palestina e Irak. Hace alrededor de ocho mil años, una mutación o una hibridación ocurrió en el trigo silvestre, dando por resultado una planta tetraploide con semillas más grandes.

La semilla de trigo fue introducida a la civilización del antiguo Egipto para dar inicio a su cultivo en el valle del Nilo desde sus primeros periodos y de allí a las civilizaciones griega y romana. La diosa griega del pan y de la agricultura se llamaba Deméter, cuyo nombre significa «diosa madre», su equivalente en la Mitología romana es Ceres, de donde surge la palabra «cereal».

En Roma, el gobierno aseguraba el mantenimiento de los ciudadanos sin posibilidades económicas abasteciendo trigo a un bajo precio y regulando la molienda y fabricación del pan, ya que era una práctica común su racionamiento. La molienda y la cocción eran actividades que se realizaban en forma conjunta, de tal forma que se diseñaban en la antigua Roma molinos - hornos con una alta capacidad de producción.

El consumo del trigo y de pan en el Imperio romano revistió una gran importancia que también se confirma en la Biblia.

El trigo fue introducido en América por los colonizadores españoles. Se cuenta que un esclavo de Hernán Cortés —conquistador, explorador, fundador, capitán general

y escritor español que, a principios del siglo XVI, lideró la conquista del Imperio azteca— encontró tres granos de trigo en una bolsa de arroz enviada desde España. Conservó cuidadosamente los granos y los sembró en 1529. A partir de ellos, se habría originado el cultivo del trigo en el Nuevo Mundo.

A finales del siglo XVIII se presentaron algunos desarrollos mecánicos en el proceso de molinería como aventadores, montacargas y métodos modernos para transmisión de fuerza, con lo cual se aumentó la producción de harina.

En el siglo XIX aparece el molino de vapor con rodillos o cilindros de hierro que representó un cambio radical en la molienda. El cultivo del trigo fue aumentando a la par con estos y muchos otros desarrollos tecnológicos que permitieron mejorar el rendimiento de la planta y llegar a diversas regiones del planeta como Norteamérica y Oceanía.

A raíz de las dos guerras mundiales se hizo evidente la necesidad de aumentar la producción agrícola, para satisfacer la creciente demanda de alimentos de la población. Las estrategias puestas en práctica para solucionar este problema, que culminaron durante la denominada revolución verde (segunda mitad del siglo XX), fueron un éxito en cuanto a la producción, pero no dieron suficiente relevancia a la calidad nutricional. Las especies fueron seleccionadas para conseguir variedades resistentes a climas extremos y a las plagas, con alto contenido en gluten, cuyas propiedades viscoelásticas y adhesivas únicas son muy demandadas por la industria alimentaria, pues facilitan la preparación de masas, alimentos elaborados y diversos aditivos. El proyecto fue un éxito en relación con la producción, con tasas actuales que superan los setecientos millones de toneladas por año, pero provocó un cambio drástico en la genética del trigo.

El mayor productor mundial de trigo fue por muchos años la Unión Soviética, la cual superaba las cien millones de toneladas de producción anuales. Actualmente China representa la mayor producción de este cereal con unos noventa y seis millones de toneladas (16 %), seguida por la India (12 %) y por Estados Unidos (9 %).

2.1.3 El grano de trigo

El trigo es una planta gramínea anual con espigas. Es decir, se trata de una especie de pasto. Su altura es variable, va desde treinta centímetros hasta un metro y medio de largo. El tallo, recto, cilíndrico, da unas hojas largas y finas que terminan en forma de lanza, por lo que se les llama lanceoladas. Cada planta tiene de cuatro a seis hojas. El grano de trigo es ovalado, parecido al arroz, con las puntas redondeadas. El trigo se desarrolla en climas subtropicales, templados o ligeramente fríos. Las plantas requieren una cantidad moderada de agua, entre 229 y 762 milímetros de lluvia. Los trigos de invierno se cultivan en zonas templadas. La temperatura mínima para que crezca bien es de 13°C. El mejor trigo se consigue en terrenos pesados, con abundante marga y arcilla, aunque también es posible obtener buenos rendimientos en otros más ligeros.

Las aplicaciones de insecticidas suelen llevarse a cabo cuando el cultivo está inmaduro, ya que en caso contrario sería más económico y seguro adelantar la cosecha. En tal caso, el tiempo entre la aplicación de los productos y la cosecha del cultivo, así como el de transporte y almacenamiento del grano, y el de elaboración y almacenamiento de la harina, excedería ampliamente el tiempo de cadencia de los productos utilizados en el trigo. En ciertas regiones afectadas por lluvias durante la cosecha, se practica el

desechado (marchitamiento) químico del cultivo, que normalmente es reglamentado en cuanto al tipo y uso de disecantes. Incluso en estos casos en que la aplicación de productos se realiza inmediatamente antes de la cosecha, el tiempo entre la aplicación del producto y el consumo de la harina excede el período de carencia requerido. El consumo de harina blanca disminuye el riesgo de consumir residuos de plaguicidas y toxinas de hongos, ya que la mayor parte de estos se encuentran en las capas externas del grano, las cuales se eliminan durante la molienda.

El grano de trigo es un cariopse (fruto seco e indehisciente). Es de forma más o menos ovoide; en su parte ventral presenta un surco o arruga, producido por el repliegue de las partes laterales al producirse la maduración y la desecación. La superficie del grano es lisa, excepto en el extremo estigmático donde se encuentra un **cepillo** o penacho de pelos persistentes. El embrión se encuentra en la parte basal de la cara dorsal (parte opuesta al surco); externamente se detecta por las arrugas superficiales del pericarpio que lo recubre.

El grano está formado por el **pericarpio** y la **semilla**. El pericarpio tiene su origen en el desarrollo de las paredes del ovario y está constituido por 3 capas: epicarpio, mesocarpio y endocarpio.

La capa más externa del pericarpio está fuertemente cutinizada y hacia el ápice del grano muchas células se modifican formando los pelos del cepillo.

Desde el punto de vista industrial el cepillo interesa porque si se incorpora a las harinas aumenta notablemente la proporción de cenizas dado la cantidad de sílice que posee.

En el endosperma se distinguen la **capa aleuronífera** y el **endosperma amiloglutinoso**. La capa aleuronífera está formada por células grandes de citoplasma oleoso que incluye los gránulos de **aleurona**. La aleurona es una proteína cristalizada que no aglutina con el agua por ello no interesa en panificación. La capa de células aleuronas se elimina durante la molienda constituyendo parte del salvado junto con el pericarpio y la cubierta de la semilla.

El endosperma amiloglutinoso es la parte fundamental del grano y de allí se obtiene la harina. Está formado por células poliédricas de paredes delgadas que aumentan de tamaño hacia el centro del grano. La reserva principal de estas células es el **almidón** que se dispone en forma de gránulos de diferente tamaño incluidos en una red de fibrillas proteicas. Estas proteínas son amorfas aglutinan con el agua y cuando la cantidad de nitrógeno del suelo es suficiente y las condiciones climáticas a la madurez del grano son normales ocupan completamente los espacios que dejan entre sí los gránulos de almidón, resultando un grano traslúcido de textura vítrea.

Las principales proteínas son **gliadina** y **glutenina**, las que durante el amasado de la harina se hidratan dando lugar al gluten. Las células de la periferia del grano contienen gránulos de almidón más pequeños y en consecuencia el contenido proteico es mayor; hacia el centro del grano disminuye la cantidad de proteína, pero su calidad es mayor. La calidad de la harina depende fundamentalmente de la calidad de sus proteínas y esto es un carácter varietal. Pero las condiciones ambientales hacen variar la cantidad de proteína y la cantidad de almidón; al variar la relación entre proteína y almidón varía la textura del grano. En los estándares de comercialización del trigo se ha establecido un sistema para bonificar el contenido de proteínas sobre una base del 11%.

En la Tabla 1 veremos una descripción de las partes del trigo, con los respectivos porcentajes que constituyen al grano.

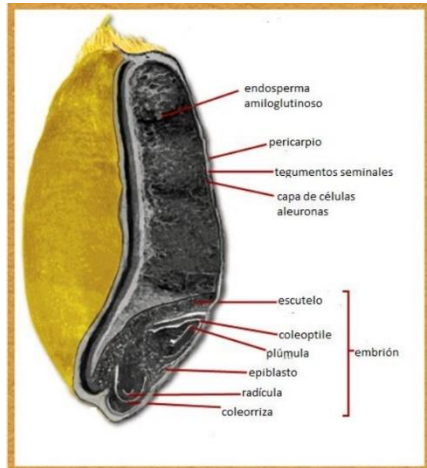
Tabla 1

Partes del grano de trigo

Partes constitutivas del grano				
Pericarpio 3-6%	Epicarpio			
	Mesocarpio			
	Endocarpio			
Semilla 94-97 %	Tegumentos Seminales			
	2-3 %			
	Endosperma		Capa de células aleuronas 5-8 %	
	88-97 %		Endosperma amiloglutinoso 82-83%	
	Embrión o germen		Escutelo (único cotiledón)	
	2-3 %		Eje embrionario	Plúmula o gémula Nudo cotiledonar Radícula

Figura 1

Partes del grano del trigo



Nota: Adaptado de Anatomía del trigo, por Pan de calidad, 2018,

(<https://pandecalidad.com/estructura-del-grano-salvado-endospermo-y-germen>).

2.1.4 Clasificación de trigo:

El trigo con el que se elabora el pan es distinto al que se utiliza para elaborar pastas industrialmente.

Trigo pan (*Triticum aestivum*):

El trigo duro es el más adecuado para la producción de pan.

- GRUPO 1: Trigos Correctores Panificación Industrial
- GRUPO 2 Trigos para Panificación Tradicional (+ 8 horas de fermentación)
- GRUPO 3 Trigos para Panificación Directa (- 8 horas de fermentación)

TRIGO PLATA: un trigo de calidad superior que se comercializa aparte.

El trigo blando es más adecuado para la producción de galletitas, dulces y crackers y otros productos de confitería.

Trigo fideos (candeal) (*Triticum durum*):

Proteínas entre el 11-14%, endosperma sumamente vítreo y translúcido y de coloración ambarina amarillenta. Las propiedades reológicas del gluten otorgan a los fideos las características de cocción que determinan la calidad del producto (textura a la mordida, pegajosidad) En comercialización se tiene en cuenta la VITREOSIDAD (porcentaje en peso de los granos vítreos, entendiéndose como tales a los granos totalmente translúcidos que no presenten puntos, áreas o manchas opacas debido a endosperma almidonoso o fenómeno de opacidad por causa del lavado.

2.1.5 Cosecha

La fecha de siembra de Trigo en Argentina, se debe realizar en los meses de junio, julio y agosto, es decir en la durante la temporada de otoño e invierno. La cosecha de trigo en Argentina se debe de realizar entre noviembre y diciembre, es decir, durante la primavera Argentina.

El trigo llega a su madurez, cuando la planta cambia su color verde por el blanquecina o amarillento. La madurez empieza por el cuello de la planta y a medida que avanza hacia arriba, los materiales que ésta ha almacenado en el tallo y en las hojas, migran en dirección a la espiga, para depositarse en los granos. El grano ha llegado a la madurez cuando no se deja cortar transversalmente con la uña.

En la actualidad para la cosecha de trigo se utiliza una máquina automotriz. Esto permite una operación rápida y económica, disminuyendo además las pérdidas por desgrane.

Cosecha mecanizada: Para tal efecto se usa una máquina automotriz. El porcentaje de humedad del trigo, en el momento de la cosecha puede fluctuar del 13 al 17% evitándose así, problemas de daños al grano. Un método práctico para saber cuál es el momento exacto para la cosecha, consiste en tomar varias espigas al azar y refregarlas entre las manos. Si el desgrane se produce en forma relativamente fácil, se está en el momento exacto de la cosecha. Esta no debería tomar más de cinco días por los peligros de incendio, lluvia o desgrane que es aprovechado por los pájaros.

Cuando el cultivo está invadido por malezas, después de la cosecha, durante el almacenamiento, puede elevarse el contenido de humedad del grano y la temperatura hasta niveles peligrosos, con riesgo del deterioro de los granos, ataque de insectos y microorganismos lo cual disminuye su valor nutritivo.

Las máquinas combinadas siegan o trillan simultáneamente y entregan el grano con un grado de limpieza bastante aceptable.

En la cosecha debe controlarse:

- Las pérdidas en el molinete.
- La posición del molinete debe ser tal que deposite el trigo en la mesa apenas haya sido cortado por las cuchillas. Las paletas deben tocar justo debajo de la espiga.
- La velocidad de la máquina debería ser la recomendada por su fabricante.

- La velocidad del cilindro deberá ajustarse mediante las diferentes combinaciones que pueden hacerse en la transmisión. Nunca deberá regularse con la aceleración de la máquina.

2.1.6 Almacenamiento

El objetivo del almacenamiento de los granos debe ser preservarlos por períodos más o menos prolongados de tiempo sin que se deterioren ni la calidad ni la inocuidad con que han sido cosechados, para maximizar la calidad de los alimentos de alto valor agregado que derivan de ellos. Los deterioros de calidad a los que nos referiremos aquí se relacionan con propiedades tales como porcentaje de proteínas, almidón, aceite, calidad panadera, porcentaje de granos dañados y valor nutritivo, entre otras.

Para reducir las pérdidas de calidad y de inocuidad debe comprenderse que los granos tienen dos enemigos principales: los hongos y los insectos. En consecuencia, todos los esfuerzos que se realicen durante la post cosecha deben estar claramente orientados a prevenir el desarrollo de estos organismos perjudiciales para el granel. A su vez, la prevención efectiva de estos organismos se basa en el manejo de dos variables fundamentales: la temperatura y la humedad de los granos

El principio básico del almacenamiento es mantener los granos fríos y con una humedad cercana a la de recibo durante todo el período de almacenaje. Al reducirse la fuente de calor y de agua, los hongos y los insectos no pueden desarrollarse normalmente. Es importante además que el grano esté limpio y sano antes de ingresar al almacenamiento. Por limpio, se entiende que el grano no debe contener tierra, granos partidos o materias extrañas, ya que estas partículas suelen presentar mayor contenido de humedad, de hongos y de micotoxinas, y son más fácilmente atacables por los

insectos. Por sano, se entiende que el grano esté libre de insectos en cualquiera de sus estadios de desarrollo.

2.1.7 Preparación de las instalaciones para el almacenamiento:

1. Limpieza de instalaciones

La limpieza es fundamental en la post cosecha para:

- Prevenir plagas, eliminando residuos de granos que sirven de alimento a insectos, roedores y aves.
- Garantizar la inocuidad del grano, reduciendo la presencia de microorganismos dañinos y la necesidad de insecticidas.
- Evitar explosiones, ya que el polvo de grano acumulado puede ser inflamable.

Debe limpiarse antes de la cosecha y mantenerse durante todo el ciclo operativo, incluyendo:

- Transportadores de granos (norias, sinfines, cintas)
- Vehículos (camiones, tolvas)
- Estructuras de almacenamiento (pisos, techos, paredes, conductos, ventiladores)

2. Tratamiento con insecticidas preventivos

- Se utilizan plaguicidas residuales
- Se aplican en instalaciones vacías tras la limpieza.
- Complementan, pero no reemplazan, a la limpieza.
- Son útiles especialmente en zonas cálidas con alta presencia de insectos.
- Reparaciones
- Antes de almacenar grano, se deben reparar goteras y filtraciones.

- La humedad favorece el crecimiento de hongos y deterioro del grano.

Recepción del grano: Muestreo. El muestreo del grano es una parte esencial del proceso de inspección y posterior clasificación de los mismos según su calidad comercial. El primer paso para determinar con precisión la calidad de los granos es asegurarse de tomar una muestra representativa de cada lote, es decir, obtener una pequeña porción de granos que refleje con la mayor exactitud posible las propiedades del lote completo del que proviene.

Clasificación de los granos. El proceso de clasificación de los granos consiste en la evaluación de una serie de características de los mismos para determinar su calidad. Dependiendo del tipo de grano, corresponderá evaluar peso hectolítrico, materias extrañas, granos rotos, granos dañados, acidez y/o materia grasa.

Determinar la humedad de los granos. Conocer el contenido de humedad de los granos es imprescindible para una adecuada conservación de los mismos durante la post cosecha, pues la humedad determinará en gran medida el período durante el cual el grano puede ser almacenado sin que se deteriore su calidad. Por lo tanto, conocer la humedad será fundamental para tomar la mejor decisión en cuanto a secar el grano, acondicionarlo o almacenarlo directamente.

Durante el almacenamiento, la actividad biológica del granel (correspondiente a hongos del almacenamiento, insectos y los propios granos) va deteriorando la calidad del grano, fundamentalmente a través de la reducción en el peso hectolítrico y el incremento en el porcentaje de granos dañados. Si el deterioro es importante, puede causar incluso la disminución del grado comercial. En este sentido, se define como

Tiempo de Almacenamiento Seguro al período máximo que puede ser almacenado un grano a determinadas condiciones de humedad y temperatura, sin perder su condición de grado.

Limpieza del grano. Esta práctica refiere a la operación de limpieza de los granos inmediatamente después de su recepción o antes de su secado por medio de zarandas. Cuando se la realiza al momento de ingresar los granos a la planta de acopio se la denomina “pre-limpieza”. El objetivo de la limpieza es separar el grano de otros materiales indeseables (grano partido, hojas, cáscaras, glumas, restos de capítulos, etcétera), los cuales afectan negativamente el proceso de secado y de aireación. Asimismo, la limpieza es una práctica muy importante para prevenir la aparición de hongos y micotoxinas, ya que en la fracción de descarte de la limpieza es donde se encuentra la mayor concentración de esporas de hongos y de micotoxinas

Secado. El objetivo principal del secado es reducir la humedad de cosecha de granos y semillas hasta la Humedad de Almacenamiento Seguro, para lograr una adecuada conservación. Adicionalmente, el secado permite reducir la humedad de cosecha de los granos hasta el nivel establecido en las normas de comercialización.

En la actualidad, existen diferentes sistemas de secado de granos que se clasifican como sistemas de secado de baja, media y alta temperatura, en función de la temperatura a la que llega el grano durante el proceso de secado. En Argentina, el secado de granos se realiza mayoritariamente en secadoras de alta temperatura (también llamadas de alta capacidad). Los sistemas de secado en secadoras de alta temperatura son continuos, mientras que los sistemas de secado en silo generalmente se llevan a cabo en tandas.

Llenado de silo. Durante el llenado del silo, el material fino tiende a concentrarse en la columna central provocando múltiples inconvenientes. Dado que el material fino ofrece una mayor resistencia al paso del aire, el aire tiende a canalizarse hacia la periferia del silo. La falta de aireación en el centro facilita el desarrollo de insectos, hongos y toxinas en esa zona, al mismo tiempo que el mayor caudal de aire en los laterales puede sobre-secar los granos de la periferia. Para minimizar el problema derivado del material fino, se recomienda siempre realizar la limpieza del grano antes de ingresarlo al silo y, a continuación, descorazonar el silo o instalar desparramadores de granos.

Aireación. El proceso de aireación consiste en el movimiento forzado de aire ambiente a través de la masa de granos. La aireación es una técnica fundamental para mantener la calidad de los granos durante su almacenamiento dado que permite:

- Mantener lo más baja posible la temperatura del granel. El proceso de aireación limita el desarrollo de los insectos, dado que reduce su actividad metabólica. Asimismo, reduce la actividad metabólica de los hongos y de los propios granos, favoreciendo el almacenamiento prolongado.
- Mantener uniforme la temperatura del granel. La aireación limita el desarrollo de hongos e insectos debidos a la formación de focos localizados de humedad en el granel. La aparición de dichos focos localizados se debe a los movimientos convectivos de aire que ocurren con los cambios estacionales de temperatura y radiación solar. La finalidad principal de la aireación es enfriar y mantener frío el grano seco

2.1.8 Origen de los insectos

Los granos almacenados pueden infestarse con insectos a través de tres vías principales:

- Infestación en el campo: Algunos insectos plaga de granos almacenados son capaces de infestar los cultivos en pie, previamente a la cosecha. Así, son cosechados y transportados hacia el almacenaje de dos formas: como adultos junto con el grano y/o como huevos o larvas dentro del grano, denominándose esto último “infestación oculta”, ya que no es detectable durante el muestreo y el análisis de recibo en la planta. El gorgojo del poroto, por ejemplo, ataca a campo y a veces puede incluso cumplir más de un ciclo en el cultivo en pie; una vez cosechado, el grano ingresa picado al depósito.
- Infestación permanente en la planta de acopio: La infestación del grano recién cosechado es causada por insectos que viven de forma permanente en la planta de acopio, cuando el grano es cargado en los recintos. Estos insectos sobreviven en la planta gracias a la disponibilidad de alimento, principalmente el grano viejo que no ha sido debidamente removido con la limpieza. Esta es la vía más importante de infestación del granel y de allí la relevancia de implementar un estricto programa de limpieza de las instalaciones enfocado a eliminar las poblaciones residuales de insectos.
- Migración al interior del acopio: Los insectos plagas de los granos almacenados ingresan hacia el interior de un depósito libre de insectos desde el exterior, atraídos por el grano almacenado. Estos insectos pueden provenir ya sea de zonas muy próximas (por ejemplo, de grano infestado en el piso que rodea a los

silos) o bien de plantas de acopio infestadas ubicadas a varios kilómetros de distancia (en el caso de los insectos voladores). Mayormente, los insectos ingresan al interior del silo a través del techo, las bocas de los ventiladores y las grietas o roturas.

2.1.9 Prevención de infestación:

- Antes del ingreso de la mercadería: La principal medida preventiva antes del llenado de los recintos es la limpieza. Si se planea almacenar el grano por un período prologado, la limpieza puede complementarse con la aplicación de insecticidas con efecto residual. Además, se recomienda realizar la limpieza del grano antes de cargarlo al silo para reducir la concentración de material fino en el granel, por dos razones. La primera es que el material fino es la fuente de alimento preferida por los insectos, dado que es más fácilmente atacable que el grano entero. La segunda es que el material fino dificulta el pasaje del aire durante la aireación y retrasa el enfriado, aumentando el riesgo de infestación por insectos.
- Durante el llenado del depósito: Si se planea almacenar el grano por un lapso prolongado, pueden aplicarse insecticidas preventivos en la mercadería, también llamados “protectores de grano”. Estos productos matan a los insectos cuando se alimentan o caminan por el granel y ofrecen una protección prolongada del grano durante el almacenamiento, gracias a su poder residual.
- Después del llenado del depósito: Una vez que el grano ingresó en el silo, la medida de prevención de insectos más importante es el enfriado por medio de aireación y/o refrigeración. El fundamento de esta medida radica en que la mayoría de los insectos de granos almacenados son principalmente de origen

tropical y subtropical y, en consecuencia, no pueden desarrollarse adecuadamente por debajo de los 17°C. No obstante, debe tenerse en cuenta que la aireación no constituye un método de control 100% efectivo, puesto que algunas de estas plagas son tolerantes al frío. Por ejemplo, los gorgojos son todavía activos a 15°C y los ácaros a 5°C. Para optimizar el proceso de aireación, se recomienda practicar el descorazonado del silo o bien el desparramado del material fino. En forma alternativa, algunos insecticidas pueden aplicarse sobre la superficie del granel una vez que el silo está lleno (método de “top-dress”). El fundamento de la protección radica en que los insectos que ingresen por el techo del silo morirán al intentar atravesar el tramo superior del granel tratado con el producto. De esta forma, la capa superior actúa como barrera de entrada, protegiendo al resto del granel del ataque de los insectos. No obstante, esto es válido siempre y cuando no se proceda a vaciar parcialmente el silo, ya que el grano tratado será el primero en salir.

El trigo es más vulnerable al ataque de insectos y podría requerir de tratamientos químicos preventivos. No obstante, esto si se planea guardar el trigo por un lapso menor a un mes, la probabilidad de una infestación relevante es baja y las medidas no-químicas serían suficientes.

2.1.10 Insecticidas de granos almacenados

Principios activos registrados en Argentina y clasificación: Desde el punto de vista de los fines prácticos, los insecticidas de granos almacenados pueden dividirse en tres grupos: preventivos, curativos y de rápida acción. Para los fines preventivos se utilizan insecticidas residuales líquidos o en polvo, capaces de evitar una infestación por un

tiempo prolongado después de su aplicación. Éstos se aplican sobre las instalaciones vacías antes de recibir el grano o bien sobre el grano mismo, cuando se encuentra en movimiento. Los insecticidas líquidos o en polvo controlan adultos y algunas fases juveniles, pero son incapaces de eliminar los estadios que se desarrollan en el interior del grano. Para fines curativos (esto es, controlar plagas ya instaladas) se utiliza principalmente la fosfina, un insecticida que actúa en forma de gas (fumigante). La fosfina es capaz de eliminar todos los estadios de desarrollo del insecto y no ofrece protección posterior porque carece de residualidad.

Desde el punto de vista de su naturaleza química, los insecticidas de granos almacenados se dividen en tres grupos: organofosforados, piretroides e inorgánicos. Los organofosforados funcionan inhibiendo la acetilcolinesterasa, una enzima que interviene en la transmisión entre células del sistema nervioso (grupo 1B, IRAC, 2012). Los piretroides, en cambio, actúan sobre los moduladores de los canales de sodio e interfieren con las propiedades eléctricas de las membranas neuronales (grupo 3A, IRAC, 2012). En ambos casos, el resultado es la muerte del insecto por parálisis. Por su parte, el gas fosfina es un compuesto inorgánico que ejerce su acción insecticida inhibiendo el transporte de electrones en la respiración celular a nivel del complejo IV de la mitocondria (grupo 24A, IRAC, 2012). Combinando estas clasificaciones, los insecticidas registrados en Argentina en SENASA pueden dividirse en:

- Preventivos (con poder residual): Organofosforados: Pirimifos-metil y Mercaptotion. Piretroides: Deltametrina, Permetrina y Lambda-cialotrina (se aplican en combinación con organofosforados; la deltametrina puede aplicarse combinada con butóxido de piperonilo)

- Curativos (sin poder residual): Fosfina (por descomposición de fosfuro de aluminio y/o fosfuro de magnesio)
- Rápida acción (escaso poder residual): Organofosforado: DDVP (actualmente prohibido)

Cabe destacar que no todos los insecticidas son efectivos contra todas las plagas y de allí que resulte muy importante la tarea de identificación de los insectos presentes

2.1.11 Obtención de la harina

Recepción, limpieza y acondicionamiento del trigo. es fundamental seleccionar el grano adecuado para obtener harina de calidad y se eligen granos de trigo con características específicas, como:

- Contenido de proteínas
- Humedad
- Gluten

Los granos seleccionados se someten a pruebas de laboratorio para verificar su calidad y se almacenan en silos a temperatura controlada.

El siguiente paso en la elaboración de la harina es la limpieza y acondicionamiento de los granos de trigo. Durante la limpieza, se eliminan impurezas como:

- Piedras
- Polvo
- Paja
- Tierra
- Insectos

Esto, mediante máquinas específicas, que luego se someten a un proceso de acondicionamiento, donde se les añade agua para ablandar el endospermo y facilitar la molienda, el tiempo de reposo permite que el agua penetre en el grano y ablande el endospermo.

Luego, el trigo se deja reposar (de 12 a 24 horas) en silos especiales para que la humedad se distribuya de forma homogénea.

Molienda. Este es el proceso más importante en la producción de harina, los granos de trigo se muelen utilizando molinos de rodillos, que rompen el grano en partículas más pequeñas.

Además, durante la molienda, se separan las partes del grano:

- Salvado (cubierta externa, cascara): fibra y minerales → subproducto o para harinas integrales
- Germen (parte nutritiva, embrión): aceite y vitaminas → se retira para evitar rancidez en harinas blancas
- Endospermo (parte interna): almidón y proteínas → se muele hasta obtener harina blanca

Tamizado y clasificación. Tras la molienda, la harina se tamiza y se clasifica en diferentes tipos según su textura y composición, se utilizan tamices de distintos tamaños para separar la harina fina de la más gruesa.

Además, se clasifica la harina según su contenido de proteínas y gluten, lo que determina su uso en diferentes aplicaciones de la industria alimentaria.

2.1.12 Tipos de harina, definición del CAA

“Con la denominación de Harina, sin otro calificativo, se entiende el producto obtenido de la molienda del endosperma del grano de trigo que responda a las exigencias de éste. Las harinas tipificadas comercialmente con los calificativos: cuatro ceros (0000), tres ceros (000), dos ceros (00), cero (0), medio cero (medio 0), Harinilla de primera y Harinilla segunda, corresponderán a los productos que se obtienen de la molienda gradual y metódica del endosperma en cantidad de 70- 80% del grano limpio.

Las harinas tipificadas comercialmente con los calificativos anteriormente mencionados deberán responder las características que se mencionan a continuación

Características de las harinas según sus tipos

Harina tipo	Humedad g/100 g	Cenizas g/100 g	Absorción g/100 g	Volumen pan
	Máximo	Máximo		Mínimo
0000	15.0	0.492	56-62	550
000	15.0	0.65	57-63	520
00	14.7	0.678	58-65	500
0	17.7	0.873	60-67	475
½ 0	14.5	1.350	-	-

Características de las harinillas según sus tipos

Harinillas tipo	Humedad g/100 g	Cenizas g/ 100 g	Tamizado
	Máximo	Máximo	
Primera	14.5	1.35-2.00	50, 60 y 80 XX sin residuo
Segunda	14.5	2.00-3.00	50 y 60 XX 8 XX hasta 10 %

La humedad será determinada en condiciones tipificadas a 130°C durante 1 hora. Las cenizas serán determinadas a 900-920°C y calculadas sobre producto seco, admitiéndose una tolerancia de hasta el 3% sobre los valores establecidos. Por absorción se entiende la cantidad de agua que absorben 100 g de harina. Por volumen de pan se entiende el volumen de pan que se obtiene con 100 g de harina. La autoridad sanitaria nacional de acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería podrán modificar los valores analíticos correspondientes, cuando las circunstancias así lo aconsejarán. Estos productos se rotularán: Harina o Harina de trigo con la tipificación que les corresponda. Las harinas destinadas exclusivamente a pastelería o fideería sólo cumplimentarán las exigencias establecidas en lo que respecta a humedad y cenizas. Estas harinas se rotularán: Harina para pastelería o fideería, formando una sola frase, con letras de igual tamaño, realce y visibilidad. Por debajo y con caracteres que podrán ser del mismo tamaño anterior, la tipificación (0000, 000, 00, etc, según corresponda). A los efectos de la ejecución del análisis de la harina tipo 000, se admitirá una tolerancia del 3% en más

de la cifra de contenido de cenizas precedentemente establecida"(Código Alimentario Argentino, 2025, Cap IX, Art. 661)

"Se entiende por Harina integral o Harina de Graham, el producto que se obtiene por la molienda del grano de trigo que responda a las exigencias de éste. Según el grado de la molienda se admiten y distinguen tres tipos: Gruesa, Mediana y Fina. La humedad de estas harinas no será superior a 15,5 g/100 g y las cenizas no mayores de 2,30 g/100 g determinadas en la misma forma establecida en el Artículo 661. Estos productos se rotularán: Harina integral o Harina de Graham. Por debajo y con caracteres semejantes a los empleados en su denominación, la tipificación que les corresponda: Gruesa, Mediana o Fina"(Código Alimentario Argentino, 2025, Cap IX, ART. 662).

2.2 Plaguicidas

2.2.1 *Productos fitosanitarios, agroquímicos y plaguicidas*

Producto Fitosanitario. Según la Ley 27.279 y disposiciones del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), un producto fitosanitario es:

"Cualquier sustancia o mezcla de sustancias naturales y/o de síntesis destinadas a prevenir, controlar o destruir cualquier organismo nocivo, incluyendo las especies no deseadas de plantas o animales, que causan perjuicio o interferencia negativa en la producción, elaboración o almacenamiento de los vegetales y sus productos. El término incluye coadyuvantes, fitorreguladores, desecantes y las sustancias aplicadas a los vegetales, antes o después de la cosecha, para protegerlos contra el deterioro durante el almacenamiento y transporte."

Agroquímico. En Argentina, el término “agroquímico” no posee una definición unificada a nivel nacional, pero su uso es común en diversas normativas provinciales y documentos oficiales. Generalmente, se refiere a un conjunto amplio de productos químicos utilizados en la agricultura, incluyendo plaguicidas, fertilizantes, coadyuvantes, inoculantes, fitorreguladores y desecantes.

A nivel nacional, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) es el organismo encargado de la regulación y control de estos productos. La Resolución 1095/2024 del SENASA establece disposiciones sobre el registro de agroquímicos, en el marco de la Ley N° 27.233, que declara de interés nacional la sanidad de los animales y los vegetales, así como la prevención, control y erradicación de enfermedades y plagas que afecten la producción agropecuaria.

Plaguicida. Según la definición de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (1986) , Plaguicida es “cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga incluyendo: los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y subproductos o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos.

El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladores del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de la fruta o a agentes para evitar la caída prematura de la fruta, y las sustancias aplicadas

a los cultivos antes y después de la cosecha para proteger al producto contra la deterioración durante el almacenamiento y transporte. El término no incluye normalmente los fertilizantes, nutrientes de origen vegetal o animal, aditivos alimentarios ni medicamentos para animales.”

Se debe considerar, además, que hay una gran cantidad de plaguicidas que se usan para combatir plagas y vectores en el ámbito hogareño y en sanidad animal. Según la ANMAT (Administración Nacional de Medicamentos y Tecnología Médica), se entiende por **Producto Domisanitario** a aquellas sustancias destinadas a la limpieza, lavado, odorización, desodorización, higienización, desinfección o desinfestación, para su utilización en el hogar, y/o ambientes colectivos públicos y/o privados

2.2.2 Tipos de plaguicidas:

La Tabla 2 muestra los tipos de los plaguicidas en función de la especie que se desea controlar, su origen y la familia química correspondiente.

Tabla 2
Clasificación según la especie a combatir:

Uso	Origen	Familia química
Insecticidas (utilizados para matar insectos)	Minerales	Compuestos arsenicales
		Compuestos fluorados
		Azufre
		Derivados del selenio
	Orgánicos de síntesis	Organofosforados
		Organoclorados
		Carbamatos
	En base a Aceites minerales	Aceites antracénicos
		Aceites de petróleo
	De origen vegetal	Nicotina
		Piretrina
		Rotenona

Uso	Origen	Familia química
Herbicidas (utilizados para controlar y/o eliminar plantas indeseadas)	Minerales	Sales de NH_4^+ ; Ca^{++} ; Cu^{++} ; Fe^{+++} ; Mg^{++} ; K^+ ; Na^+ ; en forma de sulfatos, nitratos, cloruros y cloratos
	Orgánicos	Fitohormonas Derivados de la Urea Triazinas y Diazinas Derivados de los fenilsustituídos y las quinoxalinas Derivados de la oxiquinoleína Derivados de las tiadizinas y tiadiazoles
		Paraquat
	Otros	Diquat Picloram

Uso	Origen	Familia química
Fungicidas (Utilizados para eliminar o impedir el crecimiento de hongos y mohos perjudiciales para las plantas, o animales)	Minerales	Sales de Cobre
		Compuestos Arsenicales
		Aceites minerales
	Órganos metálicos	Derivados de órgano mercuriales
	Orgánicos	Carbamatos y ditiocarbamatos
		Derivados del benceno
		Amicidas
		Benzonitrilos

Dentro de los plaguicidas se incluyen también los siguientes tipos de sustancias:

- Reguladores del crecimiento de las plantas: evitan la reactivación del crecimiento vegetativo después del fin de la floración efectiva y la generación de rebrotes o nuevas estructuras reproductivas.
- Defoliantes: afectan el equilibrio hormonal del vegetal para mejorar la senescencia natural de las plantas y provocar la caída de las hojas. Estos productos pueden ser de naturaleza hormonal o de naturaleza herbicida. Su actividad depende altamente de la temperatura.
- Desecantes: cuando son aplicados sobre la planta producen una rápida pérdida de agua de la hoja, cuya consecuencia es la muerte acelerada de la lámina foliar

y del pecíolo con poca o ninguna formación de la zona de abscisión, por lo que las hojas secas pueden permanecer adheridas a la planta

- Agentes para reducir la densidad de la fruta
- Agentes para evitar la caída prematura de la fruta
- Sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha, para proteger el producto contra el deterioro, durante el almacenamiento y transporte
- Productos usados para el control de plagas domiciliarias y perihogareñas
- Productos utilizados en sanidad veterinaria para combatir ectoparásitos

2.2.3 Plaguicidas Organofosforados

Los insecticidas organofosforados son derivados orgánicos del ácido fosfórico.

Su principal acción está dada por la inhibición de la actividad de algunas enzimas o fermentos. Fundamentalmente la acción se realiza sobre las colinesterasas, por ello suele abreviarse la denominación de estos compuestos como COFA (Compuestos Organofosforados Anticolinesterasa).

El principal uso de estos compuestos es para el control de los distintos tipos de plagas en la agricultura, ganadería, jardinería y también en el hogar.

En los vegetales se usan los que actúan por contacto (Clorpirifós, Triclorfós) o los de acción sistémica, es decir los que se absorben y se distribuyen por toda la planta (Dimetoato).

A pesar de la semejanza de síntomas y efectos que provocan estos compuestos (en animales y en el hombre) pueden diferir en las propiedades físicas, químicas,

biológicas, persistencia en el medio y grado de toxicidad (DL50), lo que trae aparejado diferentes riesgos entre ellos.

Propiedades:

1. Físico-Químicas:

- Solubilidad en agua: variable o baja
- Soluble en solventes orgánicos
- Altamente lipofílicos

2. Químicas:

- Estabilidad química: media o baja
- Biodegradables
- Fácilmente oxidables
- Fotoestables
- Susceptibles a la hidrólisis alcalina

3. Físicas:

- Presión de vapor variable
- Estabilidad física alta

4. Biológicas:

- Acción superficial, en profundidad o sistemática (en la planta)
- Acción de contacto, oral o traqueal (en los insectos)
- Neurotóxicos a nivel de la acetilcolinesterasa (insectos y humanos)
- Toxicidad para animales de sangre caliente variable
- Selectividad variable

Riesgos. Dichos compuestos son altamente activos para insectos y también para animales de sangre caliente incluido el hombre. Debe señalarse que hay alto riesgo de intoxicación aguda por estos compuestos.

La intoxicación puede resultar del ingreso de los COFA por vías:

- Oral (ingestión por la boca)
- Inhalatoria (respiración por boca y nariz al pulmón)
- Dermal (a través de la piel)
- Mucosa (a través de la conjuntiva de los ojos)

La mayoría de estos compuestos tienen como ventaja, ser muy inestables en el medio ambiente, a diferencia de los plaguicidas organoclorados.

Sin embargo, alguno de ellos puede persistir por algún tiempo en verduras, frutas y ambiente

Estos plaguicidas son degradados por diversos procesos:

- Acción microbiana
- Procesos fotoquímicos (de especial importancia en un medio acuoso)
- Acción térmica
- Acciones biológicas y químicas (alcalinización del medio formando compuestos menos tóxicos sin la actividad del plaguicida original)

Los compuestos organofosforados no solo producen intoxicaciones agudas, sino que también son capaces de producir intoxicación crónica por absorción repetida.

Toxicocinética. La intoxicación puede resultar del ingreso de los COFA por todas las vías donde son absorbido perfectamente en función de su liposolubilidad, la cual facilita su penetración en el organismo. Una vez en el interior del cuerpo poseen un amplio volumen de distribución, sufriendo procesos de biotransformación hepática, a través de oxidasas, hidrolasas y glutatión-S-transferasas, pudiendo formarse nuevos metabolitos tóxicos de estos procesos.

Se acumulan en tejidos grasos, haciendo perdurar los síntomas de intoxicación durante días o semanas.

Los metabolitos se eliminan por vía renal, heces y aire expirado, atraviesan la barrera hematoencefálica y la placentaria, encontrándose en la sangre fetal concentraciones iguales o superiores a la materna.

Mecanismo de acción toxica. La acción principal de estos compuestos, es inhibir la actividad de las enzimas esterásicas, especialmente de un grupo denominadas colinesterasas.

Estas enzimas tienen un importante papel en la regulación del funcionamiento normal de los organismos animales y humanos. De allí que su alteración ocasione trastornos en los seres vivos.

La acetilcolina es uno de los más importantes transmisores de acción de los impulsos nerviosos que gobiernan las funciones músculos, glándulas, actividad cardiovascular. Esta sustancia es formada en nuestro organismo y luego es destruida por acción de las colinesterasas, las que hidrolizan la acetilcolina en ácido acético y colina. Por lo tanto, los COFA, al inhibir las colinesterasas, impiden la destrucción de la acetilcolina, la que se acumula en el organismo produciendo un exceso de

manifestaciones colinérgicas, tanto a nivel de los receptores nicotínicos como muscarínicos.

Sintomatología. Los síntomas de la intoxicación aguda por COFA aparecen en pocos minutos u horas después de la exposición, dependiendo de:

- Vía de ingreso del compuesto
- Dosis absorbida
- Susceptibilidad individual
- Historia de exposiciones previas

La exposición por inhalación produce una aparición más rápida de síntomas tóxicos, seguida por la vía oral y finalmente de la vía dermal. La intensidad de la gravedad está relacionada con la exposición vía oral.

El paciente intoxicado con organofosforados presenta un triple cuadro clínico de base colinérgica con los siguientes síndromes:

- Síndrome nicotínico: fasciculaciones de los músculos abdominales, párpados y lengua. Calambres, mialgias palidez, taquicardia, hipertensión, debilidad, parálisis de músculos estriados (incluidos músculos respiratorios con disnea, cianosis), hiperglicemia, midriasis (inicial)
- Síndrome muscarínico: miosis, visión borrosa, bradicardia hipotensión, sialorrea, broncorrea, broncoespasmo, tos y disnea, sensación de opresión en el pecho acompañada de un silbido respiratorio provocado por contracción de los bronquios y aumento de las secreciones, tos, edema pulmonar, cianosis. Sudoración,

lagrimeo, náuseas, vómitos, cólicos, diarrea, tenesmo, disuria, incontinencia urinaria y fecal

- Síndrome neurológico: cefalea, vértigos, irritabilidad, parestesias, temblor, ataxia, disartria, confusión, depresión del sensorio, convulsiones, coma, depresión del centro respiratorio y circulatorio a nivel bulbar.

Cuadros asociados

- Síndrome intermedio: cuadro clínico de tipo neuromuscular y relacionado con ciertos COFA como son: fentión, diazinón, dimetoato, metilparatión, metamidofós, monocrotofós y etilparatión. Se desarrolla entre 1 a 4 días después de la exposición, en ocasiones luego de una aparente mejoría del cuadro inicial de una crisis colinérgica aguda. El mecanismo es desconocido, pero parece estar en relación con la acción prolongada de la acetilcolina sobre los receptores nicotínicos con disfunción pre y postsináptica combinada de transmisión neuromuscular. Se caracteriza por debilidad proximal de los músculos de los miembros, cuello y respiratorios. Es un cuadro grave, dosis dependiente y generalmente asociada a ingestiones intencionales. No responde a la atropina y el tratamiento es de sostén. La muerte se produce por depresión respiratoria. La recuperación tarda aproximadamente 4 a 18 días y no quedan secuelas.
- Neuropatía tardía: después de un período de latencia de 1 a 3 semanas desde la exposición, puede aparecer un cuadro de tipo neurotóxico distal caracterizado por parestesias, calambres, debilidad y ataxia. Parece estar relacionado con la inhibición de esterasas neurotóxicas. Si la sintomatología

mejora la recuperación tarda de 6 a 12 meses pudiendo quedar secuelas neurológicas.

2.2.4 Plaguicidas Organofosforados según la normativa vigente

En la presente tesina se llevará a cabo un análisis de un total de 25 plaguicidas organofosforados, algunos de los cuales están aprobados por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), mientras que otros se encuentran actualmente prohibidos para su uso. A continuación, se detallan los compuestos seleccionados para el estudio.

1. Carbofenotion: no se encuentra en el registro del SENASA. Se utiliza como insecticida y acaricida. Actúa como un inhibidor de la colinesterasa.
2. Chlorfenvinfos: se encuentra prohibido en Argentina (Resolución 532/2011). Se emplea contra plagas de insectos en el ganado, plagas domésticas, y en follaje de diversos cultivos. Este insecticida debe su toxicidad a la capacidad de interferir en la transmisión de impulsos nerviosos, provocando la parálisis y consecuentemente la muerte.
3. Bromophos Etil: no se encuentra en el registro del SENASA. Utilizado principalmente como insecticida y acaricida en aplicaciones agrícolas. Se caracteriza por su capacidad para inhibir la acetilcolinesterasa.
4. Paration Etil: se encuentra prohibido en Argentina (Resolución 606/93). Es un potentísimo insecticida y acaricida extremadamente tóxico, con pobre poder residual.
5. Etion: no se encuentra en el registro del SENASA. Su uso está limitado (Resolución 10/91). Es un insecticida y acaricida. Es utilizado en la agricultura

principalmente para controlar insectos en árboles de frutas cítricas (como limones, naranjas, etc.) aunque también se puede utilizar en cultivos de algodón, otros árboles frutales y nueces, así como en algunas hortalizas.

6. Diazinon: se encuentra prohibido en Argentina (Resolución 456/2009). Utilizado para controlar insectos en el suelo, en plantas ornamentales y en cosechas de frutas y hortalizas. También se usa para controlar plagas caseras como moscas, pulgas y cucarachas
7. Dimethoate: no se encuentra en el registro del SENASA. Es un insecticida y acaricida, perteneciente a los ésteres del ácido ditiofosfórico. Los insecticidas de este grupo actúan como venenos de contacto
8. Disulfoton: se encuentra prohibido en Argentina (Resolución 245/2010). Utilizado como plaguicida para controlar una variedad de pestes dañinas que atacan sembrados y cosechas de hortalizas.
9. Fenamiphos: se encuentra en el registro del SENASA. Utilizado como nematicida en agricultura. Es fuertemente tóxico para los organismos animales y puede absorberse a través de la piel.
10. Fenitrothion: se encuentra en el registro del SENASA. Es un insecticida y acaricida no sistémico inhibidor de la colinesterasa.
11. Fention: no se encuentra en el registro del SENASA. Es un insecticida, avicida y acaricida. Su mecanismo de acción es la inhibición de la colinesterasa. Es un insecticida de contacto y estomacal que se utiliza contra numerosos insectos picadores.

- 12.** Fosalon: no se encuentra en el registro del SENASA. Utilizado como insecticida y acaricida, es un inhibidor débil de la acetilcolinesterasa. Se ingiere no solo por vía oral e inhalatoria, sino también por la piel.
- 13.** Malathion: se encuentra en el registro del SENASA. Su uso se encuentra prohibido para la poscosecha en maíz (Resolución 49 / 2025). Es un insecticida de uso común, especialmente en agricultura y para controlar plagas en interiores y exteriores. Tiene un alto poder residual
- 14.** Metidathion Methyl: se encuentra en el registro del SENASA. Es un insecticida y acaricida utilizado en agricultura. Es un compuesto organofosforado que actúa inhibiendo la colinesterasa.
- 15.** Bromophos: no se encuentra en el registro del SENASA. Es un compuesto sintético de tiofosfato orgánico y organofosforado, inhibidor de la acetilcolinesterasa y neurotóxico, que se utiliza como pesticida.
- 16.** Chlorpyrifos Methyl: no se encuentra en el registro del SENASA. Se encuentra prohibido en Argentina (Resolución 414/2021). Inhibidor de la acetilcolinesterasa, contaminante ambiental, acaricida e insecticida.
- 17.** Paration Methyl: se encuentra prohibido en Argentina (Resolución 606/93). Se utiliza para matar insectos en cultivos agrícolas, especialmente en el algodón.
- 18.** Profenofos: se encuentra en el registro del SENASA. Es un insecticida utilizado en una variedad de cultivos, tales como el algodón y verduras como el maíz, la patata, soja y remolacha azucarera.
- 19.** Tolclofos Methyl: no se encuentra en el registro del SENASA. Es un inhibidor de la biosíntesis de fosfolípidos y fungicida. Actúa como agroquímico antifúngico

- 20.** Azinfos Methyl: no se encuentra en el registro del SENASA. Se encuentra prohibido su uso en Argentina (Resolución 149 / 2016). Cuenta con una actividad insecticida y acaricida. Tiene un amplio campo de acción y ligera persistencia en el ambiente, actuando sobre los organismos vivos por contacto y por ingestión inhibiendo la acción de la colinesterasa.
- 21.** Azinfos Etil: no se encuentra en el registro del SENASA. Se encuentra prohibido su uso en Argentina (Resolución 149 / 2016). Se utiliza como insecticida no sistémico con buenas propiedades ovicidas y larga persistencia. Se utiliza en algodón, cítricos, hortalizas, patatas, tabaco, arroz y cereales para controlar orugas, escarabajos, pulgones, arañas y muchos otros insectos.
- 22.** Methamidophos: no se encuentra en el registro del SENASA. Se encuentra prohibido su uso en Argentina (Resolución 149 / 2016). Es un insecticida, de uso restringido, que actúa por contacto, ingestión y tiene propiedades fumigantes. Se utiliza para controlar insectos y ácaros que atacan una variedad de cultivos, pero su uso está restringido debido a su alta toxicidad.
- 23.** Acephate: no se encuentra en el registro del SENASA. Es un insecticida organofosforado de amplio espectro, que se utiliza para controlar plagas chupadoras y masticadoras en diversas plantas y cultivos. Actúa por contacto y por ingestión, penetrando en las plantas y afectando el sistema nervioso de los insectos.
- 24.** Chlorpyrifos: no se encuentra en el registro del SENASA. Se encuentra prohibido en Argentina (Resolución 414/2021). Es un insecticida organofosforado que se

utiliza para el control de plagas en cultivos y hogares. Se ha utilizado para controlar cucarachas, pulgas, termitas y otros insectos

- 25. Pirimifos:** se encuentra en el registro del SENASA. Es un insecticida organofosforado de amplio espectro, utilizado para el control de diversas plagas, incluyendo insectos rastreros y voladores. Es efectivo en el control de plagas de granos almacenados.

2.3 Residuo de los plaguicidas

2.3.1 Marco regulatorio

El artículo 2° del Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas (FAO, 1990) define los plaguicidas como «cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos. El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o agentes para evitar la caída prematura de la fruta, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra la deterioración durante el almacenamiento y transporte».

Hoy en día se utilizan más de 1000 plaguicidas en todo el mundo para garantizar que las plagas no dañen ni destruyan los alimentos. Cada plaguicida tiene diferentes propiedades y efectos toxicológicos.

Muchos de los plaguicidas más antiguos y menos costosos (sin patente), como el diclorodifeniltricloroetano (DDT) y el lindano, que pertenecen a la categoría de plaguicidas organoclorados, tienen la capacidad de permanecer en el suelo y el agua durante años. Estas sustancias químicas han sido prohibidas por los países que firmaron el Convenio de Estocolmo de 2001, un tratado internacional que tiene como objetivo eliminar o restringir la producción y el uso de contaminantes orgánicos persistentes.

La toxicidad de un plaguicida depende de su función y de otros factores. Por ejemplo, los insecticidas tienden a ser más tóxicos para los seres humanos que los herbicidas. La misma sustancia química puede tener diferentes efectos en diferentes dosis, es decir, la cantidad de sustancia química a la que se expone la persona. La toxicidad también puede depender de la vía por la cual se produce la exposición, por ejemplo, si se traga o inhala el producto, o si entra en contacto directo con la piel.

Ninguno de los plaguicidas actualmente autorizados para su uso en alimentos en el comercio internacional es genotóxico (perjudicial para el ADN, es decir, que puede causar mutaciones o cáncer). Los efectos adversos de estos plaguicidas solo se producen cuando se rebasa un cierto nivel seguro de exposición. Cuando una persona entra en contacto con grandes cantidades de plaguicidas, el resultado puede ser una intoxicación aguda o efectos a largo plazo en la salud que pueden incluir cáncer y efectos adversos sobre la reproducción.

Las personas cuyos riesgos para la salud por exposición a los plaguicidas son mayores son aquellos que entran en contacto con ellos en el trabajo, el hogar o el jardín.

Los plaguicidas desempeñan un papel importante en la producción de alimentos. Protegen o aumentan el rendimiento, y pueden aumentar el número de veces al año que se puede plantar un cultivo en la misma tierra. Esto reviste especial importancia en los países que padecen períodos de escasez alimentaria.

Para proteger a los consumidores de alimentos de los efectos adversos de los plaguicidas, la OMS examina las pruebas y elabora listas de límites máximos de residuos aceptados internacionalmente.

El uso de plaguicidas en alimentos se regula por organismos nacionales, provinciales e internacionales. En Argentina, el SENASA administra el Registro Nacional de Terapéutica Vegetal, donde se registran los agroquímicos.

Entre los organismos internacionales se encuentran la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la FAO que evalúan los riesgos de los plaguicidas para los seres humanos. El Codex Alimentarius es un conjunto de normas alimentarias internacionales que regula la calidad, inocuidad y equidad del comercio de alimentos

LMR es un acrónimo que significa "Límites Máximos de Residuos". Se trata de una norma sanitaria que establece la concentración máxima de residuos de plaguicidas que se permite en los alimentos y piensos. Los LMR se establecen de acuerdo con el Codex Alimentarius de la FAO-WHO.

Existe una base de datos en el Codex en donde los usuarios pueden obtener información acerca de los límites máximos de residuos (LMR) y los límites máximos para

residuos extraños (LMRE) tanto para un plaguicida como para varios, y para un producto básico o un grupo de ellos. Los nombres y las definiciones de los productos básicos se pueden encontrar en la Clasificación del Codex de Alimentos y Piensos.

Los alimentos enumerados no deben contener una cantidad mayor de residuos de plaguicidas (definidos, individualmente, en la definición del residuo) que la que señala el LMR o LMRE (en mg/kg) en a) el punto de entrada en un país o el punto de entrada en los canales comerciales de un país. Dicho límite máximo no se podrá exceder a partir de entonces.

Los LMR y LMRE son de aplicación para el contenido en residuos de la muestra final representativa del lote y de la porción de los productos básicos analizados.

La Resolución 934/2010 de SENASA, sancionada el 29 de diciembre de 2010, establece los requisitos que deben cumplir los productos y subproductos agropecuarios destinados al consumo interno en Argentina. Esta normativa tiene como objetivo garantizar la inocuidad alimentaria y la salud pública, armonizando las regulaciones.

El Art 1º habla de los requisitos que deben cumplir los productos y subproductos para consumo interno. Los productos y subproductos agropecuarios que se importen o produzcan localmente para el consumo interno deben cumplir con los límites máximos de residuos nacionales establecidos en el Anexo I que forma parte integrante de la presente resolución. Los productos y subproductos agropecuarios no contemplados en el Anexo I de la presente resolución deben cumplir con un valor por defecto de 0.01 mg/kg correspondiente al límite de detección del método de análisis.

Mientras que el Art 2º establece los requisitos que deben cumplir los productos y subproductos agropecuarios no cultivados tradicionalmente en nuestro país. Los productos y subproductos agropecuarios importados no cultivados tradicionalmente en nuestro país, para los cuales no se haya establecido un límite máximo de residuos nacional del principio activo, pueden ingresar sólo si existe un límite máximo de residuos aprobado por el Codex Alimentarius para el residuo de que se trate, y si la evaluación de riesgo al consumidor realizada por la Autoridad de aplicación no indica riesgos considerados inaceptables. Los productos y subproductos agropecuarios nacionales no cultivados tradicionalmente en nuestro país, para los cuales no se haya establecido un límite máximo de residuos nacional del principio activo, deben cumplir con los límites máximos de residuos aprobados por el Codex Alimentarius para el residuo de que se trate y la evaluación de riesgo al consumidor realizada por la Autoridad de aplicación no debe indicar riesgos considerados inaceptables. En caso de no existir un Límite Máximo de Residuos aprobado por el Codex Alimentarius para estos productos, se establece un valor por defecto de 0,01 mg/kg correspondiente al Límite de Detección del método de análisis.

El Art 3º menciona que aquellos residuos de compuestos persistentes en el medio ambiente que se utilizaban como plaguicidas pero que ya no se encuentran registrados como tales y que pueden originar una contaminación de los alimentos, se adoptarán los valores establecidos por el Codex Alimentarius como límites máximos de residuos extraños.

En el Art 4º se aprueba el Anexo I que forma parte integrante de la presente resolución por el cual se establecen las Tolerancias o límites máximos de residuos de plaguicidas en productos y subproductos agropecuarios.

En el Art. 5º, se aprueba el Anexo II que forma parte integrante de la presente resolución por el cual se establece el listado de productos fitosanitarios químicos y biológicos y sus aptitudes, que por su naturaleza o características, se hallan exentos del requisito de fijación de tolerancias.

Mientras que en el Art. 6º se aprueba el Anexo III que forma parte integrante de la presente resolución por el cual se establece el Listado de Principios Activos Prohibidos y Restringidos.

2.3.2 Límites máximos de residuos permitidos

Los productos fitosanitarios se inscriben en el Registro Nacional de Terapéutica Vegetal de acuerdo a lo establecido por el Decreto Nº 3489/58 y el Decreto Nº 5769/59, en los términos del Manual de Procedimientos, Criterios y Alcances para el Registro de Productos Fitosanitarios en la República Argentina, aprobado por Resolución Sagpya Nº 350/99. La mencionada Resolución, adopta para la Argentina la Quinta Edición del manual sobre elaboración y empleo de las especificaciones de la FAO para productos destinados a la protección de plantas. En ese marco, una vez cumplimentado el trámite de inscripción, se otorga a los productos un Certificado de Uso y Comercialización que los habilita a ser utilizados y comercializados en todo el Territorio Nacional, para el control de plagas en los cultivos para los que se encuentran autorizados.

Están sujetos a Registro, los productos fitosanitarios que se usan y comercializan en todo el país para el control de plagas en el ámbito agrícola, así como las personas físicas o jurídicas que comercialicen, importen o exporten productos fitosanitarios y los establecimientos que sinteticen o formulen estos productos.

Todos los productos que se encuentran inscriptos en el registro mencionado, se encuentran en un listado, donde se detallan los límites máximos de residuos permitidos

Los Límites Máximos de Residuos actualizados en junio de 2025, indican los plaguicidas que se pueden utilizar distintos tipos de cultivos, entre ellos, en harina de trigo, además detallan sus concentraciones máximas, las cuales son descriptas en Tabla 3.

Tabla 3

Límites máximos de residuos permitidos en harina de trigo

Principio activo	Aptitud	Residuos (mg/Kg)
DELTAMETRINA	Insecticida	0,2
DIQUAT DIBROMURO	Desecante- Herbicida	0,5
FENVALERATO	Insecticida	0,2
FOSFINA	Acaricida - Gorgojicida - Insecticida - Rodenticida	0,01
GAMACIALOTRINA/LAMBDAALOTRINA	Insecticida	0,02
MERCAPTOTION/ MALATION	Acaricida- Insecticida	2
PERMETRINA	Insecticida	0,5
PIRIMIFOS METIL	Insecticida	2

2.3.3 Determinación de residuos de plaguicidas

Los plaguicidas se pueden detectar por distintos tipos de análisis, los principalmente utilizados son:

1. Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC)

- **Descripción:** HPLC es una técnica ampliamente utilizada para la separación, identificación y cuantificación de residuos de plaguicidas en diversas matrices (alimentos, agua, suelos).
- **Funcionamiento:** El proceso implica la separación de los componentes de la muestra a través de una columna cromatográfica y su posterior detección, generalmente mediante espectrometría de masas (MS) o un detector UV.
- **Ventajas:** Permite una gran variedad de plaguicidas a través de diferentes modos de detección. Es sensible y precisa.
- **Limitaciones:** Requiere personal capacitado y equipos costosos.

2. Cromatografía de Gases (GC)

- **Descripción:** La cromatografía de gases es otra técnica común para la determinación de residuos de plaguicidas, especialmente aquellos compuestos volátiles o semivolátiles.
- **Funcionamiento:** Consiste en separar los compuestos de la muestra en fase gaseosa y detectar los analitos utilizando detectores como el **Detector de Ionización de Llama (FID)** o **Detector de Masas (MS)**.

- **Ventajas:** Alta sensibilidad y precisión. Ideal para plaguicidas organoclorados y organofosforados.
- **Limitaciones:** No es adecuada para plaguicidas no volátiles sin un derivado adecuado. La preparación de la muestra puede ser compleja.

3. Espectrometría de Masas (MS)

- **Descripción:** La espectrometría de masas es un método muy preciso y sensible para identificar y cuantificar plaguicidas. A menudo se combina con técnicas como HPLC o GC.
- **Funcionamiento:** Los compuestos son ionizados y se analizan según su relación masa/carga. Los espectros generados se utilizan para identificar las moléculas y determinar su concentración.
- **Ventajas:** Gran precisión y especificidad, con capacidad para detectar bajos niveles de plaguicidas.
- **Limitaciones:** Requiere equipamiento costoso y personal altamente calificado.

3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de diseño

En la presente tesina el estudio tiene un enfoque cuantitativo, ya que se basa en datos números que se obtienen mediante técnicas instrumentales. Se trata de un diseño observacional, descriptivo y transversal, ya que se recolectaron y analizaron muestras de harina de trigo 000 fraccionada para consumo interno en un único momento del

tiempo, con el fin de determinación presencia y concentración de plaguicidas organofosforados mediante cromatografía gaseosa.

3.2 Técnicas e instrumentos

3.2.1 Muestras

La matriz seleccionada para el análisis, fue harina de trigo tipo 000 fraccionadas para consumo interno. Las cuales se escogieron 3 (tres) marcas comerciales, elegidas en una de las grandes cadenas de supermercados de la ciudad de Rosario. Las mismas se fraccionaron en envases de vidrio, tales como lo indicaron desde el laboratorio seleccionado para el análisis, llamándolas “MUESTRA A”, “MUESTRA B” y “MUESTRA C”, para preservar la identidad de las marcas. De esta manera fueron suministradas al laboratorio.

3.2.2 Plaguicidas analizados

Se monitoreó la presencia de pesticidas organofosforados, que se mencionan a continuación: Carbofenotion, Chlorfenvinfos, Bromophos Etil, Paration Etil, Etion, Diazinon, Dimethoate, Disulfoton, Fenamiphos, Fenitrothion, Fention, Fosalon, Malathion, Metidathion Methyl, Bromophos, Chlorpyrifos Methyl, Paration Methyl, Profenofos, Tolclofos Methyl, Azinfos Methyl, Azinfos Etil, Methamidophos, Acephate, Chlorpyrifos, Pirimifos Methyl.

3.2.3 Técnicas utilizadas

Metodología analítica. AOAC 2007.01. Este método se utiliza para la determinación de residuos de plaguicidas en alimentos. Específicamente, es un método

multirresiduos para el análisis de más de 300 plaguicidas y contaminantes ambientales en diversos productos alimenticios.

QuEChERS. Significa, Rápido Fácil Económico Eficaz Resistente Seguro. El procedimiento QuEChERS consta de varios pasos analíticos sencillos, por lo que es rápido, fácil de realizar y poco susceptible a errores. QuEChERS proporciona altas recuperaciones para una amplia gama de pesticidas de diversas clases químicas, y el extracto final, al disolverse en acetonitrilo, ofrece total flexibilidad en la elección de la técnica de análisis determinativo. Es posible la conexión directa con cromatografía líquida y de gases.

El procedimiento indica los siguientes pasos: pesar 5.0 g de muestra en un tubo falcón + 10 ml de agua, para la correcta hidratación de la muestra, se adiciona 15 ml de acetonitrilo con 1% de ácido acético, se agregan sales de extracción (6.0 g de sulfato de magnesio y 1.5 g de acetato de sodio). Se trasvasan 2 ml del sobrenadante a un tubo de 5 ml con sales de dispersión (50 mg de PSA¹, 150 mg de sulfato de magnesio, 50 mg de C18² y 50 mg de GCB³), se centrifuga y se toma una alícuota para el análisis en los instrumentales. En la Figura 2 se detallan simplificados los pasos mencionados con anterioridad

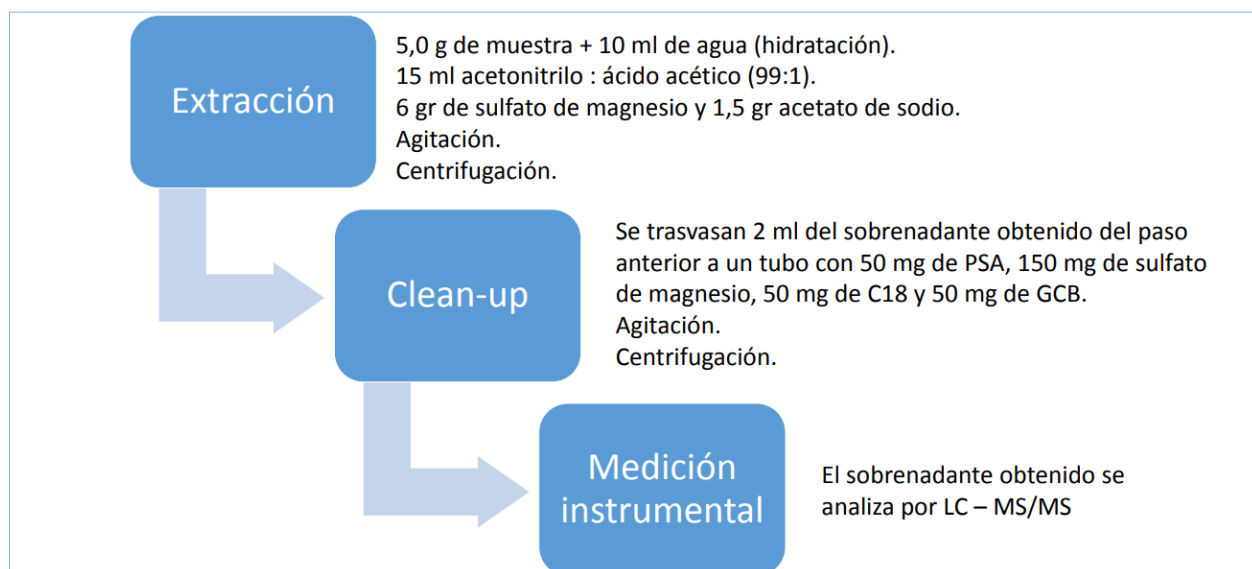
Figura 2

Esquema del procedimiento de QuEChERS

¹ El PSA ayuda a limpiar el extracto de muestras (como frutas y verduras) después de la extracción inicial, eliminando compuestos que podrían interferir con el análisis de pesticidas u otros analitos.

² Se usa en el método QuEChERS para eliminar impurezas no polares, especialmente lípidos como grasas y aceites, de muestras de alimentos antes del análisis de pesticidas

³ Es un material de carbono que se usa como absorbente dispersivo. Ayuda a eliminar componentes como la clorofila, los carotenoides y los pigmentos.



Nota: Adaptado de “Residuos de plaguicidas en alimentos a base de trigo: Monitoreo en productos comercializados en Argentina durante el 2018”, por Pietronave, Jonatan; Fuertes, Sonia; Villafañe, María; Maseda, Juan; D’Espósito, Lourdes, 2018

3.2.4 Equipamiento utilizado.

- Balanza analítica OHAUS PR224/E
- Cromatógrafo Gaseoso Agilent Modelo 7890B
- Detector de masas Agilent Modelo 5977B: es un detector selectivo de masas independiente y combinable con un cromatógrafo de gas Agilent serie 7890

3.2.5 Análisis instrumental. El análisis de los plaguicidas organofosforados fue realizado por un laboratorio tercerizado llamado, HSE Ingeniería, especializado en el análisis de plaguicidas en alimentos. Este laboratorio cuenta con equipamiento de precisión, incluyendo cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas. El LD⁴ con el que cuentan es de 10 ug/kg (ppb)

⁴ Límite de detección

4. RESULTADOS.

Al laboratorio se le suministraron tres muestras de harina de trigo 000, provenientes de diferentes marcas comerciales, para su análisis. En todos los casos, los valores obtenidos para los compuestos analizados se encontraron por debajo del límite de cuantificación del método utilizado por el laboratorio, esto implica que no se detectaron residuos de pesticidas organofosforados en las muestras evaluadas.

Dado que las muestras arrojaron valores negativos (ND⁵), no es posible realizar análisis estadísticos. Sin embargo, los resultados permiten establecer la ausencia de plaguicidas organofosforados en las tres muestras suministradas. Los informes de los resultados de los análisis de las muestras A, B y C se encuentran en el Anexo A

5. DISCUSIÓN

Los límites máximos de residuos permitidos establecen que los plaguicidas organofosforados permitidos son sólo Malatión y Pirimifos metil los cuales tienen un máximo permitido de 2 mg/Kg.

Mientras que nuestro análisis de las tres muestras de harina de trigo tipo 000, no mostró presencia detectable de plaguicidas organofosforados, teniendo un límite de detección de 10 ug/Kg, incluso de los que se encuentran permitidos. Por este motivo podemos decir que las concentraciones se encuentran muy por debajo de lo establecido. Esto es un hallazgo relevante en el contexto de seguridad alimentaria. Si bien, no es

⁵ No Detectado

representativo, estos resultados evidencian un buen nivel de control en procesos desde cosecha, producción y comercialización del trigo y sus derivados.

Los plaguicidas organofosforados, son ampliamente utilizados en la agricultura por su eficacia como insecticidas, pero su uso indebido puede generar residuos en los alimentos, que presentan un riesgo potencial para la salud humana. Por lo tanto, su monitoreo resulta esencial para asegurar la inocuidad de los productos alimenticios.

Es importante destacar que este estudio no es representativo, por el escaso número de muestras. Además, el análisis se restringió a solo una familia de plaguicidas, los organofosforados, por lo que puede no considerarse representativo para todos los contaminantes de plaguicidas que pueden existir en este tipo de alimento.

También, podríamos mencionar que se podría haber seleccionado y sumado a los análisis otros plaguicidas de otras familias, por ejemplo, los Piretroides e incluso de los plaguicidas que se encuentran permitidos, para poder realizar una comparativa si estos, se encuentran por debajo de los límites máximos permitidos como se halló en los Organofosforados seleccionados.

6. CONCLUSIONES

Esta tesina tuvo como objetivo analizar la presencia de plaguicidas organofosforados en harinas de trigo tipo 000. Las tres muestras seleccionadas para su posterior análisis, no presentaron residuos detectables de dichos compuestos, según los resultados obtenidos.

Los Límites Máximos de Residuos actualizados en junio de 2025, indican que los plaguicidas organofosforados que se pueden utilizar en trigo y cuyos residuos pueden

permanecer en la harina, son Malathion y Pirimifos Methyl con un límite de 2 mg/kg. En los análisis por cromatografía gaseosa, AOAC 2007.01, para ambos plaguicidas no se detectó su presencia en ninguna de nuestras muestras.

Además, se analizaron Carbofenotion, Chlorfenvinfos, Bromophos Etil, Paration Etil, Etion, Diazinon, Dimethoate, Disulfoton, Fenamiphos, Fenitrothion, Fention, Fosalon, Metidathion Methyl, Bromophos, Chlorpyrifos Methyl, Paration Methyl, Profenofos, Tolclofos Methyl, Azinfos Methyl, Azinfos Etil, Methamidophos, Acephate, Chlorpyrifos, algunos de ellos prohibidos, cuya presencia tampoco fue detectada.

Por este motivo, se puede considerar que, al menos en las marcas seleccionadas, el producto cumple con los LMR establecidos de los compuestos analizados, garantizando de esta manera la seguridad alimentaria.

7. BIBLIOGRAFÍA

Lonera San Marcos Sud ([s.f.]). *¿Cuándo se cosecha y se siembra el Trigo en Argentina?*

Lonera San Marcos Sud. <https://www.loneraj.com/cuando-se-cosecha-y-siembr-el-trigo-en-argentina/>

Michlig, N. (2018). *“Determinación por métodos multiresiduo de plaguicidas y micotoxinas en alimentos vegetales y lácteos mediante técnicas cromatográficas-espectrométricas de masa”* [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Litoral].

Código Alimentario Argentino ([s.f.]). *Alimentos farináceos – Cereales, Harinas y derivados.* Argentina.gob.ar.

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_ix_harinas_actualiz_2025-05_0.pdf

Rousseau, J. (1984). *Cosecha de granos: Trigo, maíz, fréjol y soya.* FAO. <https://www.fao.org/4/x5051s/x5051s02.htm>

Cherlinka, V. (2025, marzo 5). *Cultivo De Trigo: Como Sembrar, Manejar Y Cosechar.* EOS DATA ANALYTICS. <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-trigo/>

Mondino, M. (2025). *Defoliación del Algodón: una importante decisión antes de la cosecha.* argentina.gob.ar. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2025/04/defoliacion_del_algodon_una_decision_importante.pdf

Pan de Calidad (2018). *Estructura del grano: salvado, endospermo y germen*. Pan de Calidad. <https://pandecalidad.com/estructura-del-grano-salvado-endospermo-y-germen>

Bulacio, L., Sain, O., & Martinez, S. (2007). *Fitosanitarios. Riesgos y toxicidad*. UNR editora.

QuEChERS (2025). *Inicio del método QuEChERS*. [quechers.eu. https://www.quechers.eu/](https://www.quechers.eu/)

Galeano, M. (2022, Febrero 13). *La harina, el comienzo de todo*. ALACARTA. <https://alacarta.com.py/notas/la-harina-el-comienzo-de-todo>

Pórfido, O. (2014). Los plaguicidas en la República Argentina. Argentina.gov.ar. https://www.argentina.gov.ar/sites/default/files/0000000341cnt-14-plaguicidas_argentina.pdf

Abadía, M. & Bartosik, R. (2013). *Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos: hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria*. Ediciones INTA.

Martino, A. (2022) *Materias Primas en la producción de alimentos* [clase presencial, Diplomatura en Bromatología, Universidad de Concepción del Uruguay]

Simó Peiró, J. (2018). Métodos de extracción y determinación de plaguicidas por cromatografía de gases masas (GC-MS/MS) en muestras de origen vegetal [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Educación a Distancia].

Yara Knowledge grows (2025). *Nutrición vegetal: Trigo*. YARA.
<https://www.yara.com.ar/nutricion-vegetal/trigo/tipos-de-trigo/>

García, G. (2025). *Proceso de elaboración de la harina: desde el grano al producto final*.
 The food tech. https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/proceso-de-elaboracion-de-la-harina-desde-el-grano-al-producto-final/#utm_source=chatgpt.com

SENASA (2025, Junio). *Registro Nacional de Terapéutica Vegetal*. Argentina.gob.ar.
<https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/productosveterinarios-fitosanitarios-y-fertilizantes/registro-nacional-de-terapeutica-vegetal>

Editorial Chacra. (2020, Junio). *Reguladores de crecimiento y defoliantes en el cultivo de algodón*.
 Macro Cerca, siempre cerca.
<https://www.macro.com.ar/1517367647206/reguladores-de-crecimiento-y-defoliantes-en-el-cultivo-de-algodon.pdf>

Macro (2020, Junio). *Reguladores de crecimiento y defoliantes en el cultivo de algodón*.
 Macro Cerca, siempre cerca.
<https://www.macro.com.ar/1517367647206/reguladores-de-crecimiento-y-defoliantes-en-el-cultivo-de-algodon.pdf>

Pietronave, J., Fuentes, S., Villafañe, M., Maseda, J., & D'Esposito, L. (2018). *Residuos de plaguicidas en alimentos a base de trigo: Monitoreo en productos comercializados en Argentina durante el 2018*. Argentina.gob.ar.

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat_vigilancia_trigo_jonatan_pietronave.pdf

Organización Mundial de la Salud (2022, septiembre 15). *Residuos de plaguicidas en los alimentos*. OMS. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>

Pierre, F. & Betancourt, P. (2007, Agosto). *Residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en el cultivo de cebolla en la depresión de Quíbor, Venezuela*. Scielo. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612007000200002

SENASA (2011, Enero 6). *Resolución 934/2010*. Argentina.gob.ar. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/c-177593/actualizacion>

Instituto Nacional de Semillas (2020-2021). *Sistema de Información Simplificado Agrícola*. Argentina.gob.ar. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sisa_if_trigo2021.pdf

Abbate, P. (2023). *Trigo como alimento: su cultivo y producción en Latinoamérica*. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, INTA.

Gobierno de Mexico ([s.f.]). *Trigo grano*. gob.mx. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/96345/TrigoGrano_monografias.pdf

Triticum. (2025, Abril). En Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Triticum#Historia>

Victoria, B. (2015). *Understanding Ingredients for the Canadian Baker*. BCcampus.
<https://opentextbc.ca/ingredients/front-matter/introduction-2/>

Faillaci, S. (2017). *Uso de plaguicidas organoclorados y organofosforados en la agricultura periurbana del Cinturón Verde de Córdoba* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Córdoba].

Rivas, A. (2025, marzo 16). Normas APA: La guía definitiva para presentar trabajos escritos. Mentur. <https://normasapa.in/>

8.1 Informes de análisis

8.1.1 Informe de análisis “Muestra A”

DATOS DEL SOLICITANTE		
Razon Social:	RUCCI NARELA ROCIO	Cuit: 27-39586702-3
Establecimiento:	-	
Domicilio:	CERVANTES 72	
Localidad:	CAPTAN BERMUDEZ	
Provincia:	SANTA FE	

DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra:	Harina de trigo 000
Sitio de Extracción:	-
Sector de Extracción:	-
Muestra (id):	Muestra A.
Fecha/Hora de Recepción:	14/05/2025 – 07:00 hrs
Conservación de Muestra:	-
Datos Adicionales:	-

Parámetro	ID	Unidad	Resultado
Organophosphorus Pesticides			
Carbendazim	10	µg/kg	NO
Chlorpyrifos	10	µg/kg	NO
Bromophos Epi	10	µg/kg	NO
Parathion Etl	10	µg/kg	NO
Etlon	10	µg/kg	NO
Diazinon	10	µg/kg	NO
Dimethoate	10	µg/kg	NO
Disulfoton	10	µg/kg	NO
Fenamiphos	10	µg/kg	NO
Fenitrothion	10	µg/kg	NO
Fention	10	µg/kg	NO
Fosalon	10	µg/kg	NO
Malathion	10	µg/kg	NO
Metidathion	10	µg/kg	NO
Methyl Bromophos	10	µg/kg	NO
Chlorpyrifos Methyl	10	µg/kg	NO
Parathion Methyl	10	µg/kg	NO
Proflinofos	10	µg/kg	NO
Phiniphos methyl	10	µg/kg	NO
Tolclofos Methyl	10	µg/kg	NO
Azinfos Methyl	10	µg/kg	NO
Azinfos Etl	10	µg/kg	NO
Methamidophos	10	µg/kg	NO
Acaphos	10	µg/kg	NO
Chlorpyrifos	10	µg/kg	NO

ND: No Detectado



BIOLOGICO FITTIPALDI
MAY 2001

Director Técnico

[illegible]

NOTAS DEL ESTUDIO
Metodología Analítica:

- Prácticas: AOAC 2007.01

Equipos Utilizados:

- Balanza Analítica OHAUS PR224IE
- Cromatógrafo Gaseoso Agilent Modelo T690B
- Detector de Masas Agilent Modelo 5977B

Observaciones:

- Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo.
- Queda prohibida la reproducción parcial de este informe.
- Tanto la muestra como los datos de la misma, fueron provistos por el cliente



Director Técnico

 Ángel Marino Gervasio 5981
Capitán Bermúdez, Santa Fe

 info@hseing.com
www.hseing.com

 103491478-2096

8.1.2 Informe de análisis “Muestra B”



INGENIERIA
HSE
SOLUCIONES LABORATORIO

Protocolo de Análisis

FP 10/07 Ver.1.0 - Pág: 3/3
N°: 32055
OT: 21161
FECHA: 22/06/2025

DATOS DEL SOLICITANTE

Razón Social: RUCCI NARELA RODRIGO	Cuit: 27-39586702-3
Establecimiento: -	
Domicilio: CERVANTES 72	
Localidad: CAPITAN BERMUDEZ	
Provincia: SANTA FE	

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de Muestra: Harina de trigo 000	
Sitio de Extracción: -	
Sector de Extracción: -	
Muestra (N°): Muestra B.	
Fecha/Hora de Recepción: 14/05/2025 - 07:00 hs	
Conservación de Muestra: -	
Datos Adicionales: -	

Parámetro	LD	Unidad	Resultado
Organophosphorus Pesticides			
Carbofentiozon	10	µg/kg	ND
Chlorfenvinphos	10	µg/kg	ND
Bromophos Ethyl	10	µg/kg	ND
Parathion Ethyl	10	µg/kg	ND
Etozin	10	µg/kg	ND
Diazinon	10	µg/kg	ND
Dimethoate	10	µg/kg	ND
Disulfoton	10	µg/kg	ND
Fenitrothion	10	µg/kg	ND
Fenitrothion	10	µg/kg	ND
Fenitrothion	10	µg/kg	ND
Fosalone	10	µg/kg	ND
Malathion	10	µg/kg	ND
Malathion	10	µg/kg	ND
Methyl Bromophos	10	µg/kg	ND
Chlorpyrifos Methyl	10	µg/kg	ND
Parathion Methyl	10	µg/kg	ND
Prothion	10	µg/kg	ND
Phosphorothion	10	µg/kg	ND
Toxifen Methyl	10	µg/kg	ND
Azinphos Methyl	10	µg/kg	ND
Azinphos Ethyl	10	µg/kg	ND
Methamidophos	10	µg/kg	ND
Acetophos	10	µg/kg	ND
Chlorpyrifos	10	µg/kg	ND

ND: No Detectado


Director Técnico

 Ángel Marino Gervasio 598
 Capitán Bermúdez, Santa Fe

 info@hseing.com
 www.hseing.com

 10340 478-2098





















Protocolo de Análisis

FP 12/02 Vn.14 - Pág. 2/3
N°: 32055
 DT: 2/11/11
 FECHA: 23/05/2025

NOTAS DEL ESTUDIO

Metodología Analítica:

- Procedimiento: AOAC 2007.01

Equipos Utilizados:

- Balanza Analítica OHAUS PR224IE
- Cromatógrafo Gaseoso Agilent Modelo T6900
- Detector de Masas Agilent Modelo 5977B

Observaciones:

- Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo.
- Queda prohibida la reproducción parcial de este informe.
- Tanto la muestra como los datos de la misma, fueron provistos por el cliente

SIOG SIOLO PITIPALDI
 MAT 2011

Director Técnico

Ángel Marino Gervasio 5g8
 Capitán Bermúdez, Santa Fe

info@hseing.com
 www.hseing.com

10340 478-3096



8.1.3 Informe de análisis “Muestra C”



Protocolo de Análisis

FP 18-02 Ver.14 - Pág. 3/3

N°: 32056

OT: 31151

FECHA: 22/06/2025

DATOS DEL SOLICITANTE

Razón Social:	RUCCI NARELA RDCIO	CUIT:	27-39686702-3
Establecimiento:	-		
Domicilio:	CERVANTES 72		
Localidad:	CAPTAN BERMUDEZ		
Provincia:	SANTA FE		

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de Muestra:	Harina de trigo 000
Sitio de Extracción:	-
Sector de Extracción:	-
Muestra (kg):	Muestra C.
Fecha/Hora de Recepción:	14/05/2025 - 07:00 hrs
Conservación de Muestra:	-
Datos Adicionales:	-

Parámetro	LD	Unidad	Resultado
Organophosphorus Pesticides			
Carbofention	10	µg/kg	ND
Chlorfenvinfos	10	µg/kg	ND
Bromophos Ethil	10	µg/kg	ND
Paration Ethil	10	µg/kg	ND
Etofen	10	µg/kg	ND
Diazinon	10	µg/kg	ND
Dimethoate	10	µg/kg	ND
Disulfoton	10	µg/kg	ND
Fenamiphos	10	µg/kg	ND
Fenitrothion	10	µg/kg	ND
Fenitron	10	µg/kg	ND
Fosalone	10	µg/kg	ND
Malathion	10	µg/kg	ND
Metidathion	10	µg/kg	ND
Methyl Bromophos	10	µg/kg	ND
Chlorpyrifos Methyl	10	µg/kg	ND
Paration Methyl	10	µg/kg	ND
Profenofos	10	µg/kg	ND
Priniphos methyl	10	µg/kg	ND
Toxofos Methyl	10	µg/kg	ND
Azinfos Methyl	10	µg/kg	ND
Azinfos Ethil	10	µg/kg	ND
Metamidophos	10	µg/kg	ND
Acetaphos	10	µg/kg	ND
Chlorpyrifos	10	µg/kg	ND

ND: No Detectado



Director Técnico

Ángel Marino Gervasio 698
Capitán Bermúdez, Santa Fe

info@hseing.com
www.hseing.com

10340 478-2096





Protocolo de Análisis

PP 18-02 Vers.1.0 - Pág: 3/3

Nº: 32056

Q1: 21151

FECHA: 22/05/2025

NOTAS DEL ESTUDIO

Metodología Analítica:

- Práctica: AOAC 2007.01

Equipos Utilizados:

- Balanza Analítica OHAUS PR224IE
- Cromatógrafo Gaseoso Agilent Modelo 7890B
- Detector de Masas Agilent Modelo 5977B

Observaciones:

- Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo.
- Queda prohibida la reproducción parcial de este informe.
- Tanto la muestra como los datos de la misma, fueron provistos por el cliente


 DIEGO PITIPALDI
 MAT. 281

Director Técnico

 Ángel Marino Gervaso 698
 Capitán Bermúdez, Santa Fe

 info@hseing.com
 www.hseing.com

 10340 478-2056

