



Centro de Estudios sobre Tecnologías Apropriadas de la Argentina

La agroecología como paradigma civilizatorio para reinsertarnos en la naturaleza

Ing. Agr. Ms. Sc. Javier Souza Casadinho

Análisis de las características y efecto socioambiental del insecticida clorpirifos

Estrategias , tecnologías , saberes y practicas agroecológicas para recrear agroecosistemas sustentables, viables y resilientes



Red de acción en Plaguicidas y sus alternativas de América Latina(RAPAL)



Sabio es el que se contenta con el espectáculo del mundo (Ricardo Reis /Fernando Pessoa, escritor Portugués)

Mírenme, soy feliz. Entre las hojas que cantan cuando atraviesa el jardín, el viento en monopatín ...Por aquí anda Dios con regadera de lluvia o disfrazado de sol, asomando a su balcón. (María Elena Walsh, escritora Argentina)

Lo he soñado en esta casa entre paredes y puertas. Dios les permite a los hombres soñar cosas que son ciertas (Jorge Luis Borges, escritor Argentino)

Nace una flor, todos los días sale el sol, De vez en cuando escuchas aquella voz. Como de pan gustosa de cantar, de los aleros de la mente con las chicharras...Máma, la libertad siempre la llevarás, dentro del corazón. Te pueden corromper, te puedes olvidar, pero ella siempre está. (Carlos Alberto García Moreno /poeta y músico, Argentino)

ÍNDICE

Sobre el autor y las organizaciones	3
Agradecimientos	9
Resumen ejecutivo	11
Executive Summary	15
A modo de presentación	19
Lista de siglas	20
Mapa de Argentina	21
Acerca del plaguicida clorpirifos	22
1-1- Conceptos generales	
1-2- Efecto socioambiental del clorpirifos	28
1-2-1-Uso e Ingreso al organismo humano	29
1-2-2- Efecto del clorpirifos en la salud humana. Aspectos generales	33
1-2-3- Efecto del clorpirifos. Investigaciones realizadas con animales en laboratorio	35
1-2-4- Efecto del clorpirifos en la salud socioambiental	42
1-2-5 neurotoxicidad	50
1-2-6-Acción endocrina	51
1-2-7-Acción en el ambiente	53
1-2-7-1- efecto en el suelo	
1-2-7-2 Presencia en agua	61
1-2-7-3-Persistencia y Movilidad aérea	64
1-2-7-4- Efecto sobre las abejas	68
1-2-7-5- Persistencia en sedimentos	70
1-2-7-6 Bioacumulacion	71
1-2-7-7-Transporte a larga distancia	73
1-2-7-8 Biorremediación	74
2- abordando al paradigma agroecológico. La construcción de agroecosistemas	76
1-Introducción	
2-sobre la agroecología	80
3-sobre las tecnologías apropiadas	83
4-Los agroecosistemas	85

5- ¿ qué es una “plaga”? Una mirada sistémica, holística y dialéctica de la vinculación entre especies dentro de los sistemas naturales y los productivos. - Diseño y planificación de agroecosistemas: las estrategias, las prácticas y las tecnologías.	88 94
6-1-Las Transiciones	95
6-2-Diseño del agroecosistemas	97
6-3-Planificación	99
6-3-1- Características de un buen suelo	
6-3-2 La Teoría de la trofobiosis	101
6-3-3- Diferentes modos de elaboración y aplicación de abonos que serán dispuestos en el suelo	102
a-Compostaje	
b-Lombricompuesto	104
c- Bocashi	105
d- Aserrín, corteza de vegetales, residuos orgánicos de industria maderera	105
e- Estiércoles	106
f- Restos de cosecha	106
g-Uso de mantillo del monte	106
h- Abonos verdes	106
I- Harinas de sangre	107
J-Harina de hueso	107
K- Rumen - panza-	108
L-Harina de pescado	108
M- Sales minerales	108
N-Rocas	108
Ñ- cenizas	108
6-4-4- Elaboración y aplicación de abonos o Fertilizantes foliares	109
a-Super magro	
b- En base de algas marinas	110
c- Extracto de lombricompuesto	110
d-Vairo o bostol	110
e- Orina de vaca	111
7--Preparación adecuada del suelo	111
8- La siembra.	113
8-1-Siembra de variedades apropiadas	

8-2- La calidad de la semilla	113
8-3-La siembra/ trasplante en época adecuada	116
9-La recreación de biodiversidad en los agroecosistemas	118
9-1-Diversidad biológica;	
9-2- Las Rotaciones	119
9-3-Las asociaciones	119
9-4- Las plantas aromáticas y medicinales	125
9-5- Sistemas agro - silvo - pastoriles o silvo-pastoriles	126
9-6- Los caminos de biodiversidad y los límites espaciales	126
10- El riego	127
11- El manejo ecológico: Cooperar para que la naturaleza actúe	127
11-1- Los organismos benéficos	
11-2- Liberación de seres vivos para el manejo de insectos perjudiciales	131
11-3- Las feromonas	132
11-4- Aplicación de biofertilizantes	132
12- Los Preparados para el control de adversidades	133
12-1- Preparados de origen mineral	133
12-2-Preparados de origen vegetal	137
13- las Trampas para atraer insectos	137
14- Otros métodos para reducir la población de insectos, bacterias , hongos y semillas de plantas silvestres	139
a-La biofumigación	
b- La Solarización	140
15- Aspectos económicos	141
16-A modo de síntesis	147
3-Estrategias prácticas y tecnologías que prescinden del uso del plaguicidas, incluido el clorpirifos, desarrolladas por productores/as agroecológicos de la Argentina	150
Pautas especiales de manejo	
3-1- horticultura	
3-2- Fruticultura	161
3-3- Pecan	167
3-4- Trigo	168
3-5 Maíz	171
3-6-Soja	174

3-7- Yerba Mate	175
3-8-Nogales	177
3-9 Vid	180
3-10 Frutilla	182
3-11 olivos	184
Fuentes de información/bibliografía	187

SOBRE EL AUTOR Y LAS ORGANIZACIONES

Javier Souza Casadinho es Magíster Scientiae en Metodología de la Investigación Científica y Social (UNER, 2000). Ingeniero agrónomo (FAUBA; 1987). Profesor Asociado de la Cátedra de Sociología y Extensión Rurales (FAUBA). Coordinador para América Latina de la Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América Latina (RAPAL) y Coordinador del Centro de Estudios sobre Tecnologías Apropriadas de la Argentina (CETAAR). Miembro de Bienaventurados Los Pobres (BEPE), del Movimiento Agroecológico de América Latina (MAELA), de la Sociedad Argentina de Agroecología (SAAE), de la Red Internacional de Eliminación de Contaminantes (IPEN), de Alianza Global por Alternativas a la Incineración (GAIA), del Movimiento Católico Laudato sí, del Seminario Permanente de Teología, Filosofía, Ciencia y Tecnología, de la comisión de Agricultura Familiar de Comisión Nacional de Justicia Y Paz de la Comisión Episcopal Argentina (CEA), y de la Coalición Ciudadana Antincineración de Argentina. Coordinador del proyecto Vecinos en Flor para la inclusión de personas con discapacidad (FAUBA). Colaborador de la Comisión de salud y ambiente de la Sociedad Argentina de Pediatría (SAP).

CETAAR es una Organización No Gubernamental que inicia sus actividades en la Argentina en el año 1985. Trabaja en la búsqueda de un desarrollo integral de las personas y comunidades, en la construcción de una sociedad más justa y equilibrada a partir de realizar tareas de incidencia política, investigación, capacitación y sensibilización vinculadas a sus áreas de trabajo; la relación establecida con el ambiente, la problemática derivada del uso de plaguicidas, la utilización de plantas medicinales y la producción de alimentos en forma agroecológica. De allí se derivan varios temas; la soberanía alimentaria, la producción de semillas y la utilización de plaguicidas en la agricultura y su impacto en la salud y el ambiente.

La Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América Latina, RAP-AL, es una red que agrupa a instituciones, organizaciones y universidades presentes en 11 países de la región. Realiza actividades de capacitación, investigación, denuncia e incidencia en políticas públicas en torno al uso de plaguicidas, y los cultivos, transgénicos y su

efecto negativo en la salud socioambiental. Como propuesta realizamos actividades en relación a la agroecología tomándola en sus dimensiones ambientales, sociales, productivas y espirituales. También trabajamos en torno a la defensa de la soberanía alimentaria en sus dimensiones productivas, y de acceso y calidad de los alimentos. Actualmente las instituciones que conforman RAP-AL se encuentran participando activamente en la búsqueda de la prohibición de los plaguicidas altamente peligrosos y su reemplazo por estrategias agroecológicas. Miembros de RAP-AL participan en actividades relacionadas con los convenios de Estocolmo, Rotterdam y de la Estrategia Internacional para el Manejo de Sustancias Químicas (SAICM).

RAP-AL es el centro regional para América Latina y el Caribe de Pesticide Action Network (PAN), organización establecida en 1982, con oficinas regionales en África, Asia, Europa, América del Norte y América Latina. RAP-AL desde su creación en 1983, coordina acciones y campañas a nivel internacional con las otras regiones de PAN. Para Comunicarse www.rap-al.org

ES DE AGRADECIDO SER AGRADECIDO

Agradecimientos¹

A los siguientes productores /as

Cinturón Hortícola de Buenos Aires (Nilda, Johana, Nelson, Fernando, Marcela, Gastón, Raúl, Gisela, Maxi, Lucia, Eugenia, María Rosa, Fortunata, Gustavo, Roberto , quinta Los Gladiolos, Fortunata y todos los amigos/as que son muchoooooos)

Provincia de Buenos Aires (familias Calderón , Villa, Coluscio, Vezco, Pablo, Familia Arisnabarreta)

Corrientes (familias Benítez, Villanueva, Soliz, Fleitas, Ortiz, Parodi, Rivero, Juancito Caseres y comunidad Rincón Aba de Lavalle)

Catamarca (Doña Dorina, Doña Rosa, DoñaValeria , Doña Gladys, David, Mabel, Don Rios, Doña Doristel, Doña Cristina , Cristina, Florencia, Don Domingo, Don Martín, Don Julio, Familia Villagran, Familia Aguirre)

Santiago del Estero (Doña Luli, José, Marina, Nina, Doña Mela, María Antonia, Adriana, Ramon, Inés, Manuel, Edmundo, Familia Suarez, Don Perico, Valle, Don Miguel y Don Rubén, Don Antonio, Familia Veliz)

Misiones (Paulina, Noemí, Elio, Doña Blanca, Don Hilario, Ana, Gabriel, Carolina, Enrique, amigos de Santa Cruz del Monte, Vilmar,)

A los siguientes amigos /as de ONGs e instituciones del Estado con los cuales compartimos investigaciones, talleres, discusiones, luchas, logros, alegrías y penas

Escuela Popular de agroecología (Ana, Noemí, Lucia, Claudia, Vicky, María de los Ángeles , Nilda, Gisele, Maxi, Mariano y todos los amigos/as)

Bepe (Claudia, Mirta, Laura, Johana, Ingrid, Rosy, Sebastián, Ernesto, Santiago, Julio, Manuel, Lachito y todos los amigos/as)

Indes (Julio, Gustavo, Mario, Ofelia, el Chino)

INCUPO (Edith, Marta, Graciela, Paia, Julio, Nilda, Magui, Claudia, Tato, Oscar, Guillermo, Ernesto, Celso, Carlitos, Fredy, "Pope" y todos los amigos/as)

¹ Si me olvide de alguna persona pido perdón

CEPAR (Antonio, Lucho, "el Ganso", Raúl y todos los amigos/as)

SAF (Laura, Mario, Pablo, Matilde y todos los amigos/as)

CEDEPO (Alicia, Vege, Claudia)

APF (Alicia, Daniel, Gabriela, Rodrigo y todos los amigos/as)

"Misioneros" (Jesús, Alicia, Enso, Marcela, Gerardo, Guillermo, Juancito, Raúl, "Pelú" y todos los amigos/as)

Neuquinos y Rionegrinos (Silvana, Marisa, Perla, Rubén, Graciela, Pablo y todos los amigos/as)

INTA (María Clara, Pedro, Mariana, Maxi, José Luis, Edgardo, Gustavo, Roberto, Arturo y todos los amigos/as)

A los Amigos comunicadores (Mely, Anabel, Guillermo, Darío, Daniel, Graciela, Fabiana, Silvio, Riquelme, Patricia, Claudia, Rosario,)

A los amigos luchadores de los pueblos fumigados (Madres de Ituzaingó, Yani, Eduardo, Carmen, Darío, Ana, Medardo, Margot, Leo, Enrique, los de pergamino, Lobos, Córdoba, Entre Ríos, Ramallo, Luján, Rojas, Los Toldos, Exaltación de la Cruz, Chivilcoy, Bragado, 9 de Julio..)

A María Elena (RAPAL), Silvia Ferreyra y Marcia (PANNA)

A los amigos/as de la Red de Acción en plaguicidas y sus Alternativas de América Latina (RAPAL), del Movimiento Agroecológico de América Latina (MAELA), de la Red Internacional de Eliminación de Contaminantes (IPEN), de Alianza Global por Alternativas a la Incineración (GAIA), del Seminario Permanente de Teología, Filosofía, Ciencia y Tecnología, de la comisión de Agricultura Familiar de Comisión Nacional de Justicia y Paz de la Comisión Episcopal Argentina (CEA), de la Coalición Ciudadana Antincineración, de Vecinos en Flor y de la Comisión de salud y ambiente de la Sociedad Argentina de Pediatría (SAP), de las casas de semillas de Merlo y "el Bondi" de Escobar.

A los próceres de la agroecología en Argentina; María Angelica (Movimiento agroecológico del Chaco), Betty (agroecología Formosa), Florencio (CETAAR), Ernesto (Pro - Tierra), Elvio (fundación Uñupatum), Jorge (Reconciliarnos con la Tierra), Guillermo (Eco- Agro), Charly (CEADEL), Fernando (CIESA), Jorge (Asociación Amigos del suelo) y Raúl (APROBA).

Especialmente a mis amigos/as Andrés, Miguel, Florencio, Pablo, Rita, Mariana y Camilo con quienes transitamos una parte importante de nuestra vida

RESUMEN EJECUTIVO

El plaguicida clorpirifos se halla dentro del grupo plaguicidas del tipo organofosforado. Se trata de un insecticida y acaricida que actúa por contacto, ingestión e inhalación. Clasificado químicamente como tiofosfato orgánico; su denominación química es O,O-dietil-(3,5,6-tricloro-2-piridil) fosforotioato. Es un insecticida / acaricida de amplio espectro utilizado actualmente en la Argentina, y en el resto del mundo, tanto en áreas rurales para tratar cultivos agrícolas cuanto en áreas urbanas en el control de parásitos en mascotas, como hormiguicida en parques, jardines y plazas con juegos infantiles así como para tratar insectos que atacan a la madera. Se ha podido verificar su utilización en los cultivos de Soja, Maíz, trigo, girasol, tabaco, algodón, papa, frutales de carozo y pepita y en hortalizas. En el caso del cultivo de hortalizas su utilización es generalizada y dadas las condiciones de almacenamiento, dosificación y de aplicación tanto los productores como los consumidores están sujetos a exposiciones continuas a este plaguicida y por ende a sufrir intoxicaciones agudas y crónicas. Se ha detectado clorpirifos en muestras de alimentos (coliflor, calabazas, duraznos, uvas, bananas, manzanas, apio, peras y frutillas) recolectadas de diferentes regiones del mundo.

Según los criterios establecidos en el nuevo Código de Conducta sobre Manejo de Plaguicidas (adoptado por la FAO y la OMS en 2013) y a los de las Guías sobre Plaguicidas Altamente Peligrosos y dadas sus características químicas y ecotoxicológicas, el clorpirifos es considerado un plaguicida altamente peligroso (PAP). Se trata de un producto extremadamente tóxico para peces, muy tóxico para aves y altamente tóxico para las abejas. Este producto puede ingresar al medio a través de la aplicación directa en los cultivos anuales y perennes, en las pasturas, en parques así como en plazas, jardines y edificios. También puede ingresar al ambiente a través de volatilización, derrames y disposición de residuos. Si bien el grupo más numeroso e importante expuesto al clorpirifos, así como también a otros plaguicidas, son los trabajadores y

productores agrícolas ya sea mediante el contacto dérmico directo, y por inhalación, durante la preparación de las soluciones de pulverización, la carga de los tanques de los pulverizadores y la aplicación de los productos, también debemos incluir a las personas que se hallan en las inmediaciones y aún alejadas, dado su transporte desde las zonas de aplicación. Incluso la exposición puede incrementarse por su uso a nivel doméstico para el combate de piojos, garrapatas, pulgas de las mascotas, además de las hormigas y termitas.

Una multiplicidad de investigaciones demuestran que la exposición humana a clorpirifos puede ocurrir en distintos escenarios (ambiental, residencial, ocupacional) y por distintas vías. En una persona, todas estas exposiciones hacen a la carga total de clorpirifos en el cuerpo. Una vez en el organismo el clorpirifos puede causar diversos efectos tóxicos, dependiendo de los escenarios de exposición, ya en forma aguda como crónica. Las Intoxicaciones agudas con organofosforados incluyen síntomas relacionados a la sobre-estimulación del sistema parasimpático, provocando diarrea, miosis, debilidad Muscular, broncorrea, bradicardia, lacrimación, salivación y sudoración profusa. La toxicidad del Clorpirifos se ha asociado a disfunciones neurológicas, alteraciones endocrinas y enfermedades cardiovasculares. También dentro de los efectos crónicos, la neurotoxicidad y el déficit neurocognitivo son algunos de los efectos evidenciados. En este sentido, la exposición de poblaciones vulnerables, incluida la que ocurre en el periodo prenatal, y los efectos en los niños es una gran preocupación para toda la comunidad científica.

Según las investigaciones citadas en este trabajo se han medido concentraciones detectables del insecticida organofosforado Clorpirifos en el agua de lluvia, en el aire, en la nieve y el resto del ambiente. Se ha detectado a distancias considerables de las áreas donde se han realizado las aplicaciones, aspecto que indica el potencial de transporte a larga distancia (LRT) en la atmósfera. El Clorpirifos es fuertemente absorbido por el suelo y se lixivia poco debido a su difícil solubilidad en agua. Se ha reportado que su persistencia en suelo varía entre algunos días hasta 4 años, en las condiciones frías y oscuras de áreas con bajas temperaturas, la persistencia será significativamente mucho más alta que lo que se indica para las vidas medias de acuerdo a lo medido en regiones tropicales o templadas. Los datos bibliográficos indican que el clorpirifos puede afectar a la población de la microflora del suelo e inhibir el ciclo de importantes nutrientes, incluida la fijación de nitrógeno por bacterias. Este compuesto ha sido detectado en muestras de aguas subterráneas, superficiales y

potables. En general, se registraron concentraciones más bajas en aguas marinas que en aguas superficiales, sin embargo, se detectaron concentraciones relativamente altas de este producto en el agua de lluvia. La presencia de Clorpirifos en el medio acuático tiene una serie de consecuencias, incluidos efectos ecotoxicológicos (genotoxicidad, neurotoxicidad, estrés oxidativo) en organismos de agua dulce. Los datos bibliográficos indican que el Clorpirifos también puede transferirse libremente con las corrientes de aire. La distancia de desplazamiento característica (CTD) a la que se degrada o deposita el 63% de la masa original de clorpirifos volatilizado, y una vida media de 3 h, se estimó en 62 km.

El Clorpirifos se considera altamente tóxico para las abejas melíferas. Las principales vías de exposición de las abejas son la alimentación y el alcance directo mientras se realizan las pulverizaciones. Se destaca el contacto con néctar y polen que han sido impregnados, durante las pulverización, con este producto y que permanecen a disposición de las abejas tras dicha aplicación.

Es posible realizar una producción alimentos de manera ecológicamente sustentable y económicamente viable sin la utilización de plaguicidas. Teniendo en cuenta los principios de la economía ecológica, se debe repensar a los sistemas alimentarios, y dentro de ellos a los agroecosistemas, inmersos en un sistema más grande, la misma naturaleza, con la cual intercambian; energía, gases, "servicios", productos y desperdicios. En este sentido debemos considerar a las unidades productivas como agroecosistemas, es decir conjunto de componentes (que conforman una estructura) que se relacionan, se condicionan, que son interdependientes en un espacio determinado que posee límites naturales o artificiales. Estos componentes incluyen tanto a los organismos vivos y a aquellos que llamamos factores abióticos, como los nutrientes del suelo y aquellos propios del clima (lluvias, temperaturas, vientos). Dentro de estos agroecosistemas se desarrollarán procesos específicos, se producirán flujos y ciclos y establecerán relaciones específicas entre los componentes. Se trata entonces de actuar en conjunto, de acompañar, de respetar a la naturaleza.

La agroecología nos brinda elementos para percibir, captar, entender la realidad, de reflexionar teniendo en cuenta lo que sucede en cada unidad de producción en relación a su entorno social, ambiental, económico y cultural para desde allí proponer acciones locales y globales. Se hace necesario interpretar adecuadamente a la realidad de manera integral, sistémica y holística tomando en cuenta la multiplicidad de dimensiones que inciden en la producción agropecuaria entre los que sobresalen el

acceso a la tierra, la disponibilidad de semillas, la organización del trabajo, la disponibilidad de información, la organización entre productores /as, el clima y el acceso a los mercados.

Desde la propuesta productiva, se trata de enriquecer a los agroecosistemas favoreciendo la autorregulación de los organismos vivos a partir de las interacciones entre las especies "perjudiciales", sus predadores y parásitos. En este caso se verifica que los productores favorecen la diversidad funcional. Además, se crían diversas especies y razas de animales a fin de generar un ciclo cerrado evitando pérdidas y la generación de "desperdicios" por ejemplo el estiércol o los residuos de cosecha.

Desde la agroecología se persigue el objetivo de que los agroecosistemas sean productivos (produzcan alimentos, medicinas, fibras) de manera económica, pero que además sean sustentables (recreen las condiciones de la propia existencia de los componentes) y resilientes (que sean capaces de reponerse y mantener su estabilidad frente a condiciones económicas y ecológicas que pueden perturbarlo, por ejemplo una sequía). Se requiere un proceso de varios ciclos para reconstruir, y reconstituir, los agroecosistemas y con ello generar los procesos ecosistémicos que pueden asegurar una productividad adecuada, la equidad, el equilibrio dinámico y la sustentabilidad de estos. La transición constituye un proceso, no es algo que surja de manera fugaz y súbita, sino que implica fases en las cuales se operan cambios en las visiones, motivaciones, conocimientos, ideas, necesidades de los productores/as, para desde allí generar modificaciones en la diagramación y diseño de los agroecosistemas y en las estrategias, prácticas y tecnologías utilizadas.

Según la teoría de la trofobiosis la nutrición orgánica de los suelos, a partir del reciclaje de materiales orgánicos, posibilita una alimentación equilibrada de las plantas redundando en óptimas posibilidades de crecimiento y desarrollo. El Manejo sostenible del suelo implica el respeto de los ciclos, flujos y relaciones que involucran a todos sus seres vivos y componentes abióticos de tal manera que pueda manifestar las propiedades que favorecen el crecimiento de las plantas, y así mantener las condiciones de sustentabilidad, resiliencia y productividad del agroecosistema y la manifestación de servicios ecosistémicos, como aquellos que posibilitan la adaptación al cambio climático. La producción agropecuaria, nuestra alimentación, la vida toda depende de la semilla. Es el principio y el fin del ciclo de la producción agraria y de la alimentación en las familias, una semilla lleva adentro valores, visiones, y formas de vida que la acercan al ámbito de lo sagrado. Los conocimientos de los agricultores /as familiares, sus lenguas, y la diversidad biológica y cultural autóctona están impresos en

las semillas y sus modos de selección, producción y conservación. Los monocultivos no son sustentables, dado que no reproducen las condiciones de su propia existencia, aquellas que posibilitan recrear su continuidad en el tiempo y en el espacio. A fin de recrear agroecosistemas sustentables y resilientes se debe generar biodiversidad estructural entendida como el conjunto de componentes pertenecientes de diversos taxones, familias, especies, genotipos de seres vivos que viven y se relacionan dentro del sistema. A su vez se debe recrear diversidad funcional mediante la cual cada componente cumple una función específica dentro del sistema-

En este trabajo se describen las estrategias como así también las prácticas, las tecnologías, los bioinsumos, los preparados, las trampas construidas y utilizadas por agricultores/as de la Argentina que han diagramado agroecosistemas diversos, incluyendo diferentes cultivos tanto extensivos como intensivos. Las estrategias planteadas y prácticas empleadas en cada agroecosistema, por cada familia productora y dentro de un dado territorio, depende de factores ambientales, sociales, económicos, culturales y sociales.

EXECUTIVE SUMMARY

The pesticide chlorpyrifos belongs to the organophosphate pesticide group. It is an insecticide and acaricide that acts by contact, ingestion and inhalation. Chemically classified as an organic thiophosphate; its chemical name is O,O-diethyl-(3,5,6-trichloro-2-pyridyl) phosphorothioate. It is a broad spectrum insecticide / acaricide currently used in Argentina, and in the rest of the world, both in rural areas to treat agricultural crops and in urban areas to control parasites in pets, as an ant killer, gardens and parks with children's games as well as to treat insects that attack wood. Its use has been verified in crops of soybean, corn, wheat, sunflower, tobacco, cotton, potato, stone and pip fruit trees and also vegetables. In the case of vegetables, its use is widespread and given the conditions of storage, dosage and application, both producers and consumers are subject to continuous exposure to this pesticide and therefore to suffer acute and chronic poisoning. Chlorpyrifos has been detected in food samples (cauliflower, pumpkins, peaches, grapes, bananas, apples, pears and strawberries) collected from different regions of the world.

According to the criteria established in the new Code of Conduct on Pesticide Management (adopted by FAO and the WHO in 2013) along with the Guidelines on Highly Hazardous Pesticides, and given its chemical and ecotoxicological characteristics,

chlorpyrifos is considered a highly hazardous pesticide (HHP). It is extremely toxic to fish, very toxic to birds and highly toxic to bees. This product can enter the environment through direct application on crops, pastures, parks, gardens and buildings. It can also enter the environment through volatilization, spills and waste disposal. Although the most numerous and important group exposed to chlorpyrifos, as well as to other pesticides, are agricultural workers and producers through direct dermal contact and inhalation during the preparation of spraying solutions, the loading of spray tanks and the application of the products, we must also include people in the vicinity and even far away, given their transport, from the application areas. Exposure may even increase due to their domestic use to combat lice, ticks, pet fleas, as well as ants and termites. Finally, consumers are also exposed given the high levels of this toxin found in food.

A multiplicity of research works shows that human exposure to chlorpyrifos can occur in different settings (environmental, residential, occupational) and by different routes. In an individual, all of these exposures add up to the total body burden of chlorpyrifos. Once in the body, chlorpyrifos can cause a multiplicity of toxic effects, depending on the exposure scenarios, either acutely or chronically. Acute organophosphate poisonings include symptoms related to over-stimulation of the parasympathetic system, causing diarrhea, miosis, muscle weakness, bronchorrhea, bradycardia, lacrimation, salivation and profuse sweating. Chlorpyrifos toxicity has been associated with neurological dysfunctions, endocrine alterations and cardiovascular diseases. Also within the chronic effects, neurotoxicity and neurocognitive deficits are some of the effects evidenced. In this sense, the exposure of vulnerable populations, including that occurring in the prenatal period, and the effects on children is of great concern to the entire scientific community.

According to the research cited in this work, detectable concentrations of the organophosphate insecticide, chlorpyrifos, have been measured in rain, air, snow and the rest of the environment. It has been detected at considerable distances from the areas where applications have been made, an aspect that indicates the potential for long-range transport (LRT) in the atmosphere. Chlorpyrifos is strongly absorbed by soil and leaches poorly due to its difficult solubility in water. Its persistence in soil has been reported to range from a few days to 4 years, and in the cold, dark conditions of low temperature areas, persistence will be significantly higher than indicated half-lives measured in tropical or temperate regions. Research data indicate that chlorpyrifos can affect the soil

microflora population and inhibit the cycling of important soil nutrients, including nitrogen fixation by bacteria.

This compound has been detected in underground, surface and drinking water samples. In general, lower concentrations were recorded in marine waters than in surface waters. However, relatively high concentrations of this product were detected in rainwater. The presence of chlorpyrifos in the aquatic environment has a number of consequences, including ecotoxicological effects (genotoxicity, neurotoxicity, oxidative stress) in freshwater organisms. Research data indicate that chlorpyrifos can also be freely transferred with air currents. The characteristic travel distance (CTD) at which 63% of the original mass of volatilized chlorpyrifos is degraded or deposited, and a half-life of 3 h, was estimated to be 62 km.

Chlorpyrifos is considered highly toxic to honey bees. The main routes of exposure are feeding and direct reach while spraying. Stands out the contact with nectar and pollen that have been impregnated with this product during spraying and that remain available to the bees after spraying.

It is possible to produce food in an ecologically sustainable and economically viable way without the use of pesticides. Taking into account the principles of ecological economics, we must rethink food systems, and within them, agroecosystems, immersed in a larger system, nature itself, with which they exchange energy, gases, "services", products and waste. In this sense, we must consider productive units as agroecosystems, as a set of components (that make up a structure) that are related, conditioned and interdependent in a determined space with natural or artificial limits. These components include both living organisms and those we call abiotic factors, such as soil nutrients and those of the climate (rainfall, temperatures, winds). Within these agroecosystems, specific processes will develop, flows and cycles will occur and specific relationships will be established between the components. It is therefore a matter of acting together, of accompanying, of respecting nature.

Agroecology provides us with elements to perceive, grasp, understand reality, to reflect, taking into account what happens in each production unit in relation to its social, environmental, economic and cultural environment, in order to propose local and global actions. It is necessary to adequately interpret reality in an integral, systemic and holistic

manner, taking into account the environmental, social, economic and climatological dimensions that affect agricultural production, among which stand out access to land, availability of seeds, organization of work, availability of information, organization between producers, weather and market access. From the productive proposal, the aim is to enrich agroecosystems by favoring the self-regulation of living organisms based on the interactions between "harmful" species, their predators and parasites. In this case, it is verified that the producers favor functional diversity, either by facilitating the growth and development of wild species or by planting aromatic and medicinal plants, which will be used as feeding, shelter and mating sites by beneficial insects. In addition, different species and breeds of animals are raised in order to generate a closed cycle avoiding losses and the generation of "waste" such as manure or crop residues.

Agroecology aims for agroecosystems to be productive (producing food, medicines, fibers) in an economical way, but also sustainable (recreating the conditions of the very existence of the components) and resilient (able to replenish and maintain their stability in the face of economic and ecological conditions that may disturb them, for example a drought). A multi-cycle process is required to rebuild and reconstitute agroecosystems and thereby generate the ecosystem processes that can ensure adequate productivity, equity, dynamic equilibrium and sustainability. Transition is a process, it is not something that arises suddenly and fleetingly, but involves phases in which changes are made in the visions, motivations, knowledge, ideas and needs of the producers in order to generate modifications in the layout and design of agroecosystems and in the strategies, practices and technologies used. The use of expensive and polluting inputs is dispensed, which are replaced by process technologies based on the ideas, knowledge and practices of the producers.

According to the theory of trophobiosis, the organic nutrition of soils, based on the recycling of organic materials, makes possible a balanced nutrition of plants, resulting in optimal possibilities of growth and development. Sustainable soil management implies respecting the cycles, flows and relationships that involve all living beings and abiotic components in such a way that it can manifest the properties that favor plant growth, and thus maintain the conditions of sustainability, resilience and productivity of the agroecosystem and the manifestation of ecosystem services, such as adaptation to climate change. It is about observing the biogeochemical processes that occur in nature, and then trying to bring them and adapt them to agroecosystems.

Agricultural production, our food supply and all life depend on seeds. It is the beginning and the end of the cycle of agricultural production and food in families, a seed carries within it values, visions and ways of life that bring it close to the realm of the sacred. The knowledge of family farmers, their languages, and native biological and cultural diversity are imprinted in seeds and their modes of selection, production and conservation. Monocultures are not sustainable, since they do not reproduce the conditions of their own existence, those that make it possible to recreate their continuity in time and space, for example provide organic matter in sufficient quantity to the soil, in turn favoring the biological balance. In order to recreate sustainable and resilient agroecosystems, structural biodiversity must be generated, understood as the set of components belonging to different taxa, families, species, genotypes of living beings that live and interact within the system. At the same time, functional diversity must be recreated through which each component fulfills a specific function within the system. This paper describes the strategies as well as the practices, technologies, bioinputs, and preparations built and used by farmers in Argentina who have designed diverse agroecosystems, including different extensive and intensive crops. The strategies and practices used in each agroecosystem, by each producer family and within a given territory, depend on environmental, social, economic, cultural and social factors.

A MODO DE PRESENTACIÓN

Este Trabajo no nace del apuro, por el contrario lleva un largo tiempo de "maceración" y de espera..., maceración en la mente, en los pensamientos y en el material donde también se fueron registrando originalmente las notas: cuadernos , libretas , papeles, servilletas. Las ideas, las propuestas, las prácticas, las tecnologías nacen de la conjunción de saberes y haceres de los productores/as y técnicos /as quienes compartieron sus cosmovisiones, sus observaciones , sus registros, sus dudas, sus propias ideas acerca de cómo debería ser nuestra relación con los bienes naturales para desde allí diagramar agroecosistemas viables, resilientes y sustentables.

La presentación se inicia con un abordaje sobre las características químicas, toxicológicas y efecto socioambiental del plaguicida clorpirifos, candidato a ingresar a la lista de productos químicos incluidos en el Convenio de Estocolmo dado su persistencia ambiental y efecto en la salud.

Luego se realiza una presentación general sobre la agroecología , desde su definición, sus principios los grandes ejes que nutren a la propuesta hasta el abordaje de las tecnologías apropiadas y el diseño de agroecosistemas.

En el último apartado de este trabajo se presentan una serie de propuestas para la diagramación y puesta en práctica de agroecosistemas sustentables tomando cada una de las dimensiones involucradas en el diseño: incremento de la diversidad biológica, nutrición integral de los suelos así como el manejo de integral cada cultivo específico (12 en total).

Es mi deseo seguir incrementando en calidad y cantidad la propuesta, quizás hay tecnologías , pautas, prácticas que no conocemos, se nos olvidaron o aún no fueron desarrolladas y que seguramente iremos incluyendo

Javier Souza Casadinho

abril de 2023

LISTA DE SIGLAS

Casafe: Cámara de sanidad agropecuaria y fertilizantes de Argentina

CABIO: Cámara Argentina de bioinsumos

FAO : Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación

HHP: Highly Hazardous Pesticides

IARC: Agencia internacional de investigación sobre el Cáncer

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

JMPM: Reunión Conjunta FAO/OMS sobre Residuos de Plaguicidas (JMPN, por sus siglas en inglés)

OMS: Organización Mundial de la salud

PAN; Pesticide Action Network

PAP: Plaguicidas altamente peligrosos

RAPAL: Red de acción en plaguicidas y sus Alternativas de América Latina

SAICM: Estrategia internacional para el manejo de sustancias químicas

SENASA: Servicio nacional de Sanidad y Calidad agroalimentaria de Argentina

UE: Unión Europea

MAPA N°1 LA REPÚBLICA ARGENTINA Y SUS PROVINCIAS



1- ACERCA DEL PLAGUICIDA CLORPIRIFOS

1-1-CONCEPTOS GENERALES

Dentro del grupo plaguicidas del tipo forforados, más precisamente el de los O-fosforotionatos, se encuentra el clorpirifos, introducido y patentado por Dow Chemical Company en 1965. El clorpirifos es un insecticida y acaricida que actúa por contacto, ingestión e inhalación. Clasificado químicamente como tiofosfato orgánico; su nombre químico es O,O-dietil-(3,5,6-tricloro-2-piridil) fosforotioato

el Clorpirifos es un insecticida / acaricida organofosforado de amplio espectro utilizado actualmente en la Argentina tanto en áreas rurales para tratar cultivos agrícolas cuanto en áreas urbanas en el control de parásitos en mascotas, como hormiguicida en parques, jardines y plazas de juegos de niños también para tratar insectos que atacan a la madera. En una investigación que realizamos en la Argentina (Souza Casadinho, 2021)² pudimos verificar su utilización en los cultivos de Soja, Maíz, trigo, girasol, tacaco, algodón, trigo, papa, frutales de carozo y pepita y en hortalizas. En el caso del cultivo de hortalizas su utilización es generalizada y dadas las condiciones de almacenamiento, dosificación y de aplicación tanto los productores como los consumidores están sujetos a exposiciones continuas a este plaguicida y por ende a sufrir intoxicaciones agudas y crónicas. Si bien se destaca su aplicación sobre los cultivos también se utiliza aplicado en el tratamiento de las semillas y sobre el suelo. En la producción realizada en la Argentina se destacan las empresas DOW AGROSCIENCES ARGENTINA S.A. y Chemotecnica SA-. Otras empresas que lo formulan y comercializan son Zigma, Atanor, Yacimientos petrolíferos Fiscales (YPF), Zamba, Boraz e Icona.

Según sus propiedades fisicoquímicas se puede decir que el clorpirifos es una molécula hidrofóbica (baja solubilidad en agua) tendencia expresada como coeficiente de partición octanol-agua, Pow. Se distribuye dentro de las fracciones orgánicas de los compartimientos ambientales, con tendencia a la acumulación en tejidos grasos. Presenta una presión de vapor intermedia 2,7 mPa a 25°C lo que lo hace ligeramente volátil por ultimo posee un Koc de 8151 mL g⁻¹ que indica baja movilidad debido a su alta adsorción en la fracción orgánica de naturaleza lipofílica (Pinto, M. 2015³ y Simon, D, 1998)⁴. En la Tabla 1 se destacan sus principales características:

² Souza Casadinho, J. 2021 Informe sobre la situación de los plaguicidas altamente peligrosos (PAP) y las estrategias sobre producción sustentable en la Argentina. RAPAL/IPEN. Buenos Aires. Argentina

³ Pinto, M, y otros. Influence of dissolve organic matter on photodegradation and volatilization kinetics of chlorpyrifos in coastal waters. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. 2015, Vol. 310, págs. 189-196.

⁴ Simon, D, Helliwell, S y Robards, K. Review. Analytical chemistry of chlorpyrifos and diuron in aquatic ecosystems. Analytica Chimica Acta. 1998, Vol. 360, págs. 1-16.

Tabla 1. Principales propiedades físico-químicas y toxicológicas de clorpirifos

Variable	Valor
Formula molecular	C ₉ H ₁₁ Cl ₃ NO ₃ PS
Peso molecular g/mol	350.89
Presión de Vapor (mPa at 25°C)	2.7
Solubilidad en agua (mg/L at 20 °C)	145
Punto de fusión °C	42
Punto de ebullición°C	146-160
Coefficiente de Partición (n-octanol/agua)	Kow = 50 000; log P = 4.7
Coefficiente de adsorción de carbono orgánico (mL g-1)	Koc=8151
LD50 Dermal (conejos)	>2000 mg/kg
LD50 Oral (ratas)	>5000 mg/kg
LC50 (ratas)	>0.7

Fuentes: Rojas,(2015) citado por Solarte Ordoñez, M. 2018 ⁵, Campos Escobar, N., 2018⁶

PLAGUICIDA ALTAMENTE PELIGROSO

El clorpirifos es considerado un plaguicida altamente peligroso (PAP). La definición de PAP del nuevo Código de Conducta sobre Manejo de Plaguicidas (adoptado por la FAO y la OMS en 2013) y de las Guías sobre Plaguicidas Altamente Peligrosos, adoptado en 2016⁷ es la siguiente: *“Plaguicidas altamente peligrosos significa plaguicidas conocidos por presentar niveles particularmente altos de peligro agudo o crónico para la salud o el medio ambiente, conforme a los sistemas de clasificación aceptados a nivel internacional, como los de la OMS o del SGA, o por estar incluidos en acuerdos o convenios jurídicamente vinculantes. En forma adicional, los plaguicidas que aparecen como causantes de daño grave o irreversible a la salud humana o al medio ambiente, en las condiciones de uso en un país, pueden ser considerados y tratados como altamente peligrosos”*. Adicionalmente la Red Internacional de Acción en Plaguicidas (PAN) desde 2015 propone una serie de criterios adicionales para definir a los plaguicidas altamente peligrosos: que la toxicidad sea fatal o irreversible si es inhalado, si constituye un perturbador endocrino, que sea muy bioacumulable, muy persistente

⁵ Solarte Ordoñez, M. 2018 Evaluación del efecto de un lombricompost sobre la retención y degradación de clorpirifos en suelo. Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Posgrado Palmira, Colombia

⁶ Campos escobar, N 2018.Evaluación de la movilidad de clorpirifos a través del perfil de suelo por efecto de la materia orgánica disuelta presente en enmiendas orgánicas Memoria para optar al Título de Químico Universidad de Chile Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas Departamento de Química Inorgánica y Analítica

⁷ FAO y OMS (2016) International Code of Conduct on Pesticide Management. Guidelines on Highly Hazardous Pesticides, Rome 2016 http://www.fao.org/publications/card/c/a5347_a39-c961-41bf-86a4-975cd2fd063. 2016 <http://www.fao.org/publications/card/consultada> en octubre de 2018

en el agua, en el suelo o en los sedimentos, muy tóxico en organismos acuáticos y por último, muy tóxico para las abejas. PAN ha elaborado una lista internacional, que se actualiza regularmente (PAN, 2017)⁸.

Entre los aspectos más importantes respecto a la regulación de los PAP establecidos en el Código Internacional de Conducta para el Manejo de Plaguicidas se establece que:

a- Se podrá considerar la posibilidad de prohibir la importación, la distribución, la venta y la compra de plaguicidas altamente peligrosos si, en función de la evaluación de los riesgos, las medidas de mitigación de los riesgos o las buenas prácticas de comercialización resultan insuficientes para garantizar el manejo del producto sin riesgos inaceptables para el ser humano y el medioambiente.

b-Se recomiendan la adopción de medidas encaminadas a reducir los riesgos derivados de los plaguicidas, por ejemplo, tal el caso de evitar el uso de los plaguicidas cuyo manejo y aplicación exijan el uso de equipo personal de protección que sea incómodo, costoso o difícil de conseguir, en especial en el caso de los usuarios en pequeña escala y los trabajadores agrícolas en climas calurosos.

c-La industria de los plaguicidas hará todo lo posible por producir formulaciones menos tóxicas a fin de reducir los riesgos derivados de los plaguicidas.

MARCAS COMERCIALES:

El clorpirifos se ha comercializado, y comercializa, en la Argentina bajo las siguientes marcas comerciales, que se corresponden con diferentes concentraciones de producto activo, formulaciones químicas y categorías toxicológicas: Bester, Boraz, Doser, Dursban, Lorsban, Pirfos, Shooter, Terfos, terminator, YPF clorpirifos ID, clorpirifos Sigma, clorpirifos Zamba, pirfos 48, clorpirifos Lanther, Starfos, Crop Max. Las formulaciones incluyen concentrados emulsionables, polvos secos, gránulos, polvo dispersable para semillas, gránulos dispersables y en polvo mojable. Se puede comercializar solo en mezcla con cipermetrina.

El periodo de carencia – tiempo que debe transcurrir desde la última aplicación hasta la cosecha con destino a la comercialización – oscila desde los 7 a los 45 días según el cultivo y la formulación utilizada. Por su parte los productos formulados más utilizados se incluyen dentro de la categoría toxicológica II, producto moderadamente peligroso, aunque se han registrado productos dentro de las categorías Ib Altamente peligrosos, III ligeramente peligrosos y IV

Producto que normalmente no ofrece peligro.

⁸Pesticide Action Network 2018 Lista de plaguicidas altamente Peligrosos de PAN Internacional. Traducción al español de Graciela Carbonetto, actualización de Lucía Sepúlveda y María Elena Rozas de la Oficina de Comunicaciones y Administración de RAP-AL <https://rap-al.org/>

REGISTRO Y CATEGORIZACIÓN DE PLAGUICIDAS EN ARGENTINA

Los productos químicos deben inscribirse en el Registro Nacional de Terapéutica Vegetal, siguiendo las pautas del Manual de Procedimientos, Criterios y Alcances para el Registro de Productos Fitosanitarios en la República Argentina, aprobado por Resolución de la Secretaría de Agricultura Ganadería, pesca y alimentación N° 350/99 (www.argentina.gob.ar/senasa)⁹.

Este Registro Nacional es administrado por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad agroalimentaria, a través de la Dirección Nacional de Agroquímicos, Productos Veterinarios y Alimentos. La resolución del SENASA 256/2003 establece las tolerancias o límites máximos de residuos de plaguicidas en productos y subproductos agropecuarios. La resolución indica para cada producto químico, las tolerancias máximas de residuos en cada uno de los vegetales cultivados. También allí se establecen los tiempos de carencia según principio activo, formulación y cultivo tratado. Por último, se realiza un listado de los principios activos prohibidos o de uso restringido según las leyes, decretos, disposiciones y resoluciones vigentes. Con la finalidad de advertir a los usuarios sobre la potencialidad tóxica de los plaguicidas, se ha procedido a agruparlos en categorías a partir de su DL 50 aguda según el tipo de formulación y tipo de exposición (oral o dermal). Entendiéndose por Dosis letal media que es la cantidad de plaguicida que ingerida por animales de laboratorio produce la muerte del 50% de ellos. Se expresa en miligramos de producto químico por kilogramo de peso vivo del animal en consideración. La información sobre la categoría toxicológica de un producto se encuentra impresa en el marbete o etiqueta. La DL50 está relacionada exclusivamente con la toxicidad aguda de los plaguicidas. No se tiene en cuenta su toxicidad crónica, es decir aquella que surge de pequeñas exposiciones diarias al plaguicida a través de un largo período. Es decir que un producto con una baja DL50 puede tener graves efectos crónicos por exposición prolongada. Además, en la vida real nadie está expuesto a un solo plaguicida sino a varios y esto tampoco lo contempla la DL50. En este caso se deben considerar los efectos aditivos, sinérgicos o antagónicos que ocurren en nuestro organismo al estar expuestos a más de un producto químico.

⁹ www.argentina.gob.ar/senasa consultada en julio de 2018

En este sentido la Resolución 302-2012 del SENASA(www.argentina.gob.ar/senasa)¹¹, en su artículo N° 8 aprueba la “tabla de clasificación toxicológica según riesgos y valores de DL 50 aguda de productos formulados” por la Clasificación Toxicológica de productos formulados establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Tabla N° 2 Clasificación toxicológica según riesgos y valores de DL 50 aguda de productos formulados (ARTÍCULO 8° según resolución 302/2012 del SENASA)

	ORAL	DERMAL
Ia Extremadamente peligroso	< 5	< 50
Ib Altamente peligroso	5 a 50	50 a 200
II Moderadamente peligroso	>50 a 2000	>200 a 2000
III Ligeramente peligroso	>2000 a 5000	>2000 a 5000
IV Producto que normalmente no ofrece peligro	>5000	>5000

EFFECTOS AGUDOS DEL CLORPIRIFOS SOBRE ORGANISMOS VIVOS

Efectos agudos sobre organismos de agua y peces:

Producto Extremadamente Tóxico. - LC50 (96 hs) = 0,038 mg/l [IC: 0,031-0,047]

En todos los usos y situaciones debe evitarse la contaminación de los cuerpos de agua permanentes por aplicación directa o al limpiar los equipos, eliminar los envases o restos de producto.

Toxicidad para aves:

Producto Muy Tóxico - LD50 = 25,546 mg/Kg [IC: 21,627-30,443]

Se recomienda no realizar aplicaciones en áreas donde se hallen aves alimentándose o en reproducción, también no ejecutar aplicaciones aéreas sobre o en zonas cercanas a bosques, parques protegidos y reservas faunísticas. No se debería aplicar donde se conoce la existencia de aves protegidas.

Toxicidad para abejas:

Producto Altamente Tóxico – LD50 = 0,75 µg/abeja [IC: 0,447-1,144]. Se debe trasladar las colmenas a 4 Km. del área de aplicación, durante 30 días. No se deben realizar aplicaciones con abejas presentes en el campo. Se debe dar aviso a los apicultores cercanos antes de la aplicación para el cierre de las colmenas. En el caso de que los

¹⁰ <http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-302-2012-senasa-servicio-nacional-de-sanidad-y-calidad-agroalimentaria>

¹¹ <http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-302-2012-senasa-servicio-nacional-de-sanidad-y-calidad-agroalimentaria>

apicultores no puedan trasladar las colmenas se debería tapar la entrada de la piquera durante la aplicación con arpillera húmeda o espuma de goma.

CULTIVOS DONDE SE UTILIZA EL CLORPIRIFOS EN LA ARGENTINA

En la agricultura clorpirifos generalmente se utiliza pulverizando a las hojas y frutos, también, en el caso de los hormiguicidas, se aplica directamente en el suelo. También, se ha detectado su incorporación en preservantes de la madera. El Clorpirifos es históricamente uno de los productos más utilizados en la Argentina. Investigaciones y consultas realizadas por el autor de este trabajo dan cuenta de su uso en los cultivos y para los insectos que se indican a continuación.

Tomate: polilla del tomate (*Tuta absoluta*) y Gorgojo del tomate (*Phyrdenus muriceus*)

Tabaco: Bicho torito o gusanos blancos (*Diloboderus abderus*), Gusanos alambres, orugas cortadoras (*Agriotes* sp., *Peridroma* sp.), Pulgones (*Aphis* sp.) y Pulguillas (*Epitrix* Sp.)

Alfalfa: Isoca (*Colias lesbia*) y pulgones (*Acyrtosiphon* sp.)

Algodón: Chinchas (*Dysdercus* sp., *Horcias* sp.), Orugas/ Gusanos (*Helicoverpa* sp., *Heliothis* sp.) y Pulgones (*Aphis* sp., *Brevicorine* sp.)

Frutales de carozo: (duraznos, damascos, pelones, ciruelos): Cochinilla blanca (*Pseudaulacaspis* sp.), cochinilla coma (*Mytilococcus* sp.) y piojo de San José (*Quadraspidotus* sp.)

Frutales cítricos: (limón, naranja, pomelos, mandarinas): Cochinillas (*Coccus* sp., *Ceroplastes* sp., *Lecanium* sp., *Pseudococcus* sp.), Acaro de la yema (*Acera* sp.) Cochinilla Blanca (*Aspidiotus* sp.), cochillina roja australiana (*Aonidiella* sp.), Pulgones (*Aphis* sp., *Toxoptera* sp.) y cochinilla roja común (*Chrusomphalus* sp.)

Frutales de pepita: (Manzanos y perales). Ácaros o arañuelas (*Tetranychus* sp, *Panonychus*, sp.), Piojo de San José (*Quadraspidotus* sp.), Pulgon lanígero del Manzano (*Eriosoma* sp.) Gusano de la para (*Cydia* sp.), Pslido del peral (*Psylla* sp.), Cochinilla del manzano (*Lepidosaphes* sp.) y Bicho canasto (*Oiketicus* sp.)

Soja: Orugas /gatas peludas (*Anticarsi* sp., *Spilosoma* sp., *Loxostega* sp., *Mocis* sp., *Prodema* sp.) y Isocas (*colias* sp., *Rachiplusia* sp., *Helicoverpa* sp.)

Hortalizas: Gusanos alambres y cortadores (*Agrotis* sp.), Pulgones (*Brevicorine* sp, *Aphis* sp., *Macrosiphum* sp., *Capitophorus* sp.), Trips (*thrips* sp.), Arañuelas (*Tetranychus* sp, *Panonychus* sp.), Isocas (*Heliothis* sp., *Helicoverpa* sp., *Anticarsia* Sp.), pulguillas (*Epitrix* sp.), Barrenador del brote (*Epinotia* sp.) y Gusano alambre (*Conoderus* sp.)

Maíz; Gusanos /Orugas (Agrotis sp., Heliothis sp., Peridroma sp., Agrotis sp., Spodoptera sp., Spilosoma sp., Pseudaletia sp.) , Barrenador del brote (Epinotia sp.)
Pulgón del maíz (Rhopalosiphum sp.)

Cereales (trigo, cebada , centeno): Pulgones (Schizaphis sp., Metopolophium sp.,Macrosiphum sp.), Gusanos (Agrotis sp., Peridroma sp., Agrotis sp.) y Orugas militares (Spodoptera sp., Pseudaletia sp.)

Alfalfa: Pulgón verde de la alfalfa (Acyrtosiphon sp.), Isocas (colias sp.)e Isoca bolillera (Heliothis sp.)

Papa: Gusanos blancos (Cyclocephala sp.), Vaquitas o mariquitas o chinitas (Colaspis sp.) y pulgones (Aphis sp)

PROHIBICIÓN EN ARGENTINA

La resolución 414/2021¹² el Servicio Nacional de Calidad y seguridad alimentaria de la Argentina presentada el día 6 de agosto del año 2021, con entrada en vigencia al día 7 de agosto del mismo año, determina la prohibición de importación de los principios activos y productos fitosanitarios formulados en bases a clorpirifos etil y clorpirifos metil a partir 45 días de la entrada en vigencia de la resolución (se cumplió el 13 de octubre de 2021). En el mismo sentido se prohíbe la elaboración y fraccionamiento de productos formulados en base a los plaguicidas ya mencionados a partir de los 90 días de entrada en vigencia de la resolución (se cumplió el 17 de diciembre del año 2021). En la misma resolución se establece la prohibición de comercialización y uso a partir de los 455 días hábiles de entrada en vigencia de la resolución (se cumple 1 de junio del año 2023), fecha en la cual se producirá la baja automática de los principios activos y productos que contengan clorpirifoa etil y metil . Por último se deben declarar los remanentes, stock sin vender, antes el día 16 de junio del año 2023 (15 días corridos desde la prohibición de uso y comercialización). Esta última declaración es fundamental para reconocer tanto la cantidad como la localización de las existencias, ya que a partir de entonces se debe proceder a su depósito con vistas a una eliminación de manera conveniente o cuanto menos al almacenamiento en condiciones apropiadas a fin de que no constituyan vías de contaminación socioambiental tal como sucede con los plaguicidas obsoletos incluidos en el convenio de Estocolmo, entre ellos el DDT, el Aldrin y el Gamexane.

Quedan exceptuados de lo establecido en la resolución , la importación de ingredientes activos destinados a la formulación de plaguicidas cuyo destino sea exclusivamente la exportación directa así como la formulación y fraccionamiento local con vistas al mismo destino.

¹² <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/247780/20210806>

1-2-EFECTO SOCIOAMBIENTAL DEL CLORPIRIFOS

El clorpirifos ingresa al medio ambiente a través de la aplicación directa en los cultivos , pasturas, viviendas y otros edificios. También puede entrar al medio ambiente a través de volatilización, derrames y disposición de residuos de clorpirifos. El clorpirifos se adhiere firmemente a partículas del suelo. No se disuelve mucho en agua.(ATSDR, 1997)¹³

1-2-1-USO E INGRESO AL ORGANISMO HUMANO

El clorpirifos puede ingresar al organismo de los seres humanos a partir de:

- Inhalación de vapores (de aplicaciones directas o desde la volatilización del plaguicida retenido en el suelo)
- Consumo de agua contaminada
- Ingestión de alimentos contaminados (hortalizas, carnes , huevos, cereales, frutas)
- Ingestión de tierra contaminada (niños)
- Contacto con polvo atmosférico
- Exposición dérmica durante las aplicaciones (los aplicadores, otros trabajadores o quienes se encuentren en las adyacencias)

Si bien el grupo más numeroso e importante expuesto al clorpirifos, así como también a otros plaguicidas, son los trabajadores y productores agrícolas ya mediante el contacto dérmico directo y por inhalación durante la preparación de las soluciones de pulverización, la carga de los tanques de los pulverizadores y la aplicación de los productos, también debemos incluir a las personas que se hallan en las inmediaciones y aún alejadas, dado su transporte, desde las zonas de aplicación. Incluso la exposición puede incrementarse dado la utilización a nivel doméstico para el combate de piojos, garrapatas y pulgas de las mascotas, además del manipulado a nivel domiciliario en el manejo las hormigas y termitas. Por último, los consumidores también nos hallamos expuestos dados los altos niveles de este toxico hallados en los alimentos.

Respecto al grado de exposición a los plaguicidas por parte de los trabajadores/as y productores/as agrarios y la población circundante dependerá de varios factores; a- Las características físico -químicas de los plaguicidas y su relación con los factores ambientales. b- las condiciones ambientales. c- Los modos de aplicación de los

¹³ ATSDR (Agencia de Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades). (1997). Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública. Resumen de salud pública, 1997. Clorpirifos caso # 2921-88-2. Recuperado de <http://www.atsdr.cdc.gov/es>

plaguicidas. d- La existencia de barreras al contacto con los plaguicidas, por ejemplo utilización de equipo de protección en aplicadores y de barreras de árboles en los predios donde se utilizan los plaguicidas.(Souza Casadinho, 2022)¹⁴.

Para el clorpirifos se realizó una evaluación del riesgo para la salud sobre la base de los valores de la ingesta diaria admisible (IDA), determinándose en 0,001 mg/kg de peso corporal (p.c.)/día, durante toda la vida. En cambio, la dosis aguda de referencia (DRA) determinada para estos compuestos es de 0,005 mg/kg de peso corporal/día. Según las estimaciones estas cantidades podrían ser absorbidas por el cuerpo humano en no más de 24 h sin riesgo para la salud de los consumidores (EFSA, 2019).¹⁵

Por su parte Salomón et al. (2014)¹⁶, indicaron que los plaguicidas, incluido el clorpirifos, tienden a acumularse en los productos alimenticios, y su uso en diversos cultivos agrícolas contribuye a una participación significativa en la dieta humana. Es bien sabido que la calidad de los alimentos está íntimamente relacionada con el lugar de origen y la contaminación ambiental. Incluso bajas concentraciones de plaguicidas, es decir, por debajo del límite aceptable de residuos (MRL), en los alimentos pueden causar efectos negativos para la salud, especialmente cuando la exposición se prolonga en el tiempo (Nasreddine L y otros , 2016).¹⁷

¹⁴ Souza Casadinho, J. 2022 "Los Plaguicidas Altamente Peligrosos. Condiciones de utilización, exposición y efecto socioambiental en la actividad hortícola desarrollada en el Área Metropolitana de Buenos Aires". XV Jornadas de Debate Interdisciplinario en Salud y Población. Facultad de Sociología UBA -Instituto de Investigaciones Gino Germani presentando Facultad de Sociología UBA Bs. As.

¹⁵ EFSA (European Food Safety Authority). Statement on the available outcomes of the human health assessment in the context of the pesticides peer review of the active substance chlorpyrifos. *EFSA J.* **2019**, *17*, e05809. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

¹⁶ Solomon K.R., Williams W.M., Mackay D., Purdy J., Giddings J.M., Giesy J.P. *Ecological Risk Assessment for Chlorpyrifos in Terrestrial and Aquatic Systems in the United States*. Springer International Publishing; Cham, Switzerland: 2014. Properties and Uses of Chlorpyrifos in the United States; pp. 13–34.

¹⁷ Nasreddine L., Rehaime M., Kassaify Z., Rechmany R., Jaber F. Dietary exposure to pesticide residues from foods of plant origin and drinks in Lebanon. *Environ. Monit. Assess.* 2016;**188**:485. doi: 10.1007/s10661-016-5505-



Envases de plaguicidas en predio hortícola,
(Escobar, Buenos Aires)

El problema del uso de plaguicidas también alcanza a la producción de frutas tanto cítricas como de carozo y pepita. En efecto, a fin de mantener la calidad formal, la apariencia externa del producto, se utilizan una serie de fungicidas e insecticidas tanto en la fase productiva como en el empaque. Si bien se mantiene un doble estándar en la aplicación de plaguicidas, cuidando tanto los productos aplicados como sus dosis, a fin de que queden pocos residuos en los productos a exportar, se verifican casos de devolución de frutas dados sus altos contenidos de residuos. Es el caso de naranjas que procedentes de Argentina fueron rechazadas por las autoridades aduaneras españolas. Según la información *“Las naranjas argentinas contenían residuos del insecticida prohibido Clorpirifós, en una proporción de 0’028 miligramos por kilo, además de Imazalil con una presencia en las naranjas de 1’7 miligramos por kilos y de Propiconazol, del que se detectaron 2’1 miligramos por kilo... Según la notificación del RASFF se trata de un hecho grave, pues las naranjas contenían residuos de Clorpirifós, un insecticida cuyo uso prohibió totalmente la Unión Europea (UE) el pasado día 6 de diciembre debido a su alta peligrosidad”* (Resumen latinoamericano , 2020)¹⁸

Entonces, los residuos de plaguicidas que quedan en cantidades variables en los materiales alimenticios después de la cosecha están más allá del control del

¹⁸ <https://www.resumenlatinoamericano.org/2020/08/03/estados-espanol-rechaza-naranjas-importadas-de-argentina-por-residuos-de-pesticidas/>

consumidor y tienen efectos nocivos para la salud humana. La presencia de plaguicidas en los alimentos varía según la naturaleza de la molécula de plaguicida, el tipo y la porción de material alimentario y los factores ambientales. Los cultivos alimentarios tratados con plaguicidas invariablemente contienen cantidades impredecibles de estos químicos, por lo tanto, se vuelve imperativo encontrar algunas alternativas para la descontaminación de los alimentos. El nivel de residuos de plaguicidas se ve afectado por el lavado, los pasos preparatorios, el calentamiento o la cocción, el procesamiento durante la fabricación del producto y la manipulación y el almacenamiento posteriores a la cosecha (Bajwa y Sandhu, 2014)¹⁹

Dada la cantidad y el modo de utilización de los plaguicidas en las producciones hortícolas, no es de extrañar la comercialización de hortalizas con trazas de productos químicos. Entre estas prácticas y estrategias sobresalen; a- La elección de plaguicidas de bajo costo y baja selectividad. b- La utilización de plaguicidas altamente tóxicos. c- La mezcla de productos (se han hallado la combinación de hasta tres productos químicos, incrementando su potencial tóxico). d- La utilización de plaguicidas no permitidos para hortalizas, por ejemplo, aquellos habilitados para el trigo que son utilizados en el cultivo de frutilla.(Souza Casadinho, 2022)²⁰

Respecto a los tiempos de carencia indicados, es decir el tiempo que debe pasar desde la aplicación del producto hasta la cosecha, en los trabajos de campo se ha registrado el incumplimiento de esta disposición, por ejemplo la cosecha de frutillas un día después de ser rociadas con plaguicidas los cuales poseen un tiempo de carencia de quince días.. También inciden en esta situación la aplicación de plaguicidas en días ventosos, pudiendo alcanzar las partículas del tóxico a hortalizas ya cosechadas o a paños de cultivos no blanco en la aplicación. El Lavado de las hortalizas en tanques, cuya liquido no se recambia, puede también contaminar a las hortalizas en la etapa previa a su acondicionamiento para la comercialización. Tanto productores como en trabajadores, el conocimiento y la asimilación de los tiempos de carencia se percibe como algo difuso, que es lo suficientemente laxo como para permitir la cosecha de hortalizas poco tiempo después de su aplicación, si el precio de mercado es aceptable según las expectativas del productor.(Souza Casadinho, 2019)²¹.

¹⁹ Bajwa U, Sandhu KS. 2014. Effect of handling and processing on pesticide residues in food- A review. J. Food Sci. Technol. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0499-5>

²⁰ Souza Casadinho, J. 2022 "Los Plaguicidas Altamente Peligrosos. Condiciones de utilización, exposición y efecto socioambiental en la actividad hortícola desarrollada en el Área Metropolitana de Buenos Aires". XV Jornadas de Debate Interdisciplinario en Salud y Población. Facultad de Sociología UBA -Instituto de Investigaciones Gino Germani presentando Facultad de Sociología UBA Bs. As

²¹ Souza Casadinho, J. 2019 "La dinámica de utilización de los plaguicidas y su relación con la consecución de los derechos humanos" XIV Congreso nacional de estudios del trabajo Asociación Argentina de Estudios del trabajo AST presentando Facultad de ciencias económicas de la Universidad de Bs. AS. Bs. As. Argentina

Una Investigación realizada por Fedeverosky a partir de datos aportados por el SENASA según muestras de hortalizas obtenidas en el Mercado Central de Buenos Aires y en los mercados de Mar del Plata y La Plata, más del 90% de las muestras de apio monitoreadas en esos mismos puntos evidenció restos de 16 agroquímicos y en el caso de las mandarinas presentaron remanentes de otros 16 plaguicidas. Por su parte, el 85% de las manzanas revelaron presencia de 22 tipos de insecticidas, fungicidas y acaricidas mientras que el 76,6% de las muestras de frutilla mostró restos de 17 plaguicidas. En el apio se constató la presencia de 21 agroquímicos, entre ellos el insecticida endosulfán, de uso prohibido en la Argentina desde mediados de 2013. En la zanahoria, el 62,5% de las muestras analizadas dio un resultado similar: seis principios activos, divididos entre insecticidas y fungicidas (Fedeverosky, S., 2019)²².

También se ha detectado clorpirifos en todas las muestras de alimentos (coliflor, calabaza, duraznos, uvas, plátanos, manzanas, peras y fresas) recolectadas de diferentes regiones de Grecia. Los organofosforados resultaron ser la categoría más comúnmente detectada junto con el grupo de las triazinas-triazoles-conazoles y por los carbamatos. Las manzanas y las peras parecen ser las matrices de frutas más contaminadas entre las analizadas. La distribución de las clases de pesticidas muestra variaciones entre diferentes regiones, lo que sugiere diferentes prácticas de aplicación de pesticidas. En el caso de los melocotones y las peras, existe una distribución equitativa de pesticidas detectados entre la cáscara y la pulpa, lo que indica la penetración de contaminantes en la pulpa de la fruta. (Christia et al., 2015)²³

Según el seguimiento realizado por la EFSA en el territorio de la UE en 2020, se encontraron varios plaguicidas no aprobados por la UE, incluido el Clorpirifos, en muestras aleatorias de alimentos como zanahorias, peras, patatas y centeno en niveles superiores a los límites permisibles (Christia C. y otros, 2015)²⁴

1-2-2- EFECTO DEL CLORPIRIFOS EN LA SALUD HUMANA. ASPECTOS GENERALES

La salud y la enfermedad son el resultado de una interacción constante entre el organismo y el medio ambiente en el cual los seres humanos crecemos y nos

²² <https://www.infobae.com/tendencias/ecologia-y-medio-ambiente/2019/02/11/>

²³ Christia C, Bizani E, Christophoridis C, Fytianos K. 2015. Pesticide residues in fruit samples : comparison of different QuEChERS methods using liquid chromatography – tandem mass spectrometry. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4456-0>

²⁴ EFSA (European Food Safety Authority) The 2020 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA J.* 2022;**20**:7215. doi: 10.2903/j.efsa.2022.7215

desarrollamos. Se suele definir a la salud como *"el completo estado de bienestar físico, mental y social" que les permite a las personas desarrollar sus actividades en forma normal. Cualquier alteración en los parámetros anteriores impedirá "a quien la padece llevar una vida plena dentro de los parámetros considerados como adecuados o pertinentes según la edad, el sexo, la cultura..."*(Llovet, J. 1984)²⁵. Ateniéndose a esta diversidad la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) aporta su visión afirmando que al tratar de fijar normas sanitarias aplicables al medio de trabajo, no es pertinente realizarlas en función de un ser humano medio, inexistente, sino en función de los trabajadores realmente expuestos, habida cuenta de la variabilidad en la exposición de la respuesta.(OMS, 1975)²⁶

Ahora bien esta concepción implica alejarse de los parámetros clásicos, al respecto dice Rodríguez: *"La visión clásica encuentra un límite en muchos de los que la sostienen, de concebir al medio ambiente sólo en términos ecologistas clásicos, sin tener en cuenta el medio ambiente social y el momento histórico en que la salud se analiza, introduciéndonos a la historia social de las relaciones salud- enfermedad"*.(Rodríguez, 1990)²⁷

Parecería evidente que hablar de la "causa" o la "etiología" como factor único, no solamente es estrecho y limitante, sino que no responde a la realidad. En enfermedades cuya etiología es compleja, se ve con más claridad la conveniencia de hablar de causas en plural, calificándolas según su importancia en predisponentes, condicionantes, desencadenantes, etc. Se llega por este camino al concepto de cadena etiológica, en que unos factores preceden y condicionan a los otros. Aun así parece mejor reflejo de la realidad, en relación a las causas, referirse a "una red de causalidad", en la cual los factores intervinientes se interconectan en forma sucesiva y a menudo reciproca, pero a su vez son ocasionados por multiplicidad de factores no bien conocidos. Desde el punto de vista del conocimiento, una ligazón de factores causales que se determine con claridad siempre representa solo una parte de la verdad, con lo cual quedan, habitualmente, una parte de los factores intermedios entre la causa y el efecto sin identificar y aún sin sospechar. (Urquijo, C. y otros, 1969)²⁸.

Atendiendo a lo dicho precedentemente, a la complejidad de factores existentes y a la multicausalidad de las enfermedades resulta complejo relacionar el desarrollo de una enfermedad a la exposición al plaguicida clorpirifos, no obstante estudios realizados en laboratorios con animales, investigaciones de tipo ecológico, estudios prospectivos y

²⁵ Llovet, Juan. La salud en los sectores populares. CEDES, Bs.As. Argentina. 1984

²⁶ - O.M.S. Detección precoz del deterioro de la salud debido a la exposición profesional. Ginebra. Informes técnicos, Serie INTE n° 586, 1975, pág. 34 y sig.

²⁷ Rodríguez, Carlos. La situación de los trabajadores en Argentina. CEAL. Bs. As. Argentina. 1990.

²⁸ Urquijo, C y otros. Nociones básicas de epidemiología general, EUDEBA, Bs. As. Argentina. 1969

estudios retrospectivos posibilitan relacionar la exposición de esta plaguicida con el deterioro en la salud.

Los organofosforados y la familia de los Carbamatos son inhibidores de la enzima AcetilColinesterasa (AChE). Esta enzima es esencial para la normal función colinérgica por todo el sistema nervioso central y el sistema simpático, parasimpático y los componentes motores del sistema nervioso periférico. Si la enzima es inhibida, a menudo permanentemente por los organofosforados o temporalmente por los carbamatos, la acetilcolina se acumula en la brecha sináptica, llevando a la sobre-estimulación de las glándulas, nervios y músculos.

Las Intoxicaciones agudas con organofosforados y carbamatos incluyen síntomas relacionados a la sobre-estimulación del sistema parasimpático, provocando un toxisíndrome conocido por su acrónimo en inglés SLUDGE o el más abarcativo DUMBBELS (Diarrea, Urinación, Miosis/debilidad Muscular, Broncorrea, Bradicardia, Emesis, Lacrimación, Salivación/Sudoración profusa). (Markov, D y Bocles I, 2021)²⁹

La toxicidad del Clorpirifos se ha asociado a disfunciones neurológicas, alteraciones endocrinas y enfermedades cardiovasculares (ECV). También puede inducir anomalías en el desarrollo y el comportamiento, neoplasias hematológicas, genotoxicidad, aberraciones histopatológicas, inmunotoxicidad y estrés oxidativo, como demuestran los modelos animales. Además, también se ha informado de irritación ocular y defectos dermatológicos debidos a la toxicidad del clorpirifos. Aunque el clorpirifos tiene una baja persistencia en el organismo, sus metabolitos activos, el 3,5,6-tricloro-2-piridinol (TCP) y el clorpirifos-oxón (CPO) son comparativamente más persistentes, aunque igualmente tóxicos, por lo que producen graves complicaciones para la salud (Hafiz Ubaid ur Rahman, et al, 2021).³⁰

Por su parte, los síntomas agudos del Sistema nervioso Central incluyen cefaleas, náuseas, mareos, parestesias sensitivas, falta de coordinación, ataxia, movimientos desordenados con distonía o temblores, miosis, confusión, pérdida de conciencia, depresión del centro respiratorio y convulsiones. Las manifestaciones periféricas pueden afectar la función motora con fasciculaciones, debilidad, pérdida del control muscular y parálisis respiratoria. (Markov, D y Bocles I, 2021)³¹

²⁹ Markov, D. y Bocles, I. 2021 Efectos de los agrotóxicos en el desarrollo embrionario y en el sistema nervioso infantil. En "Efecto de los Agrotóxicos en la Salud Infantil" Sociedad Argentina de Pediatría. CABA. Argentina

³⁰ Hafiz Ubaid ur Rahman, Waqas Asghar, Wahab Nazir et al. A comprehensive review on chlorpyrifos toxicity with special reference to endocrine disruption: Evidence of mechanisms, exposures and mitigation strategies. *Sci. Total Environ.* 755 (2021)

³¹ Markov, D. y Bocles, I. 2021 Efectos de los agrotóxicos en el desarrollo embrionario y en el sistema nervioso infantil. En "Efecto de los Agrotóxicos en la Salud Infantil" Sociedad Argentina de Pediatría. CABA. Argentina

Se han reportado muertes en humanos debido a exposición accidental o ingestión intencional de clorpirifos lo cual produce fallas en el sistema respiratorio y cardiovascular (Li, R, y otros, 2015)³²

1-2-3- Efecto del clorpirifos. Investigaciones realizadas con animales en laboratorio

Estudios realizados en ratas alimentadas durante largo tiempo con aceite de maíz que contenía Clorpirifos a una dosis de 6,75 mg/kg p.v. mostraron que los principales lugares de acumulación de este agente en el organismo son el tejido adiposo, el hígado, los riñones y los ovarios (Das, K. y otros, 2014)³³

Investigaciones realizadas en ratas macho a las que se les administró Clorpirifos por vía oral en dosis de 2,7, 5,4 y 12,8 mg/kg durante 90 días para evaluar los cambios tóxicos que se producen en la histología testicular, la concentración de testosterona, la dinámica del espermatozoides y los testículos mostraron que la exposición crónica de ratas macho afectó a la hormona estimulante del folículo y provocó una disminución en la concentración de testosterona y, por lo tanto, una reducción en el conteo y la motilidad de los espermatozoides (Sai, L., 2014)³⁴

Los estudios en animales de laboratorio demuestran que los animales jóvenes son más sensibles a la toxicidad colinérgica aguda del clorpirifos que los animales mayores. Esto parece estar relacionado con las diferencias en la absorción, la biotransformación y la distribución tisular, más que con las diferencias relacionadas con la edad en la sensibilidad intrínseca de la AChE a la inhibición por el clorpirifos-oxón. Los niveles de expresión de paraoxonasa y carboxilesterasa son más bajos en los recién nacidos, y esto podría contribuir a una mayor susceptibilidad a la inhibición de la AChE mediada por clorpirifos. Sin embargo, sigue siendo posible, con algún apoyo mecánico in vitro, que el sistema nervioso en desarrollo temprano podría ser relativamente más susceptible al clorpirifos que el sistema nervioso más desarrollado en bebés y

³² Li, R, y otros. Chlorpyrifos residue levels on field crops (rice, maize and soybean) in China and their dietary risks to consumers. *Food Control*. 2015, Vol. 51, págs. 212-217. 86 Evaluación del efecto de un lombricompost sobre la retención y degradación de Clorpirifos en suelo 12. Koshlukova, S y Reed, N. Chlorpyrifos. EPA. [En línea] 2014. [Citado el: 23 de abril de 2015.] <http://www.epa.gov>.

³³ Das, K.; Sarkar, K.; Tarafder, P.; Nath, P.P.; Paul, G. Chlorpyrifos Suppresses Female Reproductive Function in Rat. *Int. J. Pharma Bio Sci.* 2014, 5, 810–818. [[Google Scholar](#)]

³⁴ Sai L., Li X., Liu Y., Guo Q., Xie L., Yu G., Bo C., Zhang Z., Li L. Effects of Chlorpyrifos on Reproductive Toxicology of Male Rats: Effects of Chlorpyrifos on Reproductive Toxicology. *Environ. Toxicol.* 2014;29:1083–1088. doi: 10.1002/tox.21838.

niños. Por lo tanto, es razonable considerar a las mujeres embarazadas como una subpoblación potencialmente susceptible (Eaton D.L, y otros , 2008)³⁵

Los estudios realizados por la EPA estadounidense en ratas preñadas expuestas a diferentes niveles de Clorpirifos indicaron que este producto influía, en las crías de rata lactantes, en la altura del cerebelo y, por tanto, provocaba daños en la arquitectura del cerebro en desarrollo, influyendo negativamente en las funciones cognitivas (US EPA. 2016).³⁶

Otras investigaciones realizadas en animales demostraron que la exposición a Clorpirifos incluso en dosis bajas pero en momentos clave del desarrollo puede causar cambios permanentes en las funciones cerebrales (EFSA, 2017)³⁷

La exposición a bajas dosis del insecticida clorpirifós afecta negativamente en el desarrollo cerebral de las ranas. Los resultados de un estudio hacen crecer las sospechas sobre el riesgo neurológico, también en seres humanos, asociado a este tipo de productos organofosforados. (McClelland, S. 2018)³⁸

En ratones alojados en condiciones de termoneutralidad y alimentados con una dieta rica en grasas, el clorpirifós deteriora la función mitocondrial del MTD y la termogénesis inducida por la dieta, promoviendo una mayor obesidad, la enfermedad del hígado graso no alcohólico (NAFLD) y la resistencia a la insulina. Estos datos indican que el pesticida clorpirifos, suprime la termogénesis inducida por la dieta y la activación del MTD, lo que sugiere que su uso puede contribuir a la obesidad. (Wang, B., Tsakiridis, E.E., Zhang, S. *et al*, 2021)³⁹

La exposición de ratas Sprague-Dawley preñadas a una dosis cutánea única subclínica de Clorpirifos de 30 mg/kg produjo la inhibición de la actividad de la acetilcolinesterasa

³⁵ Eaton D.L., Daroff R.B., Autrup H., Bridges J., Buffler P., Costa L.G., Coyle J., McKhann G., Mobley W.C., Nadel L., et al. Review of the Toxicology of Chlorpyrifos with an Emphasis on Human Exposure and Neurodevelopment. *Crit. Rev. Toxicol.* 2008;**38**(Suppl. 2):1–125. doi: 10.1080/10408440802272158.

³⁶ US EPA (Environmental Protection Agency). Chlorpyrifos: Revised Human Health Risk Assessment for Registration Review. EPA-HQ-OPP-2015-0653-0454. 2016. Available online: <https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OPP-2015-0653-0454> (accessed on 9 March 2021).

³⁷ EFSA (PPR Panel EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues) Ockleford C., Adriaanse P., Berny P., Brock T., Duquesne S., Grilli S., Hernandez-Jerez A.F., Bennekou S.H., Klein M., et al. Scientific Opinion on the investigation into experimental toxicological properties of plant protection products having a potential link to Parkinson's disease and childhood leukaemia. *EFSA J.* 2017;**15**:e04691. doi: 10.2903/j.efsa.2017.4691.

³⁸ Sara J. McClelland, Randall J. Bendis, Rick A. Relyea, Sarah K. Woodley. **Insecticide-induced changes in amphibian brains: How sublethal concentrations of chlorpyrifos directly affect neurodevelopment** *Environmental Toxicology* **Volume 37, Issue 10** October 2018 Pages 2692-2698

³⁹ Bo wang ,Evangelia E. Tsakiridis ,shuman zhang ,Andrea Llanos ,Eric M. Desjardins ,Julián M. Yabut ,Alexander E. Verde ,Emily A. Día ,Brennan K Smith ,James SV Lally ,Jianhan Wu ,Amogelang R. Raphenya ,Krishna A. Srinivasan ,Andrés G. McArthur ,Shingo Kajimura ,Jagdish Suresh Patel ,Michael G. Wade ,katherine m. morrison ,Alison C. Holloway yGregorio R. Steinberg The pesticide chlorpyrifos promotes obesity by inhibiting diet-induced thermogenesis in brown adipose tissue. *NATURE COMMUNICATIONS* | (2021) 12:5163 | <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25384-y> | www.nature.com/naturecommunications.

cerebral materna y fetal (AChE) dentro de las 24 h posteriores a la administración (48 % y 67 % de la actividad de control, respectivamente.(Abu-Qare, A. 2001)⁴⁰

La exposición durante el desarrollo al insecticida organofosforado clorpirifos induce efectos a largo plazo sobre el cerebro y el comportamiento en roedores de laboratorio. En una investigación se evaluaron en ratones adultos los efectos conductuales de la exposición fetal y/o neonatal al Clorpirifos a dosis que no inhiben la colinesterasa cerebral fetal y neonatal. Se administró Clorpirifos (3 o 6 mg/kg) por vía oral a las hembras gestantes en los días gestacionales 15-18 y las crías fueron tratadas sc (1 o 3 mg/kg) en los días postnatales (DPN) 11-14. Se evaluó la actividad de la acetilcolinesterasa (AChE) en suero y cerebro al nacer y 24 h después de finalizar los tratamientos postnatales. En el DPN 70, se evaluó la actividad motora espontánea de los ratones macho en una prueba de campo abierto y en un encuentro socio agonístico con un congénere desconocido. Las hembras vírgenes se sometieron a una prueba de inducción maternal tras la presentación de crías de acogida. Ambos sexos fueron sometidos a una prueba de laberinto positivo para evaluar los niveles de exploración y ansiedad. La exposición gestacional y postnatal a Clorpirifos (dosis más altas) afectó a la actividad motora en campo abierto y potenció el comportamiento agonístico sinérgico. La exposición postnatal a Clorpirifos aumentó la capacidad de respuesta materna hacia las crías en las hembras. Los ratones de ambos sexos expuestos a Clorpirifos postnatal mostraron una respuesta de ansiedad reducida en el laberinto plus, con un efecto mayor en las hembras. En conjunto, la exposición durante el desarrollo a CPF en dosis que no causan inhibición cerebral de la AChE induce alteraciones a largo plazo en los patrones de comportamiento específicos del sexo de la especie de ratón. La exposición neonatal tardía en PNDs 11-14 fue la más efectiva en causar cambios conductuales. Estos hallazgos apoyan la hipótesis de que la Clorpirifos del desarrollo puede representar un factor de riesgo para una mayor vulnerabilidad a los trastornos del neurodesarrollo en humanos(Ricceri L, y otros, 2006)⁴¹

Las investigaciones realizadas por Ventura y su equipo demuestran que el Clorpirifos afecta el sistema endócrino modificando los niveles circulantes de la gonadotropina LH y alterando la esteroidogénesis ovárica, lo cual condujo a una disminución en los

⁴⁰ Abu-Qare, A.W.; Abdel-Rahman, A.; Brownie, C.; Kishk, A.M.; Abou-Donia, M.B. Inhibition of Cholinesterase Enzymes Following a Single Dermal Dose of Chlorpyrifos and Methyl Parathion, Alone and in Combination, in Pregnant Rats. *J. Toxicol. Environ. Health Part A*. **2001**, *63*, 173–189.

⁴¹ Ricceri L, Venerosi A, Capone F, Cometa MF, Lorenzini P, Fortuna S, Calamandrei G. Developmental neurotoxicity of organophosphorous pesticides: fetal and neonatal exposure to chlorpyrifos alters sex-specific behaviors at adulthood in mice. *Toxicol Sci*. 2006 Sep;93(1):105-13. doi: 10.1093/toxsci/kfl032. Epub 2006 Jun 7. PMID: 16760416.

niveles séricos de hormonas esteroideas. Entre los resultados más relevantes obtenidos en este modelo experimental, se encuentran la disminución del período de latencia tumoral y el incremento del número de tumores por rata. También observaron modificaciones en los componentes del sistema antioxidante celular, fundamentalmente en la actividad de las enzimas CAT y SOD. En las células MCF-7, las cuales presentan menores niveles de enzimas antioxidantes, estos eventos derivaron en un incremento del daño celular. Estos resultados aportan nueva información acerca de los mecanismos de acción del plaguicida Clorpirifos en las células mamarias. Además de interferir con el metabolismo redox, el insecticida regula la activación de diferentes vías de señalización, desregula el sistema endócrino, modifica la histología del tejido mamario y afecta la carcinogénesis en este tejido. Estos hallazgos advierten sobre los efectos adversos de este plaguicida sobre la salud humana y su papel como factor de riesgo para la carcinogénesis mamaria. (Ventura, C. ⁴²

Por su parte Coughlan, luego de realizar un ensayo de investigación con ratas recién nacidas informa que el clorpirifos y el clorpirifos-oxón, pero no el 3,5,6-tricloro-2-piridinol (TCP; el producto de descomposición del clorpirifos y el clorpirifos-oxón), inducen la apoptosis en neuronas corticales primarias cultivadas a partir del día embrionario 17 o de ratas recién nacidas. En general, se acepta que el clorpirifos-oxón es aproximadamente tres órdenes de magnitud más potente que el clorpirifos en la inhibición de la actividad de la acetilcolinesterasa cerebral. Sin embargo, el ensayo demuestra que el clorpirifos-oxón es sólo ligeramente más potente que el clorpirifos en la inducción de la apoptosis. En conjunto, los datos sugieren la apoptosis como un nuevo punto final tóxico de la neurotoxicidad del clorpirifos en el cerebro que puede ser independiente de la inhibición de la ACh (Coughlan, A.) ⁴³

En un trabajo con ratones hembra preñadas se administró por vía intraperitoneal una dosis única de clorpirifos (40 u 80 mg/kg). El día 3 de gestación, se recogieron y evaluaron los blastocistos en cuanto a morfología macroscópica, frecuencia de micronúcleos (MN) y número de células. Se observó un aumento significativo en la frecuencia de MN que indica daño citogenético en los grupos de tratamiento en comparación con el control. La frecuencia de MN mostró un claro aumento dependiente de la dosis. También hubo una disminución significativa en el número de

⁴² Ventura C. 2014. Acción del plaguicida organofosforado clorpirifos sobre la carcinogénesis mamaria. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Laboratorio de Radioisótopos. Trabajo para optar al título de Doctora de la Universidad de Buenos Aires

⁴³ Coughlan A, Newhouse K, Namgung U, Xia Z. Chlorpyrifos induces apoptosis in rat cortical neurons that is regulated by a balance between p38 and ERK/JNK MAP kinases. *Toxicol Sci.* 2004 Mar;78(1):125-34. doi: 10.1093/toxsci/kfh038. Epub 2003 Dec 22. PMID: 14691213.

células embrionarias en los 80 mg/kg grupo tratado. Una disminución simultánea en el número de células y un aumento en la frecuencia de MN pueden reflejar una desventaja en el desarrollo embrionario como resultado del tratamiento materno con clorpirifos (Tian, Y. y Yamauchi, T. , 2003)⁴⁴.

Los datos bibliográficos indican incluso una posible correlación de dosis subtóxicas de Clorpirifos con efectos neurotóxicos. Según Lim y su equipo, en un estudio realizado con ratones, la aplicación de Clorpirifos en la piel durante 7 días una dosis de 1/5 del nivel LD50 fue capaz de inducir efectos neurotóxicos como la disminución de la actividad de la colinesterasa sérica, la disminución de la densidad neuronal del hipocampo y el aumento de la expresión de GFAP (proteína ácida fibrilar glial. Los investigadores sugieren que los aplicadores de plaguicidas no estén expuestos dérmicamente a los plaguicidas de forma continua durante períodos prolongados para evitar daños en el SNC. También es imperativo que dichas personas no trabajen en condiciones estresantes, ya que estas condiciones pueden producir efectos neurotóxicos. - (Lim, K.L, 2011)⁴⁵

Los resultados de investigaciones, con ratas, realizadas por Ventura y su equipo demostraron que el Clorpirifos incrementa la incidencia tumoral y reduce la latencia de los tumores mamarios inducidos por NMU (N-metil-nitrosourea). Aunque no se observaron cambios en la tasa de crecimiento tumoral, hallaron una menor expresión de receptores de hormonas esteroideas en los tumores de los animales expuestos al pesticida. Además, analizaron el papel de los mecanismos epigenéticos en los efectos del Clorpirifos. Los resultados indicaron que el Clorpirifos altera la expresión del ARNm de HDAC1 en la glándula mamaria, aunque no se observaron cambios en la metilación del ADN. La investigación demostró que la exposición a Clorpirifos promueve el desarrollo de tumores mamarios con una expresión reducida de receptores de esteroides. También se ha descubierto que el Clorpirifos afecta a los niveles de ARNm de HDAC1 en el tejido mamario, lo que apunta a que el CPF puede actuar como factor de riesgo de cáncer de mama (Ventura C., y otros, 2019)⁴⁶

⁴⁴ Tian, Y. y Yamauchi, T. Micronucleus formation in 3-day mouse embryos associated with maternal exposure to chlorpyrifos during the early preimplantation period. Volume 17, Issue 4, July–August 2003, Pages 401-405

⁴⁵ Lim, K.L.; Tay, A.; Nadarajah, V.D.; Mitra, N.K. The Effect of Consequent Exposure of Stress and Dermal Application of Low Doses of Chlorpyrifos on the Expression of Glial Fibrillary Acidic Protein in the Hippocampus of Adult Mice. *J. Occup. Med. Toxicol.* **2011**, *6*, 4.

⁴⁶ Ventura C, Zappia CD, Lasagna M, Pavicic W, Richard S, Bolzan AD, Monczor F, Núñez M, Cocca C. Effects of the pesticide chlorpyrifos on breast cancer disease. Implication of epigenetic mechanisms. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2019 Feb;186:96-104. doi: 10.1016/j.jsbmb.2018.09.021. Epub 2018 Oct 2. PMID: 30290214.

En una investigación se evaluó la genotoxicidad del insecticida clorpirifos a dosis iguales a su límite máximo de residuos (LMR) en las hortalizas de hoja, su doble y cuádruple (0.5, 1 y 2 mg/kg de peso corporal) en somáticas y células germinales de ratones macho. El estudio se realizó en ratones de laboratorio machos adultos en tres niveles: las células de la médula ósea como modelo para las aberraciones cromosómicas mitóticas, los espermatoцитos como modelo para los cromosomas meióticos y el recuento y la morfología de los espermatozoides. Los resultados del presente estudio indican que el tratamiento de ratones macho con clorpirifos por sonda oral durante tres meses indujo un aumento significativo en las frecuencias de aberraciones cromosómicas totales en las células somáticas y germinales en relación con los grupos de control. Los resultados del análisis de esperma mostraron que el clorpirifos indujo una disminución significativa en el recuento de espermatozoides en comparación con el control negativo. Además, indujo un aumento significativo en las anomalías de los espermatozoides en la cabeza y la cola enrollada (Abdelaziz y otros, 2010)⁴⁷.

En otro estudio a ratas se les fue suministrado, por vía oral, dosis diarias de 3 y 12 mg/kg de peso corporal (PC) de clorpirifos. Como resultado se evidenció un incremento significativo en la frecuencia de formación de células BN después del tratamiento con Clorpirifos de 12 mg/kg de peso corporal. Sin embargo, la propensión a producir células MN fue significativamente mayor ($P \leq 0,05$) en los machos que en las hembras. Asimismo, la frecuencia de formación de cometas, la longitud, la altura y el área promedio de los cometas fueron mayores ($P \leq 0,05$) en los machos que en las hembras, incluso con 12 mg/kg de peso corporal. El estudio infirió que el Clorpirifos puede inducir daño en el ADN tanto en sujetos masculinos como femeninos, pero más pronunciado en los individuos masculinos. Sandhu M.A, y otros, 2013)⁴⁸.

Los resultados de un ensayo con ratas a las cuales se suministró Clorpirifos, metil paratión y Malation, Ojha y su equipo, demostraron que la exposición tanto aguda como crónica con CPF, MPT y MLT causó un daño de ADN significativamente marcado en tejidos de rata, a saber, hígado, cerebro, riñón y bazo, cuando se midió 24 horas después del tratamiento. Cuando estos plaguicidas se administraron en mezcla, el daño no fue la suma del daño causado por cada plaguicida individualmente, lo que confirma que estos plaguicidas no potencian la toxicidad entre sí. Cuando se midió el daño en el

⁴⁷ Abdelaziz K.B., Makawy E., Elsalam A.I., Darwish A.-A. Genotoxicity of Chlorpyrifos and the Antimutagenic Role of Lettuce Leaves in Male Mice. *Com. Sci.* 2010;1:137–145.

⁴⁸ Sandhu M.A., Saeed A.A., Khilji M.S., Ahmed A., Latif M.S.Z., Khalid N. Genotoxicity Evaluation of Chlorpyrifos: A Gender Related Approach in Regular Toxicity Testing. *J. Toxicol. Sci.* 2013;38:237–244. doi: 10.2131/jts.38.237.

ADN 48 y 72 horas después del tratamiento, el daño se reparó parcialmente (Ojha, A. y otros. 2013)⁴⁹. Se debe tener en cuenta que otras investigaciones muestran la potencialidad sinérgica de los plaguicidas. En una investigación llevada a cabo por Pérez y colaboradores (2013) en peces zebras (*Danio rerio*) aplicando mezclas de los herbicidas Atrazina y Terbutilazina, Junto al insecticida Clorpirifos, se observó que aunque los herbicidas no producen inhibición de la actividad de la enzima acetilcolinesterasa, producían una inhibición sinérgica de la actividad enzimática cuando se encontraban mezclados con Clorpirifos. Se observó una correlación entre el deterioro del comportamiento de las larvas y la inhibición de la actividad de acetilcolinesterasa, este trabajo apoya la idea de realizar estudios sobre el riesgo de aplicar mezclas de productos plaguicidas (Peres, y otros, 2013)⁵⁰.

Según Peiris y Dhanushka⁵¹, en una investigación realizada en modelos animales in vivo hallaron que la exposición a Clorpirifos resultó en una disminución significativa ($p < 0,05$) en los pesos de los testículos y el epidídimo de los animales de laboratorio. Un aumento en el peso del hígado dio como resultado una reducción en el conteo de espermatozoides y la motilidad de los espermatozoides y un aumento en las anomalías de los espermatozoides. Se evidenció una reducción significativa en los niveles séricos de testosterona ($p < 0,01$), hormona luteinizante ($p < 0,05$) y hormona folicular estimulante ($p < 0,05$) en los animales tratados con la dosis más alta. Se observó una disminución significativa en el número de sitios de implantación viables y crías en ratas hembra apareadas con machos T3 ($p < 0,01$) y T2 ($p < 0,05$). Además, se observó una reducción significativa ($p < 0,01$) de la enzima AchE en el plasma sanguíneo con la dosis más alta. Los resultados demostraron que la exposición prolongada de Clorpirifos inducen daño en la espermatogénesis, posiblemente a través de la interferencia con las hormonas sexuales y la enzima Acetilcolina, lo que resulta en una reducción de la fertilidad, este químico provoca ciertos defectos en la espermatogénesis, lo que da como resultado una calidad del semen reducida.

⁴⁹ Ojha A., Yaduvanshi S.K., Pant S.C., Lomash V., Srivastava N. Evaluation of DNA Damage and Cytotoxicity Induced by Three Commonly Used Organophosphate Pesticides Individually and in Mixture, in Rat Tissues: Evaluation of DNA Damage And Cytotoxicity. *Environ. Toxicol.* 2013;**28**:543–552. doi: 10.1002/tox.20748

⁵⁰ Pérez J, Domingues I, Monteiro M, Soares M, Loureiro S. Synergistic effects caused by atrazine and terbuthylazine on chlorpyrifos toxicity to early-life stages of the zebrafish *Danio rerio*. *Environ Sci Pollut Res* 2013; 1-10.

⁵¹ Peiris D.C., Dhanushka T. Low Doses of Chlorpyrifos Interfere with Spermatogenesis of Rats through Reduction of Sex Hormones. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2017;**24**:20859–20867. doi: 10.1007/s11356-017-9617-x.

Por su parte Mandal y Das⁵² en un ensayo con ratones expuestos a clorpirifos mostraron que a dosis bajas, se evidenció una reducción en los niveles plasmáticos de testosterona y hormonas FSH y LH junto con una reducción significativa de los túbulos seminíferos y cambios gametogénicos en las células germinales.

Estudios recientes realizados en ratas han sugerido que la exposición a Clorpirifos también puede afectar el sistema endocrino, en particular, la homeostasis de las glándulas tiroideas y suprarrenales. Los pesos relativos y absolutos de los ovarios y de las vesículas seminales disminuyeron pero los pesos del hígado, el bazo o los riñones aumentaron a 100 mg/kg de CPM. Los parámetros que representan el desempeño reproductivo como la proporción de apareamiento, la duración de la gestación y el índice de parto no se vieron afectados, excepto por la disminución del índice de fertilidad y el número de crías implantadas y nacidas y una mayor proporción de sexo masculino de las crías con CPM 100 mg/kg. Las crías de la primer generación expuestas a 100 mg/kg de CPM en el útero y a través de la leche materna mostraron un peso corporal más bajo con cambios en el peso absoluto o relativo del cerebro, ovario, hígado, bazo y epidídimo y disminución de la distancia anogenital absoluta no relativa al momento del destete (Jeong S.-y otros , 2006)⁵³

1-2-4 EFECTO DEL CLORPIRIFOS EN LA SALUD SOCIOAMBIENTAL

La vía más importante de degradación del clorpirifos es la biodegradación. El insecticida se hidroliza principalmente a ácido dietiltiofosfórico (DETP) y 3,5,6-tricloro-2-piridinol (TCP) y cantidades insignificantes de otros productos intermedios. El principal subproducto es el TCP, tanto en suelo como en aguas. El TCP como metabolito primario es más resistente a la degradación microbiana que el clorpirifos, su vida media varía de acuerdo a su concentración. A una concentración de 1mg/kg la vida media es en promedio de dos meses, a una concentración mayor 10mg/kg el metabolismo se retarda, con una vida media de más de dos años cuando es aplicado al suelo. La degradación de clorpirifos tuvo una relación negativa significativa con la conductividad eléctrica (CE), capacidad de intercambio catiónico (CIC), contenido de arcilla y arena de los suelos en condiciones no inundables. Los factores bióticos

⁵² Mandal T.K., Das N.S. Testicular Gametogenic and Steroidogenic Activities in Chlorpyrifos Insecticide-Treated Rats: A Correlation Study with Testicular Oxidative Stress and Role of Antioxidant Enzyme Defence Systems in Sprague-Dawley Rats: Chlorpyrifos and Testicular Oxidative Stress. *Andrologia*. 2012;**44**:102–115. doi: 10.1111/j.1439-0272.2010.01110.x

⁵³ Jeong S.-H., Kim B.-Y., Kang H.-G., Ku H.-O., Cho J.-H. Effect of Chlorpyrifos-Methyl on Steroid and Thyroid Hormones in Rat F0- and F1-Generations. *Toxicology*. 2006;**220**:189–202. doi: 10.1016/j.tox.2006.01.005.

también juegan un papel importante en la degradación del clorpirifos como lo demuestra su convincente degradación en medio de sales minerales inoculado con suspensión de suelo no estéril (Das, S. y Adhya, T., 2015)⁵⁴.

La aplicación de Clorpirifos puede conllevar riesgos reales de contaminación ambiental, puesto que los productos de su degradación son más tóxicos que el producto original y se movilizan en el suelo (Pinto, M, y otros. , 2025)⁵⁵.

Por lo dicho de manera precedente no solo es importante analizar la molécula del clorpirifos sino también sus metabolitos. Este plaguicida se degrada en el campo a su forma oxón, clorpirifos-oxón (CPO), que puede representar un contaminante significativo en la exposición de adultos y niños. El CPO también es responsable de la inhibición de la acetilcolinesterasa (AChE) asociada a la exposición al CPF; las enzimas CYP450 del hígado convierten el Clorpirifos en CPO, que se une a la AChE y a otras esterasas, lipasas y proteasas del sitio activo de la serina, y las inhibe. Los niños pequeños representan una población especialmente susceptible a la exposición al Clorpirifos y al CPO, en parte porque los niveles de la enzima plasmática paraoxonasa (PON1), que hidroliza el CPO, son muy bajos durante el desarrollo temprano (Cole, T. y otros , 2012)⁵⁶

También hay que destacar que la toxicidad del clorpirifos se debe al hecho de que, a diferencia de muchos otros compuestos que contienen fósforo, también es un compuesto orgánico tóxico que contiene cloro. La presencia de cloro conlleva todos los problemas asociados a la posibilidad de su deshalogenación y a la formación de productos de descomposición y metabolitos secundarios. A menudo, estos compuestos son más tóxicos que el compuesto original. Los plaguicidas que contienen cloro, incluido el Clorpirifos, son capaces de penetrar en la placenta y presentar efectos neurotóxicos e inmunosupresores (Bernardes, M., 2015).⁵⁷

⁵⁴ Das, S y Adhya, T. Degradation of chlorpyrifos in tropical rice soil. *Journal of Environmental Management*. 2015, 152, págs. 36-2.

⁵⁵ Pinto, M, y otros. Influence of dissolve organic matter on photodegradation and volatilization kinetics of chlorpyrifos in coastal waters. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 2015, Vol. 310, págs. 189-196

⁵⁶ Cole TB, Fisher JC, Burbacher TM, Costa LG, Furlong CE. Neurobehavioral assessment of mice following repeated postnatal exposure to chlorpyrifos-oxon. *Neurotoxicol Teratol*. 2012 May-Jun;34(3):311-22. doi: 10.1016/j.ntt.2012.02.003. Epub 2012 Mar 7. PMID: 22425525; PMCID: PMC3367041.

⁵⁷ Bernardes, M.F.F.; Pazin, M.; Pereira, L.C.; Dorta, D.J. Impact of Pesticides on Environmental and Human Health. In *Toxicology Studies—Cells, Drugs and Environment*; InTech: London, UK, 2015.

Otro factor importante en el efecto sobre la salud son las características del producto químico a base de clorpirifos (por ejemplo, su composición, contenido en surfactantes y otros compuestos auxiliares) y su método de aplicación(Farhan, M., 2021).⁵⁸

Según Bradman et al., los niños, especialmente los hijos de trabajadores agrícolas, están expuestos a dosis más elevadas de Clorpirifos en comparación con los adultos. Esto está relacionado con su estilo de vida: los niños comen más fruta y verdura cada día, y juegan en el suelo y en la tierra, llevándose diferentes cosas a la boca (Bradman, A., 2007)⁵⁹

En un estudio de corte transversal realizado con 140 niños, que residían cerca de plantaciones bananeras en el cantón de Talamanca, Costa Rica, se evaluó su desempeño neuroconductual, relacionándolo con la exposición a plaguicidas y la concentración de metabolitos urinarios. La exposición a plaguicidas fue determinada mediante el análisis de los metabolitos urinarios del clorpirifos (3,5,6-tricloro 2-piridinol, TCPy), mancozeb (etilentiourea, ETU) y piretroides (3-ácido fenoxibenzoico, 3-PBA). Los resultados indican que los niños que viven cerca de plantaciones de banano se encuentran expuestos a plaguicidas que pueden afectar su neurodesarrollo, y estos efectos pueden variar entre niños varones y niñas según el área de neurodesarrollo especialmente se halló una disminución de la memoria de trabajo en niños varones, una disminución en la coordinación visomotora en niños varones y niñas, un aumento en la prevalencia de problemas cognitivos/falta de atención, trastornos oposicionales, trastorno de hiperactividad y déficit de atención en niños varones y niñas junto a una disminución en la capacidad para discriminar colores en niños varones y niñas. (van Wendel de Joodea, B. y otros, 2016)⁶⁰

También se realizaron estudios en niños expuestos a diferentes niveles de Clorpirifos en el útero (por ejemplo, detectados en la sangre del cordón umbilical, con cantidades que oscilaban entre 3,17 y 360 pg/g en el 2º y 3º trimestre). El Clorpirifos atraviesa fácilmente la barrera placentaria durante el embarazo. Los análisis mostraron que

⁵⁸ Farhan, M.; Ahmad, M.; Kanwal, A.; Butt, Z.A.; Khan, Q.F.; Raza, S.A.; Qayyum, H.; Wahid, A. Biodegradation of Chlorpyrifos Using Isolates from Contaminated Agricultural Soil, Its Kinetic Studies. *Sci. Rep.* **2021**, *11*, 10320.

⁵⁹ Bradman, A.; Whitaker, D.; Quirós, L.; Castorina, R.; Claus Henn, B.; Nishioka, M.; Morgan, J.; Barr, D.B.; Harnly, M.; Brisbin, J.A.; et al. Pesticides and Their Metabolites in the Homes and Urine of Farmworker Children Living in the Salinas Valley, CA. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* **2007**, *17*, 331–349.

⁶⁰ van Wendel de Joodea, B., Moraa, A.; Lindhb, C.; Hernández-Bonillac, D. Córdoba, L.; Wesselingd, C.; Hoppine, J. Y Merglerf, D. 2016. La exposición a plaguicidas y el neurodesarrollo en niños de 6-9 años de edad, Talamanca, Costa Rica. IRET, Universidad de Costa Rica.
http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/cientificos/2016_van_wendel_de_joode_et_al_neurodesarrollo_talamanca_espanol.pdf

durante los 3 primeros años de vida, los niños presentaban retrasos en el desarrollo psicomotor y mental (Sapbamrer, R.2019)⁶¹

Eskenazi et al. (2007)⁶², informaron una asociación adversa de la exposición prenatal a pesticidas organofosforados, incluido el clorpirifos, medida por DAP con el desarrollo mental y problemas generalizados del desarrollo a los 24 meses de edad.

En un trabajo donde se investigó las asociaciones entre la exposición al Clorpirifos y la morfología del cerebro comparando niños altamente expuestos y con baja exposición al plaguicida se halló que la exposición alta a este tóxico se asoció con el agrandamiento de las circunvoluciones temporal superior, temporal media posterior y poscentral inferior bilateralmente, y la circunvolución frontal superior, la circunvolución del recto, el cuneus y el y precúneo a lo largo de la pared mesial del hemisferio derecho. Las diferencias de grupo se derivaron de los efectos de la exposición sobre la materia blanca subyacente. Se derivó una interacción significativa entre la exposición y el coeficiente intelectual a partir de la interrupción del clorpirifos de las asociaciones normales del coeficiente intelectual con medidas superficiales en niños de baja exposición. Según los mismos autores la exposición de niños y bebés a Clorpirifos puede causar un coeficiente intelectual (coeficiente intelectual) más bajo, retraso en el desarrollo, TDAH (trastorno por déficit de atención con hiperactividad) y autismo (Rauh V., 2012).⁶³

Esto fue confirmado por los estudios de investigación realizados por el UC Davis MIND Institute en mujeres embarazadas que vivían cerca de regiones agrícolas donde se utilizaba clorpirifos. Se descubrió que en estas mujeres había un mayor riesgo de tener un hijo con autismo. El estudio se llevó a cabo mediante el estudio de la aplicación de plaguicidas comerciales usando el Informe de Pesticidas de California y la vinculación de los datos a las direcciones de residencia de aproximadamente 1.000 participantes. El estudio incluye a las familias con niños entre 2 y 5 años con diagnóstico de autismo o retraso en el desarrollo o con un desarrollo típico. (ciencia y biología.com, 2014).⁶⁴

Una revisión que comprende siete estudios epidemiológicos realizados en el año 2014 señaló que todos los estudios documentaron una asociación entre todas las clases de

⁶¹ Sapbamrer, R.; Hongsibsong, S. Effects of Prenatal and Postnatal Exposure to Organophosphate Pesticides on Child Neurodevelopment in Different Age Groups: A Systematic Review. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* **2019**, *26*, 18267–18290.

⁶² Eskenazi, B.; Marks, A.R.; Bradman, A.; Harley, K.; Barr, D.B.; Johnson, C.; Morga, N.; Jewell, N.P. Organophosphate Pesticide Exposure and Neurodevelopment in Young Mexican-American Children. *Environ. Health Perspect.* **2007**, *115*, 792–798.

⁶³ Rauh VA, Perera FP, Horton MK, Whyatt RM, Bansal R, Hao X, Liu J, Barr DB, Slotkin TA, Peterson BS. Brain anomalies in children exposed prenatally to a common organophosphate pesticide. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2012 May 15;109(20):7871-6. doi: 10.1073/pnas.1203396109. Epub 2012 Apr 30. PMID: 22547821; PMCID: PMC3356641.

⁶⁴ <https://cienciaybiologia.com/la-exposicion-plaguicidas-durante-el-embarazo-podria-causar-autismo/junio> de 2014

pesticidas y el riesgo de ASD (trastorno del espectro autista), con varias asociaciones que alcanzaron importancia. Estos efectos fueron los más grandes para las exposiciones en las semanas 1 a 7 del embarazo y después del nacimiento en las semanas 4 a 12 (Bölte et al.,) ⁶⁵. En otra investigación se encontró una influencia negativa en el desarrollo del sistema nervioso asociada con un coeficiente intelectual reducido en niños en edad escolar a niveles de exposición muy por debajo de los que se reconoce que afectan el desarrollo cerebral según los estudios de neurotoxicidad del desarrollo (DNT) financiados por la industria y encargados con fines regulatorios [Mie, A, y otros, 2018)⁶⁶, Grandjean P. y otros, 2014 ⁶⁷].

Otras investigaciones sugieren que dosis bajas del insecticida organofosforado clorpirifos alteran el desarrollo cerebral y la función cognitiva por mecanismos que no implican la inhibición de la acetilcolinesterasa (AChE). En una investigación se probó la hipótesis de que el Clorpirifos y sus metabolitos alteran la proteína de unión del elemento de respuesta Ca²⁺/cAMP (CREB), una molécula crítica en el desarrollo cerebral y la función cognitiva. Estos cambios en CREB ocurren independientemente de la inhibición de AChE. Los aumentos en pCREB neuronal observados en este estudio proporcionan evidencia bioquímica de que Clorpirifos y sus metabolitos están activos en sitios críticos dentro del sistema nervioso a niveles muy por debajo de los necesarios para inhibir la AChE (Schuh RA, y otros, 2002)⁶⁸

Según una investigación de la autoridad Europea de seguridad alimentaria (EFSA) el insecticida clorpirifos es tan perjudicial para la salud humana, especialmente la salud infantil, que no se puede establecer un nivel de exposición seguro. Además muestra su preocupación por los posibles efectos reprotóxicos, así como por los daños neurológicos durante el desarrollo infantil. Así mismo se afirma que los efectos toxicológicos registrados cumplen los criterios para su clasificación como tóxicos para reproducción de categoría 1B (en relación con la toxicidad para el desarrollo) (EFSA, 2019)⁶⁹

⁶⁵ Bölte, S.; Girdler, S.; Marschik, P.B. The Contribution of Environmental Exposure to the Etiology of Autism Spectrum Disorder. *Cell. Mol. Life Sci.* **2019**, *76*, 1275–1297.

⁶⁶ Mie A., Rudén C., Grandjean P. Safety of Safety Evaluation of Pesticides: Developmental Neurotoxicity of Chlorpyrifos and Chlorpyrifos-Methyl. *Environ. Health.* 2018;**17**:77. doi: 10.1186/s12940-018-0421-y

⁶⁷ Grandjean P., Landrigan P.J. Neurobehavioural Effects of Developmental Toxicity. *Lancet Neurol.* 2014;**13**:330–338. doi: 10.1016/S1474-4422(13)70278-3.

⁶⁸ Schuh RA, Lein PJ, Beckles RA, Jett DA. Noncholinesterase mechanisms of chlorpyrifos neurotoxicity: altered phosphorylation of Ca²⁺/cAMP response element binding protein in cultured neurons. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2002 Jul 15;**182**(2):176-85. doi: 10.1006/taap.2002.9445. PMID: 12140181.

⁶⁹<https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/chlorpyrifos-assessment-identifies-human-health-effects>

En una investigación realizada por Childhood Autism Risks from Genetics and Environment, CHARGE, relacionó la proximidad residencial de embarazadas y el desarrollo de trastornos del espectro autista (TEA) o retraso en el desarrollo (developmental delay DD). respecto a los sitios de utilización de plaguicidas agrícolas El estudio refuerza la evidencia que vincula los trastornos del desarrollo neurológico con la exposición gestacional a plaguicidas, en particular organofosforados (por ej. Clorpirifós) y proporciona nuevos resultados sobre asociaciones de autismo y retrasos del desarrollo con piretroides y carbamatos, respectivamente.(Shelton, 2021)⁷⁰

Una investigación realizada en Talca, Chile, determinó que los niveles urinarios del DAP (Dialquil Fosfato, metabolito urinario de pesticidas organofosforados), en escolares chilenos fueron altos en comparación con informes de estudios anteriores. La presencia de clorpirifos y residuos de fosmet en las frutas fue el principal factor para predecir las concentraciones de metabolitos DAP urinarios en los niños (Muñoz-Quezada, M, 2012)⁷¹

En una investigación realizada con Niños de aldeas con plantaciones de banano y plátano se determinó que poseían concentraciones urinarias más altas de TCP, además de estadísticamente significativas, que los niños de la aldea de referencia; 2,6 y 2,2 frente a 1,3 µg / g de creatinina, respectivamente. Se detectó clorpirifós en el 30% de las muestras ambientales, así como en el 92% de las muestras de lavado de manos y pies. Para más de la mitad de los niños, su ingesta estimada excedió la dosis crónica ajustada para población de la EPA de EE. UU. Para algunos, también se excedieron la dosis aguda ajustada para la población y la dosis de referencia crónica. Los resultados sugieren que los niños que viven cercanos a plantaciones tratadas con bolsas con clorpirifós están expuestos a niveles de clorpirifós que pueden afectar su salud (Berna van Wendel de Joode, B. y otros 2012) ⁷²

En un estudio de casos controles realizado en California (Estados Unidos de América), se demostró que la exposición pre y posnatal a glifosato y a clorpirifós afectaba seriamente el desarrollo intelectual y neurológico en los niños. En el trabajo se afirma

⁷⁰ Shelton JF, Geraghty EM, Tancredi DJ, Delwiche LD, Schmidt RJ, Ritz B, Hansen RL, Hertz-Picciotto I. 2014. Neurodevelopmental disorders and prenatal residential proximity to agricultural pesticides: the CHARGE study. *Environ Health Perspect* 122:1103–1109; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1307044>

⁷¹ Muñoz-Quezada, M, Verónica Iglesias, Boris Lucero, Kyle Steenland, Dana Boyd Barr, Karen Levy, P. Barry Ryan, Sergio Alvarado, Carlos Concha. Indicadores de exposición a plaguicidas organofosforados en escolares de la provincia de Talca, Chile 2012

⁷² van Wendel de Joode B, Barraza D. et al. (2012) Indigenous children living nearby plantations with chlorpyrifos-treated bags have elevated 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCPy) urinary concentrations. *Environ Res*. 2012 Aug;117:17-26. doi: 10.1016/j.envres.2012.04.006. Epub 2012 Jun 28. Disponible en : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22749112>

que el riesgo de trastorno del espectro autista en la descendencia aumenta luego de la exposición prenatal a pesticidas ambientales dentro de los 2000 m de la residencia de su madre durante el embarazo, en comparación con los hijos de mujeres de la misma región agrícola sin dicha exposición. La exposición infantil podría aumentar aún más los riesgos de trastorno del espectro autista con discapacidad intelectual comórbida. (Von Ehrenstein OS, 2019)⁷³

Un análisis de exámenes médicos periódicos de 64 operadores de control de termitas que usaban clorpirifos reveló gran disminución de la actividad de la butil colinesterasa, disminución de la acetilcolinesterasa eritrocito, alteración en velocidad de conducción nerviosa sensorial son sensibles, dificultades oftalmológicas e y nitrógeno anormales en la orina y cantidad anormal de glóbulos blancos (Gotoh et al 2001)⁷⁴.

Con el fin de investigar la muerte celular inducida por clorpirifos y su mecanismo subyacente en las células inmunitarias humanas, se trató una línea celular similar a los monocitos humanos (U937) con clorpirifos a 4,45–570 μM durante 0,5–24 h a 37 °C en un 5 % de CO_2 incubadora. Se descubrió que el clorpirifos inducía la muerte celular de U937 de una manera dependiente de la dosis y el tiempo, como lo muestran los ensayos LDH y MTT y PIconsumo.⁷⁵

Según la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, dependiente del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos, respirar aire en un área donde se roció con el insecticida clorpirifos puede producir una variedad de efectos sobre el sistema nervioso, incluyendo dolores de cabeza, visión borrosa, lagrimeo, excesiva salivación, secreción nasal, mareo, confusión, debilidad o temblores musculares, náusea, diarrea y cambios bruscos en el latido del corazón. El efecto depende de la cantidad de clorpirifos en el aire y de la duración de la exposición.(ATSDR, 1997)⁷⁶

En una investigación realizada por Oostingh y su equipo los resultados mostraron que el clorpirifos era citotóxico en concentraciones $\geq 250 \mu\text{M}$, mientras que el diazinón no era tóxico en concentraciones de hasta 1 mM. Los efectos inmunomoduladores de estos dos compuestos fueron similares para la mayoría de los promotores de citoquinas probados y la inducción de estrés celular potenció estos efectos. Los

⁷³ Von Ehrenstein OS, Ling C, Cui X, Cockburn M, Park AS, Yu F, Wu J, Ritz B. Prenatal and infant exposure to ambient pesticides and autism spectrum disorder in children: population based case-control study. *BMJ*. 2019 Mar 20;364:l962. doi: 10.1136/bmj.l962

⁷⁴ Gotoh, M., Saito, I., Huang, J., Fukaya, J., Matsumoto, S, Hisanaga, N., Shibata, E., Ichihara, G., Kamijima, M. Takeuchi, Y. 2001 Changes in Cholinesterase Activity, Nerve Conduction Velocity, and Clinical Signs and Symptoms in Termite Control Operators Exposed to Chlorpyrifos. *Journal Occup Health*, 43 (3), pp. 157-164

⁷⁵ Chlorpyrifos induces apoptosis in human monocyte cell line U937. Nakadai, A., Li, Q., Kawada, T. *Toxicología* Volumen 224, Número 3, 25 de julio de 2006, páginas 202-209

⁷⁶ https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts84.html

resultados se compararon con los datos obtenidos con células mononucleares sanguíneas, que confirmaron los resultados de las líneas celulares transfectadas de forma estable, pero se refieren a una mayor sensibilidad de las células primarias. En conclusión, estos dos plaguicidas actúan de manera diferente sobre la viabilidad celular y sobre algunos parámetros inmunológicos, pero la viabilidad celular no se relacionó con la inmunomodulación.(Oostingh, G.J y otros , 2009)⁷⁷

La producción de hortalizas y frutos en invernáculos que se ha expandido a partir del desarrollo de tecnologías que lo posibilitan(plásticos) junto al incremento en el comercio mundial ha determinado la utilización de plaguicidas en sitios con poca aireación. Al respecto una investigación detecto actividades de alto riesgo en la manipulación de plaguicidas tales como el interior de invernaderos o edificios de almacenamiento donde se produce la mezcla y la carga, la exposición por inhalación puede ser más importante debido al mayor confinamiento en comparación con la situación al aire libre.(Kim et al., 2014)⁷⁸

Este compuesto se absorbe a través de la piel, lo que puede provocar una intoxicación sistémica. Existen investigaciones donde se relaciona al Clorpirifos y sus metabolitos, que pueden acumularse en la piel prolongando el tiempo de exposición, con efectos aún más adversos a largo plazo como por ejemplo la neurotoxicidad. (Kumar, N , 2011)⁷⁹

Según Bernardes, aunque el cuerpo humano sólo absorbe alrededor del 10% de la dosis de plaguicida aplicada, su penetración percutánea aumenta debido al uso de disolventes lipídicos. Esto puede dar lugar a un mayor riesgo de intoxicación, especialmente en personas que se dedican profesionalmente a la producción y aplicación de plaguicidas. (Bernardes, M.F., 2015)⁸⁰

En un estudio de cohorte donde se analizó la relación entre la exposición a plaguicidas, incluido el clorpirifos, y la incidencia de cáncer de pulmón en 57.284 aplicadores de plaguicidas, y 32.333 cónyuges de aplicadores con baja prevalencia de fumadores. El incremento de riesgo se observó en exposiciones superiores a 103 días. Los resultados indican que cuatro plaguicidas agrícolas muy utilizados, incluidos dos herbicidas (

⁷⁷ Oostingh, G.J.; Wichmann, G.; Schmittner, M.; Lehmann, I.; Duschl, A. The Cytotoxic Effects of the Organophosphates Chlorpyrifos and Diazinon Differ from Their Immunomodulating Effects. *J. Immunotoxicol.* **2009**, *6*, 136–145.

⁷⁸ Kim, S.W., Lee, E.G., Lee, T., Lee, L.A., Harper, M., 2014. Exposure to chlorpyrifos in gaseous and particulate form in greenhouses: a pilot study. *Journal of occupational and environmental hygiene* *11*, 547–555. <https://doi.org/10.1080/15459624.2014.880444>

⁷⁹ Kumar, N. Dermal Exposure to Sub-Toxic Amount of Chlorpyrifos—Is It Neurotoxic. In *Pesticides in the Modern World—Effects of Pesticides Exposure*; InTech: Rijeka, Croatia, 2011.

⁸⁰ Bernardes, M.F.F.; Pazin, M.; Pereira, L.C.; Dorta, D.J. Impact of Pesticides on Environmental and Human Health. In *Toxicology Studies—Cells, Drugs and Environment*; InTech: London, UK, 2015.

metolaclo y pendimetalina) y dos insecticidas (clorpirifos y diazinón), se asociaron con un exceso significativo de riesgo de cáncer de pulmón en la cohorte del Estudio de Salud Agrícola (Alavanja et al., 2004)⁸¹.

Lee y su equipo, en un estudio de Salud Agrícola buscaron relacionar a los plaguicidas de uso agrícola con la incidencia de cáncer colorrectal. En este análisis se incluyeron un total de 56 813 aplicadores de plaguicidas sin antecedentes de la mencionada enfermedad. La utilización de clorpirifos mostró una tendencia significativa de respuesta a la exposición (p para la tendencia = 0,008) para el cáncer rectal, aumentando a 2.7 veces (intervalo de confianza del 95 %: 1,2-6,4) con mayor riesgo en la categoría de exposición más alta. Los investigadores afirman que la posibilidad de una asociación entre la exposición a ciertos pesticidas y la incidencia de cáncer colorrectal entre los aplicadores de plaguicidas merece una evaluación adicional (Lee WJ, y otros, 2007).⁸²

1-2-5-Neurotoxicidad

Durante una reunión de expertos realizada en 2019, se discutieron los estudios sobre el efecto de Clorpirifos en la neurotoxicidad del desarrollo. El Clorpirifos presente en el medio ambiente puede ser directa o indirectamente neurotóxico para el desarrollo. Los efectos de la neurotoxicidad del desarrollo dependerán de la etapa de desarrollo del cerebro, la dosis utilizada y la duración de la exposición. Los estudios disponibles en animales indican que la exposición subtóxica a clorpirifos tiene un efecto perjudicial sobre el comportamiento y el desarrollo del sistema nervioso central. (EFSA, 2019)⁸³.

Rauh y otros ⁸⁴ investigaron las asociaciones entre la exposición al CPF y la morfología del cerebro utilizando imágenes de resonancia magnética en 40 niños, de 5,9 a 11,2 años, seleccionados de una cohorte no clínica representativa basada en la comunidad. Veinte niños de alta exposición (tercil superior de concentraciones de Clorpirifos en la sangre del cordón umbilical) se compararon con 20 niños de baja

⁸¹ Alavanja MC, Dosemeci M, Samanic C, Lubin J, Lynch CF, Knott C, Barker J, Hoppin JA, Sandler DP, Trailla J, Thomas K, Blair A. Pesticidas and lung cancer risk in the agricultural health study cohorte. *Am J Epidemiol.* 2004 Nov 1;160(9):876-85

⁸² Lee WJ, Sandler DP, Blair A, Samanic C, Cross AJ, Alavanja MC. Pesticide use and colorectal cancer risk in the Agricultural Health Study. *Int J Cancer.* 2007 Jul 15;121(2):339-46. doi: 10.1002/ijc.22635. PMID: 17390374; PMCID: PMC2928992.

⁸³ EFSA (European Food Safety Authority) Statement on the available outcomes of the human health assessment in the context of the pesticides peer review of the active substance chlorpyrifos. *EFSA J.* 2019;17:e05809. doi: 10.2903/j.efsa.2019.5809

⁸⁴ Rauh V.A., Perera F.P., Horton M.K., Whyatt R.M., Bansal R., Hao X., Liu J., Barr D.B., Slotkin T.A., Peterson B.S. Brain Anomalies in Children Exposed Prenatally to a Common Organophosphate Pesticide. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2012;109:7871–7876. doi: 10.1073/pnas.1203396109.

exposición en las características de la superficie cortical; todos los participantes tenían una exposición prenatal mínima al humo del tabaco ambiental y los hidrocarburos aromáticos policíclicos. Los niños de alta exposición también mostraron adelgazamiento cortical frontal y parietal, y una relación dosis-respuesta inversa entre el Clorpirifos y el grosor cortical. Se derivó una interacción significativa entre la exposición y el coeficiente intelectual a partir de la interrupción del Clorpirifos de las asociaciones normales del coeficiente intelectual con medidas superficiales en niños de baja exposición.

Una de las causas de la neurodegeneración es el efecto no solo sobre el sistema nervioso periférico sino también sobre el central, en el cual no solo las colinesterasas sino también las descarboxilasas son sumamente importantes, catalizando la formación de las hormonas necesarias para controlar muchos procesos. Las evaluaciones publicadas recientemente de los efectos de Clorpirifos en estas enzimas han mostrado una disminución de la actividad, lo que conduce al desarrollo de autismo, enfermedad de Parkinson, etc. Además, la penetración de Clorpirifos se muestra no solo en la placenta, el hígado y los riñones. sino también en el cerebro. (Wołejko E., 2022) ⁸⁵

Lee et al. (2004)⁸⁶ observaron que, después de ajustar por exposición a otros plaguicidas, las personas expuestas a clorpirifós en un periodo mayor a 56 días tenían un riesgo relativo más elevado de cáncer de pulmón (concretamente 2,18; IC 1,31-3,64) que las personas no expuestas.

1-2-6-ACCIÓN ENDOCRINA

Los disruptores endocrinos (DE) son compuestos que interfieren en la regulación hormonal e influyen en la carcinogénesis mamaria. En una investigación donde se analizaron diferentes dosis de Clorpirifos en diferentes modelos experimentales, tanto in vitro como in vivo, se puso en evidencia el accionar de este plaguicida sobre el sistema redox celular que conduce al incremento de especies reactivas del oxígeno y consecuentemente a la activación de diferentes vías de señalización. También, se ha puesto en evidencia que este insecticida puede comportarse como un disruptor endócrino modulando la acción de los estrógenos y alterando la normal estructura del tejido mamario. Los investigadores han observado dos mecanismos diferentes de

⁸⁵ Wołejko E, Łozowicka B, Jabłońska-Trypuć A, Pietruszyńska M, Wydro U. Chlorpyrifos Occurrence and Toxicological Risk Assessment: A Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Sep 26;19(19):12209. doi: 10.3390/ijerph191912209. PMID: 36231509; PMCID: PMC9566616.

⁸⁶ Lee W, Blair A, Hoppin J, Lubin J, Rusiecki J, Sandler D, Dosemeci M, Alavanja M. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to chlorpyrifos in the Agricultural Health Study. *J Natl Cancer Inst*. 2004;96:1781-9

toxicidad del químico que actúan de manera independientes al producido por la inhibición colinesterasa. El accionar del Clorpirifos sobre el sistema redox celular, conlleva a activación de diferentes vías de señalización y al incremento de ERO, lo cual podría derivar en la aparición de mutaciones, inestabilidad genómica y/o finalmente, en la muerte celular. Los investigadores afirman que las investigaciones aportan nuevas evidencias acerca de la acción del insecticida como posible Disruptor endocrino, indicando la necesidad de revisar su uso, ya que podría actuar como un factor de riesgo ambiental para el cáncer de mama (Cocca, C. y otros , 2015).⁸⁷

La exposición al clorpirifos durante el desarrollo altera la señalización celular tanto en el cerebro como en los tejidos periféricos, lo que afecta las respuestas a una variedad de neurotransmisores y hormonas. En una investigación los animales expuestos a clorpirifos, los machos mostraron elevaciones en el colesterol y los triglicéridos en plasma, sin alteraciones subyacentes en los ácidos grasos libres no esterificados y el glicerol. De manera similar, en el estado posprandial, las ratas macho mostraron hiperinsulinemia frente a los niveles normales de glucosa circulante. Los resultados indican que la exposición neonatal aparentemente subtóxica al clorpirifos, sin efectos sobre la viabilidad o el crecimiento pero dentro de los parámetros de las exposiciones fetales o neonatales humanas, produce un patrón metabólico para los lípidos plasmáticos y la insulina que se asemeja a los principales factores de riesgo de aterosclerosis y tipo 2 en adultos. Slotkin T. y otros, 2005.)⁸⁸

En un trabajo se estudiaron los efectos de Clorpirifos a dosis ambientales (0,01 y 1 mg/kg/día) sobre la glándula mamaria, la expresión de receptores de hormonas esteroides y los niveles séricos de hormonas esteroides. La investigación se llevó a cabo utilizando ratas Sprague-Dawley hembras de 40 días de edad expuestas al plaguicida durante 100 días. Se evidenció una red ductal proliferante con mayor número de conductos y estructuras alveolares. También se halló un mayor número de enfermedades mamarias benignas, como hiperplasia y adenosis. El clorpirifos altera el equilibrio endocrino actuando como un disruptor endocrino in vivo. Estos hallazgos alertan sobre los efectos nocivos que ejerce el plaguicida sobre la glándula mamaria,

⁸⁷ Cocca, C.; Ventura C.; Nunez, M.; Randi, A.; Venturino, A..El organofosforado clorpirifos como disruptor estrogénico y factor de riesgo para el cáncer de mama. *Acta toxicol. argent.* vol.23 no.3 Ciudad Autónoma de Buenos Aires dic. 2015

⁸⁸ Slotkin T.A., Brown K.K., Seidler F.J. Developmental Exposure of Rats to Chlorpyrifos Elicits Sex-Selective Hyperlipidemia and Hyperinsulinemia in Adulthood. *Environ. Health Perspect.* 2005;113:1291-1294. doi: 10.1289/ehp.8133

sugiriendo que este compuesto puede actuar como factor de riesgo para el cáncer de mama.(Ventura C., y otros , 2017)⁸⁹

El Clorpirifos puede actuar como un compuesto estrogénico débil, afectando la expresión de los receptores de estrógeno (ER) y demostrando actividad agonista antiandrogénica, tiroidea y del receptor de hidrocarburos arílicos (AhR) Venerosi A y otros,2015)⁹⁰.

Analizando varios productos químicos como Piperofos y clorpirifos animales de laboratorio, Viswanath y su equipo demostraron una disminución significativa en la biosíntesis de testosterona por parte de las células de Leydig. Demostrando que los plaguicidas de uso común como el clorpirifos y el piperofos representan una seria amenaza para el sistema reproductivo masculino al interferir en varios niveles de la biosíntesis de andrógenos (Viswanath G y otros 2010).⁹¹

Para finalizar, en cuanto a la salud humana, los estudios epidemiológicos disponibles presentan evidencias irrefutables de los efectos nocivos de la Clorpirifos sobre la salud humana. Además, un problema serio parece ser las discrepancias en los informes que discuten los efectos tóxicos de Clorpirifos en la salud humana. En muchos trabajos se observó que la toxicidad de estos compuestos resultaba, en gran medida, de las altas dosis utilizadas, que afectaban significativamente el potencial genotóxico y el sistema endocrino y/o inhibieron la actividad de la AChE en los eritrocitos (Wołejko E, 2022)⁹²

Por su parte Guiñazú afirma que, estudios nacionales e internacionales demuestran que la exposición humana a clorpirifos puede ocurrir en distintos escenarios (ambiental, residencial, ocupacional) y por distintas vías. En una persona, todas estas exposiciones hacen a la carga total de clorpirifos en el cuerpo. Una vez en el organismo el clorpirifos puede causar una multiplicidad de efectos tóxicos dependiendo de los escenarios de exposición en forma aguda o crónica. Dentro de los efectos crónicos, la neurotoxicidad y el déficit neurocognitivo son algunos de los efectos evidenciados. En este sentido, la exposición de poblaciones vulnerables, incluida la que ocurre en el periodo prenatal, y

⁸⁹ Ventura C., Nieto M.R.R., Bourguignon N., Lux-Lantos V., Rodriguez H., Cao G., Randi A., Cocca C., Núñez M. Pesticide Chlorpyrifos Acts as an Endocrine Disruptor in Adult Rats Causing Changes in Mammary Gland and Hormonal Balance. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* 2016;**156**:1–9. doi: 10.1016/j.jsbmb.2015.10.010.

⁹⁰ Venerosi A., Tait S., Stecca L., Chiarotti F., De Felice A., Cometa M.F., Volpe M.T., Calamandrei G., Ricceri L. Effects of Maternal Chlorpyrifos Diet on Social Investigation and Brain Neuroendocrine Markers in the Offspring—a Mouse Study. *Environ. Health.* 2015;**14**:32. doi: 10.1186/s12940-015-0019-6.

⁹¹ Viswanath G., Chatterjee S., Dabral S., Nanguneri S.R., Divya G., Roy P. Anti-Androgenic Endocrine Disrupting Activities of Chlorpyrifos and Piperophos. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* 2010;**120**:22–29. doi: 10.1016/j.jsbmb.2010.02.032.

⁹² Wołejko E., Łozowicka B., Jabłońska-Trypuć A., Pietruszyńska M., Wydro U. Chlorpyrifos Occurrence and Toxicological Risk Assessment: A Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Sep 26;**19**(19):12209. doi: 10.3390/ijerph191912209. PMID: 36231509; PMCID: PMC9566616.

los efectos en los niños es una gran preocupación para toda la comunidad científica (Guiñazú y otros, 2014)⁹³

1-2-7-ACCIÓN EN EL AMBIENTE

1-2-7-1- EFECTO EN EL SUELO

Según Lu, en la aplicación de Clorpirifos en vegetales alrededor del 1% del producto llega a la plaga objetivo, mientras que el resto entra en contacto con el suelo, donde se transforma y se forman metabolitos (Lu, C y otros , 2020)⁹⁴. Esta información refuerza la idea de la baja eficiencia, económica y energética, de la estrategia basada en el uso de plaguicidas para el control de insectos, además de su elevado efecto socioambiental.

En el momento en que los plaguicidas son aplicados sobre los cultivos, existen diferentes procesos a los cuales son sometidos y a partir de los cuales estos se puede desplazar en los diferentes compartimientos ambientales como el aire, el agua y los suelos.

La dinámica del movimiento del movimiento del clorpirifos está determinada por las propiedades físicas y químicas de este plaguicida y las condiciones ambientales. La disipación del clorpirifos mediante la volatilización es el proceso dominante durante las primeras 12 horas después de realizada una aplicación, luego disminuye a medida que la formulación se adsorbe a las hojas de los vegetales follaje o al suelo (Mackay et al., 2014).⁹⁵ Por su parte Leistra et al.⁹⁶ (2006), en un experimento de campo con caracterización de las condiciones meteorológicas, estudiaron la volatilización de clorpirifos en cultivo de papa. La volatilización acumulada de clorpirifos de la superficie de las hojas durante las horas de luz diurna fue aproximadamente el 65% de la dosis y se produjo mayoritariamente durante los primeros días.

En el suelo pueden ser sometidos a la adsorción y la degradación. La adsorción es un proceso por el cual los plaguicidas son retenidos por los coloides del suelo (materia orgánica, arcillas, complejos arcillo - húmicos) y representa uno de los principales procesos que afecta la interacción entre los plaguicidas, las aguas subterráneas y la matriz sólida del suelo (Magga, Z. y otros 2012)⁹⁷. Por otro lado, la degradación es un mecanismo por el cual una molécula compleja del plaguicida descompone a otras más

⁹³ Natalia Guiñazú, Berta Vera, Maria Soledad Jaureguiberry y Ana Cecilia Mestre Citronovit impacto en la salud Humana.

⁹⁴ Lu, C.; Yang, Z.; Liu, J.; Liao, Q.; Ling, W.; Waigi, M.G.; Odinga, E.S. Chlorpyrifos Inhibits Nitrogen Fixation in Rice-Vegetated Soil Containing *Pseudomonas Stutzeri* A1501. *Chemosphere* **2020**, *256*, 127098. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

⁹⁵ Mackay D, Giesy JP, Solomon KR. 2014. Fate in the environment and long-range atmospheric transport of the organophosphorus insecticide, chlorpyrifos and its oxon, *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*

⁹⁶ Leistra M, Smelt JH, Hilbrand Weststrate J, Van Den Berg F, Aalderink R. 2006. Volatilization of the pesticides chlorpyrifos and fenpropimorph from a potato crop. *Environ. Sci. Technol.* **40**, 96-102. <https://doi.org/10.1021/es051248x>

⁹⁷ Magga, Z, y otros. Combining experimental techniques with non-linear numerical models to asses the sorption of pesticides on soil. 2012, Vols. 129-130, págs. 62-69. 3. 8

simples y es considerado un importante medio de atenuación natural de plaguicidas en el ambiente (Helbling, D. 2015)⁹⁸. Aunque esta situación de disminución en la peligrosidad no siempre se cumple.

La retención es un proceso que inmoviliza al plaguicida y sus productos de transformación en el tiempo, a partir de diferentes fenómenos fisicoquímicos y biológicos. Fisicoquímicos como transporte por difusión molecular, interacciones físicas con las superficies de las sustancias sorbentes y reacciones químicas con los constituyentes orgánicos, y por otro lado, fenómenos biológicos debido a interacciones con las paredes de los microorganismos del suelo y las raíces o por la absorción de un organismo vivo (Rojas, R, y otros, 2015).⁹⁹

La adsorción y desorción del clorpirifos depende de las propiedades físicas y químicas de los suelos; por ejemplo, este presenta una baja movilidad en suelos franco-limoso y francoarcilloso y se cataloga como inmóvil en suelos arcillosos (Solarte Ordóñez, M. 2018)¹⁰⁰

La adsorción de clorpirifos en los minerales depende del tipo y de la acidez del suelo (pH). Este producto muestra una mayor adsorción con arcillas del tipo mormorillonita que con gibsita y caolinita, debido a la presencia de microporos. En mormorillonita, a valores bajos de pH, se da una rápida adsorción en la superficie externa del mineral, seguida de una difusión a las regiones de microporos, mientras que a pH superiores a 6 se incrementa a carga negativa superficial obteniéndose una baja adsorción (Emmerik, T, 2007).¹⁰¹ El pH del suelo es un factor determinante de la vida media de los plaguicidas. Por ejemplo, para el clorpirifos se ha estimado una vida media de 53 días a pH 5.90, 141.6 días a pH 6.11 y 10 días a pH 9.77 a 25°C (Naváez, J. y otros).¹⁰² El pH es un factor importante en la degradación del clorpirifos, en condiciones ácidas el clorpirifos se mantiene estable, y a pHs cercanos a la neutralidad y básicos tiene influencia la hidrólisis química (Solarte Ordóñez, M. 2018)¹⁰³

⁹⁸ Helbling, D. Bioremediation of pesticide-contaminated water resources: the challenge of low concentrations. *Current Opinion in Biotechnology*. 2015, Vol. 33, págs. 142-148

⁹⁹ Rojas, R; Morillo, J. ; Usero, J.; Vanderlinden, E. y El Bakouriy, H. Adsorption study of low-cost and locally available organic substances and a soil to remove pesticides from aqueous solution. *Journal of Hydrology*. 2015, 520, págs. 461-472.

¹⁰⁰ Solarte Ordóñez, M. 2018 Evaluación del efecto de un lombricompost sobre la retención y degradación de clorpirifos en suelo. Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Posgrado Palmira, Colombia

¹⁰¹ Van Emmerik TJ, Angove MJ, Johnson BB, Wells JD. Sorption of chlorpyrifos to selected minerals and the effect of humic acid. *J Agric Food Chem*. 2007 Sep 5;55(18):7527-33. doi: 10.1021/jf071084z. Epub 2007 Aug 4. PMID: 17676866.

¹⁰² Naváez, J, Palacios, J y Molina, F. Persistencia de plaguicidas en el ambiente y su ecotoxicidad: Una revisión de los procesos de degradación natural. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*. 2012, Vol. 15, 3, págs. 27- 38.

¹⁰³ Solarte Ordóñez, M. 2018 Evaluación del efecto de un lombricompost sobre la retención y degradación de clorpirifos en suelo. Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Posgrado Palmira, Colombia

Según la investigación realizada por Wu y Laird sobre la interacción de clorpirifos con esmectitas, ácidos húmicos saturados con calcio y sedimentos naturales en sistemas acuosos, encontraron una baja adsorción con esmectitas y sedimentos naturales y una fuerte adsorción con los ácidos húmicos, esto implica que la naturaleza de los materiales orgánicos e inorgánicos influyen en la adsorción y desorción del clorpirifos y su comportamiento en sistemas acuosos, donde la presencia de mayor contenido de carbono orgánico induce una mayor adsorción (Wu, J y Laird, D., 2004)¹⁰⁴.

Se han realizado diferentes estudios para comprender la influencia de la materia orgánica sobre la adsorción y desorción de clorpirifos. La adsorción está significativamente correlacionada con el contenido de carbono orgánico y la materia orgánica, donde a mayor contenido de materia orgánica mayor es el proceso de retención del plaguicida en suelo. (Rojas, R., 2015)¹⁰⁵

El uso excesivo de clorpirifos y su acumulación en el suelo cambia las propiedades fisicoquímicas del suelo. Lo que conduce a cambios en la microflora y la fertilidad del suelo. Se estudio que la pérdida de fertilidad del suelo se debe a la toxicidad y mutagenicidad en las cianobacterias *Nostoc muscorum* y *Anabaena doliolum* (Abigail M., 2015).¹⁰⁶

Además, el clorpirifos puede almacenarse en el suelo desde cinco días hasta veinte años (Racke, K., 1993)¹⁰⁷. La disipación de clorpirifos del suelo es más rápida bajo condiciones tropicales; en un estudio donde se aplicó a un cultivo de mostaza había cantidades no considerables después de 70 días mientras; la vida media fue de 3.6 a 9.4 días. En otros estudios donde se ha aplicado clorpirifos bajo condiciones tropicales, la vida media varía entre 0.6 y 5,4 días. La sombra parece reducir la fotodegradación (Chai et al 2008)¹⁰⁸. Por ello es razonable asumir que la persistencia será significativamente mayor en el frío y en las condiciones a menudo oscuras de los polos.

¹⁰⁴ Wu, J y Laird, D. Interactions of chlorpyrifos with colloidal materials in aqueous systems. Journal of Environmental Quality. 2004, Vol. 33, págs. 1765-1770.

¹⁰⁵ Rojas, R; Morillo, J. ; Usero, J.; Vanderlinden, E. y El Bakouriy, H. Adsorption study of low-cost and locally available organic substances and a soil to remove pesticides from aqueous solution. Journal of Hydrology. 2015, 520, págs. 461-472

¹⁰⁶ Abigail MEA, Samuel SM, Ramalingam C. Abordar los impactos ambientales del butacloro y las estrategias de remediación disponibles: una revisión sistemática. En t. J. Medio Ambiente. ciencia Tecnología 2015; 12 :4025–4036. doi: 10.1007/s13762-015-0866-2

¹⁰⁷ Racke, K. Environmental fate of chlorpyrifos. En: Rev. Environmental contamination Toxicology. N.º 131. 1993. pp. 1-154

¹⁰⁸ Chai L-K, Mohd-Tahir N, Hansen HCB. 2008. Dissipation of acephate, chlorpyrifos, cypermethrin and their metabolites in a humid-tropical vegetable production system. Pest Manag Sci 65:189096

Según una investigación de Lin y su equipo, la vida media de clorpirifos en 30 g/m² y 20 g/m² tratamiento con cobertura fue de 186,3 días y 171,3 días, pero se redujo a 60,2 días en 30 g/m² tratamiento sin cobertura (Lin , Y. y otros, 2006)¹⁰⁹

Investigaciones realizadas por Jaiswal et al.¹¹⁰ y Huang et al¹¹¹ , demuestran que Clorpirifos es fuertemente absorbido por el suelo y se lixivia poco de él debido a su difícil solubilidad en agua. La volatilización desde la superficie del suelo también contribuye a la pérdida de clorpirifos.

Según Singh y otros¹¹², la vida media del clorpirifos en el suelo oscila entre 20 y 120 días, con la formación de 3,5,6-tricloro-2-piridinol (3,5,6-TCP) como principal producto de degradación. Otros datos indican que la semivida puede oscilar entre 2 semanas y más de 1 año. Esta alta intercambiabilidad de la vida media está relacionada con las propiedades del suelo, que incluyen el tipo de suelo, pH, humedad, temperatura, contenido de materia y carbono orgánicos, y el metabolismo microbiano del CPF. La degradación del CPF aumenta con temperaturas del suelo más elevadas, con menor contenido de materia orgánica y menor acidez

La degradación de los plaguicidas se da a través de transformaciones abióticas (Hidrólisis, redox, conjugación y fotorreacciones) cambios que conducen a diversos productos intermedios hasta completar la degradación a moléculas inorgánicas (mineralización) y bióticas o biotransformación (metabolismo directo, comensalismo, conjugación y condensación) (Rojas, R, y otros , 2015)¹¹³

La hidrólisis que da en forma generalizada, las reacciones de oxidación que afectan por ejemplo a plaguicidas organofosforados, las de reducción, deshalogenación, la desalquilación, hidroxilación o condensación son las más importantes y se dan tanto sobre los contaminantes libres como sobre aquellos sorbidos o retenidos sobre minerales de arcilla y complejos húmico-arcillosos. Las transformaciones inducidas por organismos vivos están relacionadas con la movilidad y persistencia de los plaguicidas

¹⁰⁹ Lin Yan, HUANG Xiao-guang, ZHANG Xi-liang. Estudio sobre residuos de clorpirifos y bifentrina en el suelo de campo que simula el tratamiento de prevención de termitas domésticas [J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2006, 8(2): 143-146

¹¹⁰ Jaiswal, S.; Bara, J.K.; Soni, R.; Shrivastava, K. Bioremediation of Chlorpyrifos Contaminated Soil by Microorganism. *Int. J. Environ. Agric. Biotechnol.* **2017**, *2*, 1624–1630

¹¹¹ Huang, X.; Cui, H.; Duan, W. Ecotoxicity of Chlorpyrifos to Aquatic Organisms: A Review. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* **2020**, *200*, 110731. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

¹¹² Singh, B.K.; Walker, A.; Morgan, J.A.W.; Wright, D.J. Effects of Soil PH on the Biodegradation of Chlorpyrifos and Isolation of a Chlorpyrifos-Degrading Bacterium. *Appl. Environ. Microbiol.* **2003**, *69*, 5198–5206.

¹¹³ Rojas, R; Morillo, J. ; Usero, J.; Vanderlinden, E. y El Bakouriy, H. Adsorption study of low-cost and locally available organic substances and a soil to remove pesticides from aqueous solution. *Journal of Hydrology.* 2015, 520, págs. 461-472.

en suelo a través de reacciones microbianas donde los plaguicidas pasan a convertirse en fuentes energéticas para la biomasa del suelo, transformaciones de compuestos orgánicos incluyen las que afectan al ion amonio, a los nitratos, a los compuestos del fósforo y a las sustancias metálicas; y los procesos metabólicos conducentes a las transformaciones de sustancias orgánicas con carácter tóxico (Solarte Ordóñez, M. 2018)¹¹⁴

Diversas investigaciones han demostrado que la materia orgánica compostada induce una mayor adsorción de plaguicidas (Solarte Ordóñez, M. 2018 ¹¹⁵ y García, M. ¹¹⁶) por medio de interacciones físicas y químicas tales como fuerzas de Van der Waals, enlaces de hidrógeno, interacciones no polares, de intercambio iónico, sustitución isomórfica y formación de micelas entre los surfactantes empleados en la formulación y la materia orgánica, también, reduce su toxicidad en aguas subterráneas y superficiales. El abonado es una práctica de manejo frecuentemente utilizada en las actividades agrarias que puede incidir en la dinámica de los plaguicidas en suelo, dado que aumenta la población microbiana aspecto que conduce a una mayor degradación de los plaguicidas, pues los microorganismos pueden utilizar el plaguicida y sus metabolitos como fuentes de energía o nutrientes, permitiendo así una transformación del producto en diferente escala en el suelo (Si, Y. y otros, 2006)¹¹⁷

Cuando un plaguicida resiste los procesos de transformación, y además no se evapora, constituirá una sustancia muy persistente, poseerá un periodo de semi-degradación muy largo y un alto potencial para contaminar las aguas subterráneas. En general, los plaguicidas con vidas superiores a 2-3 semanas deben ser cuidadosamente evaluados debido a la posibilidad de que puedan contaminar los acuíferos (Solarte Ordóñez, M. 2018) ¹¹⁸

La vía más importante de degradación del clorpirifos es la biológica y el principal subproducto es el 3,5,6-tricloropiridin-2-ol (TCP) tanto en suelo como en aguas (Pinto, M, y otros) ¹¹⁹. El TCP como metabolito primario es más resistente a la degradación

¹¹⁴ Solarte Ordóñez, M. 2018 Evaluación del efecto de un lombricompost sobre la retención y degradación de clorpirifos en suelo. Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Posgrado Palmira, Colombia

¹¹⁵ García, M, y otros. Effect of soil organic amendments on the behavior of bentazone and tricyclazole. Science of Total Environment. 2014, Vols. 466-467, págs. 906-913.

¹¹⁶ Fernández-Bayo JD, Romero E, Schnitzler F, Burauel P. Assessment of pesticide availability in soil fractions after the incorporation of winery-distillery vermicomposts. Environ Pollut. 2008 Jul;154(2):330-7. doi: 10.1016/j.envpol.2007.10.002. Epub 2007 Nov 19. PMID: 18023948.

¹¹⁷ Y. Si, Jing Zhang, Shen-qiang Wang, Ligan Zhang, Dong-mei Zhou. Influence of organic amendment on the adsorption and leaching of ethametsulfuron-methyl in acidic soils in China. Geoderma. 2006, Vol. 130, págs. 66-76.

¹¹⁸ Solarte Ordóñez, M. 2018 Evaluación del efecto de un lombricompost sobre la retención y degradación de clorpirifos en suelo. Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Posgrado Palmira, Colombia

¹¹⁹ Pinto, M, Salgado, R., Cottrell B. , Cooper, W. , Burrows, H. Vale, C. , . Sontag , G. , Noronha J.. Influence of dissolve organic matter on photodegradation and volatilization kinetics of chlorpyrifos in coastal waters. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. 2015, Vol. 310, págs. 189-196.

microbiana que el clorpirifos, su vida media varía de acuerdo a su concentración. En este sentido, Chai y su equipo hallaron que la degradación de clorpirifos en suelos tropicales fue más rápida en suelos húmedos ($t_{1/2}$, 53.3-77.0 días), comparado con el suelo seco ($t_{1/2}$, 49.5-120.0 días) y con suelos inundados ($t_{1/2}$, 63.0-124.0 días) (Chai, L. y otros, 2013)¹²⁰

La hidrólisis también participa en la degradación de clorpirifos en suelo. En diferentes suelos estériles con aplicación de 10mg/Kg de 14clorpirifos, incubado en oscuridad, humedad a capacidad de campo por cuatro meses, este fue hidrolizado a la forma TCP, reacción catalizada por iones metálicos y enzimas. En suelos no estériles, la degradación fue aún mayor dando 14CO₂ como producto de degradación, lo cual demuestra la importancia de la población microbiana. La degradación hidrolítica llega a ser la ruta principal de degradación en suelos alcalinos bajo condiciones de humedad escasa, pero se inhibe en concentraciones altas de plaguicida (1000 µg/g) (Racke, K, y otros, 1996)¹²¹

La degradación vía reacciones de fotolíticas son más significativas a nivel de agua que de suelo, esta vía al igual que biodegradación e hidrólisis tiene como producto principal de degradación el TCP (Shemer, H, 2005)¹²². El Clorpirifos se degrada lentamente en suelo bajo condiciones tanto aeróbicas como anaeróbicas. Algunas investigaciones han demostrado que el clorpirifós oxón (CPO) y el 3,5,6-tricloro-2-piridinol (TCP) son más peligrosos en comparación con el compuesto principal, a causa de su estructura cíclica y de cloración en las posiciones 3,5,6 estructura similar a los compuestos organoclorados que presentan mayor toxicidad ambiental que los compuestos organofosforados (Torres, M., y otros 2022).¹²³

La sombra parece disminuir la degradación de los plaguicidas en el suelo.(Chai et al 2008)¹²⁴. El principal metabolito, TCP, es persistente en suelos cuando no está expuesto a luz (EPA 2006, citado por Watts, M, 2012)¹²⁵

¹²⁰ Chai, L, Wong, M y Bruun, H. Degradation of Chlorpyrifos in humid tropical soil. *Journal of Environmental Management*. 2013, Vol. 125, págs. 28-32

¹²¹ Racke, K; Steele, K.; Yoder, R y Dick, W. Factors affecting the hydrolytic degradation of chlorpyrifos in soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1996, Vol. 44, págs. 1582-1592.

¹²² Shemer, H, Sharpless, C y Linden, K. Photodegradation of 3,5,6-trichloro-2-pyridinol in aqueous solution. *Water, Air, and Soil Pollution*. 2005, Vol. 168, págs. 145-155.

¹²³ Torres, M., Pozo, K. y Díaz, V. Influencia de la degradación de Clorpirifós en la detección analítica mediante biosensores: revisión del estado actual y aspectos futuros. *Entre Ciencia e Ingeniería* vol.15 no.30 Pereira julio/dic. 2022 <https://doi.org/10.31908/19098367.2102>

¹²⁴ Chai L-K, Mohd-Tahir N, Hansen HCB. 2008. Dissipation of acephate, chlorpyrifos, cypermethrin and their metabolites in a humid-tropical vegetable production system. *pest manag sci* 65:189096.

¹²⁵ Watts, M. 2012. Clorpirifos: un posible COP a nivel global. *Pesticide Action Network .North America*. San Francisco . USA

Se encontró una correlación significativa ($[r.\text{sup.}2] = 0.88^{**}$) entre la sorción de clorpirifos y el contenido de carbono orgánico del suelo, pero no en el caso de TCP. Sin embargo, en el caso de TCP se observó una relación inversa significativa con el pH ($[r.\text{sup.}2] = 0.81^{**}$). La tasa de degradación de clorpirifos aumentó con la profundidad en el perfil del suelo, mientras que ocurrió lo contrario para TCP. Se encontró que el tiempo para la pérdida del 50% de clorpirifos ($D[T.\text{sub.}50]$) fue de 23 a 28 días en los suelos superficiales (pH ácido) y solo de 7 a 16 días en el subsuelo (pH alcalino). Los valores de $D[T.\text{sub.}50]$ para TCP en los suelos superficiales variaron de 42 a 49 días y en suelos subterráneos de 64 a 117 días. El comportamiento contrastante de clorpirifos y TCP en los perfiles de suelo es claramente evidente en el estudio. Debido a su menor adsorción y mayor persistencia, el TCP tiene un potencial de lixiviación mucho mayor que el clorpirifos. $[r.\text{sup.}2] = 0,81^{**}$) (Baskaran y otros, 2003)¹²⁶

Los datos bibliográficos indican que el Clorpirifos puede afectar a la población de la microflora del suelo e inhibir el ciclo de importantes nutrientes del suelo, incluida la fijación de nitrógeno por bacterias. (Kamt Quezada, M. 2020)¹²⁷. Esta situación puede correlacionarse con la pérdida en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, aspecto que deriva en un mayor consumo de fertilizantes

La producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) inducida por el Clorpirifos contribuye directamente a la reducción de la actividad nitrasa inhibiendo la expresión de genes relacionados con la fijación de nitrógeno en el suelo. (Lu, C, 2020)¹²⁸ Esta disminución en las posibilidades de asociación de bacterias y plantas de la familia de las leguminosas, la cual se posibilita el flujo de nitrógeno atmosférico a las plantas, redundando en su nutrición integral y con ello su equilibrio y capacidad de resistir el ataque de insectos, además de demandar una mayor aplicación de insumos externos.

Riah informa que el Clorpirifos también puede afectar a la actividad de enzimas del suelo como las fosfatasa y la β -glucosidasa (Riah, W., y otros, 2014)¹²⁹. Además, los metabolitos generados por la degradación del Clorpirifos pueden mostrar una mayor

¹²⁶ Baskaran, S., et al. "Comportamiento contrastante del clorpirifos y su metabolito principal, TCP (3,5,6-tricloro-2-piridinol), con la profundidad en los perfiles del suelo". *Revista australiana de investigación del suelo*, vol. 41, núm. 4, julio de 2003, págs. 749+. *Gale Academic*

OneFile, link.gale.com/apps/doc/A106647619/AONE?u=anon~8838cc3f&sid=googleScholar&xid=e6ac124c. Consultado el 22 de marzo de 2023

¹²⁷ Kamt Quezada, M. 2020. "Efecto del clorpirifos en la micro y macro fauna del suelo" Trabajo de investigación para optar el Grado de Bachiller en: Ingeniería Ambiental Universidad Científica. Facultad de Ciencias ambientales. Perú

¹²⁸ Lu, C.; Yang, Z.; Liu, J.; Liao, Q.; Ling, W.; Waigi, M.G.; Odinga, E.S. Chlorpyrifos Inhibits Nitrogen Fixation in Rice-Vegetated Soil Containing *Pseudomonas Stutzeri* A1501. *Chemosphere* **2020**, *256*, 127098.

¹²⁹ Riah, W.; Laval, K.; Laroche-Ajzenberg, E.; Mougín, C.; Latour, X.; Trinsoutrot-Gattin, I. Effects of Pesticides on Soil Enzymes: A Review. *Environ. Chem. Lett.* **2014**, *12*, 257–273. [

toxicidad que el compuesto original. El clorpirifos-oxón (CPF-ox) y el 3,5,6-TCP tienen una alta toxicidad para las poblaciones microbianas y la actividad enzimática del suelo. (Sanchez-Hernandez, J. C., y otros, 2018)¹³⁰

Zhong y su equipo indican que el Clorpirifos posee la capacidad de formar residuos ligados (BRs) en los suelos, lo que puede deberse al atrapamiento físico del compuesto original y de su principal metabolito 3,5,6-TCP, capturado principalmente por los ácidos húmicos. (Zhong, J y otros , 2022)¹³¹

La descomposición hidrolítica de clorpirifos es más rápida en condiciones alcalinas que conduce a la formación de TCP (Baskaran et al 1999)¹³².

Chai y su equipo estudiando la disipación de acefato, clorpirifos, cipermetrina y sus metabolitos en mostaza verde [*Brassica juncea* (L.) Coss.] y suelos observaron que la disipación de acefato, clorpirifos y cipermetrina en mostaza verde y mantillo del suelo siguió una cinética de primer orden, con vidas medias de entre 1,1 y 3,1 días en mostaza verde y entre 1,4 y 9,4 días en mantillos (26 °C). Una mayor presión de vapor de los insecticidas y una mayor precipitación parecen estimular la disipación en las hortalizas, con un efecto mínimo de la precipitación sobre el clorpirifos.

La temperatura no afectó a la degradación del clorpirifos o de la mineralización del clorpirifos ni a la mineralización de su metabolito primario, el 3,5,6-tricloro-2-piridinol (TCP). La humedad del suelo afectó en gran medida a la mineralización. El mayor porcentaje de mineralización se produjo en suelos mantenidos cerca de la capacidad de campo (0,30 bar), mientras que el porcentaje más bajo se produjo en el suelo mantenido en las condiciones más secas (3,0 bar). La concentración tuvo el mayor efecto sobre la degradación de clorpirifos a TCP. A mayores concentraciones de clorpirifos aplicados, la cantidad de clorpirifos restante fue mayor.¹³³

Por tanto la persistencia de clorpirifos aumenta con el aumento de material orgánica en el suelo, con la disminución de temperatura y de pH, y con la disminución de luz ultravioleta.

¹³⁰ Sanchez-Hernandez, J.C.; Notario del Pino, J.; Capowiez, Y.; Mazzia, C.; Rault, M. Soil Enzyme Dynamics in Chlorpyrifos-Treated Soils under the Influence of Earthworms. *Sci. Total Environ.* **2018**, *612*, 1407–1416.

¹³¹ Zhong, J.; Shen, D.; Li, H.; He, Y.; Bao, Q.; Wang, W.; Ye, Q.; Gan, J. Fate of Chlorpyrifos Bound Residues in Paddy Soils: Release, Transformation, and Phytoavailability. *Environ. Int.* **2022**, *166*, 107338.

¹³² Baskaran, S.; Kookana, R.; Naidu, R. 1999. Degradation of bifenthrin, chlorpyrifos and imidacloprid in soil and bedding materials at termiticidal application rates *Pesticide Science Pestic Sci* 55:1222±1228

¹³³ Cink, J. and Coats. 1995 Effect of concentration, temperature, and soil moisture on the degradation of chlorpyrifos in an urban iowa soil A paper published in Pesticides in Urban Environments: Fate and Significance, American Chemical Society symposium series 522' <https://core.ac.uk/download/pdf/38904357.pdf>

1-2-7-2-PRESENCIA EN AGUA

La cantidad de plaguicidas que se pierden en los campos agrícolas y se transportan a las aguas superficiales depende de varios factores, incluidas las características del suelo, la topografía, el clima y las prácticas agrícolas. y propiedades químicas, físicas y ambientales de los plaguicidas individuales. Los plaguicidas son arrastrados por la escorrentía adherido a las partículas del suelo suspendidas. El impacto de las gotas de lluvia, además de suspender y desalojar las partículas del suelo, produce gradientes de presión instantáneos que afectan el intercambio turbulento entre la solución de los poros del suelo y la corriente de escorrentía (Leonard R., 1990) ¹³⁴

La ocurrencia potencial de clorpirifos en agua superficial surge de interacciones de factores relacionados con la aplicación, las prácticas agronómicas, las condiciones climáticas durante y después de la aplicación, las características físicas y químicas del suelo, respuestas hidrológicas de sistemas de drenaje, y las propiedades fisicoquímicas del plaguicida que afectan la movilidad y la persistencia en el ambiente. El clorpirifos se encuentra en aguas superficiales como consecuencia de procesos ambientales como son la escorrentía, la erosión, la deriva y deposición atmosférica (Giesy y Solomon, 2014).¹³⁵

El clorpirifos se caracteriza por su hidrofobicidad y capacidad de unirse a las fracciones orgánicas de las matrices ambientales. Sin embargo, a pesar de estas propiedades, este plaguicida se ha detectado en aguas naturales de diferentes partes del mundo. En una investigación, analizando clorpirifos en el Valle Central de California, se demostró que la frecuencia de superación de los criterios de calidad del agua para la vida acuática ambiental se vio afectada por el uso de plaguicidas, la precipitación y la demanda de riego en ciertos períodos anteriores a los eventos de muestreo de agua. (Wang, D., y otros, 2007).¹³⁶

¹³⁴ Leonard RA (1990) Movimiento de plaguicidas en aguas superficiales. En: Cheng HH (ed) Pesticidas en el ambiente del suelo: procesos, impactos y modelado. Sociedad de Ciencias del Suelo de América, Madison, págs. 303–349

¹³⁵ Giesy JP, Solomon KR. 2014. Ecological risk assessment for chlorpyrifos in terrestrial and aquatic systems in the United States. SpringerLink . Rev. Environ. Contam. Toxicol. Contin. Residue Rev. XVI. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-03865-0>

¹³⁶ Wang, D.; Singhasemanon, N.; Goh, K.S. A Statistical Assessment of Pesticide Pollution in Surface Waters Using Environmental Monitoring Data: Chlorpyrifos in Central Valley, California. *Sci. Total Environ.* **2016**, *571*, 332–341.
Marchesan, E.; Zanella, R.; de Avila, L.A.; Camargo, E.R.; de, O. Machado, S.L.; Macedo, V.R.M. Rice Herbicide Monitoring in Two Brazilian Rivers during the Rice Growing Season. *Sci. Agric.* **2007**, *64*, 131–137.]

En una investigación se determinó que las altas concentraciones de plaguicidas, entre ellos clorpirifos, hallados en muestras de agua recogida en campos adyacentes a unidades productivas agrícolas, por encima de los valores de referencia, probablemente se deban a la amplia utilización de plaguicidas en las actividades agrícolas. Existen tres fuentes principales de contaminación de las aguas superficiales por pesticidas: manejo inadecuado de pesticidas (p. ej., lavado de equipos en el río), volatilización al aire y residuos del suelo y el agua. Desde esta perspectiva, el drenaje de agua de los campos agrícolas a los canales de riego representa una fuente crítica de riesgo de contaminación por pesticidas en el entorno acuático. Su presencia en las aguas depende de la topografía del terreno, las precipitaciones, las prácticas agrícolas y sus propiedades, entre otros factores (Hossain, M.S. y otros, 2015)¹³⁷

El Clorpirifos se ha detectado en aguas superficiales, agua de mar y precipitaciones. Zhong y su equipo, analizaron el contenido de seis plaguicidas entre ellos el clorpirifos, en el aire de la capa límite marina ártica y el agua de mar durante un crucero oceanográfico desde el Pacífico Norte hasta el Océano Ártico. Las tendencias latitudinales de α -endosulfán, clorpirifos y dicofol en el agua de mar fueron más o menos consistentes con sus tendencias latitudinales en el aire. El intercambio gaseoso aire-mar de clorpirifos varió desde la volatilidad neta en el este de Asia (<40° N) hasta el equilibrio o la deposición neta en el Pacífico Norte y el Ártico. Los análisis realizados confirmaron la presencia de clorpirifos en dicha parte del mundo en concentraciones que oscilaban entre 0,08 y 0,85 pg/L en el agua de mar y entre 0,5 y 2 pg/m³ en el aire. (Zhong, G., y otros, 2012).¹³⁸ Por su parte Muir et al (2007)¹³⁹ concluyeron que las bajas temperaturas pueden preservar clorpirifos especialmente en glaciares y lagos fríos.

En un monitoreo realizado en Los valles de Río Negro, Argentina, a fin de vigilar la contaminación causada por los plaguicidas en las aguas superficiales de los ríos Neuquén y Negro en las zonas frutihortícolas de los valles, de la totalidad de los compuestos evaluados, en las aguas superficiales de los ríos Neuquén, Limay y Negro, donde se localizan las tomas de agua para las poblaciones, los compuestos detectados

¹³⁷ Hossain, M.S.; Chowdhury, M.A.Z.; Pramanik, M.K.; Rahman, M.A.; Fakhrudin, A.N.M.; Alam, M.K. Determination of Selected Pesticides in Water Samples Adjacent to Agricultural Fields and Removal of Organophosphorus Insecticide Chlorpyrifos Using Soil Bacterial Isolates. *Appl. Water Sci.* **2015**, *5*, 171–179.

¹³⁸ Zhong, G.; Xie, Z.; Cai, M.; Möller, A.; Sturm, R.; Tang, J.; Zhang, G.; He, J.; Ebinghaus, R. Distribution and Air-Sea Exchange of Current-Use Pesticides (CUPs) from East Asia to the High Arctic Ocean. *Environ. Sci. Technol.* **2012**, *46*, 259–267.]

¹³⁹ Muir DCG, Teixeira CA, Alae M, Hermanson M. 2007. Persistent organohalogen and current use pesticides in remote lake waters, sediments, and ice caps. In: Castro-Jiménez J, Eisenreich SJ, Vices I. 2007. Persistent 42 Organic Pollutants (POPs) in the European Atmosphere: An Updated Overview. Institute for Environment and Sustainability. European Commission, Directorate-General, Joint Research Centre. EUR 22876 EN. Pp88-95

con mayor frecuencia fueron metil azinfos y clorpirifos, y más esporádicamente carbaryl y difenilamina, superando en varias oportunidades los valores guías para la protección de la biota acuática (Unidad de Gestión de Calidad del Agua de Río Negro, 2012)¹⁴⁰

En general, se registraron concentraciones más bajas en aguas marinas que en aguas superficiales. Sin embargo, se detectaron concentraciones relativamente altas de Clorpirifos en el agua de lluvia y oscilaron entre 30 y 200 ng/L. Asimismo la presencia de Clorpirifos en el medio acuático tiene una serie de consecuencias, incluidos efectos ecotoxicológicos (genotoxicidad, neurotoxicidad, estrés oxidativo) en organismos de agua dulce (Huang, X. y otros, 2019)¹⁴¹

Un estudio mostró que la degradación de clorpirifos es significativamente más lenta en agua de mar que en agua fresca. la degradación microbiana contribuyó significativamente a la disipación de clorpirifos en agua dulce, pero se inhibió en agua de mar, lo que provocó una mayor persistencia. También la temperatura tiene un efecto importante en la degradación en agua de mar (Bondarenko et al 2004)¹⁴².

La adsorción tiende a reducir la movilidad del clorpirifos, pero la adsorción a partículas erosionables, materia orgánica disuelta o coloides inorgánicos móviles aumenta la movilidad del clorpirifos. La adsorción a sedimentos en suspensión y partículas en suspensión constituye una importante ruta de migración del clorpirifos a las aguas superficiales, donde representa un peligro potencial para los organismos acuáticos. La adsorción aumenta la persistencia del clorpirifos en el medio ambiente al reducir su disponibilidad a una amplia gama de fuerzas disipativas y degradativas, mientras que el efecto de la adsorción sobre su ecotoxicidad depende de la vía de exposición. La vida media de disipación es significativamente más larga en suelos orgánicos que en suelos minerales. La hidrólisis es más lenta en agua que contiene minerales de hierro arcillosos, sedimentos humanos, materia orgánica disuelta y sedimentos en suspensión. (Gebremariam et al 2012)¹⁴³.

¹⁴⁰ Unidad de Gestión de Calidad del Agua . 2012. Monitoreo de agroquímicos en la cuenca Ciclo productivo 2006 – 2012. Provincia de Río Negro, Argentina <https://dpa.rionegro.gov.ar/download/archivos/00000469.pdf>

¹⁴¹ Huang, X.; Cui, H.; Duan, W. Ecotoxicity of Chlorpyrifos to Aquatic Organisms: A Review. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* **2020**, *200*, 110731. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

¹⁴² Bondarenko, Jianyinggan, L'Haver, D., Kabashima, J. Persistencia de insecticidas organofosforados y carbamatos seleccionados en aguas de una cuenca costera *environmental Toxicology and Chemistry* Volumen 23 , Número 11 noviembre de 2004. Páginas 2649-2654 <https://doi.org/10.1897/03-436>

¹⁴³ Gebremariam, S ; Beutel, M; Yonge, D. y Flury, M. Adsorption and Desorption of Chlorpyrifos to Soils and Sediments 2012. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 215:123-75

Según lo informado por Lockridge y su equipo, al investigar la vida media del clorpirifos oxón en solución acuosa, la misma depende de la acidez(pH), siendo 20,9 días a pH 8 y de 6,7 días a pH 9. Asimismo afirman que los tóxicos organofosforados, incluido el oxón de clorpirifos, persisten en tampones acuosos a pH neutro y 20 a 25 °C durante días o meses (Lockridge, O, y otros, 2019)¹⁴⁴

La degradación del Clorpirifos en el agua, al igual que en el suelo, puede producirse mediante un proceso de biodegradación en el que intervienen microorganismos como Pseudomonas, Burkholderia y Brevundimonas (Hossain, M. y otros, 2015).¹⁴⁵

De Paggi (1997)¹⁴⁶ menciona que concentraciones muy pequeñas de plaguicidas, entre ellos clorpirifos, pueden provocar cambios importantes en la estructura del zooplancton, lo que a su vez puede afectar a los niveles tróficos superiores e inferiores.

1-2-7-3-PERSISTENCIA Y MOVILIDAD AÉREA

Otra fuente potencial de exposición humana es la volatilización de plaguicidas de los campos agrícolas. Con base en el programa de monitoreo de pesticidas en el aire realizado por la CEPA, algunos pesticidas organofosforados ampliamente utilizados tienen una alta toxicidad aguda por inhalación (Harnly et al., 2005)¹⁴⁷.

Respecto a la concentración en aire, En un estudio se mencionan casos de aplicación de clorpirifós mediante pincelado en el zócalo del perímetro interior de la edificación. El plazo de seguridad del producto que se aplicó era de 24 horas, pudiéndose registrar concentraciones de clorpirifós de 3,79 µg/m³ a los 32 días de la aplicación, 2,73 µg/m³ a los 42 días y 0,69 µg/m³ a los 130 días. En el mismo trabajo se menciona una aplicación de un preparado insecticida con clorpirifós, para el control de termitas subterráneas, mediante inyección localizada en una pared interior de una edificación, mostró una concentración de clorpirifós en el aire de 0,04 µg/m³ a los 3 días, 0,05 µg/m³ a los 7 días y 0,5 µg/m³ a los 58 días. El plazo de seguridad del producto aplicado en este caso también era de 12 horas. Según la investigación estos valores son apreciables y las concentraciones halladas dependen de la concentración del producto

¹⁴⁴ Lockridge, O.; Verdier, L.; Schopfer, L.M. Half-Life of Chlorpyrifos Oxon and Other Organophosphorus Esters in Aqueous Solution. *Chem. Biol. Interact.* **2019**, *311*, 108788.]

¹⁴⁵ Hossain, M.S.; Chowdhury, M.A.Z.; Pramanik, M.K.; Rahman, M.A.; Fakhrudin, A.N.M.; Alam, M.K. Determination of Selected Pesticides in Water Samples Adjacent to Agricultural Fields and Removal of Organophosphorus Insecticide Chlorpyrifos Using Soil Bacterial Isolates. *Appl. Water Sci.* **2015**, *5*, 171–179.

¹⁴⁶ De Paggi J., Susana B. (1997) Efectos de los pesticidas sobre el zooplancton de las aguas continentales: análisis revisivo. *Revista FABICID*, (1): 103-114

¹⁴⁷ Harnly M, McLaughlin R, Bradman A, Anderson M, Gunier R. Correlating agricultural use of organophosphates with outdoor air concentrations: a particular concern for children. *Environ Health Perspect.* 2005;113(9):1184–9.

formulado aplicado así como de los días que pasan entre la aplicación y la toma de muestra (del pino, 2009)¹⁴⁸

El Trabajo de investigación de d'O'Brien (1989)¹⁴⁹ en los EE. UU., en el que 16 viviendas fueron tratadas con clorpirifos contra termitas subterráneas mostraron una media de 1,38-3,07 µg/m³ del producto en el aire un año después del tratamiento y 1,32-1,82 µg/m³ , dos años después.

En un trabajo realizado en Nueva Zelanda donde se investigó sobre el destino y el transporte del insecticida organofosforado, clorpirifos, y su producto de degradación, clorpirifos oxon, se realizaron muestreos de hojas, suelo y aire durante 21 días después de la aplicación del plaguicida en un campo de tanaceto morado (*Phacelia tanacetifolia*). Se detectó clorpirifos todos los días del período de muestreo en todas las matrices, y las concentraciones disminuyeron rápidamente después de la aplicación. Solo se detectó clorpirifos oxón en muestras de aire recolectadas con el HVAS durante los primeros tres días después de la aplicación. La dirección del viento desempeñó un papel importante en el control de las concentraciones de aire medidas en muestras de campo cercano. encontramos que las concentraciones medidas en el aire en los días 0 a 2 en lugares a una distancia de hasta 500 m del campo se encontraban en niveles considerados preocupantes para la salud humana (Das y otros, 2020)¹⁵⁰.

Los datos bibliográficos indican que el Clorpirifos también puede transferirse libremente con las corrientes de aire. El Clorpirifos en el aire reacciona con radicales -OH por fotólisis y se convierte en CPF-ox, con una vida media de 12 h. La mayor duración del CPF-ox en el aire en comparación con el CPF (3 h) puede ser otro factor negativo de su impacto en el organismo de animales y humanos. La distancia que el Clorpirifos o el Clorpirifos-ox pueden recorrer en el aire depende en gran medida de las condiciones meteorológicas, como la velocidad del viento, la radiación UV y la temperatura del aire. La distancia de desplazamiento característica (CTD) a la que se degrada o deposita el 63% de la masa original de CPY volatilizado, basada en una concentración conservadora de radicales -OH de $0,7 \times 10^6 \text{ cm}^{-3}$ y una vida media de 3 h, se estimó en 62 km. A concentraciones menores de radicales -OH, como ocurre por

¹⁴⁸ del Pino, F. (Coordinador) Estudio de la utilización del insecticida organofosforado clorpirifós en espacios urbanos Rev. salud ambient. (Internet) 2009;9(Supl 1): 1-20. ISSN 1697-2791

¹⁴⁹O'Brien, M. Chlorpyrifos. J Pesticide Reform. 1989; 8(4):42-4.

¹⁵⁰ Das, S., Hageman, K.J., Taylor, M., Michelsen-Heath, S., Stewart, I., 2020. Fate of the organophosphate insecticide, chlorpyrifos, in leaves, soil, and air following application. Chemosphere 243, 125194. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125194>

la noche y a menores temperaturas, el CTD es proporcionalmente mayor (Mackay, D. y otros, 2014)¹⁵¹

Berenstein et al. (2017)¹⁵² realizaron una investigación a fin de medir el impacto de la aplicación mecanizada de clorpirifos, oxiclورو de cobre y miclobutanil en una pequeña huerta de duraznos, en seres humanos (operadores, transeúntes y residentes) y en el suelo productivo de la Argentina. Los resultados para clorpirifos indican que entre el 5,5 y el 14,8 % del plaguicida aplicado alcanza el suelo y la deriva medida experimentalmente corresponde a valores entre el 2,4 y el 11,2 % del total de plaguicida aplicado. El porcentaje de plaguicida correspondiente a la deriva para la aplicación mecanizada fue similar al de la manual aunque alcanzó distancias mucho mayores de hasta 80 metros. La etapa de mezcla y carga se mantuvo como la operación más riesgosa.

En otro trabajo realizado en el estado de California, EEUU, por Gunier y otros, 2011¹⁵³, se recolectaron muestras de alfombras en hogares que se encontraban hasta 1250 m de distancia de cultivos agrícolas, en las que se analizaron las concentraciones de siete plaguicidas utilizados ampliamente en la agricultura (carbarilo, clorpirifos, clortal-dimetilo, diazinón, iprodiona, fosmet y simazina). Los investigadores estimaron el uso de pesticidas agrícolas cerca de las residencias a partir de una base de datos estatal y vinculando la base de datos con mapas de cultivos. Se calculó la densidad del uso de plaguicidas dentro de los 500 y 1250 m de las residencias durante 180, 365 y 730 días antes de la recolección de polvo y evaluaron las relaciones entre las estimaciones del uso de plaguicidas agrícolas y las concentraciones de plaguicidas en el polvo de las alfombras. En este estudio, las concentraciones de clorpirifos, clortal-dimetilo, iprodiona, fosmet y simazina fueron más altas en residencias con uso de plaguicidas agrícolas en las cercanías que en residencias sin uso agrícola en las cercanías según lo determinado por las métricas CPUR y CROP. También descubrieron que las concentraciones de clorpirifos y simazina eran más altas en las residencias donde un miembro del hogar tenía una posible exposición ocupacional a plaguicidas (Gunier et al., 2011).

¹⁵¹ Mackay, D.; Giesy, J.P.; Solomon, K.R. Fate in the Environment and Long-Range Atmospheric Transport of the Organophosphorus Insecticide, Chlorpyrifos and Its Oxon. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* **2014**, *231*, 35–76.

¹⁵² Berenstein G, Nasello S, Beiguel É, Flores P, Di Schiena J, Basack S, Hughes EA, Zalts A, Montserrat JM. 2017. Human and soil exposure during mechanical chlorpyrifos, myclobutanil and copper oxychloride application in a peach orchard in Argentina. *Sci. Total Environ.* 586, 1254-1262. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.129>

¹⁵³ Gunier, R.B., Ward, M.H., Airola, M., Bell, E.M., Colt, J., Nishioka, M., Buffler, P.A., Reynolds, P., Rull, R.P., Hertz, A., Metayer, C., Nuckols, J.R., 2011. Determinants of agricultural pesticide concentrations in carpet dust. *Environmental health perspectives* 119, 970–976. <https://doi.org/10.1289/ehp.1002532>

Gurunathan y otros (1998)¹⁵⁴ realizando una investigación en dos departamentos y examinando la acumulación del plaguicida clorpirifos en los juguetes de los niños, después del tiempo sugerido para el reingreso luego de la aplicación del producto, pusieron de manifiesto que la aplicación generalizada de clorpirifós, efectuada por aplicadores profesionales en habitaciones experimentales, provocaba un residuo sobre diversas superficies (juguetes de niños, muebles, etc.) de 21 a 119 veces por encima de la dosis de referencia admisible, de 3 µgr/kg/día de exposición de los niños. Se destaca que con posterioridad a la aplicación del producto se ventiló durante un periodo de 4 horas, con un ventilador dirigido hacia las ventanas. La investigación de cuenta que se ha establecido por primera vez que un pesticida semivolátil se acumulará sobre y dentro de los juguetes y otras superficies adsorbentes en un hogar a través de un proceso físico de dos fases que continúa durante al menos 2 semanas después de la aplicación. Una suma de lo anterior para un niño de 3 a 6 años arrojó una dosis total no dietética estimada de 208 microg/kg/día. La exposición potencial por vía de inhalación fue insignificante, mientras que las dosis dérmicas y orales no dietéticas por jugar con juguetes contribuyeron al 39 y 61 % de la dosis total, respectivamente. Si se considera que los niños que se llevan la boca a la boca con mucha frecuencia son candidatos para una exposición aguda a los residuos de clorpirifos, la dosis aguda estimada podría ser de hasta 356 microg/kg/día. Las estimaciones de la exposición no dietética de un niño al clorpirifos asociado con juguetes y otras superficies adsorbentes durante un período de 1 semana después de la aplicación debería ser motivo de preocupación para la salud pública.

En una investigación Hore et al. (2005)¹⁵⁵ en la cual se buscó observar la distribución de clorpirifos dentro de un entorno doméstico durante 2 semanas después de una aplicación profesional rutinaria en grietas y hendiduras de casas y para determinar la cantidad de clorpirifos que es absorbida por un niño que vive en el hogar, indican que se pueden detectar pequeñas cantidades de clorpirifós en el aire (2,2 y 816 µg/m³) dos semanas después de una aplicación en grietas y rendijas. Estos autores también comprobaron que los juguetes de peluche presentes en las habitaciones donde se hizo este tipo de tratamiento presentaban una concentración de clorpirifós de entre 7,3 y 1949 ng/juguete después de la aplicación, y las concentraciones aumentaron a lo largo

¹⁵⁴ Gurunathan S, Robson M, Freeman N, Buckley B, Roy A, Meyer R, Bukowski J, Liroy PJ. Accumulation of chlorpyrifos on residential surfaces and toys accessible to children. *Environ Health Perspect.* 1998;106(1):9-16

¹⁵⁵ Hore P, Robson M, Freeman N, Zhang J, Wartenberg D, Özkaynak H, Tulve N, Sheldon L, Needham L, Barr D, Liroy PJ. Chlorpyrifos accumulation patterns for child-accessible surfaces and objects and urinary metabolite excretion by children for 2 weeks after crack-and-crevice application. *Environ Health Perspect.* 2005;113(2):211-9

del período de 2 semanas, lo que demuestra un proceso de adsorción/absorción acumulativo en interiores

Por su parte Deziel et al. (2017)¹⁵⁶ A partir de estudios en áreas agrícolas de América del Norte publicados entre 1995 y 2015 que informaban concentraciones de plaguicidas en el polvo doméstico en relación con la deriva agrícola, las actividades para ocupacionales o el uso residencial de plaguicidas en hogares agrícolas de dicha región, confirman las apreciaciones anteriores afirmando que las casas cerca de los campos tratados, las casas de los agricultores que aplicaron plaguicidas con mayor frecuencia o recientemente (a la medición), y las casas de aquellos que aplicaron plaguicidas alrededor de la casa, el jardín y el patio, tenían concentraciones de pesticidas cuantificablemente más altas en el polvo en comparación con sus grupos de referencia

Wright et al. (1994)¹⁵⁷ comprobaron que la impregnación con clorpirifós de estructuras como madera u otros materiales porosos, para el control de termitas, puede provocar una liberación posterior del producto aplicado y generar una presencia de clorpirifós en el aire y el suelo de la edificación tratada, durante un periodo de entre dos y ocho años después de la aplicación

1-2-7-4- EFECTO SOBRE LAS ABEJAS

El Clorpirifos se considera altamente tóxico para las abejas melíferas por exposición de contacto directo. Las principales vías de exposición de las abejas melíferas son la alimentación y el contacto con flores que han sido tratadas y el contacto con flores rociadas durante la aplicación y que permanecen a disposición de las abejas tras la aplicación. Las principales vías de exposición secundaria al Clorpirifos son el polen y el néctar que llevan a la colmena las abejas recolectoras y la carga corporal subletal de Clorpirifos transportada por las abejas recolectoras. Dado que las abejas adultas recolectoras son las más expuestas, se espera que corran el mayor riesgo en comparación con otras fases de la vida y abejas más jóvenes. Los experimentos de laboratorio con follaje tratado y los ensayos de campo con abejas melíferas, abejorros y abejas cortadoras de hojas de alfalfa indican que la exposición al follaje, polen y/o

¹⁵⁶ Deziel, N.C., Freeman, L.E.B., Graubard, B.I., Jones, R.R., Hoppin, J.A., Thomas, K., Hines, C.J., Blair, A., Sandler, D.P., Chen, H., Lubin, J.H., Andreotti, G., Alavanja, M.C.R., Friesen, M.C., 2017. Relative contributions of agricultural drift, para-occupational, and residential use exposure pathways to house dust pesticide concentrations: Meta-regression of published data. *Environmental health perspectives* 125, 296– 305. <https://doi.org/10.1289/EHP426>

¹⁵⁷ Wright CG, Leidy RB, Dupree HE Jr. Chlorpyrifos in the ambiente air and soil of houses eight years after its application for termites control. *Hervor Environ Contam Toxicol.* 1994;52:131-4.

néctar es peligrosa para las abejas hasta 3 días después de la aplicación de Clorpirifos a un cultivo. (Giesy, J. y otros 2014)¹⁵⁸

En una investigación realizada por Calatayud y su equipo monitorearon residuos de plaguicidas en el pan de abejas (fuente de proteínas de las abejas adultas y sus larvas que está compuesto de polen, miel y diversas enzimas), las abejas melíferas vivas y muertas, junto con la tasa de mortalidad de las abejas melíferas, desde junio de 2016 hasta junio de 2018 en tres colmenares, ubicados cerca de entornos agrícolas y en áreas silvestres. El pan de abeja estaba muy contaminado con cumafós y degradado de amitraz 2, 4-dimetilfenilformamida (DMF), acaricidas detectados en el 94 y el 97 % de las muestras, respectivamente. Sin embargo, los insecticidas rociados durante la floración de los cítricos como el clorpirifos (hasta 167 ng g⁻¹) y el dimetoato (hasta 34 ng g⁻¹) fueron los principales responsables de la peligrosidad de plaguicidas relevante en esta matriz. Las abejas muertas recolectadas durante estos episodios revelaron niveles altos (hasta 2700 ng g⁻¹) de clorpirifos, dimetoato, ometoato e imidacloprid. El HQ calculado en abejas muertas superó hasta 37 veces el valor umbral considerado como peligro elevado para la salud de las abejas melíferas. (Calatayud-Vernich et al 2019)¹⁵⁹

En un trabajo realizado en Argentina (Villalba y otros, 2020¹⁶⁰) analizaron las variaciones espaciales y temporales en la dinámica de OCPs, PCBs, PBDEs y clorpirifos en muestras de miel de abeja, pan de abeja y miel, así como suelo y flores de las zonas aledañas, considerando diferentes usos de suelo. Las muestras de abejas melíferas mostraron los niveles más altos de contaminantes, con predominio de los contaminantes industriales sobre los plaguicidas. El clorpirifos mostró la mayor concentración durante el período de aplicación en casi todas las muestras del campo de soja. Tanto en muestras de suelo como de flores se observó un predominio de compuestos obsoletos sobre clorpirifos, y el 6-CB predominó entre los grupos homólogos de PCB. Estos resultados resaltan la importancia de los suelos como sumideros de estos contaminantes persistentes, que se vuelven disponibles dependiendo de las condiciones ambientales. Los resultados

¹⁵⁸ John P. Giesy, Keith R. Solomon, G. Christopher Cutler, Jeffrey M. Giddings, Don Mackay, Dwayne R. J. Moore, John Purdy, and W. Martin Williams Ecological Risk Assessment of the Uses of the Organophosphorus Insecticide Chlorpyrifos, in the United States. J.P. Giesy and K.R. Solomon (eds.) en Ecological Risk Assessment for Chlorpyrifos in Terrestrial 1 and Aquatic Systems in the United States, Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 231, DOI 10.1007/978-3-319-03865-0_1 2014

¹⁵⁹ Calatayud-Vernich P, Calatayud F, Simó E, Pascual Aguilar JA, Picó Y. 2019. A two-year monitoring of pesticide hazard in-hive: High honeybee mortality rates during insecticide poisoning episodes in apiaries located near agricultural settings. Chemosphere 232, 471-480. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.05.170>

¹⁶⁰ Villalba A, Maggi M, Ondarza PM, Szawarski N, Miglioranza KSB. 2020. Influence of land use on chlorpyrifos and persistent organic pollutant levels in honey bees, bee bread and honey: Beehive exposure assessment. Sci. Total Environ. 713, 136554. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136554>

revelaron que los usos del suelo y las variaciones estacionales han impactado directamente en los niveles de agroquímicos, PCBs y PBDEs encontrados en las matrices de las colmenas

1-2-7-5- PERSISTENCIA EN SEDIMENTOS

De acuerdo al modelo de distribución de Clorpirifos sugerido por Mackay (2001)¹⁶¹, el 49,64% de este compuesto se encuentra en suelos, el 46,33% en sedimentos y el 2,29% en agua; sin embargo, estos rangos son dependientes de la tasa de aplicación, el tipo de ecosistema y factores ambientales como la radiación solar.

Algunos estudios han informado de la disipación de Clorpirifos de los sedimentos. Una investigación realizada en el Valle Central de California, exploraron los mecanismos subyacentes a la eliminación de piretroides y clorpirifos del agua de escurrentía agrícola, y evaluando la probabilidad de que los plaguicidas retenidos se acumulen, a lo largo del tiempo, dentro de los humedales construidos para mitigar la escurrentía difusa. Los valores DT50 de Clorpirifos oscilan entre 68 a 144 d en sedimentos de humedales en condiciones de inundación. Las mediciones de la disipación de Clorpirifos en sedimentos recogidos en los arroyos San Diego y Bonita Creeks (Orange County, CA, EE.UU.) dieron valores de DT50 (la semivida de su transformación o semidesintegración media) de 20 y 24 d en condiciones aeróbicas y de 223 y 58 d en condiciones de inundación. Una vez retenidos en un humedales construidos, los plaguicidas en el sistema pueden acumularse a niveles que son perjudiciales para la vida silvestre que utiliza el humedal como hábitat. Además, un evento posterior (una fuerte tormenta) puede movilizar los plaguicidas acumulados, provocando una descarga posterior de los contaminantes retenidos. (Budd et al., 2011)¹⁶².

Los insecticidas organofosforados, incluido el Clorpirifos, se han detectado con frecuencia en muestras de agua y sedimentos por ejemplo, la investigación que los descubrió dentro de la cuenca del Valle del San Joaquín a niveles que superan los umbrales de toxicidad (Luo y Zhang, 2009)¹⁶³.

Tanto los procesos bióticos como los abióticos contribuyen a la degradación de clorpirifos. Un proceso clave es la hidrólisis enzimática o en greda o metal, casos en los cuales la tasa aumenta con pH y temperatura. También experimenta degradación

¹⁶¹ Mackay, D. 2001. Multimedia environmental models: the fugacity approach. CRC press

¹⁶² Budd R, O'Geen A, Goh KS, Bondarenko S, Gan J (2011) Removal mechanisms and fate of insecticides in constructed wetlands. Chemosphere 83:1581–1587

¹⁶³ Luo, Y. Zhang, M. Transporte multimedia y evaluación de riesgos de pesticidas organofosforados y un estudio de caso en el norte del Valle de San Joaquín de California. Quimiosfera. Volumen 75, Número 7, mayo de 2009, páginas 969-978

fotolítica bajo luz del sol (Gebremariam et al 2012)¹⁶⁴. Sin embargo la principal ruta de degradación parece ser vía metabolismo aeróbico y anaeróbico.

Álvarez, al realizar un estudio de sedimentos de arroyos de la Provincia de Buenos Aires menciona que los contaminantes tóxicos como el clorpirifos asociados a los sedimentos del fondo de los cuerpos de agua pueden ocasionar una continua degradación del medio ambiente, incluso cuando las concentraciones de los compuestos en la columna de agua cumplen con las normas establecidas, o aún cuando las fuentes de contaminación han cesado (Álvarez, Melina 2014)¹⁶⁵

Jergentz et al. ,(2005)¹⁶⁶ analizando arroyos de primer y segundo orden en zonas de producción de soja en la Argentina hallaron niveles de 226 µg/Kg en partículas suspendidas del arroyo La Horqueta , mientras que en la quebrada la Horqueta hallaron 150 µg/Kg en sedimentos de escorrentía. La concentración más alta de clorpirifos en el agua de la inundación fue de 0,45 microg/l en el arroyo de segundo orden denominado Brown, mientras que en el agua de escorrentía las concentraciones más altas medidas fueron 0,3 microg/l de clorpirifos en Horqueta. En la investigación los autores afirman que realizados los muestreos, en cinco fechas durante el período de aplicación de clorpirifos en actividades agrícolas, en el arroyo Brown (2002/2003), la concentración de clorpirifos en la escorrentía y/o agua de inundación superó los criterios de calidad del agua dulce

1-2-7-6 BIOACUMULACION

La bioacumulación ocurre cuando la tasa de entrada de contaminantes es significativamente mayor que la de metabolización y eliminación. El clorpirifos es potencialmente bioacumulable en la biota, debido a su coeficiente de partición octanol-agua (log Kow) superior a 3 (Parolo, M)¹⁶⁷

El clorpirifos se acumula en leche materna, en una investigación que fue realizada en la India se detectó la presencia de plaguicidas de tipo organofosforado durante el

¹⁶⁴ Gebremariam, S ; Beutel, M; Yonge, D. y Flury, M. Adsorption and Desorption of Chlorpyrifos to Soils and Sediments 2012. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 215:123-75

¹⁶⁵ Álvarez, Melina 2014. Estudios tendientes a establecer el comportamiento ambiental del insecticida clorpirifos en ambientes acuáticos de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires. Trabajo de Tesis para optar al Título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires en el área de Producción Animal Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires Buenos Aires.

¹⁶⁶ Jergentz S, Mugni H, Bonetto C, Schulz R. 2005. Assessment of insecticide contamination in runoff and stream water of small agricultural streams in the main soybean area of Argentina. Chemosphere 61, 817-826. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.04.036>

¹⁶⁷ Parolo, M Propiedades fisicoquímicas y dinámica ambiental del clorpirifos en Informe técnico-científico sobre el uso e impactos del insecticida clorpirifos en Argentina , dirigido por Andrés Venturino /Melina Álvarez. - 1a ed. - Buenos Aires: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, 2021

período de lactancia. Las mayores concentraciones de plaguicida correspondieron a endosulfan, seguido por el insecticida clorpirifos, hallándose una concentración media de 0,230 mg/L (Sanghi et al., 2003)¹⁶⁸

En un estudio realizado en Iran, por Brahmand y su equipo se menciona que la principal fuente de exposición de los lactantes que son amamantados exclusivamente a los contaminantes ambientales es a través de la leche materna y el contacto oral con objetos que están cubiertos de polvo y partículas. En su investigación demuestran que la concentración media de clorpirifos y su metabolito en muestras de orina y leche de madres y en orina de lactantes fue de $1,3 \pm 0,6$, $2,1 \pm 1,4$ y $1,4 \pm 0,7$ $\mu\text{g/L}$, respectivamente. Además, la concentración media de clorpirifos en el polvo de los pisos de las casas fue de $73,4 \pm 49$ ng/g. Existen buenas correlaciones entre los valores medios de las concentraciones de clorpirifos y su metabolito en la leche materna y la orina ($r = 0,872$, $p = 0,001$), y la leche materna y la orina del lactante ($r = 0,722$, $p = 0,001$). Además, hubo una correlación significativa entre la concentración de clorpirifos en el polvo del piso y sus metabolitos en la orina del lactante ($r = 0,554$, $p = 0,001$). El trabajo sugiere que los lactantes son receptores de formas concentradas de residuos de clorpirifos a través de la leche materna y el polvo doméstico con efectos adversos para la salud (Brahmand MB, 2019)¹⁶⁹

En un estudio realizado en lagunas de la provincia de Buenos Aires, Argentina, por Alvarez, M (2014)¹⁷⁰ En el análisis de la biota acuática el clorpirifos fue detectado en todas las muestras de tejidos analizadas. Su concentración varió con el tipo de tejido y el contenido graso de los mismos, sugiriendo bioacumulación de éste. En todas las especies de peces analizadas se observó una mayor concentración del insecticida en cerebro, hígado y gónadas que son los órganos que poseen mayor contenido graso. Las mayores concentraciones se hallaron en ejemplares de *R. quelen* (Bagre sapo) y *A. facetus* (Chanchita) que son especies que viven asociadas al fondo, sugiriendo que el hábitat de las especies es de suma importancia en la concentración de Clorpirifos

¹⁶⁸ Sanghi, R., Pillai, M.K.K., Jayalekshmi, T.R., Nair, A., 2003. Organochlorine and organophosphorus pesticide residues in breast milk from Bhopal, Madhya Pradesh, India. *Hum. Exp. Toxicol.* 22, 73–76. doi:10.1191/0960327103ht321oa

¹⁶⁹ Brahmand MB, Yunesian M, Nabizadeh R, Nasser S, Alimohammadi M, Rastkari N. Evaluation of chlorpyrifos residue in breast milk and its metabolite in urine of mothers and their infants feeding exclusively by breast milk in north of Iran. *J Environ Health Sci Eng.* 2019 Sep 3;17(2):817-825. doi: 10.1007/s40201-019-00398-3. PMID: 32030155; PMCID: PMC6985376.

¹⁷⁰ Álvarez, Melina 2014. Estudios tendientes a establecer el comportamiento ambiental del insecticida clorpirifos en ambientes acuáticos de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires. Trabajo de Tesis para optar al Título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires en el área de Producción Animal Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires Buenos Aires.

hallada en los tejidos. En *O. jenynsii* y *A. facetus* se observó que los machos se encontraban el doble de contaminados que las hembras y en la especie *R. quelen* se registró una concentración en hembras que fue 10 veces a la registrada en machos

En un estudio piloto, desarrollado para medir residuos persistentes y no persistentes (pesticidas y policlorados bifenilo, PCB) en muestras de leche humana de mujeres que residen en la región agrícola de Salinas, CA (n = 13) y el área urbana de la Bahía de San Francisco, CA (n = 21), detectó en el 95% de las muestras de leche materna de mujeres urbanas, concentraciones medias de clorpirifos de 24,5 pg/g de lípido de leche y de metil clorpirifos de 4,02 pg/g de lípido de leche, mientras que en las muestras de origen rural fue 28 pg/g de lípido de leche. Estos resultados sugieren que los recién nacidos y los niños pequeños pueden estar expuestos a efectos persistentes y no persistentes de pesticidas y PCB a través de la leche materna (Weldon et al., 2011)¹⁷¹

Las medidas tomadas en Parques Nacionales del Oeste de Estados Unidos, encontraron que había bioacumulación en las agujas de coníferas. La concentración de clorpirifos en agujas de dos años era casi el doble que la que se encontraba en las agujas de coníferas del primer año (año 1 = 11.6 ng/g; año 2 = 20.5 ng/g) (Landers et al 2008, citado por Watts, M, 2012)¹⁷²

1-2-7-7-TRANSPORTE A LARGA DISTANCIA

En una recopilación y análisis de trabajo realizada por Mackay y su equipo enuncian que se han medido concentraciones detectables del insecticida clorpirifos en el aire, la lluvia en el aire, la lluvia, la nieve y otros medios ambientales. Otros lugares a distancias considerables de las fuentes agrícolas probables, lo que indica el potencial de transporte a larga distancia (LRT) en la atmósfera (Mackay, 2014)¹⁷³

El Programa de Monitoreo y Evaluación del Ártico (AMAP) informa que se ha encontrado clorpirifos en peces, agua superficial, hielo y niebla de los mares de Bering y Chukchi, en el aire del archipiélago oriental de Canadá y en lagos subárticos y árticos de Canadá (Hoferkamp et al 2010, Citado por Watts, M, 2012)¹⁷⁴.

¹⁷¹ Weldon RH, Barr DB, Trujillo C, Bradman A, Holland N, Eskenazi B. 2011. A pilot study of pesticides and PCBs in the breast milk of women residing in urban and agricultural communities of California. *J. Environ. Monit.* 13, 3136–3144. <https://doi.org/10.1039/c1em10469a>

¹⁷² Watts, M. 2012. Clorpirifos: un posible COP a nivel global. Pesticide Action Network .North America. San Francisco . USA

¹⁷³ Don Mackay, John P. Giesy, and Keith R. Solomon Fate in the Environment and Long-Range Atmospheric Transport of the Organophosphorus Insecticide, Chlorpyrifos and Its Oxon J.P. Giesy and K.R. Solomon (eds.), *Ecological Risk Assessment for Chlorpyrifos in Terrestrial and Aquatic Systems in the United States*, Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 231, DOI 10.1007/978-3-319-03865-0_3,

¹⁷⁴ Watts, M. 2012. Clorpirifos: un posible COP a nivel global. Pesticide Action Network .North America. San Francisco . USA

Se encontraron clorpirifos en muestras de aire del Ártico tomadas en el Mar de Labrador (Chernyak et al 1996, citado por Watts, M. , 2012)¹⁷⁵. En 2010 se encontró de nuevo clorpirifos en muestras de aire del océano tomadas en el mar de Japón, el Mar oriental de China y los mares de Bering y Chukchi. La concentración disminuyó desde Asia al Ártico (Zhong et al 2012)¹⁷⁶

Das et al., (2020)¹⁷⁷ realizando un estudio de campo para mejorar la comprensión sobre el destino y el transporte del insecticida organofosforado, clorpirifos, y su producto de degradación, clorpirifos oxon, realizaron muestreos de hojas, suelo y aire durante 21 días después de la aplicación de clorpirifos a un campo de tanaceto morado (*Phacelia tanacetifolia*), En este trabajo detectaron clorpirifos en las matrices aire, suelo y tejido vegetal en concentraciones superiores a las de base hasta 21 días después de la aplicación. También detectaron clorpirifos-oxón en muestras de aire de campo utilizando muestreadores de aire activos colocados a lo largo de una transecta de 500 m. Durante los primeros tres días después de la pulverización, las concentraciones de clorpirifos disminuyeron rápidamente en todas las matrices después de la aplicación. Las direcciones predominantes del viento juegan un rol fundamental en la movilidad de este plaguicida

1-2-7-8-BIORREMEDIACION

Un método de degradación del Clorpirifos en el suelo es la biorremediación con microorganismos como *Pseudomonas* sp., *Enterobacter*, *Serratia*, *Alcaligenes*, *Sphingobacterium*, *Gordonia*, *Paracoccus* y *Mesorhizobium*. Los principales productos de descomposición del CPF incluyen el 3,5,6-TCP y el ácido dietil tiofosfórico(DETP) (Rayu, S., 2017)¹⁷⁸

¹⁷⁵ Watts, M. 2012. Clorpirifos: un posible COP a nivel global. Pesticide Action Network .North America. San Francisco . USA

¹⁷⁶ Zhong G, Xie Z, Cai M, Moller A, Sturm R, Tang J, Zhang G, He J, Ebinghaus R. 2012. Distribution and air-sea exchange of current-use pesticides (CUPs) from East Asia to the high Arctic Ocean. *Environ Sci Technol* 46:259- 67.

¹⁷⁷ Das S, Hageman KJ, Taylor M, Michelsen-Heath S, Stewart I. 2020. Fate of the organophosphate insecticide, chlorpyrifos, in leaves, soil, and air following application. *Chemosphere* 243, 125194. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125194>

¹⁷⁸ Rayu, S.; Nielsen, U.N.; Nazaries, L.; Singh, B.K. Isolation and Molecular Characterization of Novel Chlorpyrifos and 3,5,6-Trichloro-2-Pyridinol-Degrading Bacteria from Sugarcane Farm Soils. *Front. Microbiol.* **2017**, *8*, 518.

Ahmad et al. [28] informaron de los efectos beneficiosos de la biorremediación con *Bacillus pumilus* C2A1 con fitorremediación de ryegrass contra Clorpirifos en el suelo. (Ahmad, F. 2012) ¹⁷⁹

La adición del lombricompost, permitió observar que la adsorción del Clorpirifos se incrementó y disminuyó el tiempo de permanencia al ser degradado en el suelo. (Solarte Ordóñez, M. 2018) ¹⁸⁰

*Bacillus cereus*Ct3 se puede emplear para degradar clorpirifos sin producir metabolitos tóxicos y se puede usar con éxito para la biorremediación de suelos contaminados con clorpirifos. Se prefiere el uso de especies autóctonas, ya que no presentan ningún impacto negativo en la microflora y tienen mejores posibilidades de supervivencia Farhan, M, 2021¹⁸¹.

¹⁷⁹ Ahmad, F.; Iqbal, S.; Anwar, S.; Afzal, M.; Islam, E.; Mustafa, T.; Khan, Q.M. Enhanced Remediation of Chlorpyrifos from Soil Using Ryegrass (*Lolium multiflorum*) and Chlorpyrifos-Degrading Bacterium *Bacillus Pumilus* C2A1. *J. Hazard. Mater.* **2012**, 237–238, 110–115.

¹⁸⁰ Solarte Ordóñez, M. 2018 Evaluación del efecto de un lombricompost sobre la retención y degradación de clorpirifos en suelo. Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Posgrado Palmira, Colombia

¹⁸¹ Farhan, M.; Ahmad, M.; Kanwal, A.; Butt, Z.A.; Khan, Q.F.; Raza, S.A.; Qayyum, H.; Wahid, A. Biodegradation of Chlorpyrifos Using Isolates from Contaminated Agricultural Soil, Its Kinetic Studies. *Sci. Rep.* **2021**, 11, 10320.

2- ABORDANDO AL PARADIGMA AGROECOLÓGICO. LA CONSTRUCCIÓN DE AGROECOSISTEMAS

1-INTRODUCCIÓN

Existen diversas causas a partir de las cuales se ha incrementado las poblaciones de insectos , ácaros , moluscos y plantas silvestres que pueden interferir en el desarrollo y crecimiento de las plantas que sustentan nuestra alimentación, entre ellos se destacan;

- La deforestación y consecuencia pérdida de biodiversidad natural
- La pérdida de materia orgánica de los suelos y con ello un cambio sustancial en sus características y propiedades químicas, físicas y biológicas
- La expansión de los monocultivos con la consecuente pérdida de diversidad cultivada
- La merma en el cultivo de variedades vegetales adaptadas a las condiciones locales de clima, suelo y adversidades
- La disminución de las poblaciones de insectos benéficos.
- El cambio y variabilidad climática
- Las prácticas de manejo inadecuadas; riego excesivo, fertilización química, exceso en la cantidad de labranzas
- El uso de plaguicidas (insecticidas, herbicidas, fungidas, etc.)



Vertederos o basurales a cielo abierto. Producen gases de efecto invernadero. Santiago del Estero capital

A su vez, el incremento en la utilización de plaguicidas se correlaciona con diversas variables, entre ellas, un aumento en la cantidad de algunos tipos insectos específicos los cuales poseen más alimento a su disposición así como menos insectos parásitos y depredadores que pueden limitar su población. En este caso se los toma como una única herramienta para su "control", produciendo un fuerte efecto a nivel socioambiental.

Las estrategias de manejo planteadas por los productores agroecológicos, y los convencionales, incluidas en el manejo de insectos y enfermedades, tienen en cuenta una serie de variables que comprenden dimensiones ecológicas, culturales, económicas, espirituales, ambientales y agronómicas o propias de cada cultivo. Pero lamentablemente en ocasiones cuando aparece un insecto, planta silvestre u hongo, los productores/as influidos por sus temores a perder la cosecha, amparados en sus hábitos e instados por los proveedores de insumos deciden aplicar un químico sin evaluar previamente su efecto socioambiental y la existencia de diversas alternativas, incluso herramientas o técnicas que debieron aplicarse antes de la aparición de los insectos. Se debe tener en cuenta la **prevención** por sobre la curación, desde una planificación y acción que sea **integral** (el todo por sobre las partes), **sistémica** (las interrelaciones) y **dialéctica** (ver todas las dimensiones de un fenómeno, incluso las que se actúan de manera contrapuesta).



Monocultivo de frutilla, Open Door, Buenos Aires

Entonces, la idea es tener en cuenta no solo la cantidad de insectos que pueden alimentarse de nuestro cultivo sino la de recrear un sistema diverso junto con una adecuada nutrición de los suelos para luego trazar tácticas específicas, donde no solo tenemos en cuenta la proporción de insectos sino otros factores que pueden influir en que su población pueda incrementarse, o por el contrario reducirse, como el clima o la cantidad y tipo de insectos predadores y parásitos.

En primer lugar, y teniendo en cuenta los principios de la economía ecológica, se debe repensar que los sistemas alimentarios, y dentro de ellos a los agroecosistemas, se hallan inmersos en un sistema mayor, la misma naturaleza, con la cual se producen relaciones de intercambio de energía, gases, "servicios ecosistémicos", productos y desperdicios (subproductos). En este caso los agroecosistemas dependen de la energía solar, la cual impulsa al sistema desde los organismos **productores** de energía, las plantas, a los **consumidores**, más allá de su orden, y a los **descomponedores** quienes reciclan la materia orgánica produciendo los nutrientes necesarios para el crecimiento de los vegetales. Estos organismos descomponedores (hongos, insectos y bacterias), viven en la necromasa lugar donde se acumula una parte de la energía producida en el sistema. A su vez la naturaleza provee el agua, los nutrientes (los que están en el suelo y en la atmosfera como el nitrógeno), las plantas silvestres, los insectos, etc. No debemos olvidar que la misma naturaleza nos brinda espacios de contemplación y recreación, insoslayables para la vida. A su vez, y a partir de las actividades humanas, la naturaleza "recibe" desechos sólidos, líquidos y gaseosos capaces de alterar los ciclos y relaciones dentro de los sistemas naturales produciendo, a su vez, efecto en la salud socioambiental.

Según Odum (1.999)¹⁸² los sistemas naturales se caracterizan por;

- a) Poseer diferentes niveles tróficos en los cuales se produce, transforma, consume y transfiere la energía
- b) Se sintetiza y recicla la materia orgánica tanto en los espacios aéreos como terrestres.
- d) Se transforman, consumen y reciclan nutrientes minerales
- e) Se produce el ingreso y egreso de diferentes materiales
- f) Entre los componentes de los sistemas se originan diferentes tipos de relaciones intra e interespecíficas
- g) Existen diferentes grados de diversidad biológica

¹⁸² Odum, E. 1999, Ecología. el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales. compañía editorial Contiental . México

- h) Existe un proceso de sucesión y de abundancia de especies, que se expresa de manera diferente
- i) Se presentan diferentes tipos de servicios ecosistémicos; fijación de dióxido de carbono, polinización, etc.

Debemos interpretar y comprender a los sistemas naturales de manera adecuada con la finalidad de reproducir, en la medida de lo posible, los procesos, flujos, relaciones y ciclos establecidos en los sistemas productivos recreados por los seres humanos, a partir de los cuales obtenemos nuestros alimentos.

En este sentido debemos considerar a las unidades productivas como **agroecosistemas**, es decir conjunto de componentes que conforman una estructura y que se relacionan, se condicionan y son interdependientes cohabitando un espacio determinado que a su vez posee límites naturales o artificiales definidos o difusos. Estos componentes incluyen tanto a los organismos vivos como a aquellos que llamamos factores abióticos, como los nutrientes del suelo, o los propios del clima (lluvias, temperaturas, vientos). Dentro de estos agroecosistemas se desarrollarán procesos específicos, se producirán flujos y ciclos y establecerán relaciones específicas entre los integrantes.

A diferencia de los sistemas naturales los agroecosistemas se caracterizan por:

- a) Requerir fuentes auxiliares de energía, de tipo humana, animal y/o generada por combustibles así como por el viento o el agua, con la finalidad de incrementar la productividad, por unidad de área, trabajo o capital invertido, de algunos de sus componentes como los llamados cultivos de renta o "elite".
- b) La diversidad biológica – en todos los niveles tróficos- suele ser más reducida en comparación con los ecosistemas naturales.
- c) Los animales que se crían y las especies vegetales cultivadas son seleccionados por los seres humanos, según objetivos específicos, y no por selección natural.
- d) Las intervenciones que se realizan sobre los sistemas son, en la mayoría de los casos, de origen externo y no interno, por ejemplo los aportes de energía, persiguiendo el objetivo de mejorar la productividad individual de un componente específico y no la del sistema tomado en su integralidad.
- e) Las labores en el suelo pueden afectar la vida de sus componentes y con ello alterar sus características físicas, químicas y biológicas.
- f) Las prácticas realizadas pueden poseer efecto socioambiental, como por ejemplo la contaminación del agua derivada de la utilización de plaguicidas.



Predio agroecológico de Doña Valeria, Integrando actividades, Catamarza

2-SOBRE LA AGROECOLOGÍA

Se trata entonces de actuar en conjunto, de acompañar, de respetar a la naturaleza, siguiendo sus ritmos, ciclos y relaciones de tal manera de producir alimentos siguiendo los principios del paradigma agroecológico. Según Altieri *"la agroecología es la Ciencia ecológica aplicada a la agricultura. Reconociendo la coevolución social y ecológica y de la inseparabilidad de los sistemas sociales y ecológicos (Altieri, M. 1983)*¹⁸³. También se refiere a que es *"Una disciplina o un modo de interpretar y proponer alternativas integrales y sustentables en la realidad agrícola, respetando las interacciones que se dan entre los diversos factores participantes de los agroecosistemas, incluyendo a los elementos relativos a las condiciones sociales de producción y distribución de alimentos. Su vocación es el análisis de todo tipo de procesos agrarios en un sentido amplio, donde los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigadas y analizadas como un todo"* (Altieri, M. 1983)¹⁸⁴

También podemos definir a la agroecología como *"un modo de percibir, reflexionar y actuar en nuestra realidad agraria a partir de los cual perseguimos el fin de integrarnos nuevamente a la naturaleza para desde allí recomponer los lazos entre los seres humanos y la armonía al interior de cada ser vivo. Buscamos reestablecer el equilibrio a*

¹⁸³ Altieri, Miguel. 1983 .Bases científicas para una agricultura alternativa. CEAL Ediciones, Santiago de Chile

¹⁸⁴ Altieri, Miguel. 1983 .Bases científicas para una agricultura alternativa. CEAL Ediciones, Santiago de Chile

partir de establecer y enriquecer flujos, ciclos y relaciones permanentes entre los componentes de los agroecosistemas, con el cosmos y la sociedad en la cual vivimos”.

(Souza Casadinho, J., 2020)¹⁸⁵

La idea de esta última definición se relaciona con la necesidad de poseer elementos para percibir, captar, entender la realidad así como también de reflexionar teniendo en cuenta lo que pasa en cada unidad de producción en relación a su entorno social, ambiental, económico y cultural para desde allí proponer acciones locales y globales. Esta definición también hace hincapié en la necesidad de recomponer los lazos de los seres humanos al interior de la naturaleza, de la cual somos parte indisoluble, y desde una visión biocéntrica, reencontrarnos con el resto de los seres vivos. Por último se destaca la necesidad de integrar los componentes o dimensiones productivas y las sociales generando agroecosistemas estables, sustentables, viables y resilientes en cada comunidad y territorio pero teniendo en cuenta, tal como lo manifestó Rudolf Steiner (1988)¹⁸⁶, la influencia de la energía cósmica.



Apachata (Catamarca)

La espiritualidad en la agroecología ,

¹⁸⁵ Souza Casadinho, J. 2020. Documento sobre Conceptualización de la agroecología y abordaje de los sistemas participativos de certificación agroecológica. CETAAR/RAPAL . Buenos Aires . Argentina

¹⁸⁶ Steiner R., 1988. Curso sobre agricultura Biológico Dinámica. Editorial Rudolf Steiner. Madrid España.

De esta definición se desprende claramente la necesidad de interpretar adecuadamente a la realidad de manera integral, sistémica y holística tomando en cuenta las dimensiones ambientales, sociales, económicas y climatológicas que inciden en la producción agropecuaria entre los que sobresalen el acceso a la tierra, la disponibilidad de semillas, la organización del trabajo, la disponibilidad de información, la organización entre productores /as, el clima y el acceso a los mercados.

La agroecología se vincula necesariamente con el cambio climático, ya desde las propuestas que buscan reducir la emisión de gases de efecto invernadero, la denominada mitigación, cuanto con las posibilidades de adaptación crítica a las condiciones que imponen las modificaciones en los regímenes de lluvia y en las temperaturas. En efecto, desde las estrategias, prácticas y tecnologías que proponemos en la agroecología se busca disminuir la emisión de gases de efecto invernadero a partir de: impedir los procesos de deforestación, reducir la utilización de combustibles fósiles (incluso los utilizados en la producción y uso de plaguicidas), una menor remoción del suelo, la eliminación en el uso de fertilizantes sintéticos, inclusive el respeto por los humedades (donde se acumula y retiene materia orgánica reduciendo su mineralización y con ello la emisiones dióxido de carbono). Además, y desde una mirada propositiva, se plantea entre otras prácticas: la plantación de árboles frutales y maderables autóctonos a fin de captar dióxido de carbono, incrementar el contenido de la materia orgánica de los suelos con la finalidad de captar , almacenar y liberar el agua de lluvia así como proteger a los suelos con coberturas verdes .



Cultivando soberanía alimentaria, Cristina y sus Hijos, Medanitos, Catamarca

Una gran parte de las personas que habitamos este planeta, no alcanzan a cubrir sus necesidades alimentarias, ya sea en la cantidad energía consumida como en la calidad

de dicha ingesta, el contenido de proteínas, vitaminas y minerales. Esto se da al mismo tiempo en que pregona que la "agricultura moderna" basada en fertilizantes, plaguicidas y semillas transgénicas "alimentará al mundo". Este deficitario y discontinuo arribo a los alimentos posee relación con la falta de acceso y vínculo real, por parte de los productores /as, ya a la tierra como al agua, insuficiencia en los salarios y también a cambios en el clima. Desde la agroecología debemos remover las barreras que impiden el acceso a alimentos no solo en cantidad suficiente sino de calidad en sus contenidos y proteínas, vitaminas, minerales así como en ausencia de plaguicidas.



Compartiendo saberes, Escuela Popular de Agroecología, las 3 T ; Marcos Paz

3-SOBRE LAS TECNOLOGÍAS APROPIADAS

El paradigma agroecológico no prescinde de la utilización de tecnologías, por el contrario hace hincapié en la necesidad de crear, diseñar, adaptar, compartir y adoptar tecnologías tal que posibiliten la producción de alimentos de manera sustentable adaptándonos al cambio climático. Tanto las tecnologías generadas al interior de las unidades de producción las Endo tecnologías, como aquellas generadas en centros de estudios, organizaciones de la sociedad civil y universidades, las exotecnologías, deben ser capaces de resolver las necesidades emergentes del propio dinamismo de la producción agraria.

Cuando en este trabajo mencionamos a las tecnologías lo hacemos pensando en que las mismas pueden definirse como *"el modo en el que los seres humanos hacemos las cosas"* (Roura, H. y Cepeda, H. 1999)¹⁸⁷, aceptando la necesidad de reconocer que delante de la fase más dura "el artefacto o aparato", por ejemplo una trampa para las

¹⁸⁷ Roura, H. y Cepeda, H. 1999. Manual de identificación, formulación y evaluación de proyectos para el desarrollo rural. Santiago de Chile: Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social - ILPES.

moscas de la fruta, subexisten conocimientos que permitieron conocer la vida, la metamorfosis, la alimentación de este insecto, mientras que otros saberes derivaron en diferentes tecnologías y prácticas que pueden hacer disminuir sus posibilidades de reproducción y supervivencia, incidiendo en sus niveles poblacionales. Saberes que posibilitan la confección de trampas, la cría y liberación de insectos benéficos y el uso de preparados químicos naturales.

Conocimientos para generar las tecnologías, conocimientos para adaptarlas, conocimientos para recrear sus condiciones de uso. En este sentido es bueno reconocer a las **tecnologías apropiadas** como aquellas capaces de cumplir con el objetivo para los cuales fueron creadas pero al mismo tiempo vincularse de manera armónica con las condiciones climáticas, culturales, económicas, sociales y ambientales de los espacios territoriales donde serán utilizadas.



Arado de penetración vertical , Campo Callado, Tandil, Buenos Aires

Características de las tecnologías apropiadas

- Adaptadas al tipo social de productores
- Que fomenten la utilización sustentable de bienes /recursos locales
- Que no sean contaminantes
- Que promuevan la organización comunitaria
- Qué no generen dependencia económica
- Adaptadas a las condiciones socioeconómicas locales – Recursos monetarios, mano de obra,

- Que sean capaces de soportar el riesgo
- Adaptadas a las condiciones culturales locales – creencias, alimentación, etc.
- Adaptadas a las condiciones ambientales locales (clima, topografía, suelos)
- Acorde a la existencia de espacios de generación /discusión de saberes y prácticas
- Adaptables a la existencia de créditos
- Que posean eficiencia en la utilización de energía
- Que maximice la utilización de energía local y renovable
- Acorde con la distribución y tenencia de la tierra
- Relacionadas con las estrategias productivas
- Vinculadas a los mercados alternativos y tradicionales
- Relacionada con los saberes previos de los productores/as
- Que no concentren el poder en la toma de decisiones



Chancera Movil, Predio culiparri (Cañuelas)

En la actualidad asistimos a un doble proceso, aún no convergente, relacionado con los procesos de degradación de los suelos y su consecuente modificación en las propiedades físicas, químicas y biológicas con el de creciente producción y descarte de materiales biodegradables. En efecto, los tipos de labranza utilizados así como la reducción drástica de la biodiversidad determinan una disminución de los contenidos de materia orgánica de los suelos que intenta vanamente ser reemplazado por el aporte de fertilizantes sintéticos. Por otro lado dados los modos de consumo, producción y descarte vigentes en la mayoría de los procesos productivos determinan que cantidades crecientes de materiales (subproductos) con origen orgánico, que podrían compostarse y así transformarse en abono, se descarten en las peores condiciones, generando a su vez vertederos contaminantes. La descomposición anaeróbica, sin presencia de oxígeno, de estos materiales genera gas metano, químico con efecto invernadero responsable del cambio climático. Ante esta situación, se desprende la necesidad de vincular ambos procesos, transformando problemas en soluciones, a partir del reciclaje de la materia orgánica, incluida aquella que es

generada a nivel domiciliario urbano mediante la creación, adaptación y utilización de tecnologías apropiadas.

4-LOS AGROECOSISTEMAS

En definitiva tratamos de recrear agroecosistemas que cumplan varias condiciones:

Sustentabilidad: Que sean capaces de producir alimentos, manteniendo las condiciones que propician su propia existencia, por ejemplo la nutrición integral de los suelos y la biodiversidad, sin la necesidad de sustanciales aportes externos de energía. También cabe mencionar la necesidad de atender a la eficiencia energética o sea la relación entre la energía total producida por el agroecosistema, no solo la que se extrae como grano, respecto a la energía fósil (combustibles, plaguicidas, fertilizantes) requerida para generar dichos productos.

Estabilidad: Se la puede definir como la constancia de la producción bajo un conjunto de condiciones ambientales, económicas, sociales y políticas (Altieri, 1995)¹⁸⁸. La misma se da cuando la estructura, las funciones y relaciones del sistema permanecen con cierta semejanza de un año a otro año, aunque debemos tener en cuenta que hablamos de semejanza y no de igualdad, dado que a partir de nuestras intervenciones, sumadas a las acciones naturales, los componentes (por ejemplo los cultivos) así como las relaciones establecidas y el contexto social y ambiental cambian de año en año.

Equidad: Se debe lograr una distribución apropiada de los productos obtenidos generando alimentos sanos y accesibles para todos, con precios, e intercambios, justos para productores, trabajadores y consumidores. Haciendo hincapié en los valores nutritivos e intangibles de los productos más que en su precio. También alcanzar equidad de género en la visualización, distribución y remuneración de las tareas, incluso equidad intergeneracional, frente a los efectos del cambio climático, para que las generaciones futuras puedan gozar de un ambiente más sano que el existente en la actualidad.

Equilibrio dinámico: Buscamos que el agroecosistema se encuentre en un cierto equilibrio en cuanto a la sustentabilidad y producción aunque la cantidad y tipo de sus componentes constituyentes, las relaciones establecidas así como las prácticas desarrolladas por los seres humanos puedan modificarse. Un agroecosistema nunca permanece inmutable, siempre cambia, ya por efectos naturales como la migración de insectos, así como por las acciones puestas en juego por los seres humanos, el caso de la incorporación de un cultivo.

¹⁸⁸ Altieri, M. A. 1995. El agroecosistema ; determinantes, recursos , procesos y sustentabilidad en M. A,

Resiliencia: Entendida como la capacidad, y posibilidad, de los agroecosistemas de recuperarse frente a una perturbación natural o artificial que afecta a sus componentes así como las relaciones establecidas entre ellos. Las alteraciones o modificaciones pueden tener su origen en las dimensiones ecológicas, económicas, sociales o políticas.

Productividad: Capacidad de obtener de manera eficiente y apropiada los alimentos y fibras a partir de los cuales podemos alimentarnos y vivir de manera digna pero al mismo tiempo posibilitar que se cumplan las relaciones y funciones necesarias para mantener la sustentabilidad del agroecosistema. Pensando no solo en la extracción sino en la reposición, por ejemplo de materia orgánica. La productividad se estima a partir de la producción total obtenida en el sistema en relación a la tierra utilizada, el trabajo aportado y el agua y nutrientes del suelo consumidos. Se busca la productividad del ecosistema en su conjunto más que a la productividad de una sola especie, por ejemplo la del cultivo principal que se lleva al mercado. La productividad constituye un indicador que es si mismo nos dice poco, debemos relacionarlo con la sustentabilidad, la autonomía en el requerimiento de insumos externos y la resiliencia, la capacidad de reponerse a bruscos cambios internos y externos. La productividad se vincula con la eficiencia energética, es decir la relación entre la energía aportada al sistema (sea esta humana, en combustibles o natural) y aquella obtenida por, y en él, sistema en su conjunto (granos, hortalizas, alimento animal, estiércol, rastrojos o restos de cultivos). Mientras que en los sistemas basados en monocultivos se destaca una ineficiencia energética, se requiere un aporte creciente de energía externa mediante la adopción de paquetes tecnológicos para "mantener" la producción, en los sistemas agroecológicos, con varios subsistemas y componentes relacionados entre sí, la energía circula, se recicla y aprovecha de manera integral.

Una de las discusiones permanentes respecto a la comparación entre los agroecosistemas sustentables y los monocultivos se relaciona con respecto a los rendimientos productivos y, por extensión respecto a la capacidad de la producción agroecología de alimentar a una población mundial no solo creciente sino que modifica y amplía sus pautas de consumo. Según Seufert, en general, los rendimientos orgánicos son típicamente más bajos que los rendimientos convencionales. Pero estas diferencias de rendimiento dependen del contexto, según las características del sistema y del sitio ecológico donde se realiza el cultivo, pudiendo oscilar entre una merma del 5% al 34% más bajos en los planteos orgánicos. Sin embargo, bajo ciertas condiciones (con buenas prácticas de manejo, tipos de cultivos particulares y condiciones de crecimiento) los sistemas orgánicos pueden casi igualar los rendimientos convencionales. Para establecer la agricultura orgánica como una herramienta

importante en la producción sostenible de alimentos, los factores que limitan los rendimientos orgánicos deben ser mejor comprendidos, junto con las evaluaciones de los muchos beneficios sociales, ambientales y económicos de los sistemas de producción orgánica (Seufert, V. 2015)¹⁸⁹. En general, y de acuerdo con las comunicaciones y ensayos realizados por organizaciones privadas y oficiales, los rendimientos en los planteos agroecológicos varían según oscilaciones en el clima y las características físicas, químicas y biológicas de los suelos, además de las estrategias planteadas, y las tecnologías y prácticas utilizadas. Se han detectado rendimientos inferiores o similares, y aún superiores, a los obtenidos mediante la aplicación de paquetes tecnológicos basados en plaguicidas y fertilizantes.

Entonces:

Se trata de enriquecer a los agroecosistemas favoreciendo la autorregulación de los organismos vivos a partir de las interacciones entre las especies “perjudiciales”, sus predadores y parásitos. En este caso se verifica que los productores favorecen la diversidad funcional, ya facilitando el crecimiento y desarrollo de especies silvestres como por la siembra de plantas aromáticas y medicinales, las cuales serán funcionales como sitios de alimentación, cobijo y apareamiento por los insectos benéficos. Además, se crían diversas especies y razas de animales a fin de generar un ciclo cerrado evitando pérdidas y la generación de “desperdicios”, por ejemplo el estiércol o los residuos de cosecha.

Desde la agroecología buscamos que estos agroecosistemas sean **productivos** (procuren o brinden alimentos, medicinas, fibras) de manera económica, pero que además sean **sustentables** (recreen las condiciones de la propia existencia de los componentes) y **resilientes** (que sean capaces de reponerse y mantener su estabilidad frente a condiciones económicas y ecológicas que puedan producir una perturbación, por ejemplo una sequía)

En la agroecología se fomenta la creatividad para imaginar y llevar a la realidad los agroecosistemas que produzcan alimentos sanos y accesibles para todos desde la observación, el compartir saberes, el dialogo, la experimentación y los aprendizajes

¹⁸⁹ Seufert, V. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture Nature. 2012 May 10;485(7397):229-32. USA.



Rotaciones agrícolas -

ganaderas, Catamarca

5- ¿ QUÉ ES UNA “PLAGA”? UNA MIRADA SISTÉMICA, HOLÍSTICA Y DIALÉCTICA DE LA VINCULACIÓN ENTRE ESPECIES DENTRO DE LOS SISTEMAS NATURALES Y LOS PRODUCTIVOS.

Entre los seres vivos se dan múltiples relaciones que en general se analizan desde la posibilidad de beneficiarse, o no, en la interacción. Las actividades agrarias requieren para su establecimiento de un capital natural renovable como la luz solar que combinado con los nutrientes existentes en el suelo y agua posibilitan transformar dicha energía lumínica en un flujo de bienes – granos, carne, fibras - y servicios eco sistémicos – fijación de dióxido de carbono, polinización , etc. -. Además de realizarse en un marco ambiental determinado – calidad de suelo, clima, topografía- se efectúa en un contexto socioeconómico y político que también interactúa con los procesos y ciclos naturales.

Respecto al manejo de insectos , hongos y plantas silvestres en los agroecosistemas conviene recuperar dos conceptos fundamentales de la ecología; el de **hábitat** o lugar donde vive una especie (suelo, altitud, clima) y el concepto de **nicho ecológico** entendido como la función que cumple una especie – animal o vegetal – dentro del ecosistema, incluyendo a las formas de alimentarse (en todas las fases de su vida), los propios modos de competir o asociarse con otras especies incluso las de construir sus nidos y refugios.

En el caso del nicho ecológico se toma el rol, la función, del organismo en su comunidad, aspecto que incluye al hábitat y su relación íntima con otras especies (donde la competencia es solo una de las formas de vinculación, cabe recordar también

otras relaciones como el mutualismo y el comensalismo). El nicho ecológico también se puede definir como el conjunto de condiciones bajo las cuales un ser vivo puede vivir y funcionar (Odum, 1999)¹⁹⁰. Si bien cada especie posee su nicho ecológico, la rigidez o la amplitud de estos dependerá de cada una de ellas en particular (por ejemplo hay insectos que se alimentan de una sola especie de vegetales, mientras que otras lo hacen de una amplia gama de especies). Entonces, conocer el nicho ecológico de una especie facilita analizar cómo y de qué manera podemos impedir o propiciar, de ser necesario, las condiciones que hacen a su reproducción e incremento en la población dentro del agroecosistema productivo.

Otro concepto que debemos tomar respecto a la construcción de agroecosistemas es el de **las relaciones entre especies**, el cual expresa como y de qué manera cada ser vivo se relaciona con otros seres vivos dentro de un ecosistema.

Entre ellas cabe mencionar;

El mutualismo: dos seres vivos se relacionan de tal manera que ambos se benefician en la relación establecida. Lo podemos verificar en el vínculo establecido entre las especies vegetales pertenecientes a la familia de las leguminosas (los tréboles, la soja, etc.) y las bacterias del género *Rizobium*. En este caso mientras que las primeras le suministran nutrientes, alimento elaborado, a las bacterias, estas les proveen nitrógeno atmosférico a las plantas.

La depredación: en la cual un ser vivo se alimenta de otro. Se trata de organismos de vida libre durante todo su ciclo de vida, que matan a su presa al consumirla, generalmente son más grandes que estas. Mientras que algunos mastican a sus presas, el caso de las vaquitas y escarabajos, las crisopas succionan los fluidos de su presa. En general, los depredadores se alimentan de elevada cantidad de presas durante su vida, pudiendo ser generalistas como el tata Dios que se alimenta de diferentes presas o monofagos los cuales se alimentan insectos específicos como la vaquita de San Antonio que solo se alimenta de pulgones. Muchos depredadora requieren polen y néctar como alimento adicional (como el caso de la vaquita de manchas rosada). O de la existencia de un hábitat propicio para construir sus trampas.

En los agroecosistemas hallamos arañas (que construyen telas para cazar a sus presas mientras que otras edifican cuevas o galerías donde esperan a sus presas al acecho).

¹⁹⁰ Odum, E. 1999, Ecología. el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales. Compañía editorial Continental . Mexico

Debemos siempre pensar en los requerimientos de estos insectos en todas las etapas de su vida, ya que en algunos casos, como en ciertos tipos de crisopas, mientras que las larvas son predadoras de pulgones y trips, los adultos se alimentan de polen y néctar.

El parasitismo: En este caso también un ser vivo se alimenta de otro pero se trata de insectos que se desarrollan como larvas o gusanos (estado inmaduro) sobre el cuerpo o dentro del cuerpo de un solo individuo llamado huésped (al que generalmente matan). Por su parte en el estado de adulto poseen una vida al aire libre alimentándose de polen o néctar. El huésped es la fuente de energía del parásito, así como también su propio hábitat. Estos organismos se alimentan de su huésped, partiendo de la postura de un huevo sobre, dentro o cerca de este organismo por ejemplo pulgones adultos o huevos de gusanos en el caso del parásito llamado trichogramma. Por lo general empupan dentro de la presa, mientras que los adultos emergen del huésped reiniciando el proceso de apareamiento y búsqueda de nuevos huéspedes donde poner los huevos. Por lo general los parásitos son específicos en su dieta u hospederos (se alimentan de solo un tipo de especies o especies muy cercanas entre sí), por lo cual la interacción huésped parásito es muy íntima y limitada. Las hembras son quienes buscan a su hospedero. Tenemos como ejemplo a las avispitas parásitas de pulgones. Son también parásitos los microorganismos (hongos, bacterias, virus, nematodos), llamados entomopatógenos, quienes son capaces de producir enfermedades en otros organismos por ejemplo el hongo *Bauveria bassiana* que se alimenta de las hormigas.

El comensalismo: Se trata de una relación entablada entre dos organismos donde uno se beneficia y el otro no se favorece, ni se perjudica. Un ejemplo en los agroecosistemas, especialmente en climas tropicales, lo constituyen las llamadas "plantas nodrizas". En este caso, los árboles y arbustos ya establecidos en el sistema, brindan protección y alimento a las plantas más pequeñas (el caso del cultivo de hortalizas entre árboles frutales), por ejemplo sombra, evitando la excesiva transpiración, a su vez ofrecen alimento proveniente de descomposición de las hojas que caen al suelo y se transforman primero en materia orgánica y luego en nutrientes.

La competencia: En este caso los integrantes del agroecosistema pugnan entre sí, dentro del nicho ecológico, por los nutrientes y agua del suelo, por la luz solar y hasta por ejemplo sitios de nidificación, en el caso de las aves, y de cobijo como en el caso de algunos pequeños mamíferos. Fruto de esta puja, ambos componentes del agroecosistemas suelen perjudicarse. Cabe destacar que la competencia se da al mismo

tiempo que pueden surgir interacciones de otro tipo, con lo cual hay que tener en cuenta todas las relaciones al mismo tiempo y la influencia relativa de cada una de ellas. Por ejemplo, las plantas de maíz , porotos y zapallos compiten entre sí al asociarlas en el modo de cultivo denominado **Milpa**, pero fruto de esa asociación se benefician al brindarse espacio de sostenimiento, nutrientes y protección contra insectos y plantas silvestres.

Por último cabe analizar y tener en cuenta el concepto de **dinámica de la población**, el cual trata de tomar los cambios que se dan en la cantidad de un individuos de una especie a lo largo del tiempo en un espacio dado. Esta dinámica depende de las **condiciones genéticas** de una especie (sus formas de reproducción, cantidad de huevos que pone, etc.) y de las **condiciones ambientales** existentes que van desde las temperaturas y humedad hasta la presencia de alimento (calidad y cantidad) así como la presencia de sus predadores y parásitos. Desde este punto de vista muchos insectos se convierten en un problema ecológico y económico, dentro de los ecosistemas, cuando se incrementa su población y esto suele ocurrir cuando poseen su alimento específico en las cantidad requeridas, conservan un hábitat acorde con su modo de vida, además cuando las condiciones climáticas favorecen su crecimiento, desarrollo y reproducción y, sobremanera cuando es baja la cantidad de insectos predadores y parásitos. Las poblaciones crecen cuando las condiciones ambientales favorecen su reproducción , fecundidad, natalidad y supervivencia, lo contrario ocurre si las condiciones no son las propicias.

La aparición de aquello que llamamos “plagas” es el resultado de una fuerte intervención de los seres humanos en la naturaleza, modificando los hábitat y nichos ecológicos, en los cuales ponemos más alimento a disposición de algunas especies de insectos además de perjudicar las condiciones de vida de sus parásitos y predadores.

Entonces cada ser vivo posee un rol una función, desde una mirada dialéctica no hay buenos , ni malos. Un buen ejemplo lo constituye la hormiga *Atta vollenweideri*, la cual puede ser “plaga” en ambientes muy modificados, por ejemplo por la agricultura, donde sus grandes nidos pueden acarrear problemas para todos los animales domésticos, pero en otros lugares, la zona de Chaco Argentino, los hormigueos pueden enriquecer al suelo, favoreciendo la geminación y desarrollo de especies leñosas , enriqueciendo la diversidad vegetal (Folgarat, P. y Farji-brener, A. 2013)¹⁹¹.

¹⁹¹ Folgarait P y Farjo-brener A. 2013 un mundo de hormigas. Siglo XXI ediciones. Bs. As. Argentina

El **manejo** es palabra que vamos a utilizar para pensar nuestra intervención en los agroecosistemas, estas acciones deben ser planificadas en el tiempo y espacio y, estar acordes con variables ecológicas, económicas y culturales. Estas prácticas deben llevarse a cabo dentro de una estrategia global, los caminos que vamos a trazar para alcanzar un objetivo. Las tecnologías pueden ser **biológicas**, la utilización de feromonas, **químicas**, la aplicación de abonos foliares, **mecánicas** como las trampas de luz para capturar insectos sin olvidar y las tecnologías **de proceso**, basadas en el conocimiento, por ejemplo las asociaciones entre especies, las fechas de siembra oportuna, etc.

Ahora bien, es muy común que los seres humanos, en especial los agricultores/as, reaccionemos cuando una "adversidad" se interponga a nuestros objetivos de obtener alimentos de alta calidad intrínseca. Como ya vimos, estas reacciones pueden ser múltiples produciendo diversos efectos en el agroecosistema.

Desde nuestra perspectiva antropocéntrica, en la cual solo pensamos en el corto plazo y en nuestro beneficio, llamamos adversidad a todo aquello que puede frustrar los objetivos propuestos y planes establecidos. Una adversidad puede ser una lluvia excesiva, el viento, el granizo, pero también puede ocurrir la presencia de otros seres vivos que se alimentan de las plantas que cultivamos. Entre ellos cabe mencionar a los insectos, los ácaros, las bacterias, los hongos y las plantas silvestres.

Los insectos: se trata de seres vivos que se caracterizan por poseer un cuerpo segmentado en tres partes (cabeza, tórax y abdomen). Mientras que en la cabeza poseen las antenas y el aparato bucal, en el tórax se hallan tres pares de patas y en general 2 pares de alas de diferente tipo – que además de posibilitar el vuelo, suelen brindarles protección. En el abdomen se halla el aparato reproductor y el excretor. Nos interesa particularmente el aparato bucal con el cual obtienen sus alimentos siendo los principales; a- *aparato masticador* compuesto por fuertes mandíbulas como el caso de las hormigas y bicho moro. B- *Aparato chupador* donde hallamos estiletes que penetran en las partes de la planta y extraen el alimento como en el caso de las chinches y los pulgones y c- *aparato raedor*, esto es cavan los tejidos de las plantas, esperan que emerja la savia para luego absorberla, este es el caso de los trips. Estos insectos dejan caminos o galerías sobre las hojas, flores o frutos de los cuales se alimentan, pudiendo observarlos en los frutos de mandarinas. En el caso de las

mariposas poseen una trompa con la cual absorben el néctar de las flores, mientras que las moscas poseen un aparato chupador con el cual absorben su alimento.

También es importante que conozcamos la metamorfosis de los insectos, es decir los cambios de fisionomía y de alimentación, a lo largo de su vida. En este caso hay algunos que poseen metamorfosis completa pasando de huevo a larva, de este estado al pupa o crisálida y de allí a adulto (como el caso de la mosca de la fruta). Generalmente a la larva la llamamos gusano o isoca. En otros casos los insectos poseen metamorfosis incompleta, de la fase de huevo pasan a ninfa y de este estado a adulto. La ninfa y el adulto son semejantes en su estructura solo diferenciándose en el tamaño. Por lo general en el primer caso las larvas y adultos son quienes se alimentan de nuestras plantas, mientras que en el segundo lo son las ninfas y adultos. Hay casos donde adultos y jóvenes son perjudiciales y en otros solo una etapa, por ejemplo, la larva o gusano del bicho torito o candado se alimenta de raíces mientras que el adulto participa en la descomposición de la materia orgánica.

Los insectos no solo se alimentan de plantas, por ejemplo las hormigas pueden modificar el terreno donde viven y se alimentan, acelerar el reciclaje de nutrientes, airear el suelo, diseminar semillas y contribuir al hábitat de otros insectos con sus desechos así como aportar nutrientes que son utilizados por las plantas (Hölldobler y Wilson 1990)¹⁹²

Por último, hay insectos que se alimentan de otros insectos. En este caso desde una mirada antropocéntrica y utilitarista los llamamos benéficos, tal el caso de la arañuela blanca o ámbar, las vaquitas de San Antonio, el tata Dios, la juanita, etc. Las arañas también son parte de este grupo, que además de poseer un periodo de vida más prolongado que el de sus presas, son generalistas y no migran de un lugar a otro.

Los ácaros: son arácnidos de pequeño tamaño con 4 pares de patas en estado de ninfa y adulto y sólo tres pares de patas en estado de larva, siendo los machos de menor tamaño que las hembras. La mayoría son ovíparos, aunque algunas especies son ovovivíparas y vivíparas, con una fecundidad muy elevada. Los ácaros se reproducen con más intensidad en situaciones de baja humedad y con temperaturas elevadas. La causa de una mayor densidad de los ácaros en el verano son su fecundidad y capacidad de adaptación a períodos calurosos y secos junto a su facilidad de dispersión por el viento

¹⁹² Hölldobler, B. & Wilson, E. O. (1990). The ants. Harvard University Press, Cambridge. 732 pp.

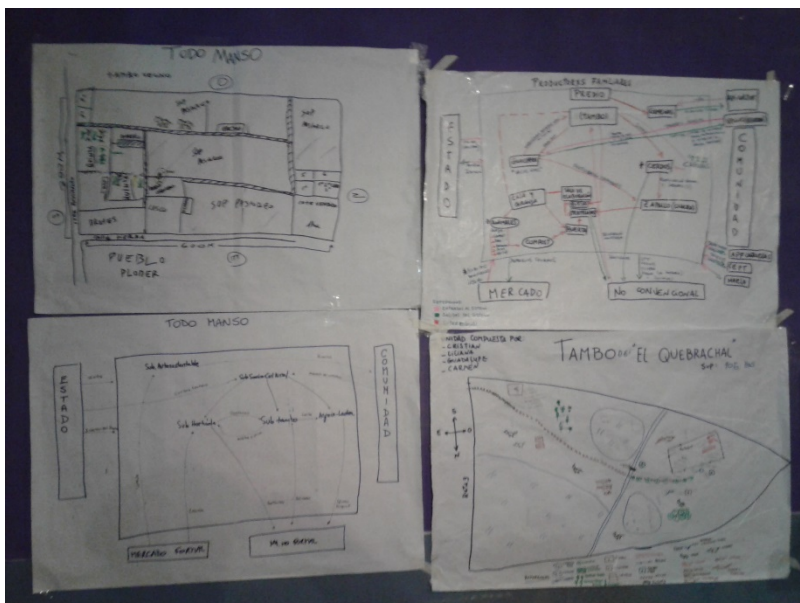
Los Moluscos: Causan daños a las plantas las babosas (*Agriolimax agrestis*) y los algunos "caracoles" (*Helix hortensis*). Las babosas carecen de caparazón, mientras que los caracoles llevan la característica caparazón dorsal. Dejan un rastro de mucosa al arrastrarse que al secarse toma un aspecto plateado. Las hojas se llenan de agujeros y pueden llegar a quedarse roídas por franjas, como desflecadas. Por lo general salen solo de noche permaneciendo de día en superficies lisas, cerca de la huerta, en estado de quietud. El mayor daño lo hace en las plántulas de los almácigos, en las recién trasplantadas y en algunas hortalizas de hoja (repollos) y de fruto (tomate).

6-DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE AGROECOSISTEMAS: LAS ESTRATEGIAS, LAS PRÁCTICAS Y LAS TECNOLOGÍAS.

Planificar implica tener **objetivos** claros de aquello que queremos lograr y que surgen a partir de un adecuado **diagnóstico** de la realidad, y de nuestros deseos, y que implica manejar los bienes comunes naturales, utilizar los insumos y las capacidades internas en el desarrollo de las **actividades** productivas, comerciales, y de intercambio.

Desde la planificación, junto al diseño, se organizan las actividades de manejo de los cultivos (siembras, trasplantes, podas) y la cría de animales (pariciones, alimentación) así como sus posibles vinculaciones.

En el caso de los productores /as convencionales que deseen repensar sus agroecosistemas desde una cosmovisión integral basada en la sustentabilidad y la inclusión de los seres humanos en la naturaleza, se hace necesario pensar en un proceso de transición hacia la agroecología.



6-1-LAS TRANSICIONES

Se requiere un proceso de varios ciclos para reconstruir, y reconstituir, los agroecosistemas y con ello generar los procesos ecosistémicos que pueden asegurar una productividad adecuada, la equidad, el equilibrio dinámico y la sustentabilidad de estos. En este sentido, Gliessman (2002)¹⁹³, manifiesta que la transición agroecológica es el pasaje gradual de sistemas convencionales de producción con escasa diversidad y dependientes de insumos externos, con poco respeto por la naturaleza, hacia otros basados en la diversidad biológica y la nutrición integral de los suelos. Por su parte, Guzmán Casado *“La transición de la agricultura de tipo industrial a la agricultura ecológica puede involucrar diferentes niveles (internacional, regional, local y predial) y su realización implica la sustitución de tecnologías altamente dependientes de capital (como los fertilizantes químicos y los productos fitosanitarios convencionales) y generalmente contaminantes y degradantes del ambiente (el laboreo profundo y continuado, la quema de rastrojos, etc.), por otras que permitan el mantenimiento de la diversidad biológica y de la capacidad productiva del suelo a largo plazo (Guzmán Casado et al, 2000)*¹⁹⁴.

La transición es un proceso, no es algo que surja de manera fugaz y súbita, sino que implica fases en las cuales se operan cambios en las visiones, motivaciones, conocimientos , ideas, necesidades de los productores/as para desde allí generar modificaciones en la diagramación y diseño de los agroecosistemas y en las estrategias, prácticas y tecnologías utilizadas. Se prescinde de la utilización insumos caros y contaminantes, los cuales son reemplazados por tecnologías de procesos basadas en las ideas, el conocimiento y las prácticas de los productores/as.

Se requiere del desarrollo de una estrategia global, a partir de la relación de actores concretos, en un proceso continuo y dentro de un contexto determinado. Así como la transición posee un inicio, basado en las determinaciones tomadas por los miembros de las unidades productivas debe tener una finalización, de lo contrario se puede transformar en una “zona de confort” , en una transición eterna, muy de moda en la actualidad en la cual solo se realizan “retoques” parciales de los sistemas productivos sin realizar reales transformaciones en el diseño y las practicas realizadas, determinando una continuidad en la aplicación de plaguicidas (Souza Casadinho,

¹⁹³ Gliessman, S. 2002. agroecología: procesos ecológicos en la agricultura sostenible. CATIE. Costa Rica

¹⁹⁴ Guzmán Casado, G.; González de Molina, M. y Sevilla Guzmán, E. (2000). *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. Editorial Mundi-Prensa, Barcelona.

2017).¹⁹⁵ La transición es un proceso en cuya duración, complejidad, “angustias” y características intrínsecas influyen factores sociales, ecológicos, económicos, técnico – agronómicos y culturales (Souza Casadinho y Villa, 2015)¹⁹⁶



integración de cultivos, Bellavista , Corrientes

En el análisis de la transición, el concepto de **fase** es más apropiado que el de **etapa**, tal como sucede en los procesos de investigación, dado que , según Samaja *“este último implica una metáfora mecánica, ya que alude a estaciones en un cierto camino, por el contrario que el termino fase permite introducir una metáfora más rica y más próxima a la complejidad real de las relaciones que se dan entre los componentes o momentos del proceso de investigación ...como en el proceso epigenético , en el proceso de investigación las funciones que se desarrollarán en las fase más avanzadas y complejas ya están presentes en las fases iniciales, aunque los órganos y estructuras que las cumplen sean irreconocibles”* (Samaja, 1993)¹⁹⁷.

¹⁹⁵ Souza Casadinho ; J. 2017 “Actores, procesos y relaciones en la producción, comercialización y consumo de hortalizas en ferias de la economía social en el Área metropolitana de Bs. As. XII Jornadas de Sociología de la Facultad de Ciencias Sociales Sociología de la Universidad Nacional de Bs. As.

¹⁹⁶ Souza Casadinho, J. Y Villa G. 2015 “Análisis del proceso de transición hacia la agroecología entre productores hortícolas ubicados en el distrito de Open – Door, Buenos Aires, Argentina” UNLP IV congreso internacional de la Sociedad científica Latinoamericana de Agroecología. SOCLA

¹⁹⁷ Samaja, J. 1993. Epistemología y Metodología. EUDEBA. Bs. As

Entonces, es posible mencionar la existencia de varias fases en dicho proceso, que pueden surgir y manifestarse al unísono o hallarse desfasadas en el tiempo.

- 1- Cambios en la cosmovisión de productores /as respecto a la inclusión de los seres humanos en el ambiente y nuestra relación con todos los seres vivos que deriven en modificaciones en los modos de producción tornándolos más sustentables y menos dependientes de insumos externos. Visualización de los agroecosistemas como productores de alimentos en vez de producir mercancías.
- 2- Valoración del trabajo humano y de la organización entre actores dentro de los sistemas alimentarios.
- 3- Rediseñar de los agroecosistemas fomentando los flujos, relaciones funcionales ente componentes y ciclos naturales. Aprovechamiento integral de la energía, de los nutrientes del suelo y del agua de lluvia y riego. Fomentar los servicios ecosistémicos. ,
- 4- Reducir la utilización de insumos externos (comenzando por una disminución en el uso de los plaguicidas más peligrosos para la salud socioambiental).
- 5- Reemplazo de insumos por estrategias, prácticas, tecnologías que incrementen la vida en el suelo, mejoren sus propiedades e incrementen la diversidad biológica ya sea cultivada como natural.

También es importante tener en cuenta la escala o territorio en el cual se realiza dicha transición, partiendo desde una parte del predio a un territorio que abarque varios agricultores /as.

6-2-DISEÑO DEL AGROECOSISTEMAS

Un agroecosistema puede ser entendido como un ecosistema que es sometido por los seres humanos a frecuentes modificaciones de sus componentes bióticos y abióticos. Además de plantearse y llevarse a la práctica en un marco ambiental determinado – calidad de suelo, clima, topografía- se efectúa en un contexto socioeconómico y político que también interactúa con los procesos y ciclos naturales. Buscamos explorar la complementariedad y sinergia combinando componentes naturales y cultivados en subsistemas pecuarios y agrícolas mediante la implementación de diversas estrategias, prácticas y tecnologías a lo largo del tiempo y del espacio

Diseñar implica realizar un diagrama con; a- Los componentes del agroecosistema, los naturales y los cultivados o criados (animales, pasturas, cultivos , infraestructura). b- Las vinculaciones con la naturaleza, donde el sistema se halla inmerso. c- Los ingresos externos de insumos y energía. d- Las salidas del sistema (productos, subproductos,

residuos). Para lograr un adecuado diseño se requiere conocer las necesidades óptimas de cada componente animal o vegetal así como las interacciones o vinculaciones con el resto de los componentes del sistema.

Como ya mencionamos se persigue generar sustentabilidad, resiliencia y un equilibrio dinámico, que habitualmente se pierde en los sistemas bajo monocultivo, incrementando el número de especies de plantas y animales, la diversidad genética en el tiempo y el espacio, mejorando la biodiversidad funcional (enemigos naturales, antagonistas, etc.) e incorporando materia orgánica en el suelo aspecto que promueve la actividad biológica. Respecto a los componentes, tal como lo propone la permacultura, se requiere conocer los requerimientos (necesidades) de cada uno así como los aportes al sistema. Si hablamos de un vegetal, por ejemplo maíz, se deberá conocer sus demandas respecto al tipo de suelo, nutrientes, temperaturas, cantidad de agua durante el ciclo de cultivo, protección contra insectos, etc. Al mismo tiempo conocer sus aportes directos en cantidad de granos, residuos para compostar, residuos para alimentar al ganado, servicios ecosistémicos, etc.

En la conceptualización y diagramación se debe lograr la mayor relación con el paisaje preexistente en cada lugar con la finalidad de alterar lo menos posible las especies y relaciones efectivas entre los organismos vivos y componentes no vivos que habitan en las fases aéreas, superficiales y subterráneas del suelo.

Por último, en este diseño también debemos respetar e incrementar los **servicios ecosistémicos**, entendidos como los aportes que pueden hacer los componentes naturales, y cultivados, de los ecosistemas a ciertos procesos que dan sustentabilidad y posibilitan la vida en el planeta (polinización por insectos, formación y protección de los suelos y fijación de dióxido de carbono).



Integración de cultivos, Familia Villafañe, Bellavista, Corrientes

6-3-PLANIFICACIÓN

6-3-1- CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN SUELO

El suelo es un ecosistema en sí mismo dada la interrelación entre los componentes vivos (bacterias , insectos), los inertes (arcilla, limo , arena), entre ellos y con el resto del ambiente. Las plantas requieren agua y nutrientes minerales para cumplir las funciones vitales implícitas en su crecimiento y desarrollo, algunas de los nutrientes los necesitan en grandes cantidades como el nitrógeno, el fósforo y el potasio , otros, en cambio, en pequeñas proporciones como el zinc, el cobalto y el molibdeno. La carencia de estos últimos, aunque demandados en pequeñas cantidades, puede impedir el desarrollo de funciones vitales. En estos casos la planta puede no desarrollarse o estar más indefensa frente a los agentes externos, por ejemplo los insectos.

Dentro de los componentes más importantes de los suelos hallamos a la materia orgánica. En general cuando hablamos de materia orgánica nos referimos a todos los materiales que provienen de la vida, y que propenden, posibilitan y le dan continuidad, incluido nuestro existir. En este caso los residuos orgánicos vegetales y animales "crudos", tal como se encuentran en la naturaleza, se transforman en otros compuestos orgánicos como el humus, el cual se convierte a su vez en nutrientes minerales, los alimentos de las plantas.

A su vez el humus posibilita mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

Es importante tener en cuenta que tanto la descomposición de las plantas y transformación en humus constituyen procesos naturales realizados por una innumerable cantidad de bacterias, hongos, lombrices e insectos, en presencia de aire, de allí que es una descomposición y no una pudrición.

Un suelo bien abonado posee una buena **estructura**, la agregación de las partículas originales, que puede ser en bloques, en láminas, en migajas. La Estructura junto con la **textura**, la proporción entre los constituyentes originales como el limo, la arcilla y la arena, dan lugar a las características del suelo como la porosidad, es decir la proporción de poros, agujeros de diferentes dimensiones que se hallan entre las partículas del suelo y los agregados, las cuales retienen el agua pero además posibilitan el paso del aire.

A su vez los suelos con adecuados contenido de materia orgánica poseen siguientes características:

1. **Fertilidad:** cantidad adecuada de materia orgánica, humus y nutrientes (nitrógeno, calcio, hierro, boro, magnesio, etc.).
2. **Absorción /fijación:** de nutrientes evitando la **lixiviación**, por arrastre en el agua de lluvia y riego en su ingreso a las capas subsuperficiales del suelo o la **denitrificación**, pérdida de nitrógeno, por el aire, ante condiciones de altas temperaturas y humedad.
3. **Neutralización:** Retención de elementos que pueden ser nocivos para el suelo, y las plantas, como el aluminio.
4. **Cohesión o aglomeración:** de las partículas del suelo en la formación de agregados. Con ello se logra una adecuada porosidad
5. **Protección:** del suelo, con adecuada cobertura, resguardándolo del viento, el sol y de la lluvia. Evitando la **Compactación** o apelmazamiento de la superficie que puede darse, ya por el pasaje de la maquinaria durante las labores de preparación del suelo, siembra y cosecha así como por la destrucción de los agregados por la incidencia de las gotas de lluvia. En los suelos compactados se verifica un menor ingreso de agua y aire, así como dificultades en la emergencia de las plántulas luego de la siembra. La menor entrada de aire implica una interferencia en el metabolismo de las raíces además de entorpecer el ciclo y producción de los nutrientes
6. **Interrelación:** entre organismos "benéficos" y "perjudiciales" de tal manera que la población de cada uno se mantiene en armonía, ninguna población "se dispara". En un suelo abonado hay más cantidad de *Micorrizas*, hongos del suelo que ayudan a las plantas a captar fósforo y agua. Además se posibilita una mayor interacción (simbiosis)

entre las bacterias que captan nitrógeno del aire, *los Rhizobium*, y la plantas de la familias de las leguminosas (habas, arvejas, porotos).

7. **Estabilidad:** Resistencia a la disgregación en los agregados que conforman las partículas de suelo. Tal que pueden posibilitar resistencia a la compactación y erosión

8. **Profundidad:** tal que posibilita el crecimiento de las raíces, aun de aquellas especies con raíces profundas, como los árboles y arbustos .

9. **Infiltración:** adecuada velocidad en la penetración del agua de lluvia y /o de riego.

10. **Retención:** de agua adecuada para la absorción por parte de las raíces.

11. **Acidez (pH):** La materia orgánica puede estabilizar la acidez del suelo. Las plantas y los microorganismos necesitan una acidez neutra y balanceada. Si el pH es muy **ácido**, las bacterias no pueden vivir lo contrario puede suceder con los hongos. Recordemos que necesitamos de ambos grupos de organismos para que se produzca una adecuada descomposición de la materia orgánica, y también para el crecimiento de las plantas.

12. **Solubilización del fosforo:** Dada las posibilidades de retención de agua en el suelo y **Asimilación** del mismo nutriente por parte de las raíces. Es bueno conocer que este mineral muchas veces queda retenido o adsorbido (inmovilizado) en el suelo, como las agujas de coser por parte de un imán.

13. **Densidad aparente.** Es la relación entre el peso y el volumen de una muestra de suelo. La densidad del suelo se relaciona de manera inversa con la porosidad. Los suelos con alta densidad se hallan compactados, poseen menos poros y con ello menor capacidad de infiltración y almacenamiento de agua.

14. **Resistencia mecánica.** Se relaciona con la oposición del suelo a la penetración de un cuerpo rígido. Se vincula con la compactación y ambas con la obstrucción que el suelo puede ofrecer a la penetración de las raíces.

El Manejo sostenible del suelo implica el respeto de los ciclos, flujos y relaciones que involucran a todos sus seres vivos y componentes abióticos de tal manera que pueda manifestar las propiedades ya mencionadas, y así, mantener las condiciones de sustentabilidad, resiliencia y productividad del agroecosistema y la manifestación de servicios ecosistémicos, como la adaptación al cambio climático. Se trata de observar los procesos biogeoquímicos que se dan en la naturaleza, para luego tratar de llevarlos y adaptarlos a los agroecosistemas.

6-3-2 LA TEORÍA DE LA TROFOBIOSIS

Según la teoría de la trofobiosis, *de Trofo alimento*, la nutrición orgánica de los suelos, a partir del reciclaje de materiales orgánicos, posibilita una alimentación equilibrada de las plantas redundando en óptimas posibilidades de crecimiento y desarrollo. Una alimentación equilibrada viabiliza un balance entre los procesos internos implícitos en la síntesis, transformación, circulación y uso de los hidratos de carbono y proteínas (un adecuado metabolismo) y con ello, por ejemplo, la regularización del crecimiento y grosor de las hojas junto a las posibilidades de lograr una adecuada floración y fructificación. Además, las plantas poseen más defensas internas y menores posibilidades de ser atacadas por insectos y enfermedades. Entonces, una planta sana es menos agredida por hongos, insectos y nematodos, aspecto que redundaría en la no utilización de plaguicidas que además de costosos son contaminantes de los alimentos, al agua y el aire.

6-3-3- DIFERENTES MODOS DE ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE ABONOS QUE SERÁN DISPUESTOS EN EL SUELO

A-COMPOSTAJE

El compostaje es un proceso natural mediante el cual se produce una descomposición aeróbica, en presencia de aire, de los residuos orgánicos vegetales y animales "crudos" tal como se encuentran en la naturaleza, hasta su transformación en otros compuestos orgánicos como el humus, el cual se convierte a su vez en nutrientes minerales, los alimentos de las plantas. El producto obtenido de esta descomposición lo llamamos abono orgánico, abono compuesto o compost. Se trata de un compuesto estable, con olor agradable, rico en materiales orgánicos y nutrientes. No debe contener bacterias patógenas (que causen enfermedades) y, en lo posible, sin semillas de plantas silvestres que pueden tornarse en un problema al competir por agua, sol y alimentos con nuestras plantas cultivadas. Otras características deseables del compost son: una relación entre el Carbono y el nitrógeno de 20 partes a una, una acidez (el pH) de entre 5,8 a 7,2, una cantidad de nitrógeno total de 2,2- 2,9 %. Por su parte la cantidad de fósforo total puede llegar a 10 gramos cada kilogramo de abono compuesto. Además, debería poseer una baja conductividad eléctrica, aspecto que indica que el contenido de sales es menor a 1ds/m



Abonera en tanque de metal

En su elaboración podemos utilizar todo residuo de origen "natural", todo aquello que alguna vez vivió o proviene de un organismo vivo.

Podemos utilizar:

- **Residuos de actividades familiares:** Restos de hortalizas, borra del café, yerba, saquitos de té, residuos de poda, pasto, hojas de árboles, restos de carpidas o desyuyes.
- **Residuos de actividades ganaderas:** Estiércoles, orines y plumas.
- **Residuos agrícolas:** Restos de vegetales, cascara, restos de poda),
- **Residuos forestales:** Hojas, ramitas, cortezas)
- **Residuos provenientes de algunas industrias:** Por ejemplo las alimentarias y siempre y cuando los materiales no estén contaminados con químicos, por ejemplo el aserrín proveniente de la industria forestal.

Además siempre conviene utilizar abono maduro, proveniente de aboneras ya realizadas, o tierra proveniente de alfalfares, o que podemos sacar de debajo de árboles, dado que allí viven microorganismos e insectos que participarán del proceso de descomposición.

Si bien todos los restos se descomponen, el ritmo o tiempo oscilará según sus componentes o constituyentes químicos, alguno de ellos son muy resistentes a la degradación y su tiempo de residencia en la abonera (días, meses, años que tardan en descomponerse) es muy largo por ejemplo los huesos de animales o cañas de algunas plantas.

Necesitamos crear las condiciones propicias para el desarrollo de insectos, bacterias y hongos que realizarán la transformación de la materia orgánica: Brindarles alimento propicio, adecuadas condiciones de humedad y acidez así como ausencia de sustancias tóxicas. Todo este proceso no se debe atraer moscas, ni roedores, tampoco generar olores desagradables. Debemos tener en cuenta que mientras el proceso de **humificación** es realizado por insectos, hongos, roedores, lombrices, y bacterias de distinto tipo que pueden compartir su comida y trabajo, el proceso de **mineralización** solo es llevado a cabo por un tipo de bacterias especializadas, por ejemplo las bacterias que transforman el nitrógeno orgánico en nitratos inorgánicos.



Abonos orgánicos , huerta Rhizobium , Escobar, Buenos Aires

Respecto a la utilización , los productores /as realizan las siguientes prácticas;

- ✓ Colocan una capa de abono en todo el bancal, surco o tablón antes de la siembra de las especies de otoño o primavera
- ✓ Colocan el abono solo en la línea de siembra – incluso en cultivos extensivos como la soja-
- ✓ Colocan abono solo en el orificio o abertura donde ubican el plantín durante el trasplante
- ✓ Lo utilizan cuando se realizan los almácigos, solo en mezcla con otros materiales.
- ✓ Colocan una capa de abono en las plantas de tomate un mes y medio antes de la fructificación, así posibilitan su descomposición para cuando la planta se halla en la fase de llenado de los frutos y requiere más alimento.

B-LOMBRICOMPUESTO

Se trata de un componente biológico producto del metabolismo de la lombriz californiana. Es de color oscuro, suave al tacto, estable y con una riqueza intrínseca en sustancias orgánicas (como hormonas y reguladores del crecimiento) y minerales (nitrógeno, calcio, fósforo, potasio y micronutrientes). Las lombrices ingieren los materiales y los excretan en una mezcla de tierra y materia orgánica, estos productos, que poseen una alta humedad y capacidad de intercambio de nutrientes, se caracterizan por ser reguladores y correctores del suelo. Además, son bioestables, dado que no se pudren, poseen una elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana y posibilitan una rápida asimilación de nutrientes por las raíces de las plantas.

Se confecciona criando y alimentando lombrices bajo condiciones determinadas de cría y alimentación. En primera instancia se deben confeccionar pilas donde se combinan capas diferentes materiales orgánicos: pasto, hojas, estiércol de animal herbívoros, restos de cosecha y residuos domésticos biodegradables. Estos materiales se riegan y mezclan para que se produzca la descomposición progresiva de la materia orgánica y transformación en compost. Las pilas pueden tener 5 metros de largo por 60 centímetros de alto. Cuando la temperatura del compost es similar a la del ambiente, se inocula, se colocan las lombrices californianas, las cuales continuarán con la transformación del compost hasta lograr el lombricompost.

El producto obtenido resulta de excelente calidad para propiciar la actividad biológica de los suelos y desde allí mejorar sus propiedades químicas y físicas como la acidez, infiltración y retención de agua. Se aplica al suelo antes de realizar los almácigos y los trasplantes de hortalizas, incorporándolo y mezclándolo con los primeros 10 centímetros del suelo. En los árboles frutales se agrega en la proyección de la copa, también incorporándolo en los primeros centímetros del suelo.

• BOCASHI

Si bien existen varias fórmulas para su confección por lo general se utiliza una mezcla de estiércol animal (15 Kg.), levadura (100 Gramos), afrechillo de trigo (10 Kg.), melaza (1Kg.), tierra negra (2 Kg.), carbón (10 Kg.) y agua. Se mezcla todos los productos secos para luego agregar agua hasta que queda bien húmedo pero que no quede saturado. Se debe tapar con un lienzo o plástico negro removiendo tres veces cada día. A los 10 días se puede utilizar. Por lo general se utiliza una parte de bocashi cada tres partes de tierra, durante la confección de almácigos, en el repique de plantines y en el trasplante al suelo del cultivo definitivo.

D- ASERRÍN, CORTEZA DE VEGETALES, RESIDUOS ORGÁNICOS DE INDUSTRIA MADERERA

Al tratarse de materiales con alto contenido de Carbono en relación al contenido de nitrógeno, tardan en ser disgregados por las microbios del suelo, por lo cual deben ser compostados antes de ser utilizados o bien se pueden aplicar directamente en el suelo, mezclándolos con los primeros centímetros de tierra pero debemos esperar hasta la completa descomposición antes de sembrar o trasplantar (por lo menos 45 días). Se trata de materiales muy ricos en un hidrato de carbono llamo *lignina* muy importante para la favorecer la disponibilidad de fosforo en el suelo. Se debe tener en cuenta que los residuos de la industria maderera no contengan restos de plaguicidas.

E- ESTIÉRCOLES

Aplicación directa de estiércol de animal herbívoro. Con esta tecnología se persigue el objetivo de alimentar a los suelos de manera integral, pero resulta complejo para aquellos productores que no crían animales, dado que al costo de adquisición y transporte se suman las dificultades para el acarreo de los materiales. Si se aplica en forma directa al suelo se debe esperar por lo menos 45 días antes de sembrar, no solo para que se produzca la descomposición del estiércol sino para que se elimine toda posibilidad de que subsistan bacterias (*Escherichia coli*) que pueden pasar del estiércol a las hortalizas por ejemplo lechuga, rúcula y achicoria.

F- RESTOS DE COSECHA

Los residuos de cosecha; raíces, follajes, chalas, cañas, hojas, frutos que no son extraídos del sistema y que forman parte de la materia podrán ser transformados en humus y luego en nutrientes. Estos restos nunca deben quemarse, no solo porque perdemos materia orgánica, y enviamos al ambiente gases de efecto invernadero, sino porque además se generan contaminantes persistentes que afectan la salud socioambiental. Entonces, esta material debe permanecer sobre la superficie del suelo o semi enterrarse a fin de protegerlo de la desecación, de la ruptura de los agregados, del apelmazamiento (sellado) producido por las gotas de lluvia y también de la erosión. Estos restos serán paulatinamente degradados por los microbios del suelo tomando parte de los procesos de humificación. La capa protectora del suelo posibilita una mejor infiltración de agua de lluvia

G- USO DE MANTILLO DEL MONTE

Se trata de extraer la primera capa del suelo que se encuentra debajo de los árboles que constituyen el monte, selva o bosque. La misma está constituida por una mezcla de

tierra con alto contenido de materia orgánica, restos de hojas y pequeñas ramas así como una gran cantidad de insectos, bacterias y hongos benéficos. En general se utiliza para Proteger al suelo de la erosión hídrica y eólica abonando a su vez el suelo.

H- ABONOS VERDES

Se trata de la siembra y cultivo de determinadas especies vegetales con múltiples objetivos; aportar materia orgánica, trasladar y reciclar nutrientes desde las capas más profundas del suelo hacia la superficie, favorecer el aporte o fijación de nitrógeno (hasta 100 Kg /ha/año), proteger al suelo de la erosión así como también suministrar sitios de refugio, alimento y apareamiento a los insectos benéficos. Pueden sembrarse;

- a- En el mismo momento que se diseminan los cultivos anuales por ejemplo tréboles en el cultivo de trigo.
- B- Entre plantas de cultivos perennes por ejemplo frutales donde se siembra avena.
- C- También en el intervalo entre dos ciclos de cultivos de especies anuales por ejemplo sembrar la especie Mucuna entre sucesivos cultivos de maíz



Abonos verdes. avena sembrada entre las hileras de nogales, Predio La Media Luna Chilecito , La Rioja

I- HARINAS DE SANGRE

La harina de sangre se obtiene por deshidratación o desecación de la sangre proveniente de los vacunos faenados en los mataderos. Se trata de una fuente importante de Nitrógeno e hierro. Por lo general se mezcla con tierra al realizar los almácigos, en los repiques y trasplantes así como en los frutales ya establecidos donde se incorpora al suelo en la proyección de las copas de los árboles. El nitrógeno

orgánico presente en las proteínas se descompone y trasforma a su forma inorgánica con posibilidad de ser incorporado por las raíces de las plantas.

J- HARINA DE HUESO

Se trata de un abono rico en nitrógeno, calcio y ácido fosfórico. Proviene de los huesos obtenidos luego de la faena de los animales en los frigoríficos, los cuales son molidos y transformados en harinas. Especialmente indicados para ser utilizados en las pasturas con destino a la alimentación animal, en los cultivos hortícolas, florícolas y árboles frutales. Se colocan en el suelo y mezclan con los primeros centímetros de tierra.

K- RUMEN - PANZA-

Se trata de un subproducto proveniente del estómago del ganado faenado en los frigoríficos, que contiene el material que no fue digerido. Posee un pH elevado, buen contenido de materia orgánica, fósforo y calcio. Se recomienda realizar su compostaje antes de aplicarlo al suelo. Si se emplea en forma directa en el suelo antes del cultivo puede ocasionar dificultades como la atracción de insectos, propagar semillas de maíz, generar mal olor y contaminación atmosférica. Además, puede propagar enfermedades debido a los vectores que puede albergar, y el lixiviado de su descomposición puede conducir a la contaminación de las aguas subterráneas.

L- HARINA DE PESCADO

Se trata de residuos de la industria pesquera. Se elabora a partir de la cocción, prensado, secado y molienda de peces y sus subproductos. Posee un alto contenido de nitrógeno y potasio, de liberación lenta, que favorece el desarrollo radicular de las plantas mejorando a su vez la fructificación. Se utiliza mezclado con otros sustratos y tierra en la confección de almácigos y en los trasplantes.

M- SALES MINERALES.

Son productos que contienen los nutrientes en la forma asimilable por las plantas. Por lo general aportan un solo nutriente. Se pueden aplicar al suelo, en el caso de los frutales, o en el agua de riego para el caso de las hortalizas. Se trata de bórax y sulfatos de magnesio, de calcio, de cobre, de potasio y de cobalto. También cloruros como el de potasio.

N- ROCAS

Rocas naturales que contienen minerales y que aplicados al suelo producen la liberación lenta de los nutrientes que pueden ser absorbidos por las plantas. Se puede utilizar roca fosfórica natural o fosforita que aporta fósforo, Silvita que aporta potasio, Dolomita que aporta magnesio y calcio, yeso que aporta calcio además de corregir el exceso de sodio. Las rocas carbonatadas además de aportar calcio corrigen la acidez de los suelos. También se puede utilizar la conchilla, formada por la acumulación de restos fósiles de organismos acuáticos como crustáceos y moluscos

Ñ- CENIZAS

Se trata del producto proveniente de la combustión del material orgánico. Constituye un material rico en sílice, fósforo, hierro, magnesio y potasio. Puede obtenerse de la quema del material orgánico *"in situ"* o sea donde se utilizará, por ejemplo quemar arbustos, pastos, árboles y luego sembrar, tal como lo hacen los tabacaleros en misiones u obtener la ceniza de hornos, estufas, etc. para luego ser utilizados en el cultivo de vegetales. Puede aplicarse directamente al suelo o mezclarse con otros sustratos y tierra al realizar almácigos y trasplantes. No se debe utilizar ceniza proveniente de la quema de material plástico. La ceniza incrementa la acidez del suelo (pH) así como la salinidad (contenido de sales). Se debe tener en cuenta que si bien la ceniza posee una rápida asimilación por las raíces de las plantas respecto al aporte de materiales como el compost, no aporta materia orgánica, y por ello, no mejora las características de los suelos y sus propiedades.

6-4-4- ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE ABONOS O FERTILIZANTES FOLIARES

Estos productos contienen sustancias nutritivas solubles en agua , las cuales pueden ser asimiladas por las plantas

A-SUPER MAGRO

Se trata de un abono foliar natural que se obtiene a partir de una fermentación aeróbica, en presencia de aire, de una mezcla de diversos productos;

-**Sales minerales:** sulfato de calcio, sulfato de magnesio, sulfato de manganeso, sulfato de cobre, bórax y sulfato de zinc.

-**Productos llamados activadores:** azúcar , conchilla, cenizas, vísceras de animales, leche , harina de huesos , harina de carne, restos de pescado.

-Agua

-Estiércol de animal herbívoro

En un tonel colocamos 60 litros de agua y 20 kilos de estiércol de animal herbívoro, se deja fermentar una semana. A partir de allí agregamos cada semana una sal y un producto activador, revolviendo bien. Cuando completamos la inclusión de los productos minerales incluidos en la lista, procedemos a agregar 40 litros de agua dejando descansar un mes antes de utilizarlo. Para usarlo hay que filtrar bien, normalmente se utiliza al 5 %, medio litro del preparado en diez litros de agua. Se aplica sobre los vegetales (hortalizas, florales, frutales) también sobre las plantas en la fase de almacigo.



Ana Molina elaborando supermagro, Escuela de Agroecología. Marcos Paz

B- EN BASE DE ALGAS MARINAS

Se trata de sustancias muy ricas en micro y meso elementos (hormonas vegetales, vitaminas, minerales como el magnesio, azufre, manganeso, zinc y boro). Entre sus propiedades se destacan la de estimular el crecimiento y el desarrollo de las plantas, favorecer la producción de flores y frutos así como reforzar las defensas de las plantas y potenciar la captación de nutrientes que se hayan en el suelo. En un tonel o barril se colocan diez litros de agua colocando dos kilogramos de algas marinas, dejamos el preparado tres meses con la tapa cerrada, removiendo día por medio. Al cabo de ese tiempo se filtra bien y aplica sobre los vegetales y/o el suelo. Las proporciones para utilizar son de una parte de preparado de algas diluido en tres partes de agua.

C- EXTRACTO DE LOMBRICOMPUESTO

Los nutrientes se extraen del lombricompost por arrastre con agua para luego pulverizar el extracto sobre las plantas, previa dilución en agua. En primer lugar debemos obtener un recipiente de madera o metal al que se realiza un orificio de 1 centímetro cuadrado en el fondo, en este recipiente colocamos 10 kilogramos de abono de lombriz, luego agregamos agua sobre el abono que atravesándolo irá

extrayendo nutrientes minerales y otros compuestos, el agua saldrá por el orificio siendo capturada en otro recipiente. Antes de aplicar, el extracto se diluye en agua en una proporción del 10 % -1litro de preparado en 9 litros de agua-

D-VAIRO O BOSTOL

Se trata de una fermentación de estiércol de animal herbívoro en agua, en partes iguales por ejemplo 10 kilogramos de estiércol y 10 litros de agua. Los componentes se colocan en un barril cerrado sin entrada de aire (condiciones de anaerobiosis) por espacio de dos meses. Luego se filtra muy bien (por ejemplo con una media de nylon) y aplica en la proporción de una parte del preparado por una parte de agua. Además de suministrar nutrientes a las plantas, vía foliar, se trata de un fungicida y bactericida. Dado que puede manchar los frutos se debe evitar la aplicación en periodo de fructificación como en el caso del cultivo de tomate. Durante el proceso de fermentación se debe dejar salir el gas metano producido mediante la instalación de una pequeña manguera en el tambor que conduzca el gas hacia al exterior.



Preparado en base a estiércol de vaca- Huerta Grande, Escobar, Buenos Aires

E-ORINA DE VACA

Se trata de un biopreparado que aporta nitrógeno de manera natural. Se recoge la orina de la vaca de manera directa o con tecnologías tal que permitan capturarlo y llevarlo a lugar de recolección (caños /chapas). La orina se deja reposar 4 días en un recipiente cerrado. Se puede mezclar un litro de orina en 20 litros de agua, aplicando cada 10 días sobre los cultivos.

7-PREPARACIÓN ADECUADA DEL SUELO

A partir del laboreo del suelo previo a la siembra y/o trasplante de los vegetales se debe generar una cama de siembra adecuada tal que posibilite: a- una germinación

apropiada de las semillas y emergencia de las plántulas. b- un adecuado crecimiento y exploración del suelo por parte de las raíces. c--una adecuada infiltración y retención de agua de lluvia y riego. d- Recreación de apropiadas condiciones de alimentación, aireación y acceso al agua para los insectos, bacterias y hongos del suelo. e- un adecuado ingreso de oxígeno tal que posibilite una adecuada descomposición de la materia orgánica y su transformación en nutrientes. f- Una cobertura eficaz que evite la erosión hídrica y eólica. g- un manejo integral de las hierbas silvestres. Los cambios físicos del medio edáfico, no sólo pueden afectar a los organismos que viven en él mismo, sino también, a sus relaciones con el medio y su comunidad, alterando significativamente la abundancia, biodiversidad y composición de las especies que viven en el suelo (Ortega Villasana y Ullé)¹⁹⁸

Por lo general en las propuestas agroecológicas se utilizan herramientas de penetración vertical que son capaces de remover el suelo y eliminar algunas plantas silvestres sin invertir "el pan de tierra", dejando residuos en la superficie tal que se evite tanto la compactación, formación de costras superficiales, como la erosión, mejorando a su vez la infiltración de agua de lluvia.

En los suelos con elevado uso agrícola trabajados con maquinaria "pesada" se suelen crear capas o porciones duras de partículas a nivel subsuperficial, 25 cm de la superficie, que se hace necesario remover con arado de cinceles o subsoladores con la finalidad de posibilitar el crecimiento de las raíces, junto a la absorción de agua y nutrientes, así como el intercambio gaseoso y la infiltración de agua.

En ocasiones el tipo de labranza utilizada puede implicar cambios en la supervivencia y dinámica poblacional de los insectos, por ejemplo las aradas profundas con inversión del pan de tierra, puede implicar exponer en la superficie a larvas como las de la oruga minadora de los cereales (*Syringo* Sp), de este modo las mismas se hayan más expuestas a la sequedad ambiental y el accionar de los insectos predadores. También hay productores agroecológicos que prefieren utilizar arados de reja, que invierten el pan de tierra, para manejar a las especies silvestres que pueden competir con el cultivo, en este caso suelen utilizar la siguiente expresión; "a las plantas las mandamos bien abajo....".

Nunca hay que quemar los rastrojos (restos de la cosecha) de los cultivos, ya que, aunque las cenizas son una muy buena fuente de minerales aptos para el consumo de las plantas suelen producirse tres procesos negativos; a-se pierde materia orgánica de los suelos y con ello se desperdician nutrientes y desajustan las propiedades de ese

¹⁹⁸ Ortega Y Villasana, P.; Ullé, J.A. 2013. Macrofauna Edáfica Asociada a Cultivos en Agricultura Orgánica. En: Ullé J.A. (ed.) Bases tecnológicas de sistemas de producción agroecológicos: nodos agrícola ganadero horticultura orgánica y cultivos perennes. Agroecología. INTA, Estación Experimental Agropecuaria San Pedro. Ediciones INTA. Buenos Aires. Argentina. Informe técnico 2013. 202 p

suelo que dependen de dicho compuesto. B- los suelos quedan desnudos merced al viento y el agua que producen erosión y, a las elevadas temperaturas que producen evaporación del agua del suelo. C- Las gotas de lluvia al impactar sobre los suelos descubiertos producen la ruptura de los agregados y la formación de costras a nivel de la superficie. La pérdida de la estructura del suelo impide un ingreso y almacenaje del agua adecuado así como dificulta el crecimiento de las raíces. Estas costras, además dificultan el ingreso de agua provocando erosión. D- Se producen cenizas con alto contenidos de dioxinas y furanos altamente contaminantes y alteradoras de la salud socioambiental

Las cubiertas vegetales muertas (mulching o acolchados) están constituidas por hojas secas de árboles, restos de cultivo, hojas de vegetales, incluso silvestres, las cuales se esparcen sobre el suelo. Esta capa vegetal protege al suelo de la desecación y del efecto de las gotas de lluvia. Además suministran materia orgánica, refugio para insectos benéficos, evitando tanto el enfriamiento como la elevación excesiva de la temperatura del suelo.

8- LA SIEMBRA.

8-1-SIEMBRA DE VARIEDADES APROPIADAS

La siembra es quizás la práctica más importante para asegurar un bien crecimiento y desarrollo de los vegetales. Esta incluye la elección de la época propicia, el modo o método empleado, así como la semilla cuyo origen, estado y características propias de la especie son fundamentales.

La producción agropecuaria, nuestra alimentación, la vida toda depende de la semilla. Es el principio y el fin del ciclo de la producción agraria y de la alimentación en las familias. Una semilla lleva en su interior valores, visiones, y formas de vida que la acercan al ámbito de lo sagrado. Los conocimientos de los agricultores /as familiares, sus lenguas, y la diversidad biológica y cultural autóctona están impresos en las semillas y en sus estrategias y modos de selección, producción y conservación. La conservación de semillas ancestrales se da en los planos de la cultura, la ética, la política y la espiritualidad. Cada comunidad en función del clima de la zona, de los suelos predominantes, de las condiciones de vida y costumbres e incluso de las adversidades (insectos presentes) fueron seleccionando, adoptando y adaptando sus propias variedades de semillas.

Entre las pautas y objetivos para enriquecer, conservar y atesorar semillas se hallan (Souza Casadinho, 2022)¹⁹⁹:

A-LA CALIDAD ALIMENTARIA

Las semillas son seleccionadas y cultivadas por los productores/as, ya por su calidad y cualidades para producir alimentos (consumo en fresco, panificación, dulces, etc.) como por los contenidos en vitaminas, proteínas, azúcares, minerales.

B- PRODUCTIVIDAD

Cuando se persigue incrementar los rendimientos (de manera sustentables), se investiga, registra, comparten saberes y busca seleccionar, con criterios subjetivos y objetivos, las “mejores plantas”, para que éstas den posteriormente semillas acordes a los parámetros buscados. En general debe pensarse en la producción integral de la planta (incluida por ejemplo la cantidad y calidad de las cañas, raíces y hojas) y no solamente en la producción que sale del sistema (por ejemplo la parte comestible). Se debe pensar en el sistema más que en una de sus partes, en este caso los órganos de la planta no cosechados puede alimentar tanto al suelo como al resto de los animales que integran el agroecosistema.

¹⁹⁹ Souza Casadinho, J. 2020. La conservación, enriquecimiento, cultivo, uso e Intercambio de semillas criollas en manos de los productores. La obligación de resguardar sus derechos. CETAAR/BEPE. Catamarca. Argentina



Zapallos, predio de Don Miguel , Catamarca

C-CICLO PRODUCTIVO

En este caso se busca coordinar las fechas de siembra, aprovechamiento de los vegetales y la cosecha según los requerimientos alimentarios y comerciales de la familia productora así como a las sucesiones y rotaciones entre especies agrícolas dentro del agroecosistema.

D-RESISTENCIA/TOLERANCIA A LAS ADVERSIDADES; INSECTOS Y ENFERMEDADES, VIENTO, SEQUÍA, SUELOS, ETC.

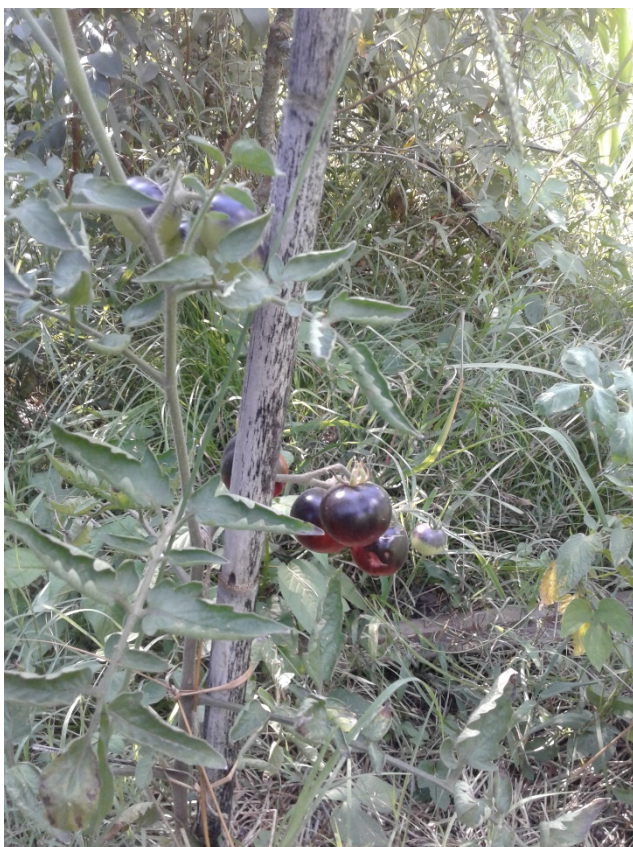
Los agricultores han sido capaces de observar y establecer criterios de selección, a fin de reproducir e intercambiar aquellas semillas capaces de tolerar el ataque de insectos, de resistir al viento e incluso adaptarse a suelos arcillosos o carentes de materia orgánica. En este caso las mismas han mostrado mejores virtudes medidas en su capacidad de crecimiento, desarrollo y producción que las variedades foráneas. En la actualidad los productores han incluido entre las dimensiones a tener en cuenta en los procesos de selección a la capacidad de adaptación al cambio climático.



Paulina seleccionando los esquejes de Mandioca, Montecarlo , Misiones

E-LAS SEMILLAS QUE NO SE HALLAN EN EL MERCADO

La preponderancia del mercado convencional como lugar de adquisición de alimentos donde los consignatarios y empresas concentradas han determinado que las empresas semilleras, y por extensión los agricultores /as, solo ofrezcan , y cultiven, aquellas variedades que se adecuen a los preceptos vigentes: la homogeneidad de colores y tamaños en las hortalizas, soportar largos periodos en las góndolas y heladeras, y plasticidad en las fases productivas (climas y suelos). De esta manera se abandona el cultivo de aquellas variedades que no se adecuen a estas normas. Es por ello por lo que muchas especies y dentro de ellas variedades específicas solo pueden hallarse en las ferias de semillas en manos de los productores/as agroecológicos.



Tomate perita de color negro , luego pasa al rojo, Huerta el Paraíso, Marcos Paz,

F-RESCATE DE VALORES ESPIRITUALES

Las semillas son el fruto de la creatividad, capacidad de observación, tesón, intercambios de los seres humanos, y con la naturaleza, propios de cada cultura recreada y establecida en un territorio dado. Los productores aprecian que a partir de la conservación e intercambio de las semillas se valora la identidad cultural, se recuperan experiencias, sueños y saberes. Además, se ponen en práctica dimensiones que recuperan la espiritualidad, las relaciones de trascendencia, la reciprocidad y los vínculos entre el ser humano y la naturaleza y, entre todos los seres vivos.



Secado de semillas de tomate

8-2- LA CALIDAD DE LA SEMILLA

En general se reconoce que las semillas son de buena calidad cuando: a- Son sanas, es decir no contienen insectos, ni esporas de hongos o bacterias. b- Conservan el embrión y los cotiledones íntegros y sanos. c- Poseen sus cubiertas íntegras. D- Tienen suficiente alimento almacenado en el endosperma, tal que les posibilite germinar y emerger del suelo en el menor tiempo posible (para liberarse de los predadores). La calidad también implica a la pureza varietal (que sean semillas de la variedad deseada y no de otra) y se encuentren libres de semillas de otras especies o variedades de plantas cultivadas o silvestres.



Preparando semillas de alfalfa, Cristina ; Catamarca

A su vez, y desde el paradigma agroecológico, se requiere de semillas de variedades adaptadas al clima y suelo local, a las prácticas agrícolas realizadas por los mismos productores esto es el manejo de las hierbas, los insectos y además sus sistemas de almacenamiento de la producción y posterior consumo, esto es características organolépticas adecuadas y un valor nutricional apropiado. En el caso de las variedades resistentes o tolerantes a los insectos y hongos, se trata de variedades que por su estructura (cantidad de hojas en la chala de maíz), composición química (presencia de glucosinolatos) o presencia de sustancias (taninos), toleran o resisten a los ataques de organismos externos. Se debe avanzar en variedades de plantas que puedan aprovechar de manera oportuna los nutrientes y el agua de acuerdo con el crecimiento de las raíces además de proveer abundante cantidad de materia orgánica al suelo y resistir, o tolerar, el accionar de insectos y enfermedades.



Embolsando frutos de Rúcula para que se sequen, Huerta el Paraíso , Marcos Paz

8-3-LA SIEMBRA/ TRASPLANTE EN ÉPOCA ADECUADA

La siembra en fecha adecuada no solo posibilita un mejor crecimiento, dado los factores ambientales, temperaturas y lluvias, sino adecuar el ciclo productivo de tal manera de poder "escapar" del accionar de insectos y aves que se alimentan de las plantas. Los agricultores/as donde se practica la agricultura biodinámica la siembra se realiza teniendo en cuenta el tipo de luna, su posición en relación al sol y el vínculo entre los planetas (calendario biodinámico)

9-LA RECREACIÓN DE BIODIVERSIDAD EN LOS AGROECOSISTEMAS

9-1-DIVERSIDAD BIOLÓGICA;

Los monocultivos no son sustentables, dado que no reproducen las condiciones de su propia existencia, aquellas que posibilitan recrear su continuidad en el tiempo y en el espacio, por ejemplo aportar materia orgánica en cantidad suficiente a los suelos favoreciendo a su vez el equilibrio biológico. Ante esta situación requieren el aporte permanente de energía eterna vía la aplicación de insecticidas, herbicidas y fertilizantes.

Además, los monocultivos le suministran de modo continuo en el tiempo alimento específico, sitios de refugio y microhábitat a los insectos perjudiciales, especialmente a los monófagos (seres vivos que se alimentan de una sola especie).

A fin de recrear agroecosistemas sustentables y resilientes se debe generar biodiversidad estructural entendida como el conjunto de componentes pertenecientes de diversos taxones, familias, especies, genotipos de seres vivos que viven y se relacionan dentro del sistema. A su vez se debe recrear diversidad funcional mediante la cual cada componente cumple una función específica, o más, dentro del sistema. La biodiversidad también puede definirse como el conjunto de seres vivos, presentes en la fase aérea, superficial y subsuperficial del suelo, en un espacio dado. Esta cantidad, variedad, variabilidad de seres vivos (organismos) le aportan al agroecosistema: a- Condiciones de hábitat y alimento a insectos predadores y parásitos de los organismos se alimentan de las plantas (fitófagos) como así también a los polinizadores. b- Condiciones de hábitat y alimento a insectos, bacterias y hongos que descomponen los residuos orgánicos. c- Especies silvestres, asociadas genéticamente a los cultivos, que aportan material para el mejoramiento. D- Variabilidad genética dentro de cada especie que dan resiliencia frente a cambios, por ejemplo en el clima. e- Materia orgánica al suelo. f- Mayor estabilidad de los agregados en el suelo. g- Protección del suelo ante la erosión. h- Posibilidad de relaciones interespecíficas entre las especies por ejemplo hongos micorrícicos con especies herbáceas y arbóreas. i- Generar barreras vivas ante el avance de hongos, bacterias e insectos perjudiciales. J- Mejorar la captación, almacenaje y uso del agua. k- Una mayor eficiencia en la captación y uso de los nutrientes minerales del suelo. L- Creación de microclimas específicos que favorecen el crecimiento de las plantas.

Es importante tener en cuenta la presencia de diversas especies (riqueza), la cantidad de organismos dentro de una especie (abundancia específica y relativa respecto a la diversidad total), la distribución en el tiempo y espacio de las especies concretas (magnitudes espacial y temporal), así como las relaciones establecidas entre ellas, más allá del reino o la familia a la que pertenezca los organismos. Cuanto mayor sea el espacio y tiempo considerado es posible que se incrementen la cantidad de componentes, las interacciones, los procesos y los nichos ecológicos establecidos. (Odum, 1.999)²⁰⁰

9-2- LAS ROTACIONES

²⁰⁰ Odum, E. 1999, Ecología. el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales. Compañía editorial Continental. México

Rotar implica cambiar, aceptar y establecer un acierta circularidad en las actividades realizadas; tanto aquellas que implican el cultivo de especies vegetales, las que se basan en la cría y engorde de animales o ambas al mismo tiempo. A su vez, y dentro de las actividades agrícolas, implica una sucesión planificada de especies, en el espacio y tiempo, tal que se enriquezca el aporte de materia orgánica a los suelos (y con ello su fertilidad), las plantas exploren distintas zonas respecto a la profundidad del suelo, también disminuyan las fuentes de infección de enfermedades (inóculos) y “cortar” o cercenar el ciclo biológico de insectos, nematodos y ácaros que pueden vivir en los restos de cultivo.



cultivo de lino orgánico,

Predio La Aurora, Entre Ríos. Foto Marina Moya

9-3- LAS ASOCIACIONES

Mediante las asociaciones se trata de cultivar en forma paralela en el mismo espacio dos o más especies (o variedades), aunque su siembra o implantación no coincidan exactamente en el tiempo. Se busca de generar complementariedades respecto al aporte de materia orgánica, a la extracción y aporte de nutrientes específicos (por ejemplo las plantas leguminosas), a la supervivencia de insectos y hongos así como a la protección de los suelos. Por su parte se busca que no demanden y extraigan los mismos nutrientes del suelo o no sean atacados por los mismos insectos y enfermedades y no compitan excesivamente por la luz solar y agua.



Asociaciones de plantas, Huerta grande , Escobar , Buenos Aires

Se trata de estudiar a fondo las características morfológicas, ciclo de crecimiento y requerimientos de los vegetales a fin de planificar los tiempos de siembra de cada especie así como las distancias y criterios de plantación.

Mediante el cultivo de especies en forma intercalada es posible incrementar la productividad y la rentabilidad, por unidad de área, aunque el rendimiento de los cultivos individuales pueda bajar, comparado con el que se obtiene cultivándolos solos. En este sentido, el análisis en términos del índice Equivalente Área (IEA), interpreta mejor el rendimiento del cultivo asociado de a pares y la ocupación efectiva de terreno que pueden realizar agricultores familiares como estrategia de diversificación productiva. En un ensayo de campo realizado en el distrito de San Pedro, Argentina, asociando diferentes variedades de Maíz y batata se demuestra, una tendencia a corroborar una mayor plasticidad en la consociación por parte del cultivo de batata, sin afectar su potencial de rendimiento en relación al maíz e incluso un mayor rendimiento en la asociación. Esta situación quizás de debe a la combinación de diferentes estratos de canopeos, a los distintos requerimientos nutricionales y a los distintos momentos críticos de competencia frente a malezas, que en cada cultivo es diferente (Ullue, J., 2019)²⁰¹

²⁰¹ Ullue, J. Diseño de cultivos de batata y maíz en consociación como herramienta de diversificación productiva en pequeñas explotaciones agrícolas. I Congreso de Agroecología. SAAE. 2019. UNC. Mendoza.

Las asociaciones posibilitan cultivar un mayor número de especies, y dejar crecer plantas silvestres, aprovechando el espacio aéreo y en el suelo. Además, los cultivos pueden tener relaciones de tipo comensalismo protegiéndose de las inclemencias del clima: viento, excesiva luz, granizo o incluso actuar como barreras para el ingreso de insectos, bacterias y hongos (barreras vivas).



Asociaciones de plantas, Gabriela, predio Culiparri (Cañuelas)

Las asociaciones pueden darse cuando las plantas se siembran, o trasplantan al mismo tiempo, o de manera asincrónica pero compartiendo una parte de su ciclo fenológico (intersiembras, siembras en franjas, siembras entre árboles o arbustos). Las mismas pueden darse entre cultivos anuales (ejemplo maíz y poroto), cultivos anuales y perennes (yerba mate y avena) o entre dos cultivos perennes (frutales cítricos y yerba mate) incluyendo hierbas, arbustos y árboles.

Los cultivos asociados forman una estructura compleja, junto a las plantas silvestres, tal que se generan olores y colores diferentes, microclimas diversos, alturas de plantas diferentes tal que dificultan la circulación de los insectos en sus diferentes fases de vida (localización de la hembra y reproducción) y acciones de los insectos (alimentación). También existen plantas que atraen a insectos perjudiciales, los fitófagos, denominadas plantas trampa que pueden ser tanto cultivadas (albahaca) como silvestres (cerraña). Se han registrado casos de productores, en general de tipo familiar, que trasplantan los plantines hortícolas directamente sobre la cobertura del vegetal preexistente en suelo, en especial tapices de tréboles. Solo quitan la vegetación en el lugar de trasplante sin labrar el suelo en toda su extensión. En este caso se busca la protección del vegetal cultivado por el entorno preexistente y sobremanera camuflar a las plantas frente a la presencia de insectos y pájaros. Por último la presencia de plantas de tréboles puede mejorar la incorporación de nitrógeno atmosférico al suelo y con ello la nutrición del resto de las plantas presentes.

Los árboles son fundamentales en los agroecosistemas y pueden ser incluidos desde diversos modos: cercos vivos, cortinas rompeviento, cultivo en franjas, dispersos en el

predio, etc. Los mismos aportan: alimentos y medicinas para los seres humanos, sitios de refugios para insectos benéficos, proveen alimento y sombra para animales de consumo y venta (ovejas , cabras , vacunos), aportan madera, suministran materia orgánica al suelo (raíces y hojas), realizan simbiosis con micorrizas y bacterias enriqueciendo el suelo con nutrientes, generan microclimas y protegen al suelo de la erosión.

Asociaciones de plantas, predio Culiparri (Cañuelas)



Además de los cercos vivos que limitan el predio o zonas específicas existe la posibilidad de confección de barreras internas de cultivos densos, como el maíz, a fin de detener el avance de insectos , hongos y bacterias.

También debemos pensar en la diversidad al interior de cada especie, por ejemplo diferentes variedades lechugas o tomates, o razas de maíz, con esto se puede hacer frente al accionar de insectos o a cambios en el clima dado sus diferentes requerimientos de agua, temperaturas y nutrientes.

Las plantas pueden segregar sustancias, por ejemplo por sus raíces, que pueden afectar, promover o retardar, tanto de manera directa como indirecta, el crecimiento y desarrollo de otras especies. Un buen ejemplo lo constituyen las sustancias excretadas por las raíces de las plantas de caléndulas que pueden afectar el desarrollo de nematodos del suelo, los cuales se alimentan de las raíces de los tomates afectando su crecimiento y su funcionalidad, en este caso las raíces se engrosan y no pueden absorben agua.

Los insectos fitófagos suelen preferir los monocultivos para alimentarse dado una mayor cantidad de alimento disponible, sus plantas hospederas, respecto a los policultivos. Les resulta más fácil hallar el alimento así como continuar su ciclo de vida hasta alcanzar la fase de reproducción. Por su parte la cantidad de insectos benéficos,

parásitos y predadores, son más abundantes en los cultivos asociados respecto a los monocultivos dado que encuentran presas alternativas con las cuales alimentarse, hallan microclimas donde pueden alojarse sus presas y disponen de una mayor cantidad de sitios para su propio refugio y reproducción.

El manejo de la vegetación del espacio entre filas y líneas de cultivo, incluso fomentando el crecimiento de especies nativas, es beneficioso para incrementar la tasa de depredación de ciertas plagas (Anderson 2012)²⁰². Si bien es importante la riqueza de especies lo es más aún la gran diversidad de las diferentes asociaciones establecidas de depredadores, aquellos que pueden habitar el suelo y los del follaje los que están activos de día con los de la noche, aun los que abundan en verano respecto a los que son más abundantes en invierno. Se debe maximizar la complementación funcional entre los enemigos naturales que se alimentan de las especies perjudiciales.

En definitiva con la biodiversidad logramos una redundancia de roles o funciones así como la ocupación de diferentes nichos dentro de un hábitat, tal como lo afirman los dos primeros principios de la permacultura conseguir que cada componente de los agroecosistemas, una especie vegetal o animal, cumpla con más de una función (especies de uso múltiple) y que al mismo tiempo un requerimiento o proceso sea cubierto por más de un componente (por ejemplo aporte de nutrientes al suelo).



Integración de flores en el cultivo de hortalizas , predio de Cristina Catamarca

En Santiago del Estero (Argentina), desde su propia realidad y perspectivas, las y los productores han podido conceptualizar, diseñar y llevar a la práctica agroecosistemas sustentables y resilientes como parte de una adaptación crítica y activa al cambio climático. Para estos productores resulta fundamental la relación entre el monte natural, existente en sus predios, y los agroecosistemas establecidos, a fin de establecer

²⁰² Anderson, M. S. R. 2012. The effect of landscape and local scale non-crop vegetation on arthropod pests and predators in vineyards. PhD Tesis, Lincoln University, Nueva Zelanda

vínculos complementarios con relación al ciclo de los nutrientes y las relaciones interespecíficas entre especies (por ejemplo, entre presas y predadores). Los montes, que se hallan en buen estado, poseen más de 15 especies de árboles nativos con una altura de más de 20 metros. Por su parte los agroecosistemas están constituidos por diversos subsistemas; el "cerco de cultivo" donde generalmente se siembra maíz, un espacio donde se realizan los cultivos de huerta con gran diversidad biológica; las especies cultivadas varían mucho entre una familia y otra sembrándose; pimientos, tomate, frutilla, cebollas, puerros, alfalfa, acelga, zanahoria, repollos, lechuga, topinambur, ají y perejil. También se cultivan aromáticas como lemongrass, burrito y orégano. Además, se cultivan frutales cerca de la casa o dentro de la huerta.

9-4 LAS PLANTAS AROMÁTICAS Y MEDICINALES

Dentro de las especies vegetales herbáceas, arbustivas y arbóreas se destacan aquellas que dado su contenido químico específico pueden ser utilizadas para prevenir y curar enfermedades de los seres vivos y además actuar repeliendo o atrayendo a insectos que pueden ser tanto predadores como parásitos y aún fitófagos (perjudiciales para nuestras plantas). Estas plantas se cultivan, o dejan crecer libremente, asociadas a otras especies en las líneas de siembra, sembradas en franjas, esparcidas en los denominados caminos de biodiversidad y aún diseminadas en sectores específicos del agroecosistema (bancales de aromáticas). Además, de cultivarse y actuar de forma directa también pueden utilizarse, como se verá en apartados siguientes, a partir de preparados mezclando ciertas partes de las plantas con agua y /o alcohol.



Asociaciones de plantas (predio

Huerta Grande , Escobar)

Las siguientes plantas fueron registradas en predios agroecológicos;

Herbáceas anuales: Lavanda, Manzanilla, Albahaca, Tagetes, Caléndulas, Ortigas y Sunchillo.

Herbáceas perennes: Romero, Salvia, Ruda, Ajenjo, Orégano , Menta y Tomillo.

Árboles: Aguaribay y Eucalipto



Plantas de Romero entre hortalizas, Predio familia Villafañe, Bellavista, Corrientes

9-5- SISTEMAS AGRO - SILVO - PASTORILES O SILVO-PASTORILES

En este caso se pueden cultivar especies anuales, como el trigo o la soja, entre franjas de árboles frutales o maderables. También pueden cultivarse cultivos anuales para la alimentación animal, "los verdes" como la avena y la cebada, entre las plantas frutales o maderables ya para abonar como también proteger al suelo. Los árboles son fundamentales para contribuir a la regulación del clima. Siendo capaces de intervenir en los procesos relacionados con la velocidad y acción del viento, las lluvias, la radiación solar que puede llegar al suelo y a las plantas herbáceas. En este caso absorben agua del suelo, evitando por ejemplo el encharcamiento, la transpiran por sus hojas iniciando los procesos de formación de nubes y el ciclo de las lluvias. Respecto al suelo, incrementan su contenido de materia orgánica mejorando sus características biológicas y químicas como la cantidad de materia orgánica y contenido de nutrientes, las características físicas como la retención de agua y las propiedades biológicas como el incremento en la cantidad y diversidad de bacterias benéficas.

9-6- LOS CAMINOS DE BIODIVERSIDAD Y LOS LÍMITES ESPACIALES.

Resulta importante generar interfases entre los subsistemas a fin de aprovechar las características propias de estos espacios; abonado del suelo, crecimiento de vegetales específicos, generación de microclimas, etc.

Los límites difusos entre subsistemas y espacio de cultivos pueden generar una interface en la cual crecen plantas silvestres, las cuales pueden aportar material vegetal para obtener cubiertas vegetales - mulching -, alimento alternativo para insectos benéficos y aún suministrar al suelo materia orgánica además de protegerlo de los procesos de degradación.

Según Mazzitelli, las áreas con vegetación nativa como los corredores biológicos resultan importantes para el mantenimiento de la biodiversidad funcional de los viñedos, a través de la provisión de presas alternativas para el desarrollo de parasitoides y predadores que les permitiría cumplir funciones de regulación ante potenciales organismos plagas. Además, los corredores biológicos, con plantas nativas, fomentan la función de parasitoidismo y depredación por parte de coccinélidos (insectos conocidos como vaquitas, chinitas o mariquitas)(Mazzitelli, y otros)²⁰³.

10- EL RIEGO

²⁰³ Mazzitelli, E ; González-Luna, M. ; Marcucci, B.; Fruitos, A ; LópezGarcía, G. ; Giusti, R.; Aquino, N; Deb, G. Parasitoidismo y depredación de áfidos en *Sonchus oleraceus* y su rol en la biodiversidad funcional en agroecosistemas vitícolas de la provincia de Mendoza. Primer Congreso de Agroecología. SAAE. 2019. UNC. Mendoza.

Como ya lo manifestamos las plantas además de energía lumínica aportada por el sol, y los nutrientes suministrados por el suelo, requieren de agua para realizar todos los procesos inherentes a su crecimiento y desarrollo desde la formación de órganos a la reproducción. Cuando existen déficit de agua, en relación a los requerimientos de cada momento fisiológico de los vegetales, también cuando el agua se presenta en exceso, las plantas sufren procesos de estrés que pueden predisponerlas y/o hacerlas más vulnerables al ataque de insectos y hongos.

Por ello la cantidad de agua aportada debe ser tal que posibilite un adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas, máxime cuando las plantas están formando su estructura de tallos y hojas y cuando se desarrollan los frutos y semillas. Un riego excesivo, especialmente cuando se realiza sobre las hojas, puede debilitar la salud de las plantas haciéndola más proclives al ataque de hongos e insectos.

1 1- EL MANEJO ECOLÓGICO: COOPERAR PARA QUE LA NATURALEZA ACTÚE

1 1-1- LOS ORGANISMOS BENÉFICOS

Normalmente solemos llamar insectos benéficos a aquellos que según nuestra cosmovisión nos ayudan, a los seres humanos, a alcanzar nuestros objetivos. Más allá de que en ocasiones en las diferentes fases de su metamorfosis puedan tornarse "perjudiciales". En general pueden utilizarse insectos, hongos, bacterias y virus para regular la población de los organismos que dañan nuestros cultivos. Los mismos pueden adquirirse en el mercado u obtenerse de manera natural o casera. Dentro del manejo biológico por medio de enemigos naturales, una temática para tener en cuenta es el manejo de la estructura del hábitat, con la finalidad de incrementar de manera artificial la complejidad dentro de los sistemas productivos (Michalko et al. 2017)²⁰⁴.

A-LOS INSECTOS PARÁSITOS.

Se llama parásitos a los insectos que cumplen una parte de su ciclo o fase de vida dentro del cuerpo o sobre la superficie de otros seres vivos, por ejemplo insectos, alimentándose de ellos y causando su muerte. Las hembras de estos parásitos depositan sus huevos dentro o en la superficie del insecto a parasitar. En los agroecosistemas podemos incrementar la población de estos insectos, ya propiciando las condiciones que faciliten la vida de estos aliados, por ejemplo con plantas que brindan alimento (especialmente a los adultos que se nutren de polen y néctar) así

²⁰⁴ .Michalko, R.; Petránková, L.; Senstenská, L.; Pekár, S. 2017. The effect of increased habitat complexity and density-dependent non-consumptive interference on pest suppression by winter-active spiders. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 242, 26-33

como brindarles refugio cuando lo requieran. También se pueden criar, o adquirir en el mercado, para luego liberarlos dentro del sistema. No debemos olvidar que estos insectos, como todo ser vivo requieren agua para su subsistencia por lo cual debemos poner estanques, o recipientes, donde puedan consumir este líquido vital. Entre los géneros más importantes hallamos; Trichograma, Cephalonomia y encarsia. Los productores hortícolas utilizan Trichograma sp. para controlar la polilla del tomate (Scrobipalpula).

B- INSECTOS PREDADORES

Se trata de insectos que predan, o sea cazan y se alimentan de otros insectos. A diferencia de los parásitos, que se alimentan de un solo insecto, los predadores se alimentan de varios insectos durante toda su vida. Por lo general, se alimentan de insectos de varias especies, aunque existen algunos monofagos, como las vaquitas de San Antonio, que se solo predan pulgones. Pueden moverse entre los diversos sectores del agroecosistema en búsqueda del alimento. Entre los más importantes encontramos; Hippodamia, Eriophis, Cicloneda (vaquita de san Antonio), Crisopa, Juanita, Tata Dios (mantos religiosa), Sirfidios, arañas, moscardón cazador de abejas.

Debemos protegerlos suministrándoles agua, sitios de refugio y aireamiento de manera especial durante el invierno. Para que el control sea persistente es muy importante que los depredadores permanezcan en el cultivo o en sus alrededores. La disponibilidad de alimento, la concentración de señales químicas de las presas y las características físicas y químicas de las plantas, entre otros factores, influyen sobre el comportamiento de dispersión, particularmente sobre el tiempo de permanencia de los depredadores en un hábitat determinado (Alonso, M y otros 2019)²⁰⁵

C- LOS HONGOS

Se trata de seres vivos, semejantes a los vegetales, pero que se ven impedidos, por su propia estructura y características fisiológicas, a producir su propia comida. Su aparato vegetativo está constituido por un cuerpo llamado talo formado por varias células unidas en una serie lineal formando filamentos que se entrecruzan, al cual llamamos micelio. Se trata de microorganismo parásitos que al no producir su propia comida deben asociarse o alimentarse de otros seres vivos como por ejemplo los insectos. Los órganos reproductivos de los hongos, los conidios, se adhieren al cuerpo del insecto, allí germinan, el tubo germinativo atraviesa el tegumento del insecto

²⁰⁵ Alonso, M. Guisoni, N. ; Greco, N. Dispersión de Orius insidiosus, principal depredador de trips, en función de los recursos alimenticios disponibles en el cultivo de frutilla. I Congreso Nacional de Agroecología SAAE. 2019. UNC. Mendoza

penetrando en su cuerpo. Una vez dentro el hongo se multiplica por medio de esporas liberando a su vez sustancias tóxicas que producen la muerte del insecto que ocurre entre los 3 a 5 días. Los insectos presentan un aspecto momificado y en algunos casos un color rosado. Finalmente el micelio del hongo atraviesa nuevamente el cuerpo del insecto, esta vez desde el interior al exterior, volviendo a producir esporas las cuales al quedar en la superficie pueden diseminarse y alcanzar a otros insectos mediante las prácticas agrícolas desarrolladas por los seres humanos, el viento y el agua de lluvia. (Leucona, 1990)²⁰⁶. Entre los síntomas de daño(enfermedad) se encuentran: El menor consumo de alimentos, la inmovilidad y las manchas oscuras en el cuerpo, A nivel de la producción familiar muchos productores recogen, colectan, insectos afectados (cadáveres conteniendo esporas), los disuelven en agua para luego y asperjarlos sobre los cultivos. También se podría recoger y dispersar tierra conteniendo patógenos.

Se puede favorecer la presencia y acción de los hongos benéficos modificando la estructura del cultivo a fin de disminuir la acción de la energía solar, alterando a su vez las condiciones de humedad. Por ejemplo, escogiendo variedades de cultivo con mayor cantidad de hojas, disminuyendo la densidad (distancia entre líneas y entre plantas dentro del surco) e incrementando la humedad del suelo, mediante el riego.

Los productores/as suelen utilizar un producto comercial en base al hongo *Beauveria bassiana* para chinches y otros insectos, así como cebo contra hormigas. También utilizan como fungicida un producto comercial en base al hongo *Trichoderma* que puede aplicarse tanto en semillas como en plantines y plantas adultas. Siendo especialmente utilizado para el manejo de los hongos que producen el mal de los almácigos (*Phythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Sclerotinia*) y del otros que atacan a las hojas y frutos como *Botrytis* y *Mildeu*.

▷ LAS BACTERIAS

Se trata de microorganismos que poseen una sola célula), generalmente con un tamaño de 1-2 μm , que no pueden verse a simple vista sin embargo en poblaciones grandes, las colonias, pueden tornarse visibles bajo la forma de agregados en medio líquido y en suspensiones viscosas. Si bien varias especies de bacterias se alimentan de diferentes partes de la planta, otras por el contrario pueden protegerlas al alimentarse de insectos perjudiciales como el caso del *Bacillus thuringiensis*. En este caso la célula bacteriana está compuesta, además de la información genética, por un cristal

²⁰⁶ Leucona, R. (1990). El control microbiano como regulador poblacional de insectos plaga. En Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. Agricultura Sostenible. Publicación N° 4.

(componente principal que lo hace bioinsecticida) y una endospora. El cristal proteico libera una deltaendotoxina en el medio alcalino propio del intestino de los insectos. La deltaendotoxina afecta el metabolismo del sistema nervioso y digestivo de los insectos atacados provocándole la muerte. Apenas, son afectados los insectos dejan de alimentarse mientras que su cuerpo torna flácido, presentando además regurgitaciones y diarreas. Generalmente afectan a larvas de insectos de las familias de los lepidópteros (gusanos), dípteros (moscas) y coleópteros (gusanos blancos).

E- LOS VIRUS

Son seres vivos microscópicos, de formas esféricas, cilíndricas y poliédricas, que solo se multiplican dentro de las células de su huésped. Los virus son parásitos obligados pues no pueden vivir, ni producir su propio alimento, ni tan siquiera reproducirse fuera de otro organismo vivo, del cual dependen para su multiplicación, en términos sencillos le "inyectan" información genérica al organismo huésped el cual va a sintetizar o producir nuevos virus. Según estudios (Lecuona, 1990)²⁰⁷ de todos los estadios de desarrollo de los insectos el correspondiente a las larvas (gusanos) es el que presenta mayor susceptibilidad y predisposición a ser atacado. La infección se produce a través de la ingestión de alimentos contaminados con virus. En el intestino medio las partículas virales son hidrolizadas dejando en libertad a los viriones que atacan a las células iniciando su multiplicación. El ataque puede incluir al tejido adiposo, epidérmico, glándulas salivales y células sanguíneas de los organismos atacados. Los síntomas incluyen; movilidad reducida, aparición de manchas en el tegumento, amarillamiento, aspecto oleoso en la piel, disminución del consumo de alimento. En general los insectos quedan colgados en la parte superior de la planta perdiendo líquido por la piel muriendo entre los 5 y 7 días.

En los agroecosistemas, los virus pueden transmitirse a partir de la recolección de insectos muertos, su maceración en agua y pulverización sobre los vegetales, así como adquirirse en el mercado y aplicarse en el cultivo (pulverizaciones).

Entre los virus más importantes se halla el Carpo virus que ataca la fase de gusano u oruga de los insectos. Penetran en el hospedante por ingestión del alimento que los contiene. Puede transmitirse la enfermedad a la próxima generación, ya por contaminación del ovulo o de manera externa, del oviducto, contaminado a los huevos y a las larvas que nacen de ellos.

²⁰⁷ Leucona, R. (1990). El control microbiano como regulador poblacional de insectos plaga. En Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. Agricultura Sostenible. Publicación Nº 4.

1 1-2- LIBERACIÓN DE SERES VIVOS PARA EL MANEJO DE INSECTOS PERJUDICIALES

Debemos recordar que tanto en el caso de los insectos predadores y parásitos como en el de los hongos y bacterias, su desarrollo, así como el incremento en su población, se halla retrasado respecto a los niveles poblacionales de los insectos perjudiciales, su alimento, ya que dependen de ellos para su subsistencia. En este sentido siempre se dará un nivel de daño en nuestros cultivos a menos que podamos superponer prácticas y tecnologías para manejar su población dentro de límites aceptables.

Antes de comprar, así como criar y liberar insectos beneficios debemos analizar en esta práctica en las dimensiones económicas y ecológicas, teniendo en cuenta: a- La población presente, cantidad de individuos de la especie perjudicial que se alienta de nuestros cultivos-. b- Si la presencia determina un daño económico. c- Las posibilidades de que se incremente dicha población, por ejemplo por efecto del clima. D- La presencia de organismos benéficos dentro de nuestro sistema productivo. E- Si las condiciones ambientales pueden propiciar el incremento de en la población de organismos benéficos.

Cualquiera sea la forma de obtención se debe tener en cuenta; a- la especificidad del organismo introducir (que no cause problemas en otras dimensiones por ejemplo que se alimente de otros insectos benéficos). b- La efectividad del organismo, esto es que realmente logre disminuir las poblaciones del insecto problema. c-el costo económico. d- la forma de aplicación e- la posibilidad de supervivencia del organismo en el lugar específico donde se disperse (multiplicación y dispersión natural).

Los hongos e insectos, al igual que las bacterias y virus, se encuentran de manera espontánea en los agroecosistemas, lo que muchas veces debemos hacer es propiciar las condiciones que favorecen su reproducción, crecimiento y desarrollo, un hábitat adecuado, sino además evitar perjudicarlos con nuestras prácticas de manejo, en especial el uso de plaguicidas.

1 1-3- LAS FEROMONAS

Son sustancias naturales que los insectos producen y utilizan para comunicarse, por ejemplo las emitidas por las hembras, que al difundirse por el aire, son percibidas por los machos (de la misma especie), guiándolos para el posterior apareamiento. En la agricultura ecológica pueden utilizarse sustancias obtenidas de síntesis bioquímicas que producen las mismas reacciones. Se trata de confundir a los machos adultos (desorientación sexual) que al no poder identificar el lugar donde se hallan las hembras,

no pueden fecundarlas y éstas al poner huevos limitan el desarrollo de nuevas generaciones de insectos y el consecuente daño en las plantas. Las hormonas se colocan en difusores tratando de permitir una segregación lenta en el tiempo, estos difusores se colocan por ejemplo en los árboles frutales. Para la especie *Carpocapsa* sp., que se alimenta de frutos de manzanas y nogales, se utilizan difusores de polietileno de 3mm

También las feromonas pueden utilizarse en trampas como atrayentes para realizar monitoreos a fin de analizar la dinámica de las poblaciones de los insectos para planificar adecuadas prácticas de manejo.

1 1-4 APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTES

Cuando se habla de biofertilizantes se habla de preparados que contienen células vivas o latentes de hongos o bacterias eficientes que pueden realizar diferentes procesos biológicos: fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo y potencializadoras de diversos nutrientes. Se aplican al suelo y a las semillas con el objetivo de incrementar el número de microorganismos en el medio y acelerar los procesos microbianos, de tal manera que se aumenten las cantidades de nutrientes que pueden ser asimilados por las plantas (Pérez Iglesias, 2013)²⁰⁸

Uno de los ejemplos está constituido por *Azospirillum*, se trata de una bacteria fijadora de nitrógeno, quien ocupa una posición intermedia entre los fijadores libres y los simbióticos, dado que vive dentro de las plantas, colonizando a la raíz, pero sin formar nódulos tal como lo hacen los fijadores simbióticos. Experimentos realizados en Cuba determinaron que la aplicación de 100 litros de preparado de *Azospirillum* por hectárea posibilitaron incrementar el rendimiento de la caña de azúcar en un 25 %, respecto al testigo. En este último se realizó una incorporación de nitrógeno similar a la realizada por el aporte de 100 kg. de nitrógeno mineral (fertilizante) (Pérez Iglesias, 2013)²⁰⁹

Por su parte, la bacteria *Rhizobium*, realizan una simbiosis, interacción donde ambas especies se benefician, con plantas de la familia de las leguminosas (soja, porotos, lentejas, habas, arvejas, tréboles, etc.). Mientras que las bacterias les suministran nitrógeno a las plantas (de origen atmosférico), estas les proveen de alimento ya elaborado. Aunque se hallan de manera libre y natural se puede fomentar su población

²⁰⁸ Pérez Iglesias H., Santana Aguilar, I. y Rodríguez delgado, I. 2013. Manejo sostenible de tierras en la producción de caña de azúcar. Instituto de investigaciones de la caña de azúcar. Cuba.

²⁰⁹ Pérez Iglesias H., Santana Aguilar, I. y Rodríguez delgado, I. 2013. Manejo sostenible de tierras en la producción de caña de azúcar. Instituto de investigaciones de la caña de azúcar. Cuba.

incorporando bacterias en las semillas antes de la siembra. Cada especie de las familias de leguminosas posee su especie de Rhizobium específico.

También se utilizan en la agroecología hongos denominados Micorrizas quienes realizan simbiosis con los vegetales, en especial árboles. Se trata de organismos que asociados a las raíces de las plantas, con o sin penetración en su interior aspecto que da origen a las endo y ectomicorrizas, les posibilitan la obtención de mayores cantidades de agua y nutrientes.

12- LOS PREPARADOS PARA EL CONTROL DE ADVERSIDADES

Antes de aplicar algo hay que evaluar si es necesario

Atendiendo a que nuestras prácticas, por más ecológicas que sean, pueden afectar al ecosistema e incluso demandar tiempo en su preparación y dinero para la compra de insumos debemos evaluar si la población de insectos, hongos y bacterias requiere de nuestro accionar y si por el contrario debemos dejar que la naturaleza funcione según sus propios ciclos, prácticas y flujos.

¿Qué monitoreamos y cómo?

Según el organismo que queremos conocer podemos evaluar su presencia en hojas, flores, frutos o en toda la planta. Debemos apreciar si están presentes organismos adultos, juveniles e incluso la postura de los huevos. Dado que en ocasiones no podremos evaluar todo el cultivo debemos concentrarnos en unas pocas plantas (una muestra). Se hace necesario monitorear la cantidad de organismos, su evolución en el tiempo (antes /ahora), la presencia de organismos predadores y parásitos del organismo y aún las condiciones del clima y su evolución (lluvias, temperaturas, humedad, viento) (Cátedra libre de soberanía alimentaria UNLP, 2006)²¹⁰

12-1- PREPARADOS DE ORIGEN MINERAL (*las explicaciones sobre su utilización se halla en el apartado 3 de este trabajo*)

Aceite mineral: Mezcla de hidrocarburos alifáticos derivados del petróleo. Insecticida / acaricida de contacto

Jabón potásico; producto insecticida obtenido en base a grasas e hidróxidos de potasio. Insecticida/acaricida

Metaldheido: producto inorgánico que actúa por contacto e ingestión. Utilizado en el manejo de caracoles y babosas

Polisulfuro de calcio: producto insecticida y acaricida inorgánico de acción preventiva y curativa

²¹⁰ Cátedra libre de soberanía alimentaria Universidad Nacional de La Plata, 2006. Cartilla N°2 Huertas Orgánicas, Bs. As. Argentina.

Tierra de diatomeas; producto de la descomposición de las algas diatomeas.

Insecticida de contacto

Caldo bordelés: Se trata de una mezcla de sulfato de cobre y de óxido de calcio que se utiliza para prevenir el ataque de hongos – evitan su ingreso -.

Oxicloruro de cobre /sulfato de cobre: Se utiliza para prevenir el ataque de hongos – evitan su ingreso -.

Azufre en polvo mojabable: Producto inorgánico de acción de contacto preventiva y curativa. Las partículas de azufre se hallan en un estado tal que son solubles en agua. Se utiliza para prevenir ataques de hongos y reducir el accionar de, ácaros, trips y hongos del tipo oídio. No se debe aplicar con temperaturas superiores a 25 grados.

Caldo o mezcla sulfocalcica: Para preparar 20 litros de este caldo se hace necesario contar con 5 kg. de azufre y 5 Kg de cal. En un tambor se colocan 10 litros de agua a fuego lento donde lentamente se incorpora la cal, agitando con una pala o bastón de madera. Cuando la mezcla comienza a hervir se coloca al azufre previamente disuelto en agua. Al finalizar colocar el resto del agua, hasta los 20 litros. Cuando el caldo pasa de un color amarillo a uno parduzco la mezcla ya está lista (una hora hirviendo). Al enfriarse podemos colar, pasando el caldo por un paño o fieltro. Es ideal dejarla 60 días, en frascos de plástico o vidrio, antes de usarla. Se utiliza 1 litro de caldo por cada 20 a 30 litros de agua. El producto se utiliza en el manejo de ácaros, pulgones y hongos.

12-2-PREPARADOS DE ORIGEN VEGETAL

Las plantas a lo largo de su evolución y como parte de su metabolismo poseen la capacidad de producir diversas sustancias que cumplen funciones específicas, entre ellas las de protegerlas de los organismos que pretenden alimentarse de ellas. Estas sustancias se acumulan en diversas partes de las plantas como las hojas y raíces así como en tallos, semillas, flores y frutos. Dichos componentes pueden ser extraídos, bajo diferentes modos, para luego ser aplicados en los cultivos.

Estos preparados son naturales, pero no reemplazan a todas las prácticas y medidas anunciadas, ya que en sí mismas no reestablecen el equilibrio ecológico. Son prácticas fáciles de realizar, su preparación posee bajo costo, en muchos caso las plantas se hallan presentes en nuestra huerta o en la comunidad donde vivimos.

Estos preparados pueden actuar de forma diversa: inhibir el crecimiento de los insectos también alcanzan efecto hormonal o por su composición matan a los organismos en forma directa.

Debemos tener en cuenta que aunque posean baja toxicidad y se descomponen rápidamente, los preparados que hacemos y aplicamos en nuestros cultivos también

van a interferir en la vida y desarrollo de los insectos benéficos disminuyendo la presencia de larvas, retrasando el desarrollo de parasitoides y su emergencia como adulto de sus huéspedes .

Algunos de los preparados son:

1-Extracto de brotes de tomate: Se colocan 300 gramos de brotes, los que salen en las axilas de las hojas, en un litro de alcohol fino, se dejan 5 días en maceración. Podemos poner medio litro de esta preparación en 10 litros de agua. Se usa para pulgones en tomates, ajíes, berenjenas.

2-Cocimiento de ajenjo: Se colocan 250 gramos de hojas de ajenjo seco, o medio kilo verde, en 5 litros de agua, se deja hervir 5 minutos, dejamos enfriar y aplicamos. Es útil en el caso de ataques de moscas blancas, orugas, arañuelas y pulgones.

3-Cenizas de madera: Se coloca 1 kg de ceniza de madera se mezcla con 10 litros de agua. Dejar tres días en maceración, luego se filtra y aplica para combatir pulgones. También se utiliza, seca, para mezclar con las semillas durante su almacenamiento en frascos o bolsas.

4-Extracto de ortiga: Se colocan 3 kilos de plantas de ortiga en 10 litros de agua, se deja en maceración una semana. Se filtra y aplica en el caso de pulgones, arañuelas. También se puede utilizar en el caso de los gorgojos grandes o "burritos". Asimismo aplicando este preparado se "energiza" a las plantas"

5-Cocimiento de cola de caballo: Se colocan 500 gramos, un manojo, de tallos de la planta en dos litros de agua, dejar hervir 5 minutos. Luego se sacan las hojas, se deja enfriar, antes de usar se agrega agua en la misma cantidad del cocimiento, (un litro de cocimiento y un litro de agua). Se utiliza para el caso de pulgones, moscas blancas, y para el caso de hongos tipo royas y mildéu.

6-Cocimiento de hojas de lavanda: Se colocan 200 gamos de hojas de lavanda en un litro de agua se pone a hervir 10 minutos. Se filtra y aplica directamente sobre el cultivo. Repele pulgones y chinches.

7-Purines de paraíso: En los purines se deja remojar un kilo de los frutos de paraíso en cinco litros de agua durante una semana, luego de ese tiempo filtramos y aplicamos sobre el nido de las hormigas.

8-Cocimiento de frutos de paraíso: se colocan 200 gramos de frutos de paraíso en un litro de agua, se hierve 20 minutos, dejamos enfriar y aplicamos . Se utiliza en el caso de pulgones, bicho moro y moscas blancas. Otra fórmula es 100 gramos de semillas molidas en un litro de agua, dejar en maceración un día, mezclar bien, filtrar y aplicar.

9-Alcohol de ajo: Se colocan 5 dientes de ajo bien picados en medio litro de alcohol fino, dejamos macerar una semana. Luego filtramos y agregamos la misma cantidad de

agua ,medio litro de alcohol y medio litro de agua, y pulverizamos sobre el cultivo. Se utiliza en el caso de pulgones, moscas blancas y hongos de tipo oídio.

10- Alcohol de ají: Se colocan 100 gramos de ají picante en medio litro de alcohol fino, dejamos macerar una semana, llegado el tiempo filtramos, agregamos medio litro de agua y pulverizamos sobre el cultivo. Se utiliza en el caso de pulgones, chinches y moscas blancas.

11- extracto de ajo, ají y pimienta: Especial para los insectos más resistentes a los productos descritos precedentemente, tales como el bicho moro. Se colocan 500 gramos de las siguientes plantas: diente de ajo, fruto de ají picante y semillas de pimienta negra, se tritura bien y mezcla. Luego agrega luego medio litro de alcohol fino y dejamos macerar dos días en un franco cerrado . Posteriormente tomamos la mezcla y agregamos 10 litros de agua dejando macerar 15 días en un lugar seco, cuidando que no entre nada en el preparado. Al cabo de 15 días podemos aplicar sobre los cultivos en una dilución de 1 parte del preparado por 10 partes de agua.

12-Cocimiento de aguaribay: En este preparado colocamos 500 gramos de hojas del árbol , un manojo grande, en 2 litros de agua, se deja hervir 30 minutos y se sacan las hojas, luego se agregan 8 litros de agua al cocimiento y se arroja este producto sobre la boca del hormiguero dejando que penetre lentamente en el nido.

13-Cocimiento de ruda: Se colocan 200 gramos de hojas de ruda en un litro de agua. Se deja hervir 30 minutos, luego se coloca este litro de cocimiento en cinco litros de agua y aplicamos. Se utiliza en ataque de pulgones y moscas blancas.

14- Fermentación de cebolla; se coloca un kilo de cebollas peladas y cortadas en un recipiente con cinco litros de agua y se dejan 5 días en maceración, luego se filtra y aplica en el caso de arañuelas, moscas blancas y pulgones.

15- Alcohol de cebolla: Se colocan medio kilo de cebolla bien picada en un litro de alcohol fino, se deja una semana, luego se filtra y aplica, previa dilución en un litro de agua. Se utiliza en el caso de arañuelas , pulgones y moscas blancas

16- Extracto de hojas de ricino: Cortamos 4 hojas de este árbol y las colocamos en un litro de agua, agitamos y dejamos en reposo una noche. Al otro día filtramos. Se usa en una proporción de 1 litro de extracto de ricino por 9 litros de agua. Evitamos pulverizar las plantas próximas a cosechar, dado que el ricino posee sustancias toxicas para los seres humanos. Se utiliza en el manejo de pulgones y chinches.

17- Extracto de Timbo: Se deja fermentar 1 kg de raíces en 5 litros de agua. Se aplica al suelo para el manejo de nematodos e insectos.

18- Extracto de Mamón: Se colocan 4 hojas de mamón picadas en un litro de agua, se agita muy bien luego se deja en reposo una noche. Al otro día lo filtramos y aplicamos. Cada litro de extracto de mamón puede diluirse en 9 litros de agua.

19- Aceites vegetales insecticidas: Por ejemplo el aceite de soja utilizado en árboles frutales, durante el invierno, para el manejo Ácaros, trips, cochinillas

20- Utilización de preparados florales: Pueden utilizarse flores de los siguientes vegetales; Berberis sp, Belladona, Árnica, Ajo, Caléndula, Manzanilla, Menta, Ruda y Salvia. Las partes de la planta utilizadas se maceran en agua, y luego se realiza una dilución antes de utilizar. Estos preparados optimizan el crecimiento de las plantas, refuerzan el crecimiento y acción de las raíces, intensifican la floración y reducen el stress después del trasplante así como el generado por otras causas.

Estas sustancias actúan sobre el campo vibracional de las plantas manteniendo su equilibrio y la homeostasis del sistema, protegiendo así la salud de los cultivos. Se pueden utilizar sumergiendo las semillas en el preparado, pulverizándolo sobre las plantas en los almácigos, luego del trasplante o durante el ciclo de cultivo.(Cornejo, 2019)²¹¹

13- LAS TRAMPAS PARA ATRAER INSECTOS **A-TRAMPAS DE LUZ PARA MARIPOSAS NOCTURNAS**

Constituye una herramienta ideal para atrapar a la mariposa (fase adulta/reproductiva) del gusano del maíz e incluso para escarabajos nocturnos. Se utiliza para espacios no muy grandes. Se coloca agua y detergente en un recipiente, por ejemplo una asadera o pizzera, debajo de una fuente de luz (vela, linterna, lamparita). La luz atrae a las mariposas nocturnas que luego de revolotear, caen en el recipiente. El agua jabonosa no les permite salir. Desde la experiencia en una noche puede coleccionar 80 mariposas lo cual equivale a varios centenares de huevos que no fueron puestos en el maíz, que luego se hubiesen transformado en gusanos, los cuales se alimentarían de las hojas, cañas y de los granos del cultivo. Las trampas se colocan apenas se observa la emergencia de los primeros adultos (mariposas que salen de su crisálida o pupa).

B-TRAMPAS CON SUSTANCIAS ATRACTIVAS PARA MOSCA DE LA FRUTA

La hembra de la mosca de la fruta, luego de la copula, deposita los huevos en frutos carnosos de plantas cultivadas y silvestres. De dichos huevos nacen los gusanos, larvas, que se alimentan de la fruta, la cual se agrieta permitiendo el ingreso de hongos. Para hacer la trampa se toma una botella de plástico, se corta en el tercio superior, el pico, luego esta parte la colocamos de manera invertida sobre la parte anterior, la base,

²¹¹ Cornejo , F. 2019 Los preparados Florales y el cuidado de cultivo agroecológicos. edición Propia de la autora. Bs, As, Argentina

formando un embudo. En la parte de la base colocamos una sustancia atrayente como jugo de fruta, agua con azúcar, agua con levadura de cerveza, o agua con esencia de vainilla. Unimos los bordes de ambas partes con tela adhesiva de color azul o verde. Las moscas son atraídas, ingresan por la parte abierta y no pueden salir. También se puede tomar una botella y se le realizan agujeros de 5 milímetros a lo largo de su superficie tal que posibilite el ingreso de las moscas pero no así su salida. Las sustancias atractivas atraen a la mosca adulta, que al nacer con el aparato ovíparos inmaduro, debe alimentarse antes de copular. Al sobrevivir menos individuos adultos se realizará una menor deposición de huevos.



Cultivo de frutales, abonos verdes y trampa de botella para la mosca de la fruta, Familia Villanueva, Bellavista, Corrientes

C- TRAMPAS DE COLOR

Tomamos una placa de madera, plástico o cartón de 50 cm por 30 cm, la pintamos de color amarillo o azul, luego untamos con aceite para motores de auto y las colocamos una cada 20 m² en nuestra huerta. La idea es que los colores atraigan a los insectos que quedan pegados en la placa con aceite. El objetivo es reducir la cantidad de insectos jóvenes, y también las fases adultas, aunque no causen daño directo en los cultivos como las mariposas.



Trampas de color y Cubiertas vegetales muertas, Open Door, zona hortícola Buenos Aires

D-TRAMPAS PARA CARACOLES Y BABOSAS

Se colocan placas de madera o plástico, tejas, macetas de barro rotas entre las plantas de la huerta, si es a la sombra mejor. Durante el día los caracoles y babosas buscan lugares sombreados, en ese momento recorreremos estas trampas y las sacamos.

E-TRAMPAS PARA GORGOJOS

Podemos usar el tercio inferior de una botella plástica o una lata pequeña, enterrándola ras del suelo y colocando como atrayente trozos de papa cortada.

F-CEBOS PARA ATRAER HORMIGAS

En general se utilizan sustancias atrayentes. Para atraer a la hormigas puede usar arroz partido o hacer una mezcla de 200 gramos de sulfato de cobre en un litro de agua caliente a la cual luego agregamos un sobre de jugo de naranja, dejando enfriar. A esta combinación le agregamos un kilo de arroz partido, mezclando bien, luego dejamos secar a la sombra. Finalmente lo colocamos sobre las hileras o caminos de hormigas. Las hormigas llevaran este arroz al nido afectando la supervivencia del hongo del cual se alimentan.

14- OTROS MÉTODOS PARA REDUCIR LA POBLACIÓN DE INSECTOS, BACTERIAS , HONGOS Y SEMILLAS DE PLANTAS SILVESTRES

A-LA BIOFUMIGACIÓN .

Esta práctica posibilita el manejo de insectos, ácaros, nematodos y patógenos del suelo por medio de la liberación de compuestos originados naturalmente, como consecuencia de la descomposición de residuos orgánicos (Gimsing y Kirkegaard,

2006)²¹². En la degradación se producen precursores (glucosinolatos) que en contacto con enzimas como la mirosinasa (liberada al lastimar los tejidos de las brasicáceas) y en presencia de agua, se producen isotiocianatos, los cuales cumplen la función en la reducción de agentes patógenos, ácaros e insectos (Zasada, I. A.; Ferris, H. 2004)²¹³. Según Barbieri, la biofumigación es una práctica alentadora para el control de nemátodos, apropiada desde el punto de vista agroecológico, ya que se puede realizar con recursos locales, de bajo costo, no contaminante así como capaces de mantener la biodiversidad edáfica, y proporcionar condiciones para beneficiar la fauna benéfica.(Barbieri, 2019)²¹⁴

En el desarrollo de esta práctica se utilizan restos de plantas, en especial hojas, de especies que integran la familia de las Brassicaceas (mostacilla, colza, brócoli, repollos, berza, coliflor, mostaza), las cuales se incorporan al suelo, liberando compuestos químicos denominados glucosinolatos. Estos compuestos poseen la capacidad de suprimir hongos patógenos (Sclerotinia, Rizoctonia, Pythium, Sclerotium, Verticillum), nematodos (Meloidogyne) y semillas de plantas silvestres. La biofumigación puede incrementar la presencia de hongos benéficos como la especie *Aspergillus* que actúa como biocontrolador de diversas especies de patógenos de las plantas (Mitidieri, M y otros, 2011)²¹⁵.

También, los restos de las plantas pertenecientes a la familia Brassicaceas pueden mezclarse con guano de pollo, hojarasca, pasto y azúcares (melaza) en una práctica denominada biosolarización. La biosolarización es más eficiente que la biofumigación aislada, debido a que se producen mayores temperaturas, las cuales favorecen la liberación de los gases con potencialidad de actuar en forma biológica mejorando su acción sobre los patógenos y nematodos del suelo (Mitidieri, 2012)²¹⁶. Al aportar guano o estiércol rico en materia orgánica esta técnica puede incrementar la cantidad de fósforo asimilable en el suelo disponible para las plantas.

B- LA SOLARIZACIÓN

²¹² Gimsing, A y Kirkegaard, J. 2006 glucoiocyanate and isothiocyanate concentration in soil following incorporation of Brassica biofumigants, soil biology and Biochemistry, Vol 38.

²¹³ Zasada, I. A.; Ferris, H. 2004. Nematode suppression with brassicaceous amendments: application based upon glucosinolate profiles. Soil Biology & Biochemistry 36(7): 1017-1024. Departamento de Nematología, Universidad de California, EEUU

²¹⁴ Barbieri, S. C., D'Amico, M., Peluso M. L., Marino D. J. G., Marasas M. E. Efecto de prácticas alternativas para el control de nemátodos sobre la calidad del suelo en quintas del Cinturón Hortícola Platense. I Congreso Argentino de Agroecología. SAAE. UNC Mendoza

²¹⁵ Mitidieri, M y otros 2011, Evaluación de tratamientos repetidos de biofumigación en cultivo de tomate bajo cubierta; una experiencia a largo plazo en seminario de horticultura urbana y periurbana. buscamos soluciones entre todos. Serie de capacitaciones N°2 INTA, Argentina.

²¹⁶ Mitidieri, M 2012. Biofumigación e injertos; dos tecnologías que se complementan para una horticultura de bajo impacto ambiental. Serie de capacitaciones N°2 INTA, Argentina.

Se trata de un proceso hidrotérmico natural de desinfección del suelo que se logra a través de la acción solar. Es ideal realizarlo en los meses de mayor duración del día, que en la latitud de la Argentina ocurre de diciembre a febrero. Esta técnica se realiza de la siguiente manera: se trabaja bien el suelo con las tecnologías disponibles (rotovactor, laya o pala de punta), realizando un camellón (suelo sobreelevado), luego se riega en abundancia, sin producir anegamiento, por último se cubre con un material plástico a una altura de 25 cm desde la superficie asegurando bien los bordes del film plástico con tierra. El material usado puede ser un film de polietileno de mediana a baja densidad tal que permita el paso de los rayos solares. Dejamos esta cobertura 45 días, en primer lugar se saca el film plástico para luego remover la tierra procediendo finalmente sembrar. En este proceso, el agua suministrada al suelo estimula la actividad biológica de semillas y el pasaje de los órganos resistentes de los hongos y las bacterias a formas activas las cuales son más susceptibles a las altas temperaturas. La energía del sol atrapada, gracias al film de polietileno, eleva la temperatura del suelo, que deben alcanzar más de 40 grados. La combinación de alta humedad y temperaturas producen una serie de procesos físicos, químicos y biológicos complejos que determinan una reducción drástica de las poblaciones de hongos, nematodos, insectos, bacterias y semillas de plantas silvestres que luego se traducen en una mayor sanidad, crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos.

15- ASPECTOS ECONÓMICOS

En ocasiones se discute acerca de los ingresos económicos generados en el desarrollo de actividades agroecológicas así como los costos que se producen en dichos cultivos. Subsisten muchos factores que inciden ya en los ingresos como en los costos. En el caso de los ingresos se deben tener en cuenta los rendimientos productivos que dependen del clima, las pautas de manejo y del estado general de los suelos. Por su parte el precio obtenido depende de la oferta y demanda así como de los modos de comercialización establecidos. El caso de los costos es complejo ya que depende de la tenencia de la tierra (propia o arrendada con pago de alquiler), origen de las semillas, integración de actividades, demanda de insumos eternos (abonos), aporte de trabajo familiar y modos de comercialización instituidos.

En una investigación realizada por Currius (2018)²¹⁷ en el cual comparó un sistema de producción agroecológico con una convencional, ambos ubicados en el cinturón

²¹⁷ Currius, S. 2019. Análisis económico comparado de producción de frutilla bajo manejo agroecológico vs. convencional Tesis de grado presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo Carrera de Agronomía. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires

hortícola de Bs. As (Argentina), determino que los resultados económicos, medidos en márgenes netos, en ambos casos fueron positivos, es decir, que la producción de frutilla no produjo pérdidas económicas para ninguno de los dos casos planteados. En el caso de los rendimientos estimados fueron de 0,3725 kg/m² en el caso de la frutilla agroecológica y de 0,68 kg/m² para la convencional. En el caso del Agroecológico los rendimientos obtenidos son menores, pero los costos totales también son menores, incluyendo los gastos originados en la fase de comercialización y en los insumos. Con respecto a los costos, el menor uso de insumos externos implica que tiene una menor dependencia externa, tanto de disponibilidad de insumos como en el cambio repentino de sus valores. El productor agroecológico, vende toda su producción mediante venta directa y en ferias. Esta modalidad de venta le permite reducir el gasto de comercialización, el cual es un 96% superior en el manejo convencional y además logra obtener precios más altos por kg/frutilla. La frutilla agroecológica obtuvo un precio promedio de 89 \$/kg mientras que en el caso de la frutilla convencional el mismo fue de 31,20 \$/kg. En el manejo agroecológico, no se utilizan productos de síntesis química, para abonar se utiliza estiércol de gallina, y en el manejo de insectos utilizan preparados naturales.

En otro trabajo realizado por Lagler y su equipo (2019)²¹⁸ en un establecimiento ubicado en el distrito de Florencio Varela (provincia de Buenos Aires, Argentina) en el cultivo de frutilla en transición a la agroecología, se determinó que el mismo posee un costo de producción relativamente bajo y márgenes brutos positivos, favorecidos por la escasa adopción de insumos externos y la baja intermediación en la venta del producto.

Por su parte Maximiliano Pérez y su equipo realizó un análisis económico de la producción hortícola agroecológica con comercialización autogestante de un sistema familiar ubicado en Florencio Varela, Buenos Aires, Argentina. En el predio se cultivan 34 especies hortícolas cultivadas en franjas (lomos de cultivo) utilizándose Bocashi como abono. El objetivo del trabajo fue analizar un análisis integral de la chacra hortícola como un todo, a fin de conocer el resultado económico que se puede obtener trabajando agroecológicamente. El propósito no fue comparar con un sistema convencional con el agroecológico sino conocer en qué medida es rentable el sistema

²¹⁸ Lagler J. ; Berger E. ; Casco J.; Genin J. y Wright E. .Análisis de indicadores económicos en el cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa*) de un productor en transición agroecológica en el cinturón hortícola bonaerense Trabajo presentado en el primer congreso de la Asociación Argentina de agroecología. Septiembre de 2019. UNC. Mendoza

hortícola familiar bajo un manejo de base agroecológico. Los resultados de la investigación demuestran un balance positivo de la actividad y la viabilidad económica de la horticultura agroecológica gracias al desarrollo de un vínculo más directo entre productores y consumidores.(Pérez, M y otros, 2018)²¹⁹

En otra investigación realizada en el cinturón hortícola de Buenos Aires, Argentina, se compararon los márgenes brutos económicos obtenidos en unidades productivas manejadas de manera convencional y en sistemas productivos en transición hacia la agroecología. Los resultados obtenidos del trabajo determinan que el sistema de producción en transición agroecológica provee resultados económicos más favorables que el sistema basado en el alto uso de insumos, incluso, el resultado obtenido para el sistema convencional arrojó un margen bruto negativo lo que indica que la familia sostiene el sistema de producción en base a la sobrexplotación de su mano de obra. Estas diferencias en los márgenes brutos se debieron al mayor uso de insumos externos en el sistema convencional que determina mayores costos de producción(agroquímicos en su mayoría) y a mayores ingresos obtenidos en la finca en transición agroecológica debido a la diversidad de productos y la comercialización a través la venta de bolsones (canales cortos), aspecto que posibilita no solo obtener un mayor precio por kilo de producto sino también una mayor estabilidad en el tiempo (Cataldi, V.; Flores C. , 2019)²²⁰.

También en la denominada región pampeana, una de las zonas con mejores suelos y clima de la argentina, se registran unidades productivas agroecológicas dedicados a producciones de cereales y oleaginosas en combinación con la cría de ganado, producciones denominadas extensivas, Un ejemplo de ello está constituido por el predio denominado "la Aurora" que se encuentra ubicado en el partido de B. Juárez, provincia de Buenos Aires. El establecimiento posee una superficie de 650 hectáreas totales de las cuales 186 ha. corresponden a "bajos" (zonas con drenaje lento), 152 ha. a cerros y 297 ha. a suelos con aptitud agrícola. La producción se basa en un sistema mixto agrícola - ganadero extensivo. Sus principales cultivos son trigo consociado con trébol, pasturas implantadas y naturales, sorgo con vicia y avena con vicia. La actividad

²¹⁹ Pérez, M., Lenscak, M. Costa, A., Pulleiro, A. Análisis económico de un sistema real hortícola agroecológico en Florencio Varela, provincia de Buenos Aires. I Congreso Argentino de Agroecología. SAAE. UNC Mendoza, Argentina

²²⁰ Cataldi, V.; Flores C. 2019. Análisis comparativo entre sistemas convencionales y en transición agroecológica desde el punto de vista de la economía convencional y de la economía del medio ambiente en el Cinturón Hortícola de La Plata. Buenos Aires, Argentina . I Congreso Argentino de Agroecología. SAAE. UNC. Mendoza, Argentina

ganadera es de tipo bovina con destino a la producción de carne, planteándose un ciclo completo de cría e invernada. Se logra de esta manera un mejor aprovechamiento de la superficie del establecimiento y se genera, a la vez, una mayor ocupación de mano de obra. En referencia a la diagramación y planificación de uso de la superficie predial, se realizó una distribución de las aguadas, espacios de acceso al agua de bebida para los animales, con la finalidad de hacer más eficiente la distribución del estiércol. Por último, se utiliza afrechillo (subproducto de la elaboración de harina de trigo) como suplemento en la alimentación animal y así, mediante las heces, incorporar fósforo al suelo.

Se reemplazaron de fertilizantes de síntesis química de tipo nitrogenados por prácticas de manejo, no se utilizan de insecticidas y fungicidas desde hace 20 años. A su vez se incorporó el cultivo de sorgo para mejorar aporte de carbono y materia orgánica al suelo. Para mejorar la nutrición de los cultivos resultó muy importante el aporte de residuos y excrementos de los animales. Las semillas utilizadas, como las de trigo de propia producción, se inoculan con hongos y bacterias con la finalidad de mejorar la captación de nitrógeno y fósforo.

Respecto a las labranzas, la realización de curvas de nivel posibilita un mejor drenaje e infiltración de agua y así evitar la erosión. En referencia al manejo sanitario de los cultivos se trabaja desde la prevención a fin de evitar la incidencia de insectos, hongos y enfermedades. Por un lado, se recrea biodiversidad funcional y, partiendo de la teoría de la Trofobiosis, una adecuada alimentación de las plantas. Esta teoría sostiene que una planta bien alimentada es menos atacada por insectos, nematodos, virus y bacterias respecto a una planta mal nutrida.

Respecto al manejo de plantas silvestres se trabajó desde el concepto de "nicho-competencia- recursos" bajo el cual, y a partir de prácticas específicas, se reducen los recursos disponibles para las plantas silvestres. Para lograrlo se priorizaron las estrategias tendientes a captar esos recursos por parte de los cultivos mediante la consociación de especies de tal manera que puedan superponerse, aunque de manera parcial, sus nichos ecológicos, minimizando la competencia y favoreciendo la complementariedad en la captación de agua, nutrientes y luz solar. Se utilizan policultivos, por ejemplo, la mezcla de un cereal con una leguminosa como cultivo acompañante, en este caso en los cultivos de invierno se intersembró trébol rojo (*Trifolium pratense* L.), leguminosa de baja competencia con el cereal (el trigo) y que puede utilizar los recursos disponibles no aprovechados por el cultivo principal. Según

los registros llevados a cabo, y a modo de comparación con los rendimientos obtenidos en el cultivo de trigo con los predios vecinos, se destaca que son oscilantes pudiendo ser mayores o menores según los años, pero dada la reducción de costos, los márgenes brutos son siempre mayores. Según un estudio, realizado en el año 2013, los rendimientos del cultivo convencional fueron de 5.423 Kg/Ha y de 5.129 Kg/Ha en el caso del cultivo agroecológico. Los costos por hectárea fueron de 417 dólares y de 148 respectivamente, lo cual da un margen bruto por hectárea de 549 y de 762 dólares en cada caso. Estos resultados permiten corroborar que se pueden establecer agroecosistemas rentables y sustentables²²¹.

En la misma región pampeana, esta vez en la provincia de Entre Ríos, en el predio Laguna Blanca²²², se combina la preservación del monte natural con la realización de cultivos de maíz, lino, avena en rotación con la siembra de pasturas destinadas a la alimentación animal. También se cultivan frutales consorciados con abonos verdes y de hortalizas mediante la utilización de mulching plástico (cobertura del suelo). Se realiza una certificación según las normativas de la agricultura orgánica (ley establecida en la argentina en el año 1999 y que regula la producción, comercialización y certificación de los productos denominados ecológicos, biológicos y orgánicos). En este caso los rendimientos del maíz oscilan entre 2.500 a 3.500 Kg. /ha. Se destaca que se realizan rotaciones de cereales y oleaginosas y utilizaban abonos orgánicos foliares y plaguicidas naturales como el *Bacillus Thuringiensis*.

En el distrito de Saladillo, en la provincia de Buenos Aires, dentro de la granja "La Bonita" se realiza una rotación agrícola ganadera, que varía de acuerdo con el sistema productivo y condiciones ambientales de la región. Las rotaciones se inician con un cultivo de avena, luego se incluye el cultivo de maíz y se culmina con una avena sembrada de manera tardía. Luego de estos 2 años de cultivos anuales, los potreros (lugar donde se realiza el cultivo) se utilizan para la siembra de pasturas con destino a alimentación animal (praderas) las cuales poseen un período de utilización de por lo menos cuatro años. No se utilizan fertilizantes para el suministro de nutrientes, ni plaguicidas en el manejo de insectos y enfermedades. La siembra de maíz se realiza en

²²¹ Comunicación personal del Ing. Agr. Eduardo Cerda y lectura de la presentación sobre "El caso del establecimiento "La Aurora", en Benito Juárez: Estrategias productivas y socioculturales. Carrasco, N., Cerdá E., Zamora, M. y González Ferrín M. Universidad Nacional de la Plata /INTA

²²² Visita al predio realizada por el autor de este trabajo en noviembre de 2017

diciembre con semilla de una variedad de origen agroecológico. Al utilizarse semilla de origen interno, tanto de avena como de maíz, se evita la compra en las compañías semilleras y además las mismas se adaptan paulatinamente a las condiciones climatológicas y edáficas del lugar. El maíz es cosechado a mano, mientras que la preparación del terreno se hace con disco y rastra de dientes, tratando que todos los cultivos tengan un barbecho (período de tiempo en el cual se realizan prácticas destinadas a la preparación del suelo para la acumulación de agua de lluvia y mineralización de la materia orgánica) con una duración de entre dos a tres a meses. El maíz se escardilla y aporca (tarea en la cual se pasan herramientas y coloca tierra en la base de las plantas) aprovechando estos trabajos para sembrar avena. Por otro lado, al cosechar la planta de maíz de manera manual, quedan los rastrojos en la superficie sobre los cuales puede sembrarse, de manera apropiada otro cultivo. Los rastrojos producidos bien pueden ser aprovechados por los animales obteniendo una adecuada alimentación y por ende muy buena producción de leche y carne, o pueden utilizarse para incorporar una cantidad importante de materiales orgánicos al suelo incrementando los niveles de materia orgánica y con ello mejorando sus características físicas, químicas y biológicas. (Arisnabarreta, G. 2018)²²³. Según una comunicación personal al autor los rendimientos del cultivo de maíz oscilan entre 3.500 a 5.500 Kg. /Ha. En estos planteos productivos el principal inconveniente es el control de una especie vegetal invasora denominada "gramilla" (*Cynodon dactylon*), aunque según las experiencias de los productores, tampoco los herbicidas convencionales, como la



atrazina, pueden reducir su accionar.

²²³ Comunicación personal



Ferias agroecológicas , Bellavista (Corrientes) Montecarlo (Misiones) y Francisco Álvarez (buenos Aires)

En Argentina el rendimiento medio nacional de maíz para la cosechas 2016/17, 2017/18 y 2018/19 2017/2018 llegó a los 7.800 Kg. /ha.²²⁴ . Se destaca en estos casos la elevada utilización de insumos externos como combustibles, semillas híbridas, fertilizantes, herbicidas, insecticidas, fungicidas y suministro de agua adicional con el riego, estrategias y prácticas que poseen un fuerte impacto ambiental y elevan los costos de producción. El costo directo de producción del maíz convencional, cultivado en base a plaguicidas y fertilizantes, puede calcularse en 772 dólares por hectárea²²⁵ , mientras que el precio alcanzado en el mercado, es de 250 y 270 u\$ / tn²²⁶ . Por su parte, el costo de producir maíz de manera orgánica u agroecológica puede llegar a un 70 a 80% del costo de producir maíz de modo convencional, mientras que el precio

²²⁴ Todo Agro-<https://www.todoagro.com.ar/rendimientos-actuales-y-alcanzables-en-soja-y-maiz-cual-es-la-brecha-de-nutrientes-en-argentina/> el 5 de abril de 2023.

²²⁵ <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/agricultura/los-primeros-calculos-para-los-granos-gruesos-20222023-son-poco-alentadores-nid13082022/>. Consultada el 22 de Agosto de 2022

²²⁶ <https://www.bolsadecereales.com/precios-oficiales> Página web consultada 5 de abril de 2023.

obtenido en el mercado oscila entre los 350 a 380 u\$/ tn. En el distrito de Alpa Corral (provincia de Córdoba, en el centro de la Argentina), en cultivos realizados bajo sistema agroecológico durante cuatro años en el mismo predio, los rendimientos obtenidos fueron 2.800, 5.000, 2.000 y 3.300 Kg /ha. En esta experiencia, los costos del cultivo de maíz incluyendo las labores, la semilla, la mano de obra y gastos por servicios realizados por terceros oscilaron entre los 237 y los 680 dólares/ha, los ingresos entre 660 y 930 dólares/ha., siendo el margen bruto obtenido entre 244 y 422 de dólares/ha., demostrando que es una alternativa rentable ²²⁷.

16-A MODO DE SÍNTESIS

Seguramente las estrategias, pautas de manejo y tecnologías empleadas en cada agroecosistema, por cada familia productora , dentro de un dado territorio dependerá de varios factores;

a- Factores ambientales

- El clima y el suelo de la zona donde se desarrollan las actividades.
- Las condiciones de biodiversidad natural y cultivada (especies, riqueza y abundancia).
- Las características y propiedades originales del suelo y las que posee al iniciar la transición -hacia la agroecología.
- La presencia de árboles en el predio.

b-Factores culturales

- Historia, experiencias de vida, personal y familiar del productor /a.
- Costumbres, normas, saberes creados y compartidos en la comunidad.
- Existencia de saberes agroecológicos al interior de la familia.
- La cosmovisión de la familia productora respecto a la inclusión de los seres humanos en la -naturaleza.
- Tipo de espiritualidad recreada al interior de la familia

c- Factores socio-económicos

- Acceso a los bienes naturales agua, bosques y tierra.
- Vínculo legal establecido con la tierra.
- Acceso a los insumos y tecnologías apropiadas.

²²⁷ Ing. Agr. Sarmiento, Claudio. Universidad de Río Cuarto comunicación personal.

- Existencia de trabajadores/as de origen familiar y extrafamiliar.
- Modo y tipo de remuneración establecida con los trabajadores/as.
- Dotación de capital monetario.
- Existencia de sistemas de certificación transdisciplinarios y pluriinstitucionales.
- Canales de comercialización y vínculos establecidos con los consumidores.
- Organización de los productores/as.
- Participación comunitaria
- Relaciones sociales establecidas.
- Grado de aversión al riesgo por parte de los productores/as.



Siembra de maíz en agroecosistemas complejos adaptado al clima y suelo local, predio de Johana y Manuel, Medanitos, Catamarca

d-Factores familiares

- Cantidad de miembros de la familia y del grupo doméstico.
- Edad de los miembros de la familia y del grupo doméstico.
- Modos establecidos para la toma de decisiones.
- Distribución interna de roles en la planificación y ejecución de las tareas.

e- Factores socio-educativos

- Existencia de espacio de dialogo, intercambio de saberes y de capacitación en la comunidad.
- Existencia de programas de extensión.
- Acceso a la información por parte de los consumidores respecto a la producción convencional y agroecológica de alimentos.
- Acceso a la información sobre temas vinculados a la agroecología.

f- Las políticas públicas

- Existencia de políticas públicas (de tierras, alimentarias, fiscales, impositivas, tecnológicas, de crédito, educativas).
- Existencia de incentivos económico directos (subsidios)
- Existencia de sistemas publico / privado sobre monitoreo de poblaciones de insectos
- Existencia de financiamiento público y privado
- Control por parte de los organismos del estado de las normativas referidas a la comercialización y uso de plaguicidas

3-ESTRATEGIAS PRÁCTICAS Y TECNOLOGÍAS QUE PRESCINDEN DEL USO DEL PLAGUICIDAS, INCLUIDO EL CLORPIRIFOS, DESARROLLADAS POR PRODUCTORES/AS AGROECOLÓGICOS DE LA ARGENTINA

PAUTAS ESPECIALES DE MANEJO

3-1- HORTICULTURA *(se mencionan estrategias y practicas mencionadas por productores y técnico que desarrollan actividades el área hortícola bonaerense, de Mar del Plata, Catamarca, Corrientes, Misiones y Santiago del Estero de la Argentina y de Colonia Uruguay)*

a-Diseño

a-1-Integración del agroecosistema al paisaje local (selva, pradera y monte). Paisajes multifuncionales

Entre los diseños, estrategias y prácticas agroecológicas establecidas se han observado, diseños prediales ajustados al ecosistema natural circundante con la finalidad de reducir la demanda externa de energía, por ejemplo, a partir del reciclaje de nutrientes y manejo integrado de insectos y enfermedades. En estos predios se crea una adecuada integración de cultivos, incluyendo especies arbóreas, con la cría de animales de diferente tipo. También fueron analizados sistemas productivos exclusivamente hortícolas, que, ante la imposibilidad de llevar a cabo un reciclaje integral de los nutrientes, demandan la aplicación permanente de abonos de origen externo. Se busca lograr la coexistencia e integración de componentes produciendo flujo de abonos, insectos benéficos (predadores, parásitos y polinizadores), barreras al ingreso de insectos y hongos perjudiciales. Se ha observado el cultivo de barreras de árboles exóticos y autóctonos como protección contra el viento y también el ingreso de insectos, y hongos así como para la provisión de sitios de refugio, alimentación y apareamiento a los insectos benéficos.

- Utilización de cercos vivos de árboles y arbustos nativos , asilvestrados y exóticos
- Uso de cortinas rompevientos de árboles nativos

b- Cultivo y utilización de semillas

- 1-Inicio del cultivo con semillas de origen propio, sana y con buen vigor. Puede ser orgánica o biodinámica.
- 2-Producción de plantines propios adquiridos en lugares donde se cultiven en apropiadas condiciones tal que aseguren una adecuada calidad
- 3-Siembra según el ciclo y posición de la luna y relación con los planetas.
- 4-Intercambio /adquisición en casas de semillas locales y propias de los productores



Seleccionando semillas de puerro, Noemi Fernández, Escuela de agroecología

c-manejo del suelo

c-1- cultivos antecesores

- 1-Dejar descansar el suelo sin labrarlo o cultivarlo por un año.

- 2-Rotaciones con pasturas de alfalfa, avena o vicia, utilizados como abono verde previo al cultivo
- 3-Rotaciones con pasturas naturales para la cría y engorde de ganado
- 4-Alimentación de cerdos después de la cosecha de hortalizas y antes de una nueva siembra (alimentación en corrales móviles)
- 5-Alimentación de gallinas en jaulas móviles luego de la cosecha de hortalizas
- 6-Cultivo de pasturas en franjas alternadas respecto al espacio en el cual se cultivan hortalizas para la alimentación del ganado
- 7- Utilización de abonos verdes entre y dentro de los cultivos (en especial poroto sable entre hileras de tomate).
- 8- Cultivo de relevo. Se siembra un abono verde luego de la cosecha de las hortalizas y antes de sembrar otras especies. Un ejemplo sería cultivar maíz , luego de la cosecha, cultivar un abono de invierno, por ejemplo avena, para luego sembrar otras hortalizas por ejemplo tomates.
- 9- Cultivo de abonos verdes antes de la siembra de hortalizas en base a leguminosas como poroto sable y mucuma.
- 10-Siembra de nabo en invierno entre periodos de cultivo anuales (ejemplo maíz y soja)



Asociaciones de cultivos hortícolas. Huerta Grande . Escobar (buenos Aires)

d- Preparación del suelo

- 1-Utilización de arado multicorte de penetración vertical. Esta herramienta produce el corte de las raíces de las plantas silvestres y la ruptura de agregados en la fase subsuperficial del suelo, preparando así la cama de siembra.

2-Utilización de aradas profundas para enterrar insectos en sus fases de adultos, huevos y larvas por ejemplo de ácaros.

3-Utilización de vibrocultivadores

4-Utilización de arados de cincel y discos

5-Dejar residuos de cosecha en superficie



Abono orgánico en base a residuos hogareños, Escobar, Buenos Aires

e- utilización de abonos

1-Uso de abonos orgánicos confeccionados en el predio (abono Compuesto), el cual es aplicado en almácigos, antes y luego de la siembra y en el trasplante.

2-Uso de rumen de vaca compostado o agregado al suelo directamente (el rumen es uno de los estómagos de la vaca y se obtiene en frigoríficos).

3-Utilización de abono confeccionado en base a biodigestores.

4-Utilización de abonos generados a partir de la descomposición de estiércol de origen humano (baño seco).

5-Aplicación directa de cenizas proveniente de la quema de madera.

6-Aplicación de viruta de origen vegetal (chipeada/ procesada para disminuir su tamaño) en el abono compuesto o directamente en el cultivo.

6-Aplicación en el suelo estiércol de gallina , estiércol de cabra y aves de corral un mes o dos previo a la siembra o trasplante. La "cama de pollo" se coloca directamente en los suelos labrados y se incorpora parcialmente mediante el accionar de herramientas mecánicas. Se sugiere la aplicación de estiércol de ave solo, o mezclado con elementos utilizados para armar la "cama" de estos animales(cascara de arroz, cáscara de girasol, etc.), en cantidades que van desde 1 a 2,5 Kg por metro cuadrado y por año. Las recomendaciones pasan por el compostaje de estos residuos antes de aplicarlos al suelo, de esta manera además de enriquecerlos, por la mezcla con otros materiales, se

evita la supervivencia de bacterias que pueden afectar la salud de los seres humanos.



Juan Carlos regando la pila de abono, El puente verde, Ezeiza, Buenos Aires

f- Aplicación de cubiertas en el suelo; vivas, de residuos vegetales o de plástico

1-Utilización de cubiertas en base a pasto y hojas secas

2-Utilización de plástico negro; frutillas en general Rodríguez y en hortalizas en Entre Ríos.



Utilización de Mulching – cubiertas vegetales muertas- Escuela Agraria de la localidad de Pinchas – La Rioja-

g-Generación de biodiversidad

1-Siembras de hortalizas asociadas en alta densidad, muy cerca unas de otras, a fin de favorecer el manejo de las plantas silvestres (sombreamiento, competencia por nutrientes y agua)

2-Rotaciones entre familias de plantas (leguminosas como habas, brasicáceas como repollo , solanáceas como el tomate, quenopodiáceas acelga)

- 3-Dejar plantas silvestres, entre las hileras de hortalizas, como ortigas y tréboles (de olor, blanco y rojo)
- 4-Dejar crecer plantas con flores de colores vistosos y que provean néctar y polen, entre y dentro de las hileras de hortalizas, para traer insectos benéficos
- 5-Incluir plantas con flores atractivas; dalias , caléndelas, tagetes en lugares estratégicos del cultivo (zona de medicinales y aromáticas)
- 6-Dejar "semillar" a las plantas, que las plantas florezcan y produzcan semillas, en el caso de las coles, apios, zanahoria, achicoria para atraer insectos.
- 7-Plantación de hortalizas entre árboles frutales cítricos y de carozo y pepita (naranja, mamón, limón, manzanos, membrillos, etc.)
- 8-Plantación de hortalizas entre arboles de uso forestal nativos, asilvestrados y exóticos.
- 9-Asociaciones de abonos verdes y cultivos hortícolas en franjas
- 10- Dejar espacio sin cultivo (crecen las plantas silvestres) para que se alojen, alimenten y reproduzcan insectos benéficos.
- 11- Uso de plantas medicinales como Romero, orégano, menta, melisa, manzanilla
- 12-Asociaciones de cultivos anuales Hortícolas.

Las siguientes asociaciones fueron observadas en los predios hortícolas

Tomates y poroto sable
 Maíz, zapallo y poroto
 Tomates y albahaca
 Coles, puerro, acelga
 Lechuga, cibulet, repollo, cebolla de verdeo
 Repollos, puerro y achicoría
 Rúcula, puerros, coles
 Puerros, alcaucil, lechugas
 Lechuga, radicheta, puerro
 Remolacha, apio, lechuga
 Remolacha, habas, espinaca
 Brócoli, lechuga, espinaca, coriandro
 Kale, lechuga, brócoli
 Kale, patchoi , coriandro
 Puerro, lechugas, coles
 Tomates, acelga
 Lechuga, acelga, coles
 Acelga, coles, radicheta

Habas, lechugas , puerros
Tomate, albahaca, lechuga
Lechuga, perejil, kale
Tomate, lechuga, kale
Lechuga, alcaucil, coles
Apios, lechugas. radicheta
Zapallito de tronco, coles
Coles, lechuga, espinaca
Zapallito de tronco, lechuga, acelga, coles
Tomate, repollo
Tomate, Tagetes, alfalfa
Tomate, cebolla
Tomate, caléndulas
Maíz, zapallito de tronco o zapallo italiano
Maíz, Batata



Asociaciones de cultivos hortícolas y florales , Huerta Grande , Escobar , Buenos Aires

h-utilización de abonos foliares

- 1-supermagro: abono foliar en base a estiércol de animales y sales minerales
- 2-Caldo de cenizas: Producto químico elaborado en base a jabón blanco, cenizas y agua
- 3-Fosfito: Producto en base a conchillas, hueso molido y agua

i-Utilización de preparados para combatir insectos o mejora la salud de las plantas

- 1-Apichi (mezcla de ají tipo chile más pimienta, ambos fermentados en agua)
- 2-Utilización de preparados biodinámicos en base caléndulas, milenrama, ortiga, diente de león, manzanilla, valeriana y corteza de roble
- 3-Preparados biodinámicos en base cocimiento de cola de caballo
- 4-Preparados biodinámicos en base a estiércol animal colocado en tripas de animales
- 5-Preparados biodinámicos en base a estiércol animal colocado en cuernos de animales
- 6-Preparados biodinámicos en base a sílice y cuarzo
- 7-Aplicación de purín de ortiga (fermentada en agua) como energizante de las plantas
- 8-Aplicación de orina de vaca diluida en agua



Trampas para insectos, Open Door, Buenos Aires

j-Estrategias, preparados y productos utilizados para manejar insectos específicos

1-Arañuelas

- Alcohol de ajo
- Purín de ortiga
- Azufre en polvo mojable
- Producto comercial a base de neem
- Mezcla sulfocalcica

2-Babosas y caracoles

- Aplicación de tierra de diatomeas o cenizas alrededor de las plantas luego del trasplante.
- Colocar superficies planas dentro del cultivo para que se posen durante la mañana y luego se --pueden recoger.

- Instalar trampas conteniendo metaldehído, actúa por contacto e ingestión, produciendo secreción de baba y posterior deshidratación.
- Cebos granulados en base a metaldehído (1,5 Kilogramos de sustancias activa por Ha).

3-Cochinillas

- Alcohol de ajo
- Cocimiento de cola de caballo
- Disolución de jabón blanco o Jabón potásico en agua
- Alcohol de ruda
- Producto comercial a base de neem
- Mezcla sulfocalcica

4-Chinches

- Uso de té de Manzanilla (infusión de flores en agua)
- Uso de trampas atractivas de colores (amarillas y azules) con sustancias adherentes (pegajosas)
- Producto comercial a base de neem
- Extracto acuoso de paraíso

5-Hormigas

- Dejar crecer vegetación espontanea cerca de las plantas (paisajes heterogéneos)
- Cocimiento de aguaribay
- Aplicación de tierra de diatomeas en el camino y en el nido
- Poner sal granulada en la base del hormiguero
- Aplicación de hormiguicida natural a base del hongo *Beauveria bassiana*
- Uso de arroz partido solo o arroz partido previamente sumergido en agua donde se agrega ----jugo de naranja (atrayerente) y de (oxido de cobre (fungicida)
- Poner cascaras de naranja en el camino de las hormigas (el hongo *penicillum* las puede afectar)
- Inundar el hormiguero con agua y luego tapar y apisonar la boca del nido

6-Moscas blancas

- Eliminación del rastrojo de cultivo luego de la cosecha y antes de un nuevo trasplante o siembra (especialmente tomate y pimiento)
- Eliminación de las hojas basales (parte baja de la planta) más cuando están amarillas
- Aplicación de alcohol de ajo

- Aplicación de producto comercial a base de neem
- Aplicación de una disolución de jabón blanco
- Aplicación de jabón insecticida (sales potásicas de ácidos Grasos)
- Aplicación de Aceites vegetales comerciales
- Aplicación de Aceites minerales comerciales
- Aplicación de preparados comerciales en base al Hongo *Bauveria bassiana*

7-Orugas de las hojas

- Aplicar cal apagada colocada en la base de la planta
- Impedancia física (colocar un trozo de madera o un palo al lado del plantín de tal manera que el gusano no pueda enroscarse
- Aplicar producto comercial en base a *Bacillus turingiensis*.
- Aplicar alcohol de ajo.
- Aplicar tierra de diatomeas.

8- Mariposas nocturnas

Colocar trampas de luz

9-Oruga /polilla de tomate

- Manejo de las plantas silvestres posibles hospederas de la polilla tales como *Solanum bonaeriensis*, *Solanum sisymbriifolium*, *Solanum nigrum*, *Solanum melongea*
- Incorporación del rastrojo del cultivo de tomate con una arada profunda
- Obtención de plantines libres de la oruga. Cultivo en almácigos protegidos por mallas de -alambre tejido
- trampas de luz
- Producto comercial a base de Neem
- Producto comercial en base a *Bacillus turingiensis*

10- Chinchas de zapallo

- Poner latita con querosén o gasoil en la base de las plantas
- Aplicar orina de vaca diluida al 1%
- Aplicar extracto casero acuoso de paraíso

11- Oruga de las coles

- Cultivar diversidad de flores, continuidad en el tiempo como alimento y sitios de refugio para -parasitoides (*Diadegma Sp.*)

- Destrucción e incorporación, luego de la cosecha, de las plantas de coles
- Intercalado con franjas de tomate
- Intercalar el cultivo con franjas donde las Brassicas silvestres (mostacilla) puedan crecer libremente (atraen enemigos naturales y pueden actuar como plantas trampas)
- Aplicación de producto comercial a base de neem
- Aplicación de producto comercial a base de Bacillus Turingiensis
- Aplicación de extracto casero acuoso de paraíso

12- Pulgones

- No aplicar abonos químicos nitrogenados
- Alcohol de ajo
- Agua jabonosa
- Infusión de ruda
- Infusión de ajeno
- Jugo de cebolla (exprimir 7 cebollas y mezclar con 4 litros de agua y una cucharadita de aceite emulsionable
- Preparados con Ortiga
- Alcohol de picante
- Orina de vaca diluida al 1 %
- Extracto casero acuoso de paraíso
- Extracto de mamón
- Jabón potásico
- Purín de cebolla y ajo en agua (se deja una semana una semana 5 ajos y 5 cebollas en diez litros de agua)

13-Trips

- Enterrado de los rastrojos
- Uso de trampas de color (azul, amarillo o blanco) adhesivas colgadas de los invernáculos mantenidas por encima del cultivo. Las trampas son de plástico o madera de 10 cm por 20 cm de lado
- Jabón potásico
- Extracto casero acuoso de paraíso
- Producto comercial en base a Neem
- Uso de Mezcla sulfocalcica

14-Nematodos

- Asociaciones con plantas que exudan sustancias por sus raíces que espanten a los nematodos (alelopatía) como las caléndulas, Sesamo, Crotolaria y Tagetes
- Rotaciones con pasturas
- Rotaciones con plantas menos susceptibles (mostaza en el área hortícola de Buenos Aires , quinoa en La Rioja)
- Biofumigación
- Aplicación de preparado comercial de *Pseudomonas protegens* en el suelo sobre los canteros (lomos) de cultivo

15-Ácaros – arañuela roja-

- Rotaciones con pasturas y/o hortalizas menos susceptibles al ataque de ácaros
- Enterrado de los rastrojos (residuos del cultivo luego de la cosecha)
- Asociaciones con plantas aromáticas y de la familia de las liliáceas: ajo, puerro y cebolla
- Pulverizaciones con agua sola en épocas de sequía
- Pulverizaciones con azufre en polvo mojable
- Pulverizaciones de producto comercial a base de neem

16-Moscas blancas

- Uso de trampas de color (amarillo o naranja) adhesivas colgadas de los invernáculos mantenidas por encima del cultivo. Las trampas son de plástico de 10 cm por 20 cm de lado
- Aplicación de jabón potásico
- Aplicación de alcohol de ajo
- Aplicación de cocimiento de cola de caballo
- Aplicación de alcohol de ruda

17-Bicho moro

- Uso de plantas trampas como el yuyo colorado (*Quenopidium albus*). Se dejan crecer libremente cerca del cultivo de tomate y ají
- Uso de preparados en base a ají picante y ajo

3-2- FRUTICULTURA (se mencionan estrategias y prácticas mencionadas por productores y técnicos de Catamarca, Misiones, La Rioja, Buenos Aires, Rio Negro, Corrientes y Santiago del Estero)

a- Asociaciones de cultivos.

Las asociaciones de plantas frutales con otras especies, anuales o perennes tanto herbáceas o leñosas, posibilitan; a- optimizar el aprovechamiento de la energía solar. b- incrementar la productividad primaria del sistema. c- Ampliar la exploración de las raíces en el perfil del suelo mejorando la absorción de agua y nutrientes. d- Enriquecer las acciones del manejo natural de insectos a partir de las posibilidades que brindan los procesos de enmascaramiento, la alelopatía y la confusión.

Se observó la asociación de árboles frutales, como naranjos (*Citrus sinopsis*), mandarinas (*Citrus nobilis*), pomelos (*Citrus paradiso*), junto a hileras de cultivo de yerba mate, Avena y árboles de Kiri (*Paulonia tomentosa*). También se dejan crecer libremente, pero a baja altura, las plantas silvestres entre los árboles de manzano. Se ha observado el cultivo de membrillo entre plantas de alfalfa. Por último se destaca la siembra de abonos verdes entre plantas cítricas (naranjos, mandarinos, etc.). Inclusión de plantas medicinales: ruda, menta, melisa, en la base de la planta a fin de atraer insectos benéficos



Integración de árboles frutales y hortícolas . Predio de la Familia Johana y Manuel Aguirre

b- Abonado del suelo

-Colocación de abono animal parcialmente descompuesto o abono compuesto (compost) en la base de la planta o proyección de la copa . Se suele poner estiércol fresco en invierno y abono compuesto maduro o estabilizado en primavera.

-Colocación de sales minerales (sulfato de hierro, sulfato de cobre, sulfato de calcio y sulfato de magnesio) en la base de la planta



Elaborando abono orgánico, Cristina y su hija, Medanitos , Catamarca

c- Uso de mulching

- Colocar pasto y hojas secas en la base de las plantas
- Colocar viruta de madera en la base s de las plantas



Cultivo de frutales asociado a maíz, familia Villafañe, Bellavista , Corrientes

d- utilización de colmenas

-Se colocan colmenas entre las plantas a fin de favorecer la polinización y el rendimiento de los cultivos

e- Aplicación de abonos foliares

supermagro en época de cultivo – con hojas verdes -

f- manejo de insectos y moluscos

f-1- -frutales de carozo (duraznos , pelones, damasco) y pepita (perales , manzanos)

1-Arañuelas (parda y roja), cochinillas (coma, violeta, acanalada), Erinosis del peral, pulgones

-Aceite de verano 1litro de aceite/100litros de agua

-Aceite de invierno 2 litros de aceite /100 litros de agua

-Polisulfuro de calcio

-Jabón potásico

2-Arañuelas en general y hongos

-Azufre en polvo mojable 100 gramos cada 100 litros de agua

-Producto comercial a base de neem

-Mezcla sulfocalcica

3-Babosas y caracoles

-Tierra de diatomeas espolvoreadas en la base del tronco o sobre las hojas

-Cenizas espolvoreadas en la base del tronco

-Colocar superficies planas dentro del cultivo

-Trampas conteniendo metaldheido (actúa por contacto e ingestión produciendo secreción de -baba y posterior deshidracion). Aplicar en la presentación de cebos granulados 1,5 Kilogramos de sustancias activa por Ha.

4-Taladrillo de los frutales

-Polisulfuro de calcio (pulverizar en invierno)

-Inyectar (Colocar) agua caliente o humo en las aberturas que el insecto realiza en los árboles. Previamente se debe tapar las aberturas con cera.

5-Pulgón lanígero del manzano

-Polisulfuro de calcio (pulverizar en invierno)

6-Carpocapsa

-Colocar cartón corrugado alrededor de las ramas principales y el tronco antes del invierno. Los insectos se protegerán allí durante el invierno, al finalizar las épocas frías se sacan los cartones y queman.

- uso de producto comercial a base de feromonas sexuales

7-Mosca de la fruta

-Siembra de plantas medicinales en la base de la planta a fin de atraer parásitos y predadores

-Riego abundante para afectar a las pupas que están enterradas en la base de la planta

-Laboreo superficial a fin de exponer las pupas al sol (deshidratación) y a los enemigos naturales

-Podas selectivas de ramitas a fin de favorecer el ingreso luz y circulación de aire (se evita que las moscas adultas puedan icultarse)

-Realización de pozos de entierro de frutas afectadas (previa recolección)

-Trampas de botella con sustancias atractivas

8-Hormigas

-Uso de defensas físicas; barrera de acetato externo deslizante con goma espuma en la parte interna rodeando a cada planta.

-Colocar embudos de aluminio en el tronco para impedir el ascenso de las hormigas

-Permitir el crecimiento de las plantas silvestres entre las plantas frutales

f-2- frutales cítricos (limón, naranja, mandarina, pomelo, quinotos)

1-Ácaros (del tostado, de la lepra, Plateado), Cochinillas (delta, blanda, negra, hemisférica y roja australiana)

-Aplicación de Aceite de primavera / verano 1, 3 litros de aceite/100litros de agua

-Aplicación de Azufre en polvo mojable (antes de la floración)

-Aplicación de Jabón potásico

-Aplicación de Polisulfuro de calcio (aplicaciones en caída de pétalos y además en primavera -verano)

-Aplicación de Producto comercial a base de neem

2-Babosas y caracoles

- Tierra de diatomeas
- Coloca cenizas en la base de la planta
- Colocar superficies planas dentro del cultivo
- Trampas conteniendo metaldheido (actúa por contacto e ingestión produciendo secreción de baba y posterior deshidracion). Aplicar en la presentación de cebos granulados 1,5 Kilogramos de sustancias activa por Ha.



Trampas para mosca de la Fruta, Bellavista, Corrientes

3-Mosca de la fruta

- Uso de trampas con sustancias atractivas. Las trampas se utilizan sabiendo que la mosca nace con el aparato ovireproductor inmadura y que debe alimentarse antes de reproducirse
- Cría y dispersión de machos estériles
- Utilización de aves caseras (gallinas) para consumo de pupas en el suelo.
- Utilización de pozos para enterrar fruta atacada. Se realiza un pozo tapando la abertura con una maya de alambre de diámetro inferior al de la mosca en estado adulto. La idea es que dentro del pozo se reproduzcan insectos parásitos que pueden escapar por el tejido de alambre, mientras que la mosca se ve impedida de hacerlo.
- Enterrado de la fruta en pozos y colocar cal

4-Larvas minadoras de la hoja

Aplicación de Bacillus Turigiensis

5-Mosca blancas

- Trampas de color con sustancias adhesivas

- Trampa de botellas de plástico con sustancias atractivas por ejemplo restos de vino o vinagre
- Aplicación de alcohol de ajo
- Aplicación de cocimiento de cola de caballo
- Aplicación de alcohol de ruda

6-Carpocapsa

- Trampas de cartón corrugado
- Utilización de producto comercial en base a feromonas sexuales

7-Ácaros

- Aplicación de Azufre en polvo mojable
- Aplicación de Mezcla sulfocalcica

8-hormigas

- Colocar trampas de adherencia o que impidan el tránsito en tallos y ramas. Estas barreras físicas impiden el paso de las hormigas desde la base a la copa. Las barreras pueden ser de botellas de plástico, conos de aluminio, esponjas impregnadas en querosén o gasoil
- Aplicación en el nido de macerado de semillas y frutos de paraíso.



Abonos verdes, avena, entre plantas cítricas, Familia Villanueva, Corrientes

3-3- PECAN (se mencionan estrategias y practicas citadas por productores y técnico en las provincia de Buenos Aires y Entre Ríos)

a-Diseño

Se diseña el predio, se complementan subsistemas y componentes, de tal manera que se aproveche el máximo de energía natural, la captación de agua de lluvia y el aprovechamiento de la materia orgánica



Fuente dinamizadora de agua , predio pecanero biodinámico distrito de Baradero, Foto Marian Moya

b-Generación de biodiversidad

- Asociaciones con pasturas conformadas por varias especies
- Asociación con actividades ganaderas (cría de ovejas o ganado vacuno)

c-Abonos

- Aplicación de abono animal según método biodinámico
- Aplicación de abonos compuestos
- Aplicación de preparados biodinámicos

3.4. Trigo *(se mencionan estrategias y prácticas mencionadas por productores y técnico en las provincia de Buenos Aires Entre Ríos)*

a- Diseño

- Plantación de árboles entre los potreros (calles, alambrados)

b-Rotaciones agrícola – Ganaderas

b-1-Siembra de pasturas para alimentación animal

Las pasturas están integradas por varias especies; pasto ovillo, festuca, rye Grass, achicoria, rucula, melilotus, lotus, alfalfa, trebol rojo, trebol de olor, agropiro, etc. Las raíces profundas de estas especies además de penetrar en el suelo rompiendo la compactación extraen nutrientes minerales desde las capas subsuperficiales (profundas) llevándolos a la superficie donde muchas veces se han tornado escasos. Se debe evitar el sobre pastoreo por parte de los animales a fin de favorecer un buen crecimiento de las plantas, una adecuada cobertura del suelo y con ello la infiltración y almacenamiento del agua, evitando la erosión hídrica y eólica. Es fundamental que las pasturas permanezcan en el terreno por lo menos tres años antes de iniciar el ciclo agrícola.

La alimentación animal se hace dividiendo los lotes de pasturas en pequeños fracciones realizando una rotación de estos según su capacidad de carga (capacidad para alimentar al ganado), en muchos casos la permanencia es de solo un día (alta carga animal en el terreno por breves períodos de tiempo). A esta práctica se la llaman método de pastoreo intensivo, pastoreo rotativo intensivo, pastoreo Voissen donde se persigue el objetivo de aprovechar de manera sustentable el forraje, distribuir el orín y estiércol animal en todo el lote y reducir la incidencia de los parásitos.

b-2- Rotación con otros cultivos agrícolas

- Rotaciones trigo /moha / pasturas

-Rotaciones con cultivos anuales como soja, arroz y maíz

c- asociación con otros cultivos

-Siembra conjunta de trigo con vicia

-Siembra conjunta con trébol blanco



Trigo en transición agroecológica, El Cuni (Alicia y Daniel) , Cañuelas

d-Utilización de abonos verdes (cultivo antecesor).

Se trata de cultivos sembrados un periodo anterior al de la siembra de trigo y que serán incorporados parcialmente al suelo, dejando residuos en la superficie. Se utilizan especies como avena, vicia y otros. Se persiguen varios objetivos al desarrollar esta práctica: a- proteger al suelo de la erosión y compactación. b- proveer de residuos orgánicos que se transformaran en humus, mejorando la cantidad de materia orgánica del suelo y el contenido de nutrientes. c- cubrir el suelo favoreciendo el manejo de las plantas silvestres. d- aporte de nutrientes específicos, como el nitrógeno agregado por la vicia. Por lo general se den sembrar lo suficientemente temprano como para que se produzca abundante material orgánico y enterrarlo también temprano, con respecto a la implantación del cultivo de trigo, a fin de promover su descomposición así como reducir el consumo de agua. En general el corte e incorporación se realiza antes de la floración de los cultivos utilizados. Si los abonos verdes se siembran solos, periodo entre cultivos, deben sembrarse al inicio del otoño a fin de propiciar un adecuado crecimiento, antes de la incorporación.

e-Dejar residuos de cosecha en superficie y los entierran parcialmente

-Se dejan residuos luego de la cosecha de trigo u otros cultivos

f-Abonos

No se fertiliza con fertilizantes sintéticos, como la urea, a fin de no propiciar el crecimiento desmesurado de las plantas y con ello el ataque de insectos. Se ha determinado que la fertilización determina un incremento en insectos que se alimentan de las plantas así como el daño realizado atribuido a las tasas de supervivencia más altas, al crecimiento más rápido y a su mayor fecundidad (Ooi y Shepard , 1994)²²⁸

g- Las semillas

-Utilización de semillas propias con la finalidad de asegurar su identidad, calidad y precio.

-Utilización de variedades adaptadas a la zona de cultivo.

-Agregado de microorganismos a las semillas. Las mismas se inoculan con hongos y bacterias con la finalidad de mejorar la captación de nitrógeno y fósforo.

h- Preparación del suelo

-Subsolado; uso de arados con penetración vertical en el suelo para producir su descompactación y así posibilitar un mejor ingreso de agua y aire también, para facilitar el crecimiento de las raíces.

-Uso de cinceles a fin de reducir la compactación.

-Utilización de maquinaria para siembra directa (remoción del suelo solo en la línea donde se colocarán las semillas)



Arado multicorte, de penetración vertical, Zona Hortícola Buenos Aires

²²⁸ Ooi, P.A.C. & Shepard, B.M. 1994. Predators and parasitoids of rice insect pests. In: Biology and management of rice insects, (E.A. Heinrichs ed.), pp. 585-612. Wiley Eastern Limited [For] IRRI, New Delhi.

i- Uso de bioinsumos

-Preparado 500 según las normas biodinámicas (mezcla de tierra negra dentro de un cuerno de vaca que se entierra a 40 a 60 cm bajo la superficie en otoño. Se deja descomponer durante el invierno y se recupera para su uso la siguiente primavera)²²⁹.

3.5. MAÍZ *(se mencionan estrategias y practicas mencionadas por productores y técnico en las provincia de Buenos Aires, Catamarca, Misiones, Córdoba y Santa Fe)*

a- Barbechos (tiempo sin cultivo donde se acumula agua y se produce la descomposición de la materia orgánica y transformación en nutrientes).

De dos a cinco meses dejando residuos en la superficie. La duración puede variar según el lugar, el suelo, las condiciones ambientales y la cantidad de tierra que posee el productor.

b- Rotaciones

b-1-Rotaciones con cultivos anuales

-Rotaciones con soja , arroz y maíz

b-2- Rotaciones con pasturas

-En el predio "La Bonita" (provincia de Buenos Aires)²³⁰ se realiza una rotación agrícola ganadera, que varía de acuerdo con el sistema productivo y condiciones ambientales de la región. Las rotaciones se inician con un cultivo de avena, luego se incluye el cultivo de maíz y se culmina con una avena sembrada de manera tardía. Luego de estos 2 años de cultivos anuales, los potreros (lugar donde se realiza el cultivo) se utilizan para la siembra de pasturas con destino a alimentación animal (praderas) las cuales poseen un período de utilización de por lo menos cuatro años.

-Rotaciones con trigo y pasturas alimentando a ovinos y cabras según la zona (aporte de estiércol)

c-Asociaciones

-Siembra con zapallo

²²⁹ <https://www.corbataslester.com/magazine/los-vinos-biodinamicos/>

²³⁰ Comunicación personal del Ing. Agr. Gabriel Arisnabarreta

- Siembra conjunta con alfalfa, luego de la cosecha del maíz la alfalfa tiene espacio para crecer
- Asociado con Mucuna (el maíz se siembra 45 días antes que la mucuna), esta además de abonar el suelo aloja insectos benéficos
- Asociación con los cultivos de atriplex y zapallo



Asociación Maíz/zapallo, Predio de Doña Valeria Catamarca

d-Uso de abonos verdes

- Abonos verdes de Vicia y alfalfa o Moha y alfalfa

e-barbecho

Período de tiempo en el cual se realizan prácticas destinadas a la preparación del suelo para la acumulación de agua de lluvia y mineralización de la materia orgánica) con una duración de entre dos a tres a meses.





Cultivo de Maíz agroecológico , predio el huerto interior, Baigorrita, Buenos Aires,

f-Semillas

-Utilización de variedades o razas criollas adaptadas al clima, manejo y necesidades de los productores /as

g-Densidad de siembra

-Incremento del número de plantas por unidad de área para facilitar el manejo de las plantas silvestres

h-Laboreo del suelo

-Subsolado del suelo para producir la descompactación posibilitando un mejor ingreso de agua (y su retención) y aire así como para facilitar el crecimiento de las raíces y con ello la posibilidad de absorber agua y nutrientes.

-Uso de cinceles a fin de reducir la compactación mejorar la aireación, el ingreso de agua, el drenaje y además preparar la cama de siembra

-Utilización de arados de disco y rastra de dientes,

-Se dejan residuos sobre el suelo luego de la cosecha de maíz a fin de abonarlo y protegerlo de las inclemencias del tiempo.

i- Abonos

-Aplicación de estiércol seco de ovejas

j- Manejo de insectos

1-Barrenadores (diatraea Saccharalis)

Los adultos son mariposas nocturnas que ponen huevos en parte de atrás de las hojas, los gusanos al emerger se dirigen al tallo donde realizan perforaciones. Las plantas

están más débiles pudiendo caer y además las perforaciones posibilitan la entrada de otros organismos perjudiciales.

- Se puede propiciar el crecimiento de enemigos naturales a partir de dejar plantas silvestres en las cabeceras del cultivo o dentro del mismo (espacios de biodiversidad).
- Rotaciones con soja, trigo o pasturas
- fecha de siembra temprana para evitar el ataque del insecto
- Liberación de la avispa trichograma
- Uso de semillas variedades resistentes
- Asociaciones con cultivo de vicia
- Utilización de Trampas atractivas de luz para los adultos.
- Utilización de Producto comercial Bacillus thuringiensis
- Aplicación de Producto comercial a base de Neem
- Entierro total de los rastrojos ante infestaciones elevadas del gusano barrenador

2- Isoca (gusano) Cogollero

- Trampas de luz
- Macerado de Paraíso (1,5/20 l)
- Aplicar de manera adecuada el nitrógeno, aunque se realice a partir de abonos naturales.

3.6. SOJA *(se mencionan estrategias y practicas mencionadas por productores y técnico en las provincia de Buenos Aires y Entre Ríos)*

a-Rotaciones

a-1- Rotaciones con cultivos anuales

- Rotaciones con trigo , lino y maíz

a-2- rotaciones con pasturas

- Rotaciones con pasturas (alfalfa, tréboles , vicia)
- Rotaciones con abonos verdes

b- Asociaciones de cultivos / Policultivos

Siembra de otros cultivos anuales intercalados por ejemplo con soja. (doce surcos de cada una de las especies abarcando una distancia de cercana de 7 metros cada una)

c- manejo de la diversidad natural

-Dejar sin cultivar las cabeceras de los lotes, buscando franjas transicionales entre el cultivo y la vegetación natural. Esta práctica²³¹ ofrece un hábitat hospedante a los insectos benéficos (predadores y parásitos de otros insectos) como por ejemplo vaquitas, crisopas y avispitas. También se ofrece alimentos alternativos a aquellos que se alimentan del cultivo (plantas trampa). Un buen ejemplo es la alimentación de Bicho Moro (*Eupicarta* sp.) con plantas de chamico (*Datura ferox*) y quinoa (*Chenopodium album*) que crecen de manera silvestre.

-Deshierbado parcial del cultivo (alimento y sitios de alojamiento para los insectos benéficos)

d-Semillas

- Uso de semillas no transgénicos
- Uso de semillas con altos niveles de proteína (44%)

e- Aplicación de biofertilizantes

-Aplicación de humus de Lombriz junto a la línea de siembra en el momento de la colocación de las semillas en el suelo.

-Aplicación de abonos líquidos disueltos en agua aplicados al suelo y en la planta. El biofertilizante se prepara mezclando en 20 litros de agua materiales de origen orgánico (abono compuesto, cama de pollo y aserrín), además de sales minerales como sulfato de zinc, sulfato de cobre, sulfato de hierro y óxido de manganeso. Se deja reposar 5 meses y se aplica diluido en agua; al 10 % si se aplica a las plantas y al 30 % si se aplica en el suelo.

f- Manejo de insectos

1- Orugas defoliadoras

Se alimentan de las hojas. Pueden llegar a devorar la totalidad de las plantas cuando son jóvenes. Suelen atacar durante la noche, refugiándose durante el día en los residuos que se hallan en la superficie.

- Aplicación de preparados en base a *Trichograma*
- Propiciar el establecimiento, desde la recreación de biodiversidad, de insectos parásitos y predadores

²³¹ Comunicación personal del Ing. Agr. Claudio Sarmiento

3.7.YERBA MATE (se mencionan estrategias y practicas mencionadas por productores y técnico en las provincia de Misiones)

a-Diseño

-Cultivo en Sistemas agrosilvopastoriles



Yerba asociada a plantas cítricas y árboles, Montecarlo , Misiones

b-Asociaciones con otros cultivos

- Cultivo de yerba entre cítricos y mandioca
- Cultivo entre árboles de araucaria y Kiri

c-Utilización de abonos verdes entre las hileras de plantas de yerba mate

- Cultivo de mucuma entre hileras de plantas
- Siembra de abonos verdes en base a avena

d-Utilización de cubiertas vegetales muertas ente hileras de plantas

- Corte y Colocación de plantas silvestres y/o cultivadas



Cultivo de avena entre hileras de Yerba Mate, Montecarlo , Misiones

e-Abonos

- Uso de restos de cosecha de hortalizas colocados entre las hileras de las plantas
- Colocación de abono compuesto en la base de las plantas



Pilas de abono organico procedente de residuos de industrias alimenticias, Porto Alegre , Brasil

f-Abonos foliares

- Aplicación de supermagro

3.8. NOGALES *(se mencionan estrategias y practicas mencionadas por productores y técnico de la provincia de La Rioja)*

a-diseño

- Integración de las plantas de nuez al paisaje a partir de la misma implantación del cultivo.

-Permitir el ingreso, en las líneas de plantas cultivadas, de plantas nativas que crecen al pie de las sierras.

-Utilización de colmenas para fomentar la polinización de las plantas silvestres



Predio agroecológico de nogales, la Media Luna, Chilecito, La Rioja

b-Asociaciones de cultivos

-Cultivo intercalado de duraznos y membrillos entre las plantas de nuez

c-Abonos verdes

-Siembra de avena entre las hileras de plantas

-intersiembra al voleo (entre las plantas) de abonos verdes como la vicia, centeno, cebada para ser incorporados al suelo.

d-Laboreo del suelo

-Uso de arados que proporcionen una mínima labranza

-Uso de subsoladores para descompactar el suelo y así mejorar la penetración de las raíces

e-Abonos

-Aplicación de guano de cabra y de gallina en cada planta o entre plantas incorporado con rastra de discos, pala o con hoyadora

f-Aplicación de enmiendas al suelo

-Aplicación de cal para mejorar la acidez del suelo y con ello la vida de la microflora y fauna

g-Manejo de insectos

1-Carpocapsa

- Utilización de trampas para el monitoreo de la población de Carpocapsa
- Aplicación de preparados comerciales de carpovirus (virus intraespecífico para Carpocapsa),
- Dejar parches de vegetación nativa, zonas para el libre crecimiento de las plantas silvestres a fin de brindar alimentación y cobijo de los insectos benéficos.
- Utilización de feromonas (hormonas sexuales comerciales)
- Colecta y destrucción de frutos atacados
- Colecta y colocación de los frutos atacados en las pozos de producción de insectos benéficos (pozos mosqueros).
- Eliminación adecuada de los residuos de poda
- Colocar en invierno refugios de cartón corrugado en el tronco y ramas principales. En primavera se sacan y queman



Pablo Montilla colocando feromonas en nogales.

2-Hormigas

- Uso de defensas físicas: barrera de acetato externo deslizando con goma espuma en la parte interna rodeando a cada planta.
- Embudos de aluminio colocados en el tronco que impiden el ascenso de las hormigas
- Posibilitar el crecimiento de las plantas silvestres en el cultivo de nogales



Barreras para evitar el ascenso de las hormigas, La Media Luna (Catamarca)

3.9- VID *(se mencionan estrategias y practicas mencionadas por productores y técnico en las provincia de La Rioja, Catamarca y Mendoza)*

a-Diseño

-Integración del agroecosistema al paisaje natural por ejemplo al existente en el pie de las montañas o sierras de tal manera de generar caminos de biodiversidad entre las áreas cultivadas y las pertenecientes a las áreas naturales adyacentes al cultivo

b-Abonado del suelo

- Aplicación de abono compuesto en la base de cada planta
- Aplicación de abono de chivo o cabra en la base de cada planta

c-biodiversidad

- Dejar crecer plantas silvestres en especial nativas en los corredores -espacios entre bloques de plantas-
- Intersiembrar de cultivo de alfalfa entre las plantas de vid -interfila-
- Intersiembrar de cebada, centeno y vivía entre las plantas de vid -interfila -
- Dejar penetrar en el cultivo plantas silvestres en entre filas



Inclusión de biodiversidad en cultivo de Vid, Medaños Catamarca

d-manejo de plantas silvestres

- Uso de desmalezadoras
- Uso de moto guadañas
- Uso de rastras de discos

e-Manejo de insectos

1-Pulgones

- Aplicar producto comercial a base de Neem
- Colocar bandas de cartón corrugado

2-Filoxera

- Mejorar las condiciones del suelo mediante el abonado
- Evitar estrés hídrico

- Incorporar orujo (resto de la cascara de la uva luego de elaborar vino) al pie de la planta
- Incorporar coberturas vivas; cebada , centeno y vicia entre las líneas del cultivo vid
- Inundar (anegar con agua) 30 días el suelo durante el invierno

3-Nematodos del suelo (Agallas en la raíz)

- Cultivo de abonos verdes
- Aplicar al suelo una maceración en agua de frutos de timbó (oreja de negro)
- Realizar cultivos intercalados con gramíneas (por ejemplo avena, cebada y centeno)
- Realizar cultivos intercalados de vicia entre las líneas del cultivo vid

4-Ácaros

- Aplicación de azufre micronizado

3.10. FRUTILLAS *(se mencionan estrategias y practicas mencionadas por productores y técnico en las provincias de Buenos Aires y Corrientes)*

a-Diseño

Se realizan aradas con discos, reja o cincel, luego se pasa el motocultivador, se aloma o realiza el cantero elevado (camellones), se coloca plástico negro y realiza el trasplante. El suelo se aloma, se hacen lomos, con la alomadora dejando lomos de 70 centímetros de ancho por 30 a 50 metros de largo.



Cultivo de frutilla agroecológico, Familia Benítez, Bellavista Corrientes

b-Rotaciones

- De ser posible cambiar todos los años del lugar de plantación

- Rotar con pasturas para la alimentación animal
- Rotar con cultivos anuales como Avena

c-Reproducción

Utilización de un plantín nuevo todos los años , las variedades se buscan según el clima , suelo, resistencia o tolerancia a enfermedades, rendimiento y características comerciales (tamaño de los frutos, firmeza, color , gusto, etc.).

d-Asociaciones de cultivos

- Asociación con plantas silvestres, borraja en las cabeceras y botón de oro
- Cultivo de Cebolla, cebolla de verdeo, puerro y perejil en la línea de cultivo y entre los camellones

e-Abonos

- Aplicación de estiércol animal, en los camellones, antes de la plantación
- Aplicación de humus de lombriz antes de la plantación
- Aplicación de humus de lombriz sobre el suelo en cada planta
- Aplicación de humos de lombriz después de la plantación – en el riego por goteo-

f-Aplicación de abonos foliares

- Aplicación de productos comerciales . Fertilizante Nutrire plus (3 a 5 litros por hectárea) Posee ácidos fúlvicos y húmicos y organismos benéficos
- Aplicación de abono foliar supermagro

g- manejo de insectos

1- Moscas blancas

- Aplicación de preparados comerciales Condendo (*Bauveria bassiana*), 50 Gramos cada 80 litros de agua

2-Ácaros

- Enterrado de los rastrojos (residuos del cultivo) luego de la cosecha
- Colocar barreras rompevientos de árboles o plantas de maíz
- Asociaciones con plantas aromáticas y de la familia de las liliáceas como: ajo, puerro y cebolla - Rotaciones con plantas anuales y abonos verdes
- Preparados comerciales Condendo (*Bauveria bassiana*) (50 Gramos cada 80 litros de agua)

- Utilización de Caldo bordelés y mezcla sulfocálcica
- Pulverizaciones con agua sola en épocas de sequía
- Pulverizaciones con azufre en polvo mojable

3-Trips

- Aplicación de preparados comerciales Condendo (*Bauveria bassiana*) (50 Gramos cada 80 litros de agua)
- Aplicación de preparados en base a plantas silvestres por ejemplo Senecio (botón de oro, flor amarilla). Se macera un kilo de botón de oro en 10 litros de agua durante cinco días, se filtra y pulveriza
- Liberación de enemigos naturales como la chinche pirata (*Orius insidiosus*) que se alimenta de *Frankliniella occidentalis*
- Permitir el crecimiento de *Bidens Pilosa* (amor seco) que favorece el desarrollo del acaro *Orius insidiosus* depredador del trip *Frankliniella Occidentalis*
- Aplicación de extracto de paraíso
- Aplicación de comercial de aceite de Neem

4-Gusanos /isocas

- Aplicación de preparados comerciales en base a *Bacillus turingiensis*
- Aplicación de Mum tech (producto comercial) en base a *beauveria Bassiana*

5-Hormigas

- Utilización de cebo atrayente con esporas de BB para hormigas cortadoras (Mum Tech)

6-Nematodes

- Utilización de raíz de timbo u oreja de negro. Se realiza un macerado colocando 200 gramos de raíz picada en un litro de alcohol durante 7 días. También se puede realizar un macerado en agua colocando 6 Kg de raíces en 200 litros de agua se deja una semana. En ambos casos se aplica sobre las plantas
- Inclusión de diversidad
- Aplicar extracto acuoso de Papaya. Se coloca 1 kilo de hojas trozadas junto a 50 gramos de jabón blanco en 5 litros de agua y se dejan reposar (macerar) 5 horas. Luego pasa por el colador y aplica sobre las plantas y el suelo

7-Pulgones

- Aplicación de extracto de paraíso
- Aplicación de extracto de ají picante en alcohol
- Aplicación de preparado comercial de aceite de Neem

3-1 1- OLIVOS *(se mencionan estrategias y practicas mencionadas por productores y técnico en las provincias de La Rioja y Catamarca)*

a-Diseño

-Integración del agroecosistema al paisaje natural por ejemplo al existente en el pie de las montañas o sierras de tal manera de generar caminos de biodiversidad entre las áreas cultivadas y las pertenecientes a las áreas naturales adyacentes al cultivo

b-Abonado del suelo

- Aplicación de abono compuesto en la base de cada planta
- Aplicación de abono de chivo o cabra en la base de cada planta

c-biodiversidad

- Dejar crecer plantas silvestres en especial nativas en los corredores -espacios entre bloques de plantas-
- Intersiembrado de cultivo de alfalfa entre las plantas de olivo -interfila-
- Intersiembrado de cebada, centeno y vivía entre las plantas de olivo -interfila -
- Dejar penetrar en el cultivo plantas silvestres en entre filas

d-Coberturas vegetales

colocar coberturas vivas naturales o sembradas (trebol blanco)

e-Manejo de insectos

1- Hormigas

Uso de defensas físicas; barrera de acetato externo deslizante con una goma espuma en la parte interna rodeando a cada planta.

Embudos de aluminio que impiden el ascenso de las hormigas

Permitir el crecimiento de las plantas silvestres en el cultivo de frutales

2--Mosca de la fruta

- Uso de trampas con sustancias atractivas. Las trampas se utilizan sabiendo que la mosca nace con el aparato ovireproductor inmadura y que debe alimentarse antes de reproducirse
- Cría y dispersión de machos estériles
- Utilización de aves caseras (gallinas) para consumo de pupas en el suelo.
- Utilización de pozos para enterrar fruta atacada. Se realiza un pozo tapando la abertura con una maya de alambre de diámetro inferior al de la mosca en estado adulto. La idea es que dentro del pozo se reproduzcan insectos parásitos que pueden escapar por el tejido de alambre, mientras que la mosca se ve impedida de hacerlo.
- Enterrado de la fruta en pozos y colocar cal

3--Cochinillas

- Alcohol de ajo
- Cocimiento de cola de caballo
- Disolución de jabón blanco o Jabón potásico en agua
- Alcohol de ruda
- Producto comercial a base de neem
- Mezcla sulfocalcica

Bibliografía

Abdelaziz K.B., Makawy E., Elsalam A.I., Darwish A.-A. Genotoxicity of Chlorpyrifos and the Antimutagenic Role of Lettuce Leaves in Male Mice. *Com. Sci.* 2010;1:137–145.

Abu-Qare, A.W.; Abdel-Rahman, A.; Brownie, C.; Kishk, A.M.; Abou-Donia, M.B. Inhibition of Cholinesterase Enzymes Following a Single Dermal Dose of Chlorpyrifos and Methyl Parathion, Alone and in Combination, in Pregnant Rats. *J. Toxicol. Environ. Health Part A.* **2001**, *63*, 173–189.

Ahmad, F.; Iqbal, S.; Anwar, S.; Afzal, M.; Islam, E.; Mustafa, T.; Khan, Q.M. Enhanced Remediation of Chlorpyrifos from Soil Using Ryegrass (*Lolium multiflorum*) and Chlorpyrifos-Degrading Bacterium *Bacillus Pumilus* C2A1. *J. Hazard. Mater.* **2012**, *237–238*, 110–115.

Alavanja MC, Dosemeci M, Samanic C, Lubin J, Lynch CF, Knott C, Barker J, Hoppin JA, Sandler DP, Trailla J, Thomas K, Blair A. Pesticidas and lung cancer risk in the agricultural health study cohorte. *Am J Epidemiol.* 2004 Nov 1;160(9):876-85

Alonso, M. Guisoni, N. ; Greco, N. Dispersión de Orius insidiosus, principal depredador de trips, en función de los recursos alimenticios disponibles en el cultivo de frutilla. I Congreso Nacional de Agroecología SAAE. 2019. UNC. Mendoza

Altieri, Miguel. 1983 .Bases científicas para una agricultura alternativa. CEAL Ediciones, Santiago de Chile

Álvarez, Melina 2014. Estudios tendientes a establecer el comportamiento ambiental del insecticida clorpirifos en ambientes acuáticos de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires. Trabajo de Tesis para optar al Título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires en el área de Producción Animal Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires Buenos Aires.

Anderson, M. S. R. 2012.The effect of landscape and local scale non-crop vegetation on arthropod pests and predators in vineyards.PhDTesis, Lincoln University, Nueva Zelanda

ATSDR (Agencia de Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades). (1997). Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública. Resumen de salud pública, 1997. Clorpirifos caso # 2921-88-2. Recuperado de <http://www.atsdr.cdc.gov/es>

Bajwa U, Sandhu KS. 2014. Effect of handling and processing on pesticide residues in food- A review. J. Food Sci. Technol. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0499-5>

Barbieri, S. C. , D'Amico, M., Peluso M. L., Marino D. J. G. , Marasas M. E.Efecto de prácticas alternativas para el control de nemátodos sobre la calidad del suelo en quintas del Cinturón Hortícola Platense. I Congreso Argentino de Agroecología. SAAE. UNC Mendoza

Baskaran,S; Kookana, R.; Naidu, R. 1999. Degradation of bifenthrin, chlorpyrifos and imidacloprid in soil and bedding materials at termiticidal application rates Pesticide Science Pestic Sci 55:1222±1228

Baskaran, S., et al. "Comportamiento contrastante del clorpirifos y su metabolito principal, TCP (3,5,6-tricloro-2-piridinol), con la profundidad en los perfiles del suelo". *Revista australiana de investigación del suelo* , vol. 41, núm. 4, julio de 2003, págs. 749+. *Gale Academic*

Berenstein G, Nasello S, Beiguel É, Flores P, Di Schiena J, Basack S, Hughes EA, Zalts A, Montserrat JM. 2017. Human and soil exposure during mechanical chlorpyrifos, myclobutanil and copper oxychloride application in a peach orchard in Argentina. *Sci. Total Environ.* 586, 1254-1262. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.129>

Bernardes, M.F.F.; Pazin, M.; Pereira, L.C.; Dorta, D.J. Impact of Pesticides on Environmental and Human Health. In *Toxicology Studies—Cells, Drugs and Environment*; InTech: London, UK, 2015.

Bizani E, Christophoridis C, Fytianos K. 2015. Pesticide residues in fruit samples : comparison of different QuEChERS methods using liquid chromatography – tandem mass spectrometry. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4456-0>

Bölte, S.; Girdler, S.; Marschik, P.B. The Contribution of Environmental Exposure to the Etiology of Autism Spectrum Disorder. *Cell. Mol. Life Sci.* 2019, 76, 1275–1297.

Bondarenko , jianyinggan, LHaver, D, Kabashima, J. Persistencia de insecticidas organofosforados y carbamatos seleccionados en aguas de una cuenca costera ambiental *Toxicology and Chemistry* Volumen 23 , Número 11 noviembre de 2004. Páginas 2649-2654 <https://doi.org/10.1897/03-436>

Bo wang ,Evangelia E. Tsakiridis ,shuman zhang ,Andrea Llanos ,Eric M. Desjardins ,Julián M. Yabut ,Alexander E. Verde ,Emily A. Día ,Brennan K Smith ,James SV Lally ,Jianhan Wu ,Amogelang R. Raphenya ,Krishna A. Srinivasan ,Andrés G. McArthur ,Shingo Kajimura ,Jagdish Suresh Patel ,Michael G. Wade ,katherine m. morrison ,Alison C. Holloway yGregorio R. Steinberg The pesticide chlorpyrifos promotes obesity by inhibiting diet-induced thermogenesis in brown adipose tissue. *NATURE COMMUNICATIONS* | (2021) 12:5163 | <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25384-y> | www.nature.com/naturecommunications.

Bradman, A.; Whitaker, D.; Quirós, L.; Castorina, R.; Claus Henn, B.; Nishioka, M.; Morgan, J.; Barr, D.B.; Harnly, M.; Brisbin, J.A.; et al. Pesticides and Their Metabolites in the Homes

and Urine of Farmworker Children Living in the Salinas Valley, CA. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 2007, 17, 331–349.

Brahmand MB, Yunesian M, Nabizadeh R, Nasser S, Alimohammadi M, Rastkari N. Evaluation of chlorpyrifos residue in breast milk and its metabolite in urine of mothers and their infants feeding exclusively by breast milk in north of Iran. *J Environ Health Sci Eng.* 2019 Sep 3;17(2):817-825. doi: 10.1007/s40201-019-00398-3. PMID: 32030155; PMCID: PMC6985376.

Calatayud-Vernich P, Calatayud F, Simó E, Pascual Aguilar JA, Picó Y. 2019. A two-year monitoring of pesticide hazard in-hive: High honeybee mortality rates during insecticide poisoning episodes in apiaries located near agricultural settings. *Chemosphere* 232, 471-480. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.05.170>

Campos Escobar, N 2018. Evaluación de la movilidad de clorpirifos a través del perfil de suelo por efecto de la materia orgánica disuelta presente en enmiendas orgánicas Memoria para optar al Título de Químico Universidad de Chile Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas Departamento de Química Inorgánica y Analítica

Catedra libre de soberanía alimentaria Universidad Nacional de La Plata, 2006. Cartilla N°2 Huertas Orgánicas, Bs. As. Argentina.

Cink, J. and Coats. 1995 Effect of concentration, temperature, and soil moisture on the degradation of chlorpyrifos in an urban iowa soil A paper published in Pesticides in Urban Environments: Fate and Significance, American Chemical Society symposium series 522' <https://core.ac.uk/download/pdf/38904357.pdf>

Chai, L, Wong, M y Bruun, H. Degradation of Chlorpyrifos in humid tropical soil. *Journal of Environmental Management.* 2013, Vol. 125, págs. 28-32

Chai L-K, Mohd-Tahir N, Hansen HCB. 2008. Dissipation of acephate, chlorpyrifos, cypermethrin and their metabolites in a humid-tropical vegetable production system. *pest manag sci* 65:189096.

Cocca, C.; Ventura C.; Nunez, M.; Randi, A.; Venturino, A..El organofosforado clorpirifos como disruptor estrogénico y factor de riesgo para el cáncer de mama. Acta toxicol. argent. vol.23 no.3 Ciudad Autónoma de Buenos Aires dic. 2015

Cole TB, Fisher JC, Burbacher TM, Costa LG, Furlong CE. Neurobehavioral assessment of mice following repeated postnatal exposure to chlorpyrifos-oxon. Neurotoxicol Teratol. 2012 May-Jun;34(3):311-22. doi: 10.1016/j.ntt.2012.02.003. Epub 2012 Mar 7. PMID: 22425525; PMCID: PMC3367041.

Coughlan A, Newhouse K, Namgung U, Xia Z. Chlorpyrifos induces apoptosis in rat cortical neurons that is regulated by a balance between p38 and ERK/JNK MAP kinases. Toxicol Sci. 2004 Mar;78(1):125-34. doi: 10.1093/toxsci/kfh038. Epub 2003 Dec 22. PMID: 14691213.

Chai L-K, Mohd-Tahir N, Hansen HCB. 2008. Dissipation of acephate, chlorpyrifos, cypermethrin and their metabolites in a humid-tropical vegetable production system. Pest Manag Sci 65:189096

Currius, S. 2019.Análisis económico comparado de producción de frutilla bajo manejo agroecológico vs. convencional Tesis de grado presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo Carrera de Agronomía. Facultad de Agronomía . Universidad de Buenos Aires Das, K.; Sarkar, K.; Tarafder, P.; Nath, P.P.; Paul, G. Chlorpyrifos Suppresses Female Reproductive Function in Rat. *Int. J. Pharma Bio Sci.* 2014, 5, 810–818. [[Google Scholar](#)]

Das, S y Adhya, T. Degradation of chlorpyrifos in tropical rice soil. Journal of Environmental Management. 2015, 152, págs. 36-2.

Das S, Hageman KJ, Taylor M, Michelsen-Heath S, Stewart I. 2020. Fate of the organophosphate insecticide, chlorpyrifos, in leaves, soil, and air following application. Chemosphere 243, 125194. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125194>

Das, S., Hageman, K.J., Taylor, M., Michelsen-Heath, S., Stewart, I., 2020. Fate of the organophosphate insecticide, chlorpyrifos, in leaves, soil, and air following application. *Chemosphere* 243, 125194. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125194>

De Paggi J., Susana B. (1997) Efectos de los pesticidas sobre el zooplancton de las aguas continentales: análisis revisivo. *Revista FABICID*, (1): 103-114

del Pino, F. (Coordinador) Estudio de la utilización del insecticida organofosforado clorpirifós en espacios urbanos *Rev. salud ambient.* (Internet) 2009;9(Supl 1): 1-20. ISSN 1697-2791

Deziel, N.C., Freeman, L.E.B., Graubard, B.I., Jones, R.R., Hoppin, J.A., Thomas, K., Hines, C.J., Blair, A., Sandler, D.P., Chen, H., Lubin, J.H., Andreotti, G., Alavanja, M.C.R., Friesen, M.C., 2017. Relative contributions of agricultural drift, para-occupational, and residential use exposure pathways to house dust pesticide concentrations: Meta-regression of published data. *Environmental health perspectives* 125, 296– 305. <https://doi.org/10.1289/EHP426>

Eaton D.L., Daroff R.B., Autrup H., Bridges J., Buffler P., Costa L.G., Coyle J., McKhann G., Moberly W.C., Nadel L., et al. Review of the Toxicology of Chlorpyrifos with an Emphasis on Human Exposure and Neurodevelopment. *Crit. Rev. Toxicol.* 2008;38((Suppl. 2)):1– 125. doi: 10.1080/10408440802272158.

EFSA (European Food Safety Authority). Statement on the available outcomes of the human health assessment in the context of the pesticides peer review of the active substance chlorpyrifos. *EFSA J.* 2019, 17, e05809.

EFSA (European Food Safety Authority) The 2020 Christia European Union report on pesticide residues in food. *EFSA J.* 2022;20:7215. doi: 10.2903/j.efsa.2022.7215

Eskenazi, B.; Marks, A.R.; Bradman, A.; Harley, K.; Barr, D.B.; Johnson, C.; Morga, N.; Jewell, N.P. Organophosphate Pesticide Exposure and Neurodevelopment in Young Mexican-American Children. *Environ. Health Perspect.* 2007, 115, 792–798.

FAO y OMS (2016) International Code of Conduct on Pesticide Management. Guidelines on Highly Hazardous Pesticides, Rome 2016

Farhan, M.; Ahmad, M.; Kanwal, A.; Butt, Z.A.; Khan, Q.F.; Raza, S.A.; Qayyum, H.; Wahid, A. Biodegradation of Chlorpyrifos Using Isolates from Contaminated Agricultural Soil, Its Kinetic Studies. *Sci. Rep.* **2021**, *11*, 10320.

Fernández-Bayo JD, Romero E, Schnitzler F, Burauel P. Assessment of pesticide availability in soil fractions after the incorporation of winery-distillery vermicomposts. *Environ Pollut.* 2008 Jul;154(2):330-7. doi: 10.1016/j.envpol.2007.10.002. Epub 2007 Nov 19. PMID: 18023948.

Folgarait P y Farjo-brener A. 2013 un mundo de hormigas. Siglo XXI ediciones. Bs. As. Argentina

García, M, y otros. Effect of soil organic amendments on the behavior of bentazone and tricyclazole. *Science of Total Environment.* 2014, Vols. 466-467, págs. 906-913.

Gebremariam, S ; Beutel, M; Yonge, D. y Flury, M. Adsorption and Desorption of Chlorpyrifos to Soils and Sediments 2012. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 215:123-75

Giesy JP, Solomon KR. 2014. Ecological risk assessment for chlorpyrifos in terrestrial and aquatic systems in the United States. SpringerLink . *Rev. Environ. Contam. Toxicol. Contin. Residue Rev.* XVI. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-03865-0>

Giesy , J.; Solomon , K. ; Cutler , C.; Giddings , J.; MAckay , D.; Moore , J.; Purdy , J.; and Williams, W. Ecological Risk Assessment of the Uses of the Organophosphorus Insecticide Chlorpyrifos, in the United States. J.P. Giesy and K.R. Solomon (eds.) en *Ecological Risk Assessment for Chlorpyrifos in Terrestrial 1 and Aquatic Systems in the United States*, *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 231, DOI 10.1007/978-3-319-03865-0_1 2014

Gimsing , A y Kirkegaard, J. 2006 glucoiocyanate and isothiocyanate concentration in soil following incorporation of Brassica biofumigants , *soil biology and Biochemistry*, Vol 38.

Gliesmann, S. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en la agricultura sostenible. CATIE. Costa Rica

Gotoh, M., Saito, I., Huang, J., Fukaya, J., Matsumoto, S., Hisanaga, N., Shibata, E., Ichihara, G., Kamijima, M., Takeuchi, Y. 2001. Changes in Cholinesterase Activity, Nerve Conduction Velocity, and Clinical Signs and Symptoms in Termite Control Operators Exposed to Chlorpyrifos. *Journal Occup Health*, 43 (3), pp. 157-164

Grandjean P., Landrigan P.J. Neurobehavioural Effects of Developmental Toxicity. *Lancet Neurol.* 2014;13:330–338. doi: 10.1016/S1474-4422(13)70278-3.

Gunier, R.B., Ward, M.H., Airola, M., Bell, E.M., Colt, J., Nishioka, M., Buffler, P.A., Reynolds, P., Rull, R.P., Hertz, A., Metayer, C., Nuckols, J.R., 2011. Determinants of agricultural pesticide concentrations in carpet dust. *Environmental health perspectives* 119, 970–976. <https://doi.org/10.1289/ehp.1002532>

Gurunathan S, Robson M, Freeman N, Buckley B, Roy A, Meyer R, Bukowski J, Lioy PJ. Accumulation of chlorpyrifos on residential surfaces and toys accessible to children. *Environ Health Perspect.* 1998;106(1):9-16

Guzmán Casado, G.; González de Molina, M. y Sevilla Guzmán, E. (2000). *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. Editorial Mundi-Prensa, Barcelona.

Harnly M, McLaughlin R, Bradman A, Anderson M, Gunier R. Correlating agricultural use of organophosphates with outdoor air concentrations: a particular concern for children. *Environ Health Perspect.* 2005;113(9):1184. Hafiz Ubaid ur Rahman, Waqas Asghar, Wahab Nazir et al. A comprehensive review on chlorpyrifos toxicity with special reference to endocrine disruption: Evidence of mechanisms, exposures and mitigation strategies. *Sci. Total Environ.* 755 (2021)

Helbling, D. Bioremediation of pesticide-contaminated water resources: the challenge of low concentrations. *Current Opinion in Biotechnology.* 2015, Vol. 33, págs. 142-148

Hölldobler, B. & Wilson, E. O. (1990). *The ants*. Harvard University Press, Cambridge. 732 pp.

Hore P, Robson M, Freeman N, Zhang J, Wartenberg D, Özkaynak H, Tulve N, Sheldon L, Needham L, Barr D, Liou PJ. Chlorpyrifos accumulation patterns for child-accessible surfaces and objects and urinary metabolite excretion by children for 2 weeks after crack-and-crevice application. *Environ Health Perspect.* 2005;113(2):211-9

Hossain, M.S.; Chowdhury, M.A.Z.; Pramanik, M.K.; Rahman, M.A.; Fakhruddin, A.N.M.; Alam, M.K. Determination of Selected Pesticides in Water Samples Adjacent to Agricultural Fields and Removal of Organophosphorus Insecticide Chlorpyrifos Using Soil Bacterial Isolates. *Appl. Water Sci.* 2015, 5, 171–179.

Huang, X.; Cui, H.; Duan, W. Ecotoxicity of Chlorpyrifos to Aquatic Organisms: A Review. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2020, 200, 110731.

Jeong S.-H., Kim B.-Y., Kang H.-G., Ku H.-O., Cho J.-H. Effect of Chlorpyrifos-Methyl on Steroid and Thyroid Hormones in Rat F0- and F1-Generations. *Toxicology.* 2006;220:189–202. doi: 10.1016/j.tox.2006.01.005.

Jergentz S, Mugni H, Bonetto C, Schulz R. 2005. Assessment of insecticide contamination in runoff and stream water of small agricultural streams in the main soybean area of Argentina. *Chemosphere* 61, 817-826.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.04.036>

Kamt Quezada, M. 2020. "Efecto del clorpirifos en la micro y macro fauna del suelo" Trabajo de investigación para optar el Grado de Bachiller en: Ingeniería Ambiental Universidad Científica. Facultad de Ciencias ambientales. Perú

Kim, S.W., Lee, E.G., Lee, T., Lee, L.A., Harper, M., 2014. Exposure to chlorpyrifos in gaseous and particulate form in greenhouses: a pilot study. *Journal of occupational and environmental hygiene* 11, 547–555. <https://doi.org/10.1080/15459624.2014.880444>

Kumar, N. Dermal Exposure to Sub-Toxic Amount of Chlorpyrifos—Is It Neurotoxic. In *Pesticides in the Modern World—Effects of Pesticides Exposure*, InTech: Rijeka, Croatia, 2011. [[Google Scholar](#)]

Lagler J. ; Berger E. ; Casco J.; Genin J. y Wright E. .Análisis de indicadores económicos en el cultivo de frutilla (*Fragaria ananassa*) de un productor en transición agroecológica

en el cinturón hortícola bonaerense Trabajo presentado en el primer congreso de la Asociación Argentina de agroecología. Septiembre de 2019. UNC. Mendoza

Lee W, Blair A, Hoppin J, Lubin J, Rusiecki J, Sandler D, Dosemeci M, Alavanja M. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to chlorpyrifos in the Agricultural Health Study. *J Natl Cancer Inst.* 2004;96:1781-9

Lee WJ, Sandler DP, Blair A, Samanic C, Cross AJ, Alavanja MC. Pesticide use and colorectal cancer risk in the Agricultural Health Study. *Int J Cancer.* 2007 Jul 15;121(2):339-46. doi: 10.1002/ijc.22635. PMID: 17390374; PMCID: PMC2928992.

Leistra M, Smelt JH, Hilbrand Weststrate J, Van Den Berg F, Alderink R. 2006. Volatilization of the pesticides chlorpyrifos and fenpropimorph from a potato crop. *Environ. Sci. Technol.* 40, 96-102. <https://doi.org/10.1021/es051248x>

Lenscak, M. Costa, A., Pulleiro, A. Análisis económico de un sistema real hortícola agroecológico en Florencio Varela, provincia de Buenos Aires. I Congreso Argentino de Agroecología. SAAE. UNC Mendoza, Argentina

Leonard RA (1990) Movimiento de plaguicidas en aguas superficiales. En: Cheng HH (ed) *Pesticidas en el ambiente del suelo: procesos, impactos y modelado*. Sociedad de Ciencias del Suelo de América, Madison, págs. 303–349

Leucona, R. (1990). El control microbiano como regulador poblacional de insectos plaga. En Instituto Nacional de Tecnología Ag Pérez Iglesias H., Santana Aguilar, I. y Rodríguez delgado, I. 2013. *Manejo sostenible de tierras en la producción de caña de azúcar*. Instituto de investigaciones de la caña de azúcar. Cuba. ropecuaria INTA. *Agricultura Sostenible*. Publicación N° 4.

Li, R, y otros. Chlorpyrifos residue levels on field crops (rice, maize and soybean) in China and their dietary risks to consumers. *Food Control.* 2015, Vol. 51, págs. 212-217.

86 Evaluación del efecto de un lombricompost sobre la retención y degradación de

Clorpirifos en suelo 12. Koshlukova, S y Reed, N. Chlorpyrifos. EPA. [En línea] 2014.
[Citado el: 23 de abril de 2015.] <http://www.epa.gov>

Ligan Zhang, Dong-mei Zhou. Influence of organic amendment on the adsorption and leaching of ethametsulfuron-methyl in acidic soils in China. *Geoderma*. 2006, Vol. 130, págs. 66-76

Lin Yan, HUANG Xiao-guang, ZHANG Xi-liang. Estudio sobre residuos de clorpirifos y bifentrina en el suelo de campo que simula el tratamiento de prevención de termitas domésticas [J]. *Chinese Journal of Pesticide Science*, 2006, 8(2): 143-146

Lockridge, O.; Verdier, L.; Schopfer, L.M. Half-Life of Chlorpyrifos Oxon and Other Organophosphorus Esters in Aqueous Solution. *Chem. Biol. Interact.* 2019, 311, 108788.
[\[Google Scholar\]](#) [\[CrossRef\]](#)

Lu, C.; Yang, Z.; Liu, J.; Liao, Q.; Ling, W.; Waigi, M.G.; Odinga, E.S. Chlorpyrifos Inhibits Nitrogen Fixation in Rice-Vegetated Soil Containing *Pseudomonas Stutzeri* A1501. *Chemosphere* 2020, 256, 127098. [\[Google Scholar\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)

Luo, Y. Zhang, M. Transporte multimedia y evaluación de riesgos de pesticidas organofosforados y un estudio de caso en el norte del Valle de San Joaquín de California. *Quimiosfera*. Volumen 75, Número 7, mayo de 2009, páginas 969-978

Llovet, Juan. La salud en los sectores populares. CEDES, Bs.As. Argentina. 1984

Mackay, D. 2001. Multimedia environmental models: the fugacity approach. CRC press¹
Budd R, O'Geen A, Goh KS, Bondarenko S, Gan J (2011) Removal mechanisms and fate of insecticides in constructed wetlands. *Chemosphere* 83:1581–1587

Mackay, D.; Giesy, J.P.; Solomon, K.R. Fate in the Environment and Long-Range Atmospheric Transport of the Organophosphorus Insecticide, Chlorpyrifos and Its Oxon. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 2014, 231, 35–76. [\[Google Scholar\]](#) [\[CrossRef\]](#)

McClelland, S.; Bendis, R.; Relyea, R. y Woodley, S. Insecticide-induced changes in amphibian brains: How sublethal concentrations of chlorpyrifos directly affect neurodevelopment *Environmental Toxicology* Volume 37, Issue 10 October 2018
Pages 2692-2698

Magga, Z, y otros. Combining experimental techniques with non-linear numerical models to asses the sorption of pesticides on soil. 2012, Vols. 129-130, págs. 62-69. 3. 8

Mandal T.K., Das N.S. Testicular Gametogenic and Steroidogenic Activities in Chlorpyrifos Insecticide-Treated Rats: A Correlation Study with Testicular Oxidative Stress and Role of Antioxidant Enzyme Defence Systems in Sprague-Dawley Rats: Chlorpyrifos and Testicular Oxidative Stress. *Andrologia*. 2012;**44**:102–115.
doi: 10.1111/j.1439-0272.2010.01110.x

Marchesan, E.; Zanella, R.; de Avila, L.A.; Camargo, E.R.; de, O. Machado, S.L.; Macedo, V.R.M. Rice Herbicide Monitoring in Two Brazilian Rivers during the Rice Growing Season. *Sci. Agric*. 2007, *64*, 131–137. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

Markov, D. y Bocles, I. 2021 Efectos de los agrotóxicos en el desarrollo embrionario y en el sistema nervioso infantil. En "Efecto de los Agrotóxicos en la Salud Infantil" Sociedad Argentina de pediatria.CABA. Argentina

Mea, A. , Samuel SM, Ramalingam C. Abordar los impactos ambientales del butacloro y las estrategias de remediación disponibles: una revisión sistemática. *En t. J. Medio Ambiente. ciencia Tecnología* 2015; **12** :4025–4036. doi: 10.1007/s13762-015-0866-2

Michalko, R.; Petráková, L.; Senstenská, L.; Pekár, S. 2017.The effect of increased habitat complexity and densitydependent non-consumptive interference on pest suppression by winter-active spiders. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 242, 26-33

Mie A., Rudén C., Grandjean P. Safety of Safety Evaluation of Pesticides: Developmental Neurotoxicity of Chlorpyrifos and Chlorpyrifos-Methyl. *Environ. Health*. 2018;**17**:77.
doi: 10.1186/s12940-018-0421-

Mitidieri ; M y otros 2011, Evaluación de tratamientos repetidos de biofumigacion en cultivo de tomate bajo cubierta; una experiencia a largo plazo en seminario de horticultura urbana y periurbana . buscamos soluciones entre todos. Serie de capacitaciones N°2 INTA, Argentina.

Mitidieri ; M 2012. Biofumigación e injertos ; dos tecnologías que se complementan para una horticultura de bajo impacto ambiental. Serie de capacitaciones N°2 INTA, Argentina.

Muir DCG, Teixeira CA, Alae M, Hermanson M. 2007. Persistent organohalogenes and current use pesticides in remote lake waters, sediments, and ice caps. In: Castro-Jiménez J, Eisenreich SJ, Vices I. 2007. Persistent 42 Organic Pollutants (POPs) in the European Atmosphere: An Updated Overview. Institute for Environment and Sustainability. European Commission, Directorate-General, Joint Research Centre. EUR 22876 EN. Pp88-95

Muñoz-Quezada, M, Verónica Iglesias , Boris Lucero, Kyle Steenland, Dana Boyd Barr, Karen Levy, P. Barry Ryan, Sergio Alvarado, Carlos Concha. Indicadores de exposición a plaguicidas organofosforados en escolares de la provincia de Talca, Chile 2012

Nakadai, A., Li, Q., Kawada, T. Chlorpyrifos induces apoptosis in human monocyte cell line U937. *Toxicología* Volumen 224, Número 3, 25 de julio de 2006 , páginas 202-209

Nasreddine L., Rehaime M., Kassaify Z., Rechmany R., Jaber F. Dietary exposure to pesticide residues from foods of plant origin and drinks in Lebanon. *Environ. Monit. Assess.* 2016;188:485. doi: 10.1007/s10661-016-5505-

O'Brien, M. Chlorpyrifos. *J Pesticide Reform.* 1989; 8(4):42-4.

Ockleford C., Adriaanse P., Berny P., Brock T., Duquesne S., Grilli S., Hernandez-Jerez A.F., Bennekou S.H., Klein M., et al. Scientific Opinion on the investigation into experimental toxicological properties of plant protection products having a potential link to Parkinson's disease and childhood leukaemia. *EFSA J.* 2017;15:e04691. doi: 10.2903/j.efsa.2017.4691.¹

Odum, E. 1999, *Ecología. el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales.* compañía editorial Continental . México

Ojha A., Yaduvanshi S.K., Pant S.C., Lomash V., Srivastava N. Evaluation of DNA Damage and Cytotoxicity Induced by Three Commonly Used Organophosphate Pesticides

Individually and in Mixture, in Rat Tissues: Evaluation of DNA Damage And Cytotoxicity. *Environ. Toxicol.* 2013;**28**:543–552. doi: 10.1002/tox.20748

O.M.S. Detección precoz del deterioro de la salud debido a la exposición profesional. Ginebra. Informes técnicos, Serie INTE n° 586, 1975, pág. 34 y sig.

Ooi, P.A.C. & Shepard, B.M. 1994. Predators and parasitoids of rice insect pests. In: Biology and management of rice insects, (E.A. Heinrichs ed.), pp. 585-612. Wiley Eastern Limited [For] IRRI, New Delhi.

Oostingh, G.J.; Wichmann, G.; Schmittner, M.; Lehmann, I.; Duschl, A. The Cytotoxic Effects of the Organophosphates Chlorpyrifos and Diazinon Differ from Their Immunomodulating Effects. *J. Immunotoxicol.* **2009**, *6*, 136–145.

Ortega Y Villasana, P.; Ullé, J.A. 2013. Macrofauna Edáfica Asociada a Cultivos en Agricultura Orgánica. En: Ullé J.A. (ed.) Bases tecnológicas de sistemas de producción agroecológicos: nodos agrícola ganadero horticultura orgánica y cultivos perennes. Agroecología. INTA, Estación Experimental Agropecuaria San Pedro. Ediciones INTA. Buenos Aires. Argentina. Informe técnico 2013. 202 p

Parolo, M Propiedades fisicoquímicas y dinámica ambiental del clorpirifos en Informe técnico-científico sobre el uso e impactos del insecticida clorpirifos en Argentina , dirigido por Andrés Venturino /Melina Álvarez. - 1a ed. - Buenos Aires: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, 2021

Peiris D.C., Dhanushka T. Low Doses of Chlorpyrifos Interfere with Spermatogenesis of Rats through Reduction of Sex Hormones. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2017;**24**:20859–20867. doi: 10.1007/s11356-017-9617-x.

Péres Iglesias H, Santana Aguilar, I y rodriguez delgado , I 2013. Manejo sostenible de tierras en la producción de caña de azúcar. Instituto de investigaciones de la caña de azúcar. Cuba.

Pesticide Action Network 2018 Lista de plaguicidas altamente Peligrosos de PAN Internacional. Traducción al español de Graciela Carbonetto, actualización de Lucía

Sepúlveda y María Elena Rozas de la Oficina de Comunicaciones y Administración de RAP-AL <https://rap-al.org/>

Pérez J, Domingues I, Monteiro M, Soares M, Loureiro S. Synergistic effects caused by atrazine and terbuthylazine on chlorpyrifos toxicity to early-life stages of the zebrafish *Danio rerio*. *Environ Sci Pollut Res* 2013; 1-10.

Pinto, M, Salgado, R., Cottrell B. , Cooper, W. , Burrows , H. Vale, C. , . Sontag , G. , Noronha J.. Influence of dissolve organic matter on photodegradation and volatilization kinetics of chlorpyrifos in coastal waters. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 2015, Vol. 310, págs. 189-196.

Racke, K. Environmental fate of chlorpyrifos. En: *Rev. Environmental contamination Toxicology*. N.º 131. 1993. pp. 1-154

Racke, K; Steele, K.; Yoder, R y Dick, W. Factors affecting the hydrolytic degradation of chlorpyrifos in soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1996, Vol. 44, págs. 1582-1592.

Rauh VA, Perera FP, Horton MK, Whyatt RM, Bansal R, Hao X, Liu J, Barr DB, Slotkin TA, Peterson BS. Brain anomalies in children exposed prenatally to a common organophosphate pesticide. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2012 May 15;109(20):7871-6. doi: 10.1073/pnas.1203396109. Epub 2012 Apr 30. PMID: 22547821; PMCID: PMC3356641

Rayu, S.; Nielsen, U.N.; Nazaries, L.; Singh, B.K. Isolation and Molecular Characterization of Novel Chlorpyrifos and 3,5,6-Trichloro-2-Pyridinol-Degrading Bacteria from Sugarcane Farm Soils. *Front. Microbiol.* 2017, 8, 518.

Riah, W.; Laval, K.; Laroche-Ajzenberg, E.; Mougin, C.; Latour, X.; Trinsoutrot-Gattin, I. Effects of Pesticides on Soil Enzymes: A Review. *Environ. Chem. Lett.* 2014, 12, 257–273.

Ricceri L, Venerosi A, Capone F, Cometa MF, Lorenzini P, Fortuna S, Calamandrei G. Developmental neurotoxicity of organophosphorous pesticides: fetal and neonatal exposure to chlorpyrifos alters sex-specific behaviors at adulthood in mice. *Toxicol Sci*. 2006 Sep;93(1):105-13. doi: 10.1093/toxsci/kfl032. Epub 2006 Jun 7. PMID: 16760416.

Rodríguez, Carlos. La situación de los trabajadores en Argentina. CEAL. Bs. As. Argentina. 1990.

Rojas, R; Morillo, J. ; Usero, J.; Vanderlinden, E. y El Bakouriy, H. Adsorption study of low-cost and locally available organic substances and a soil to remove pesticides from aqueous solution. *Journal of Hydrology*. 2015, 520, págs. 461-472.

Roura, H. y Cepeda, H. 1999. Manual de identificación, formulación y evaluación de proyectos para el desarrollo rural. Santiago de Chile: Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social - ILPES.

Rozas, M. 2020. Estudios epidemiológicos sobre efectos de los plaguicidas en niñas, niños e infantes en América Latina. retos para la salud pública. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América Latina, RAP_AI. Santiago de Chile

Sai L., Li X., Liu Y., Guo Q., Xie L., Yu G., Bo C., Zhang Z., Li L. Effects of Chlorpyrifos on Reproductive Toxicology of Male Rats: Effects of Chlorpyrifos on Reproductive Toxicology. *Environ. Toxicol.* 2014;**29**:1083–1088. oi: 10.1002/tox.21838

Samaja, J. 1993. Epistemología y Metodología. EUDEBA. Bs. As

Sanchez-Hernandez, J.C.; Notario del Pino, J.; Capowiez, Y.; Mazzia, C.; Rault, M. Soil Enzyme Dynamics in Chlorpyrifos-Treated Soils under the Influence of Earthworms. *Sci. Total Environ.* **2018**, *612*, 1407–1416. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

Sandhu M.A., Saeed A.A., Khilji M.S., Ahmed A., Latif M.S.Z., Khalid N. Genotoxicity Evaluation of Chlorpyrifos: A Gender Related Approach in Regular Toxicity Testing. *J. Toxicol. Sci.* 2013;**38**:237–244. doi: 10.2131/jts.38.237.

Sanghi, R., Pillai, M.K.K., Jayalekshmi, T.R., Nair, A., 2003. Organochlorine and organophosphorus pesticide residues in breast milk from Bhopal, Madhya Pradesh, India. *Hum. Exp. Toxicol.* *22*, 73–76. doi:10.1191/0960327103ht321oa

Sapbamrer, R.; Hongsibsong, S. Effects of Prenatal and Postnatal Exposure to Organophosphate Pesticides on Child Neurodevelopment in Different Age Groups: A Systematic Review. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* **2019**, *26*, 18267–18290.

Schuh RA, Lein PJ, Beckles RA, Jett DA. Noncholinesterase mechanisms of chlorpyrifos neurotoxicity: altered phosphorylation of Ca²⁺/cAMP response element binding protein in cultured neurons. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2002 Jul 15;182(2):176-85. doi: 10.1006/taap.2002.9445. PMID: 12140181.

Seufert, V. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture *Nature.* 2012 May 10;485(7397):229-32. USA.

Shelton JF, Geraghty EM, Tancredi DJ, Delwiche LD, Schmidt RJ, Ritz B, Hansen RL, Hertz-Picciotto I. 2014. Neurodevelopmental disorders and prenatal residential proximity to agricultural pesticides: the CHARGE study. *Environ Health Perspect* 122:1103–1109; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1307044>

Shemer, H, Sharpless, C y Linden, K. Photodegradation of 3,5,6-trichloro-2-pyridinol in aqueous solution. *Water, Air, and Soil Pollution.* 2005, Vol. 168, págs. 145–155.

Singh, B.K.; Walker, A.; Morgan, J.A.W.; Wright, D.J. Effects of Soil PH on the Biodegradation of Chlorpyrifos and Isolation of a Chlorpyrifos-Degrading Bacterium. *Appl. Environ. Microbiol.* 2003, 69, 5198–5206. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

Slotkin T.A., Brown K.K., Seidler F.J. Developmental Exposure of Rats to Chlorpyrifos Elicits Sex-Selective Hyperlipidemia and Hyperinsulinemia in Adulthood. *Environ. Health Perspect.* 2005;113:1291–1294. doi: 10.1289/ehp.8133

Simon, D, Helliwell, S y Robards, K. Review. Analytical chemistry of chlorpyrifos and diuron in aquatic ecosystems. *Analytica Chimica Acta.* 1998, Vol. 360, págs. 1-16.

Solarte Ordóñez, M. 2018 Evaluación del efecto de un lombricompost sobre la retención y degradación de clorpirifos en suelo. Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Posgrado Palmira, Colombia

Solomon K.R., Williams W.M., Mackay D., Purdy J., Giddings J.M., Giesy J.P. *Ecological Risk Assessment for Chlorpyrifos in Terrestrial and Aquatic Systems in the United States.* Springer International Publishing; Cham, Switzerland: 2014. Properties and Uses of Chlorpyrifos in the United States; pp. 13–34.

Souza Casadinho, J. Y Villa G. 2015 "Análisis del proceso de transición hacia la agroecología entre productores hortícolas ubicados en el distrito de Open – Door, Buenos Aires, Argentina" UNLP IV congreso internacional de la Sociedad científica Latinoamericana de Agroecología. SOCLA

Souza Casadinho ; J. 2017 "Actores, procesos y relaciones en la producción, comercialización y consumo de hortalizas en ferias de la economía social en el Área metropolitana de Bs. As. XII Jornadas de Sociología de la Facultad de Ciencias Sociales Sociología de la Universidad Nacional de Bs. As.

Souza Casadinho, J. 2019 "La dinámica de utilización de los plaguicidas y su relación con la consecución de los derechos humanos" XIV Congreso nacional de estudios del trabajo Asociación Argentina de Estudios del trabajo AST presentando Facultad de ciencias económicas de la Universidad de Bs. AS. Bs. As. Argentina

Souza Casadinho, J. 2020. Documento sobre Conceptualización de la agroecología y abordaje de los sistemas participativos de certificación agroecológica. CETAAR/RAPAL . Buenos Aires . Argentina

Souza Casadinho, J. 2021 Informe sobre la situación de los plaguicidas altamente peligrosos (PAP) y las estrategias sobre producción sustentable en la Argentina. RAPAL/IPEN. Buenos Aires. Argentina

Souza Casadinho, J. 2022 "Los Plaguicidas Altamente Peligrosos. Condiciones de utilización, exposición y efecto socioambiental en la actividad hortícola desarrollada en el Área Metropolitana de Buenos Aires". XV Jornadas de Debate Interdisciplinario en Salud y Población. Facultad de Sociología UBA -Instituto de Investigaciones Gino Germani presentando Facultad de Sociología UBA Bs. As.

Steiner R., 1988. Curso sobre agricultura Biológico Dinámica. Editorial Rudolf Steiner. Madrid España.

US EPA (Environmental Protection Agency). Chlorpyrifos: Revised Human Health Risk Assessment for Registration Review. EPA-HQ-OPP-2015-0653-0454. 2016. Available online: <https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OPP-2015-0653-0454> (accessed on 9 March 2021).

Tian, Y. y Yamauchi, T. Micronucleus formation in 3-day mouse embryos associated with maternal exposure to chlorpyrifos during the early preimplantation period. Volume 17, Issue 4, July–August 2003, Pages 401-405

Torres, M., Pozo, K. y Díaz, V. Influencia de la degradación de Clorpirifós en la detección analítica mediante biosensores: revisión del estado actual y aspectos futuros. Entre Ciencia e Ingeniería vol.15 no.30 Pereira julio/dic. 2022
<https://doi.org/10.31908/19098367.2102>

Unidad de Gestión de Calidad del Agua . 2012. Monitoreo de agroquímicos en la cuenca Ciclo productivo 2006 – 2012. Provincia de Rio Negro, Argentina
<https://dpa.rionegro.gov.ar/download/archivos/00000469.pdf>

Ullue, J. Diseño de cultivos de batata y maíz en consociación como herramienta de diversificación productiva en pequeñas explotaciones agrícolas. I Congreso de Agroecología. SAAE. 2019. UNC. Mendoza.

Urquijo, C y otros. Nociones básicas de epidemiología general, EUDEBA, Bs. As. Argentina. 1969

Van Emmerik TJ, Angove MJ, Johnson BB, Wells JD. Sorption of chlorpyrifos to selected minerals and the effect of humic acid. J Agric Food Chem. 2007 Sep 5;55(18):7527-33. doi: 10.1021/jf071084z. Epub 2007 Aug 4. PMID: 17676866..

van Wendel de Joode B, Barraza D, et al. (2012) Indigenous children living nearby plantations with chlorpyrifos-treated bags have elevated 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCPy) urinary concentrations. Environ Res . 2012 Aug;117:17-26. doi: 10.1016/j.envres.2012.04.006. Epub 2012 Jun 28. Disponible en : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22749112>

van Wendel de Joodea, B., Moraa, A.; Lindh, C.; Hernández-Bonillac, D. Córdoba, L.; Wesseling, C.; Hoppine, J. Y Mergler, D. 2016. La exposición a plaguicidas y el neurodesarrollo en niños de 6-9 años de edad, Talamanca, Costa Rica. IRET, Universidad de Costa Rica.

Venerosi A., Tait S., Stecca L., Chiarotti F., De Felice A., Cometa M.F., Volpe M.T., Calamandrei G., Ricceri L. Effects of Maternal Chlorpyrifos Diet on Social Investigation and Brain Neuroendocrine Markers in the Offspring—a Mouse Study. *Environ. Health*. 2015;14:32. doi: 10.1186/s12940-015-0019-6.

Ventura C. 2014. Acción del plaguicida organofosforado clorpirifos sobre la carcinogénesis mamaria. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Laboratorio de Radioisótopos. Trabajo para optar al título de Doctora de la Universidad de Buenos Aires

Ventura C., Nieto M.R.R., Bourguignon N., Lux-Lantos V., Rodriguez H., Cao G., Randi A., Cocca C., Núñez M. Pesticide Chlorpyrifos Acts as an Endocrine Disruptor in Adult Rats Causing Changes in Mammary Gland and Hormonal Balance. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* 2016;156:1–9. doi: 10.1016/j.jsbmb.2015.10.010.

Villalba A, Maggi M, Ondarza PM, Szawarski N, Miglioranza KSB. 2020. Influence of land use on chlorpyrifos and persistent organic pollutant levels in honey bees, bee bread and honey: Beehive exposure assessment. *Sci. Total Environ.* 713, 136554. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136554>

Viswanath G., Chatterjee S., Dabral S., Nanguneri S.R., Divya G., Roy P. Anti-Androgenic Endocrine Disrupting Activities of Chlorpyrifos and Piperophos. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* 2010;120:22–29. doi: 10.1016/j.jsbmb.2010.02.032.

Von Ehrenstein OS, Ling C, Cui X, Cockburn M, Park AS, Yu F, Wu J, Ritz B. Prenatal and infant exposure to ambient pesticides and autism spectrum disorder in children: population based case-control study. *BMJ.* 2019 Mar 20;364:l962. doi: 10.1136/bmj.l962

Wang, D.; Singhasemanon, N.; Goh, K.S. A Statistical Assessment of Pesticide Pollution in Surface Waters Using Environmental Monitoring Data: Chlorpyrifos in Central Valley, California. *Sci. Total Environ.* 2016, 571, 332–341. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

Watts, M. 2012. Clorpirifos: un posible COP a nivel global. Pesticide Action Network .North America. San Francisco . USA

Weldon RH, Barr DB, Trujillo C, Bradman A, Holland N, Eskenazi B. 2011. A pilot study of pesticides and PCBs in the breast milk of women residing in urban and agricultural communities of California. *J. Environ. Monit.* 13, 3136–3144.
<https://doi.org/10.1039/c1em10469a>

Wołejko E, Łozowicka B, Jabłońska-Trypuć A, Pietruszyńska M, Wydro U. Chlorpyrifos Occurrence and Toxicological Risk Assessment: A Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Sep 26;19(19):12209. doi: 10.3390/ijerph191912209. PMID: 36231509; PMCID: PMC9566616.

Wright CG, Leidy RB, Dupree HE Jr. Chlorpyrifos in the ambiente air and soil of houses eight years after its application for termites control. *Hervor Environ Contam Toxicol.* 1994;52:131-4.

Wu, J y Laird, D. Interactions of chlorpyrifos with colloidal materials in aqueous systems. *Journal of Environmental Quality.* 2004, Vol. 33, págs. 1765-1770.

Zasada, I. A.; Ferris, H. 2004. Nematode suppression with brassicaceous amendments: application based upon glucosinolate profiles. *Soil Biology & Biochemistry* 36(7): 1017-1024. Departamento de Nematología, Universidad de California, EEUU

Zhong, G.; Xie, Z.; Cai, M.; Möller, A.; Sturm, R.; Tang, J.; Zhang, G.; He, J.; Ebinghaus, R. Distribution and Air-Sea Exchange of Current-Use Pesticides (CUPs) from East Asia to the High Arctic Ocean. *Environ. Sci. Technol.* 2012, 46, 259–267.

Zhong, J.; Shen, D.; Li, H.; He, Y.; Bao, Q.; Wang, W.; Ye, Q.; Gan, J. Fate of Chlorpyrifos Bound Residues in Paddy Soils: Release, Transformation, and Phytoavailability. *Environ. Int.* 2022, 166, 107338.

Páginas web consultadas

https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts84.html Consultada 10 de febrero de 2022

<https://www.bolsadecereales.com/precios-oficiales> Página web consultada 5 de abril de 2023.

<https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/247780/20210806> Consultada 15 de febrero de 2022

<https://cienciaybiologia.com/la-exposicion-plaguicidas-durante-el-embarazo-podria-causar-autismo/> consultado de 2022

http://www.fao.org/publications/card/c/a5347_a39-c961-41bf-86a4-975cd2fd063. 2016 Consultada 10 de marzo de 2022

<http://www.fao.org/publications/card/> consultada en octubre de 2022

<https://www.infobae.com/tendencias/ecologia-y-medio-ambiente/2019/02/11/>

Consultada 10 de enero de 2022

www.lanacion.com.ar/economia/campo/agricultura/los-primeros-calculos-para-los-granos-gruesos-20222023-son-poco-alentadores-nid13082022/. Consultada el 22 de Agosto de 2022

<https://www.resumenlatinoamericano.org/2020/08/03/estados-espanol-rechaza-naranjas-importadas-de-argentina-por-residuos-de-pesticidas/> Consultada el 22 de abril de 2022

<http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-302-2012-senasa-servicio-nacional-de-salud-y-calidad-agroalimentaria> Consultada el 22 de diciembre de 2022

www.argentina.gob.ar/senasa consultada en julio de 2022

<https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/chlorpyrifos-assessment-identifies-human-health-effects> Consultada el 22 de diciembre de 2022

www.todoagro.com.ar/rendimientos-actuales-y-alcanzables-en-soja-y-maiz-cual-es-la-brecha-de-nutrientes-en-argentina/ el 5 de abril de 2023.

<https://www.corbataslester.com/magazine/los-vinos-biodinamicos/> Consultada el 22 de marzo de 2023